

แนวทางการปฏิบัติงานปรับแก้หม้อแปลงในระบบจำหน่าย

นายทศพร พงษ์กลาง, นางพิชญากุล จิตตพันธ์, นายรุจิรัฐ พันธัย
กองบริการลูกค้า การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค เขต 1 ภาคเหนือ จังหวัดเชียงใหม่ thossapon_big@hotmail.com

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอแนวทางการปฏิบัติงานปรับแก้หม้อแปลงในระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคอย่างปลอดภัย โดยมีการควบคุมแรงดันด้านแรงต่ำที่จ่ายให้กับผู้ใช้ไฟฟ้าให้เป็นไปตามช่วงแรงดันที่ระบุไว้ในมาตรฐานคุณภาพบริการ กฟผ. ในขั้นตอนการปฏิบัติงานมีการกำหนดให้ตรวจวัดค่าความต้านทานขดลวดแรงสูงของหม้อแปลงทั้งก่อนและหลังการหมุนปรับแก้ และวิเคราะห์ผลความต่อเนื่องของหน้าสัมผัสที่ปกคลุมขดลวดแรงสูง เพื่อยืนยันความเป็นปกติของกลไกที่ปรับแก้และป้องกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้นจากการชำรุดของกลไกชุดปรับแก้เนื่องจากเกิดอาร์คภายใน

คำสำคัญ: ปรับแก้หม้อแปลง, แรงดันต่ำ, มาตรฐานคุณภาพบริการ

1. บทนำ

ระบบโครงข่ายไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟผ.) มีสถานีไฟฟ้าทำหน้าที่จ่ายแรงดัน 22 หรือ 33 kV ให้กับหม้อแปลงในระบบจำหน่ายและแปลงเป็นแรงดันต่ำเพื่อจ่ายให้กับผู้ใช้ไฟฟ้ารายย่อย ซึ่งระยะห่างระหว่างสถานีไฟฟ้ากับหม้อแปลงที่ต่างกันมีผลทำให้หม้อแปลงแต่ละเครื่องรับแรงดันไฟฟ้าที่แตกต่างกัน หากปรับตั้งแทป (Tap changer) ของหม้อแปลงไว้ตำแหน่งเดียวกันจะทำให้แรงดันด้านแรงต่ำของหม้อแปลงแต่ละเครื่องแตกต่างกันด้วย ตามมาตรฐานคุณภาพบริการ กฟผ. ในระบบแรงดัน 220 โวลต์ ณ จุดเชื่อมต่อในระบบจำหน่ายกับผู้ใช้ไฟกำหนดให้แรงดันอยู่ในช่วง 200-240 โวลต์ ส่วนระบบแรงดัน 380 โวลต์ กำหนดให้แรงดันอยู่ในช่วง 342-418 โวลต์ [1] ดังนั้น จึงจำเป็นต้องมีการคำนวณและปรับตั้งแทปหม้อแปลงให้เหมาะสมกับโซนพื้นที่เพื่อให้แรงดันด้านแรงต่ำเป็นไปตามมาตรฐานคุณภาพบริการ

การปฏิบัติงานปรับแก้หม้อแปลงโดยเฉพาะหม้อแปลงที่มีการติดตั้งใช้งานมานานมีความเสี่ยงและอันตรายอย่างมาก เมื่อวันที่ 6 กุมภาพันธ์ 2564 ได้เกิดอุบัติเหตุในการปฏิบัติงาน

ปรับแก้หม้อแปลงของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคสาขาอำเภอ ดอยสะเก็ด จ.เชียงใหม่ โดยในขณะที่ปฏิบัติงานหม้อแปลงเกิดการกระเปิดอย่างรุนแรงทำให้น้ำมันหม้อแปลงเกิดไฟลุกไหม้ตกลงถูกตัวเจ้าหน้าที่ทำให้ได้รับบาดเจ็บสาหัสและเสียชีวิตในเวลาต่อมา จากผลการตรวจสอบและสรุปสาเหตุการชำรุดของหม้อแปลง [2-3] พบว่า กลไกที่ปรับแก้ที่หน้าสัมผัส เฟส A มีร่องรอยความผิดปกติ (Bad contact) หลังจากปรับไปตำแหน่งอื่น มีการเกิดอาร์ค (Arc) ภายใน และเกิดการลัดวงจร (Fault) ตามมา ทำให้ฟิวส์แรงสูงขาดกระบอก Drop out เฟส A, C ตก แต่เฟส B ไม่ตกเนื่องจากมีแรงดันเข้าไปทำรังภายใน ทำให้ Drop out ไม่สามารถตัดแรงดัน 22 กิโลโวลต์ได้ จึงเป็น Fault ต่อเนื่อง น้ำมันหม้อแปลงขยายตัวอย่างรวดเร็วจากความร้อน และทำให้หม้อแปลงระเบิดตามมา

สำหรับขั้นตอนในการปรับแก้หม้อแปลงตามคำแนะนำของผู้ผลิตหม้อแปลงมักพบเห็นเป็นสถิติเกอร์ที่ติดบริเวณแทปหม้อแปลง โดยจะบอกเพียงว่าหมุนได้กี่ตำแหน่ง การหมุนทำอะไรเท่านั้น ซึ่งยังไม่เพียงพอต่อความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน ในบทความนี้ได้พิจารณากำหนดขั้นตอนการปฏิบัติงานปรับแก้อย่างปลอดภัย โดยครอบคลุมตั้งแต่การเตรียมความพร้อม การตรวจสอบแรงดันเดิม การประเมินตำแหน่งแทปใหม่ และขั้นตอนในการปรับ ซึ่งมีการตรวจวัดค่าความต้านทานขดลวดแรงสูงและวิเคราะห์ความปกติของของกลไกที่ปรับแก้เพื่อป้องกันอันตรายหรือความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นในขณะที่ปฏิบัติงาน

2. ข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

2.1 ระเบียบการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคว่าด้วยมาตรฐานคุณภาพบริการ พ.ศ.2563

ตามมาตรฐานคุณภาพบริการ กฟผ. [1,4] ระบบแรงดัน 220 โวลต์ ณ จุดเชื่อมต่อในระบบจำหน่ายกับผู้ใช้ไฟ กำหนดแรงดันต่ำสุด 200 โวลต์ แรงดันสูงสุด 240 โวลต์ โดยให้ควบคุมแรงดันที่ด้านแรงต่ำของต้นหม้อแปลงให้อยู่ในระดับ 230-240 โวลต์ ทั้งในช่วงโหลดสูงสุด-ต่ำสุด และควบคุมแรงดันปลายสายไม่ให้ต่ำกว่า 200 โวลต์ ส่วนระบบแรงดัน

380 โวลต์ กำหนดแรงดันต่ำสุด 342 โวลต์ แรงดันสูงสุด 418 โวลต์ โดยให้ควบคุมแรงดันที่ด้านแรงต่ำของต้นหม้อแปลงให้อยู่ในระดับ 400-418 โวลต์ ทั้งในช่วงโหลดสูงสุด-ต่ำสุด และควบคุมแรงดันปลายสายไม่ให้ต่ำกว่า 342 โวลต์

2.2 การจัดเตรียมอุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล

การปฏิบัติงานต้องมีการจัดเตรียมอุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล (Personal Protective Equipment, PPE) รวมถึงเครื่องมือต่างๆ เช่น หมวกนิรภัย, ถุงมือแรงสูง, ถุงมือแรงต่ำ, รองเท้านิรภัย, มิลลิเมตรที่มีฟังก์ชันวัดค่าความต้านทาน (วัดโอห์ม), Clip-on Volt Amp Meter, Voltage Detector, ไมซ์กัฟฟิง, บันได, รถกระเช้า/รถแก๊กระแสไฟฟ้า ชัดข้อ, ถังดับเพลิงขนาดไม่น้อยกว่า 10 ปอนด์, กรวยยาง, ป้ายสัญญาณเตือนขณะปฏิบัติงาน เป็นต้น โดยเป็นไปตามคู่มือพัฒนาทีมปฏิบัติงานด้วยความปลอดภัยด้านงานก่อสร้าง [5] และคู่มือแบบมาตรฐานและรายละเอียดอุปกรณ์ความปลอดภัย [6]

2.3 การเตรียมงานอื่นๆ

การจัดเตรียมพื้นที่ จัดวางกรวย ป้ายและสัญญาณแจ้งเตือนเป็นไปตามคู่มือแบบมาตรฐานและรายละเอียดอุปกรณ์ความปลอดภัย [6] และมีการตรวจสอบสภาพหน้างานก่อนการปฏิบัติงาน และจัดทำกิจกรรมวิเคราะห์หรือคาดการณ์ถึงอันตรายที่อาจเกิดขึ้นจากการทำงาน พร้อมทั้งกำหนดมาตรการหรือวิธีการจัดการอันตรายเหล่านั้น เพื่อให้เกิดความปลอดภัย ซึ่งเป็นไปตาม Power System Recovery Handbook [7]

2.4 พิกัดแรงดันหม้อแปลงระบบจำหน่ายของ กฟภ.

หม้อแปลงที่ใช้งานในระบบจำหน่ายของ กฟภ. หากแบ่งตามพิกัดแรงดันต่ำจะมีการใช้งาน 4 แบบ [8-11] ได้แก่

- (1) หม้อแปลง 1 เฟส พิกัดแรงดันต่ำ 460/230 โวลต์
- (2) หม้อแปลง 1 เฟส พิกัดแรงดันต่ำ 480/240 โวลต์
- (3) หม้อแปลง 3 เฟส พิกัดแรงดันต่ำ 400/230 โวลต์
- (4) หม้อแปลง 3 เฟส พิกัดแรงดันต่ำ 416/240 โวลต์

ตามมาตรฐานสเปคหม้อแปลงของ กฟภ. กำหนดให้แท็ปแรงดันสามารถปรับได้ 5 ตำแหน่ง โดยเป็นการปรับเปลี่ยนพิกัดการรับแรงดันด้านแรงสูง $\pm 2.5\%$ จากตำแหน่งแท็ป 3 เช่น กรณีระบบ 22 กิโลโวลต์ สามารถปรับให้รับพิกัดแรงดัน 23,100 22,550 22,000 21,450 20,900 โวลต์ สำหรับหม้อแปลงที่ติดตั้งอยู่แล้วในระบบ กรณีตั้งสมมติฐานว่าแรงดันด้านแรงสูงเข้าหม้อแปลงคงที่ หากเราต้องการให้แรงดันด้านแรงต่ำลดลง ต้องปรับแท็ปลงซึ่งอัตราส่วนรอบขดลวดแรงสูงต่อแรงต่ำ (Ratio, a) จะสูงขึ้น

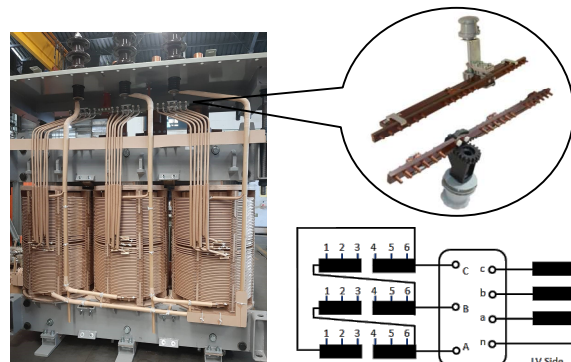
แต่หากต้องการให้แรงดันด้านแรงต่ำสูงขึ้น ต้องปรับแท็ปขึ้น ซึ่งอัตราส่วนรอบขดลวดแรงสูงต่อแรงต่ำจะลดลง โดยลักษณะแรงดันด้านแรงต่ำขาออกจะมีการเปลี่ยนแปลงตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การเปลี่ยนแปลงแรงดันด้านแรงต่ำ
เนื่องจากการปรับตำแหน่งแท็ปหม้อแปลง

แท็ปเดิม	แท็ปใหม่	การเปลี่ยนแปลงแรงดันด้านแรงต่ำ	
		คำนวณจาก Ratio (a)	เปลี่ยนแปลง
5	4	$[(1/a \text{ Tap5}) - (1/a \text{ Tap4})] / (1/a \text{ Tap5})$	ลดลง 2.56%
4	3	$[(1/a \text{ Tap4}) - (1/a \text{ Tap3})] / (1/a \text{ Tap4})$	ลดลง 2.50%
3	2	$[(1/a \text{ Tap3}) - (1/a \text{ Tap2})] / (1/a \text{ Tap3})$	ลดลง 2.44%
2	1	$[(1/a \text{ Tap2}) - (1/a \text{ Tap1})] / (1/a \text{ Tap2})$	ลดลง 2.38%
1	2	$[(1/a \text{ Tap2}) - (1/a \text{ Tap1})] / (1/a \text{ Tap1})$	สูงขึ้น 2.44%
2	3	$[(1/a \text{ Tap3}) - (1/a \text{ Tap2})] / (1/a \text{ Tap2})$	สูงขึ้น 2.50%
3	4	$[(1/a \text{ Tap4}) - (1/a \text{ Tap3})] / (1/a \text{ Tap3})$	สูงขึ้น 2.56%
4	5	$[(1/a \text{ Tap5}) - (1/a \text{ Tap4})] / (1/a \text{ Tap4})$	สูงขึ้น 2.63%

2.5 การประเมินความต่อเนื่องหน้าสัมผัสแท็ปโดยการวิเคราะห์ทางจรรยาบรรณขดลวดแรงสูง

กลไกการทำงานของชุดปรับแท็ปหม้อแปลงเป็นการเลื่อนหน้าสัมผัสของแท็ป (สะพานไฟ) ให้เชื่อมระหว่าง 2 ขั้วของขดลวดแรงสูงเพื่อปรับเปลี่ยนจำนวนรอบขดลวดแรงสูงและได้อัตราส่วนรอบขดลวดแรงสูงต่อแรงต่ำที่ต้องการ



รูปที่ 1 ตัวอย่างชุดปรับแท็ป และไดอะแกรมการเชื่อมต่อหม้อแปลง 3 เฟส

หม้อแปลงที่ติดตั้งใช้งานโดยเฉพาะหม้อแปลงที่มีอายุมากมีโอกาสที่กลไกของแท็ปทำงานผิดปกติ เช่น สปริงหน้าสัมผัสล้า/บีบไม่แน่น, การเกิดคราบออกไซด์ สาเหตุเหล่านี้จะทำให้เกิดความร้อน (Overheating) ที่หน้าสัมผัสของแท็ปซึ่งนำไปสู่การเกิด Free gas และการ Flashover [12] รวมถึงกรณีที่หน้าสัมผัสไม่แตะขั้วขดลวดหรือแท็ปไม่ล็อก หากทำการจ่ายไฟจะเกิดการ Arc ที่ช่อง Gap ระหว่างหน้าสัมผัส และเกิดการ Breakdown ภายในหม้อแปลงตามมา ลักษณะความผิดปกติดังกล่าว ก่อนทำการจ่ายไฟเราไม่สามารถตรวจสอบได้ด้วยตาจากภายนอก ดังนั้น จึงต้องใช้วิธีการตรวจวัดค่าความต้านทานขดลวดแรงสูงเพื่อประเมิน

ความต่อเนื่องหน้าสัมผัสของแท็บ ซึ่งสามารถใช้เครื่องมือวัดตรวจสอบ เช่น Transformer Winding Resistance [13] หรือ Transformer Turn Ratio [14] เป็นต้น สำหรับขั้นตอนการตรวจสอบในบทความนี้สามารถใช้มัลติมิเตอร์ที่มีฟังก์ชันวัดค่าความต้านทาน ซึ่งมีราคาถูกและหาซื้อได้ทั่วไป

ในการประเมินความต่อเนื่องหน้าสัมผัสของแท็บ เราจะทำการวิเคราะห์วงจรสมมูลขดลวดแรงสูงจากวงจรสมมูลอย่างง่ายในรูปที่ 2 [15-16] โดยหม้อแปลง 1 เฟส พิจารณาขดลวดด้านแรงสูงเป็นตัวต้านทาน 1 ตัว สำหรับหม้อแปลง 3 เฟส พิจารณาขดลวดด้านแรงสูงเป็นตัวต้านทาน 3 ตัวต่อกันเป็นลักษณะเดลตา (Δ) ซึ่งแบ่งเป็นกรณีต่างๆ ได้ดังนี้

(1) หม้อแปลง 1 เฟส กรณีแท็บทำงานปกติ หน้าสัมผัสของแท็บมีความต่อเนื่อง จะสามารถวัดค่าความต้านทานขดลวดแรงสูงระหว่างบushing แรงสูงได้ ดังรูปที่ 3

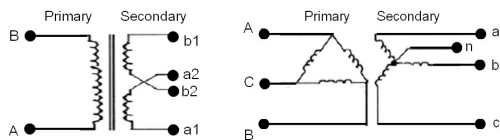
(2) หม้อแปลง 1 เฟส กรณีแท็บทำงานไม่ปกติ : หน้าสัมผัสของแท็บไม่ต่อเนื่อง จะไม่สามารถวัดค่าความต้านทานขดลวดแรงสูงได้ ดังรูปที่ 4

(3) หม้อแปลง 3 เฟส กรณีแท็บทำงานปกติ หน้าสัมผัสของแท็บมีความต่อเนื่อง จะสามารถวัดค่าความต้านทานขดลวดแรงสูงระหว่างบushing แรงสูงได้ ดังรูปที่ 5 เมื่อเปรียบเทียบค่าที่วัดทั้ง 3 จะมีค่าใกล้เคียงกัน

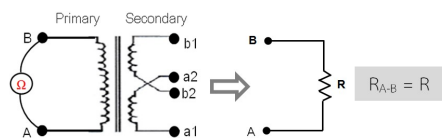
(4) หม้อแปลง 3 เฟส กรณีแท็บทำงานไม่ปกติ : หน้าสัมผัสของแท็บไม่ต่อเนื่อง 1 เฟส จะสามารถวัดค่าความต้านทานขดลวดแรงสูงระหว่างบushing แรงสูงได้ ดังรูปที่ 6 เมื่อเปรียบเทียบค่าความต้านทานขดลวดแรงสูงที่วัดได้หลังการปรับแท็บ ทั้ง 3 ค่า จะมี 1 ค่า มากกว่าค่าอื่นประมาณ 2 เท่า

(5) หม้อแปลง 3 เฟส กรณีแท็บทำงานไม่ปกติ : หน้าสัมผัสของแท็บไม่ต่อเนื่อง 2 เฟส จะสามารถวัดค่าความต้านทานขดลวดแรงสูงระหว่างบushing แรงสูงได้ ดังรูปที่ 7 โดยสามารถวัดได้เพียง 1 ค่า และอีก 2 ค่า วัดค่าไม่ได้

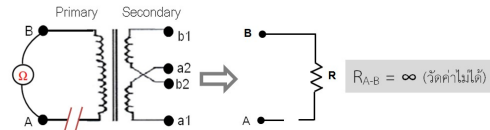
(6) หม้อแปลง 3 เฟส กรณีแท็บทำงานไม่ปกติ : หน้าสัมผัสของแท็บไม่ต่อเนื่องทั้ง 3 เฟส จะไม่สามารถวัดค่าความต้านทานขดลวดแรงสูงหลังการปรับแท็บได้ ดังรูปที่ 8



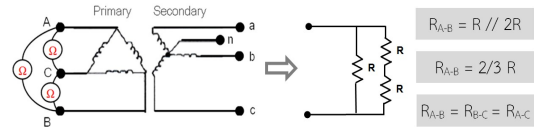
(ก) หม้อแปลง 1 เฟส (ข) หม้อแปลง 3 เฟส
รูปที่ 2 วงจรสมมูลอย่างง่ายหม้อแปลง 1 เฟส และ 3 เฟส



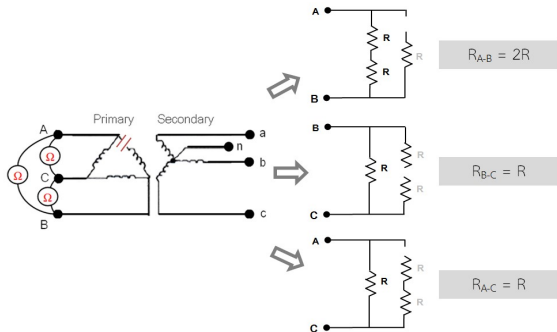
รูปที่ 3 ค่าความต้านทานหม้อแปลง 1 เฟส กรณีแท็บทำงานปกติ



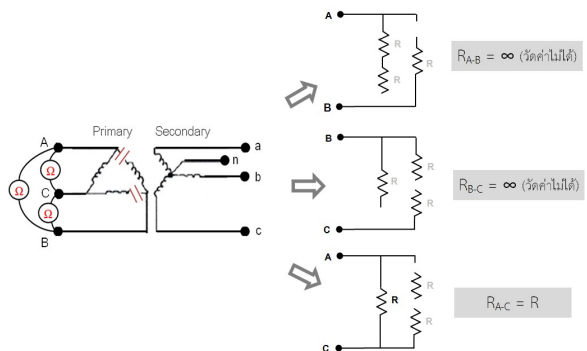
รูปที่ 4 ค่าความต้านทานหม้อแปลง 1 เฟส กรณีแท็บไม่ปกติ หน้าสัมผัสของแท็บไม่ต่อเนื่อง



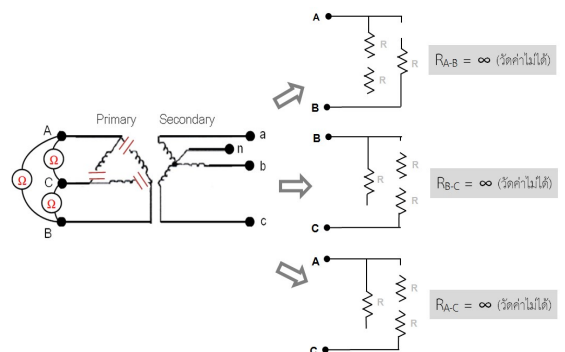
รูปที่ 5 ค่าความต้านทานหม้อแปลง 3 เฟส กรณีแท็บปกติ



รูปที่ 6 ค่าความต้านทานหม้อแปลง 3 เฟส กรณีแท็บไม่ปกติ หน้าสัมผัสของแท็บไม่ต่อเนื่อง 1 เฟส



รูปที่ 7 ค่าความต้านทานหม้อแปลง 3 เฟส กรณีแท็บไม่ปกติ หน้าสัมผัสของแท็บไม่ต่อเนื่อง 2 เฟส



รูปที่ 8 ค่าความต้านทานหม้อแปลง 3 เฟส กรณีแท็บไม่ปกติ หน้าสัมผัสของแท็บไม่ต่อเนื่องทั้ง 3 เฟส

พิกัดฟิวส์ [14-17] หากพบว่าชำรุด/ไม่พร้อมใช้งาน เช่น ตรวจพบการทำรังของแมลง, ขนาดฟิวส์ไม่เป็นไปตามมาตรฐาน ให้ทำการแก้ไขหรือสับเปลี่ยนทันที

3.3.3 ตรวจสอบแรงดันโดยใช้ Voltage Detector ที่ด้านแรงต่ำบริเวณ LT Switch ทั้งด้าน Source และด้าน Load และ ตรวจสอบแรงดันด้านแรงสูงบริเวณบัพชิ่งแรงสูงของหม้อแปลง จากนั้น ตรวจสอบระดับน้ำมันหม้อแปลงที่เกจวัดระดับ หากต่ำกว่าปกติให้ทำการเติมให้อยู่ในช่วงระดับปกติ

3.3.4 ก่อนปรับแท๊ป ใช้มัลติมิเตอร์วัดความต้านทานขดลวดแรงสูงของหม้อแปลง กรณีหม้อแปลง 1 เฟส วัดระหว่างขั้วบัพชิ่งแรงสูงเฟส A-B กรณีหม้อแปลง 3 เฟส วัดระหว่างขั้วบัพชิ่งแรงสูงเฟส A-B, B-C, A-C เก็บเป็นค่าอ้างอิง

3.3.5 ทำการปรับแท๊ปโดยเริ่มจากการหมุนทดสอบหน้าสัมผัสที่ละแท๊ป ซ้ายสุด-ขวาสุด หรือ ขวาสุด-ซ้ายสุด เพื่อเป็นการทำความสะอาดผิวสัมผัส [12] จากนั้นหมุนไปตำแหน่งแท๊ปใหม่ที่ต้องการ (ตามที่ประเมินไว้ดังขั้นตอน 3.2) ตรวจสอบให้มั่นใจว่าแท๊ปปลงล็อกสนิท

3.3.6 หลังการปรับแท๊ป ใช้มัลติมิเตอร์วัดความต้านทานขดลวดแรงสูงของหม้อแปลงอีกครั้ง เปรียบเทียบกับค่าก่อนการปรับแท๊ป (ข้อ 3.3.4) เพื่อดูว่าค่าที่ได้มีแนวโน้มว่าใกล้เคียงกันหรือไม่และประเมินความต่อเนื่องหน้าสัมผัสของแท๊ปตามข้อ 2.5

3.3.6.1 กรณีหม้อแปลง 1 เฟส เปรียบเทียบค่าความต้านทานขดลวดแรงสูงขั้ว A-B ที่วัดได้กับค่าก่อนการปรับแท๊ป

(1) หากสามารถวัดค่าได้และมีค่าใกล้เคียงกับค่าก่อนการปรับแท๊ปแสดงว่าหน้าสัมผัสของแท๊ปมีความต่อเนื่อง

(2) หากไม่สามารถวัดค่าได้แสดงว่าหน้าสัมผัสแท๊ปไม่ต่อเนื่อง/ไม่แตะขดลวด

3.3.6.2 กรณีหม้อแปลง 3 เฟส เปรียบเทียบค่าความต้านทานขดลวดแรงสูงที่วัดได้หลังการปรับแท๊ป ทั้ง 3 ค่าระหว่างเฟส A-B, B-C, A-C

(1) หากค่าที่วัดได้ทั้ง 3 ค่า มีค่าใกล้เคียงกันแสดงว่าหน้าสัมผัสของแท๊ปทั้ง 3 ชุดมีความต่อเนื่อง (โดยทั่วไปบริษัทผู้ผลิตหม้อแปลงจะกำหนดให้ค่าความต้านทานขดลวดแรงสูงระหว่างเฟส A-B, B-C, A-C ต่างกันไม่เกิน $\pm 5\%$)

(2) หากค่าที่วัดได้มี 1 ค่า มากกว่าค่าอื่นประมาณ 2 เท่า แสดงว่ามีหน้าสัมผัสแท๊ปไม่ต่อเนื่อง/ไม่แตะขดลวด 1 เฟส

(3) หากวัดค่าระหว่างเฟสได้เพียง 1 ค่า และอีก 2 ค่า วัดค่าไม่ได้ แสดงว่ามีหน้าสัมผัสแท๊ปไม่ต่อเนื่อง/ไม่แตะขดลวด 2 เฟส

(4) หากวัดค่าไม่ได้เลย แสดงว่าหน้าสัมผัสแท๊ปไม่ต่อเนื่อง/ไม่แตะขดลวดทั้ง 3 เฟส

กรณีเป็นไปตามข้อ 3.3.6.1 (2) หรือ 3.3.6.2 (2), (3), (4) ให้พิจารณาสับเปลี่ยนหม้อแปลงเครื่องใหม่ติดตั้งแทน หาก

ไม่สามารถดำเนินการได้ ให้ทดลองปรับแท๊ปกลับไปตำแหน่งเดิมและวัดค่าความต้านทานขดลวดแรงสูงซ้ำอีกครั้ง หากผลที่ได้เป็นไปตามข้อ 3.3.6.1 (1) หรือ 3.3.6.2 (1) ให้คืนสภาพระบบตามข้อ 3.3.7 - 3.3.12 เป็นการชั่วคราว และวางแผนสับเปลี่ยนหม้อแปลงเครื่องใหม่ภายใน 7 วันทำการ แต่หากยังเป็นไปตามข้อ 3.3.6.1 (2) หรือ 3.3.6.2 (2), (3), (4) ให้สับเปลี่ยนหม้อแปลงเครื่องใหม่ติดตั้งแทนทันที **ห้ามจ่ายไฟเด็ดขาด**

3.3.7 ลงจากเสาต้นหม้อแปลง

3.3.8 ทดลองจ่ายไฟด้านแรงสูง โดยสับ Drop out เรียงจากเฟส B-A-C หรือ B-C-A [5] ขณะเดียวกันให้ผู้ปฏิบัติงานคนอื่นๆ (ยกเว้นผู้ที่ จะทำการสับ Drop out) ยืนห่างจากต้นหม้อแปลงไม่น้อยกว่า 5-10 เมตร

3.3.9 หลังจากจ่ายไฟด้านแรงสูงแล้ว ให้สังเกตอาการผิดปกติของหม้อแปลง เช่น มีเสียงคราง, เสียงอาร์ค, เสียงดังผิดปกติ เป็นต้น หากมีอาการผิดปกติแสดงว่าแท๊ปมีปัญหา ให้ปลด Drop out ออกทันที และพิจารณาสับเปลี่ยนหม้อแปลงเครื่องใหม่ติดตั้งแทนทันที หากไม่สามารถดำเนินการได้ให้ทดลองปรับแท๊ปกลับไปตำแหน่งเดิมและวัดค่าความต้านทานขดลวดแรงสูงตาม 3.3.6 ซ้ำอีกครั้ง แต่หากไม่มีอาการผิดปกติให้ทั้งระยะเวลา 5-10 นาที และดำเนินการข้อถัดไป

3.3.10 วัดแรงดันด้านแรงต่ำต้นหม้อแปลง (LT-Switch ด้าน Source) โดยแนะนำให้ใช้ Clip-on Volt Amp Meter ที่สามารถส่งสัญญาณแบบไร้สายเพื่ออ่านค่า แต่หากเป็นรุ่นปกติที่ไม่สามารถส่งสัญญาณแบบไร้สายได้ ควรดัดแปลงเพิ่มด้ามจับและต่อสายวัดให้ยาวขึ้น ซึ่งสามารถล่องวัดโดยไม่ต้องขึ้นเสา ทั้งนี้ หากจำเป็นต้องขึ้นวัดให้ใช้บันไดหรือรถกระเช้า (ห้ามปีนขึ้นไปวัดโดยใช้เข็มขัดรัดกันตก) หากแรงดันด้านแรงต่ำต้นหม้อแปลงไม่ปกติ โดยมีค่าแตกต่างจากค่าที่ประเมินไว้ อย่างมีนัยยะสำคัญ ให้ปลด Drop out ออกทันที และพิจารณาสับเปลี่ยนหม้อแปลงเครื่องใหม่ติดตั้งแทนทันที หากไม่สามารถดำเนินการได้ ให้ทดลองปรับแท๊ปกลับไปตำแหน่งเดิมและวัดค่าความต้านทานขดลวดแรงสูงตาม 3.3.6 ซ้ำอีกครั้ง

3.3.11 ทดลองจ่ายด้านแรงต่ำที่ละ Feeder โดยให้ผู้ปฏิบัติงานคนอื่นๆ (ยกเว้นผู้ที่ จะทำการสับฟิวส์แรงต่ำ) ยืนห่างจากต้นหม้อแปลงไม่น้อยกว่า 5-10 เมตร

3.3.12 หลังจากจ่ายแรงต่ำแล้ว ให้สังเกตอาการผิดปกติของหม้อแปลง หากพบความผิดปกติ ให้ปลดฟิวส์แรงต่ำออกทันที และปลด Drop out และพิจารณาสับเปลี่ยนหม้อแปลงเครื่องใหม่ติดตั้งแทนทันที หากไม่สามารถดำเนินการได้ ให้ทดลองปรับแท๊ปกลับไปตำแหน่งเดิมและวัดค่าความต้านทานขดลวดแรงสูงตาม 3.3.6 ซ้ำอีกครั้ง แต่หากไม่มี

อาการผิดปกติให้ทั้งระยะเวลา 5-10 นาที และดำเนินการข้อถัดไป

3.3.13 ตรวจสอบแรงดันด้านแรงต้านหม้อแปลงอีกครั้ง (ตามข้อ 3.3.10) และปลายสายว่าอยู่ในช่วงมาตรฐานคุณภาพบริการ หรือไม่

3.4 รายงานผลการปฏิบัติงานแก่ผู้บังคับบัญชา/หัวหน้าหน่วยงาน

4. สรุป

บทความนี้แนะนำเสนอแนวทางการปฏิบัติงานปรับแก้หม้อแปลงในระบบจำหน่าย โดยควบคุมแรงดันให้เป็นไปตามมาตรฐานคุณภาพบริการของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค พ.ศ.2563 แนวทางหรือขั้นตอนที่ได้กำหนดขึ้นเป็นการป้องกันความเสี่ยงหรืออันตรายจากอุบัติเหตุที่อาจเกิดขึ้นระหว่างปฏิบัติงาน โดยเฉพาะอันตรายที่เกิดจากกลไกการทำงานของหม้อแปลงที่มีปัญหาซึ่งเป็นสาเหตุนำไปสู่การระเบิด โดยมีการวิเคราะห์ค่าความต้านทานขดลวดแรงสูงที่ใช้มัลติมิเตอร์ที่มีฟังก์ชันวัดค่าความต้านทานซึ่งเป็นเครื่องมือวัดพื้นฐานสามารถหาซื้อได้ทั่วไปและมีราคาไม่สูงรวมกับการติดตั้งหรือเลือกใช้ Clip-on Volt Amp Meter วัดค่าแรงดันโดยไม่ต้องปีนเสาไฟฟ้า แนวทางนี้สามารถนำไปปรับใช้กับการปฏิบัติงานปรับแก้หม้อแปลงระบบแรงดัน 19, 22, 33, 12 และ 24 กิโลโวลต์ ที่แปลงเป็นระดับแรงดันต่ำได้

เอกสารอ้างอิง

- [1] การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค, “ระเบียบการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ว่าด้วยมาตรฐานคุณภาพบริการ”, 2563, หน้า 3.
- [2] สำนักงานสถิติการและคุ้มครองแรงงานจังหวัดเชียงใหม่, บันทึกคำให้การอุบัติเหตุคนงานเวอร์แกกระแสไฟฟ้าขัดข้อง ผกป.กฟส.อ.ดอยสะเก็ด”, 2564, หน้า 2.
- [3] คณะกรรมการสอบสวนหม้อแปลงชำรุดการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคสาขาอำเภอดอยสะเก็ด, “สรุปผลคณะกรรมการสอบสวนหม้อแปลงชำรุด PEA No.38-001618”, 2564, หน้า 2-6.
- [4] การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค, “คู่มือปฏิบัติงานมาตรฐานคุณภาพบริการของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค”, 2563, หน้า 30-34.
- [5] คณะอนุกรรมการด้านงานก่อสร้าง กฟภ. “คู่มือพัฒนาทีมปฏิบัติงานด้วยความปลอดภัยด้านงานก่อสร้าง”, 2560, หน้า 50-69.
- [6] กองมาตรฐานความปลอดภัย กฟภ. “คู่มือแบบมาตรฐานและรายละเอียดอุปกรณ์ความปลอดภัย”, 2560, หน้า 78-106.
- [7] การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค “Power System Recovery Handbook”, 2559, หน้า 43-45, 50-54.
- [8] การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค “SINGLE-PHASE TRANSFORMERS FOR 22 kV and 33 kV 50 Hz DISTRIBUTION SYSTEMS”, 2559, หน้า 2.
- [9] การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค “SINGLE-PHASE TRANSFORMERS FOR 22 kV and 33 kV 50 Hz DISTRIBUTION SYSTEMS WITH ABILITY TO WITHSTAND SHORT CIRCUIT”, 2562, หน้า 2-3.
- [10] การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค “THREE-PHASE TRANSFORMERS FOR 22 kV AND 33 kV 50 Hz DISTRIBUTION SYSTEMS WITH ABILITY TO WITHSTAND SHORT CIRCUIT”, 2559, หน้า 2-3.
- [11] การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค “THREE-PHASE TRANSFORMERS FOR 22 kV AND 33 kV 50 Hz DISTRIBUTION SYSTEMS WITH ABILITY TO WITHSTAND SHORT CIRCUIT”, 2562, หน้า 3.
- [12] IEC/IEEE, “TAP changers Application guidelines”, 2019, pp. 67-71, 76.
- [13] D. Carreno, “TRANSFORMER WINDING RESISTANCE MEASUREMENT: FIELD CHALLENGES”, in *POWERTEST CONFERENCE*, D. Chhajjar, 2020, pp. 1-19.
- [14] M. Ohlen, “A Guide to Transformer Ratio Measurements”, *Application Information*, P. Werelius, 2018, pp. 3-7.
- [15] IEEE, “Guide for Diagnostic Field Testing of Fluid-Filled Power Transformers”, IEEE Std C57.152, 2013, pp. 37.
- [16] การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค “หลักเกณฑ์และวิธีปฏิบัติเกี่ยวกับหม้อแปลง”, 2557, หน้า 90.
- [14] กองวิศวกรรมและวางแผน กฟภ. “ตารางแจ้งขนาดฟิวส์สำหรับหม้อแปลง 1 เฟส 3,500-22,000 โวลต์”, 2531, หน้า 1.
- [15] กองมาตรฐานระบบไฟฟ้า กฟภ. “ตารางขนาดฟิวส์สำหรับหม้อแปลง 3 เฟส ระบบ 22 kV และ 33kV”, 2550, หน้า 1.
- [16] กองมาตรฐานระบบไฟฟ้า กฟภ. “พิกัด HRC ฟิวส์แรงต่ำสำหรับหม้อแปลงระบบจำหน่าย”, 2556, หน้า 1-5.
- [17] วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย “มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ.2556”, 2556, หน้า 6-23.