







คู่มือการใช้งานและบำรุงรักษา  
หม้อแปลงไฟฟ้าชนิดแห้ง แบบ Cast Resin  
Operating and Maintenance Instruction Manual  
for  
Dry Type Cast Resin Transformer



บริษัท เอกรัฐวิศวกรรม จำกัด (มหาชน)  
Ekarat Engineering Public Company Limited

	หน้า
1. บทนำ	3
2. การบรรจุหีบห่อและการจัดเก็บ	4
3. การเคลื่อนย้ายและการขนส่ง	4
4. การติดตั้ง	5
5. การจ่ายไฟ	6
6. ข้อเสนอแนะในการใช้งานและการบำรุงรักษา	7
7. การเกิดความเสียหาย การรั่ว และการซ่อมแซม	8
8. วงจรควบคุมอุณหภูมิและอุปกรณ์ตรวจจับอุณหภูมิ	9
9. ระยะเวลาปลอดภัยสำหรับ Round Busbars ด้านแรงสูง	9
10. ตารางข้อมูลต่างๆ	10
11. ข้อควรระวังในการต่อสายแรงสูง	11
12. ปัญหาและการแก้ไขเบื้องต้น	11

หม้อแปลง Cast Resin ของบริษัท เอกรัฐวิศวกรรม จำกัด (มหาชน) เป็นหม้อแปลงไฟฟ้าชนิดแห้ง (Dry Type) ผลิตให้สอดคล้องกับมาตรฐาน IEC 60076-11 เมื่อเปรียบเทียบกับหม้อแปลงไฟฟ้าชนิดแห้งโดยทั่วไป หม้อแปลง Cast Resin จะมีความแตกต่างที่ขดลวดอลูมิเนียม ด้านแรงสูงจะถูกห่อหุ้มด้วย Resin โดยผ่านกระบวนการหล่อในสภาพสุญญากาศที่ไม่มีฟองอากาศหลงเหลืออยู่ ทำให้มั่นใจได้ว่ามีโอกาสเกิด Partial Discharge ได้น้อยมาก (สามารถทนแรงดันไฟฟ้าผ่าและแรงดันจากการปลด / สับสวิตช์ได้ดี) ในขณะที่เดียวกันทางด้านขดลวดแรงต่ำจะใช้แผ่นอลูมิเนียม (Aluminium Foil) พันทับไปกับขดลวด และเคลือบผิวโดยการจุ่ม Resin (Epoxy Resin-Impregnated Insulation) ลักษณะการออกแบบเช่นนี้ทำให้ทนต่อการลัดวงจรได้ดี และมีความแข็งแรงทางขดลวดสูงสุด นอกจากนี้หม้อแปลง Cast Resin ไม่มีตัวถังเหมือนหม้อแปลงชนิดน้ำมัน จึงสามารถตรวจสอบรายละเอียดต่างๆ ของตัวหม้อแปลงได้อย่างสะดวก ในแง่ของการบำรุงรักษา นอกจากนี้ข้อมูลทางเทคนิคอื่นๆ ได้ถูกจัดเตรียมไว้ให้แล้ว ได้แก่

-  วงจรการต่อสายแรงสูง และเนมเพลท (ติดที่ตัวหม้อแปลง)
-  แบบขนาดมิติของตัวหม้อแปลงบ
-  แบบวงจรคอนโทรล
-  ผลการทดสอบ (ถ้าต้องการ)

เพื่อให้เกิดความปลอดภัยทั้งทรัพย์สินและตัวบุคคล ดังนั้นผู้ปฏิบัติงานควรอ่านคู่มือเล่มนี้อย่างละเอียดก่อนที่จะปฏิบัติจริง หากมีข้อสงสัยหรือต้องการรายละเอียดเพิ่มเติม สามารถติดต่อได้ที่ศูนย์บริการของ บริษัท เอกรัฐวิศวกรรม จำกัด (มหาชน) ที่มีอยู่ทั่วประเทศ

## การบรรจุหีบห่อและการจัดเก็บ

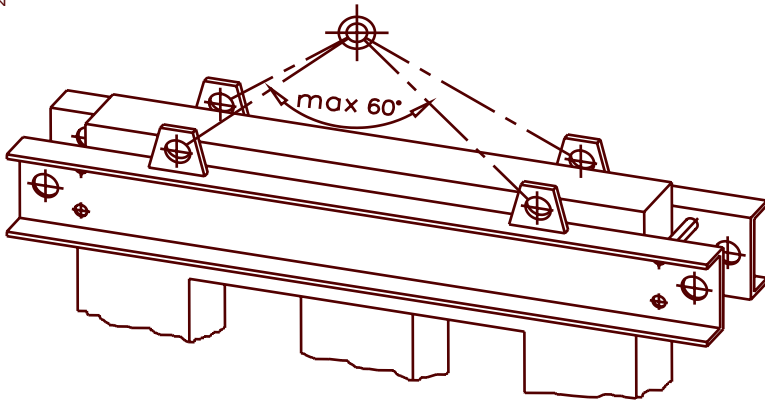
ดังที่ได้กล่าวมาแล้วว่าหม้อแปลง Cast Resin เป็นหม้อแปลงที่มีความทนทานต่อสภาพแวดล้อมต่างๆ ได้ดี ในการขนส่งหรือจัดเก็บในระยะเวลาสั้นๆ ไม่มีความจำเป็นต้องป้องกันเป็นพิเศษแต่อย่างใด เพียงแต่ใช้ผ้าใบหรือแผ่นพลาสติกคลุมอย่างมิดชิดก็เป็นการเพียงพอแล้ว

กรณีมีการจัดเก็บหม้อแปลงเป็นเวลานาน ให้ระมัดระวังเรื่องฝุ่น สิ่งสกปรก และความเปียกชื้น ควรจัดเก็บไว้ในที่มีอากาศถ่ายเทสะดวก

## การเคลื่อนย้ายและการขนส่ง

### การเคลื่อนย้าย

การยกโดยใช้เครน ต้องยกที่หูหิ้วเท่านั้น สำหรับวิธีการและอุปกรณ์ที่ควรใช้ ได้แนะนำติดไว้ที่หม้อแปลง ผู้ใช้ควรปฏิบัติตามคำแนะนำ เพื่อเป็นการป้องกันความเสียหายต่อโครงสร้างภายในหม้อแปลง



การลาก ในกรณีจำเป็นต้องลากหม้อแปลงเข้าสถานที่ติดตั้ง ให้ใช้รถเข็นที่จัดทำไว้ที่ฐานหม้อแปลง และห้ามไม่ให้โยกหม้อแปลง มิเช่นนั้นอาจเกิดความเสียหายได้

### การขนส่ง

เพื่อหลีกเลี่ยงความเสียหายระหว่างการขนส่ง ควรมีการป้องกันหม้อแปลงลื่นไถล หรือล้ม ถ้าเป็นไปได้ควรถอดล้อออกเสียก่อน

**A** หลังนำวัสดุที่ห่อหุ้มออกแล้ว ให้ทำความสะอาดอย่างระมัดระวัง โดยตรวจดูร่องระบายอากาศต่างๆ ภายในขดลวดหรือระหว่างขดลวด เพื่อมิให้มีวัสดุแปลกปลอมเข้าไปขวางทางระบายความร้อนได้

**A** ตรวจสอบสถานที่ติดตั้ง ต้องมีความมั่นคงแข็งแรง รับน้ำหนักหม้อแปลงได้ มีการระบายอากาศที่ดี โดยปกติขณะที่หม้อแปลงทำงาน อุณหภูมิของหม้อแปลงจะสูงกว่าอากาศโดยรอบประมาณ 50-80 องศาเซลเซียส ขึ้นอยู่กับการจ่ายโหลดมากหรือน้อย ดังนั้นการระบายอากาศที่ตัวหม้อแปลงให้เร็วด้วยการแทนที่ด้วยอากาศที่เย็นกว่าจึงเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการติดตั้งหม้อแปลงภายในห้องหม้อแปลงหากการระบายอากาศไม่ดีเพียงพอ จะทำให้อุณหภูมิของหม้อแปลงสูงเกินไปและจะทำให้อายุการใช้งานของหม้อแปลงสั้นลงกว่าเวลาอันควร จึงมีข้อแนะนำ ดังนี้

- ในห้องติดตั้งหม้อแปลง ควรจัดให้มีช่องทางเข้าของอากาศเย็น และช่องทางออกของอากาศร้อนในทิศทางตรงกันข้าม โดยช่องอากาศเย็นควรจัดให้เข้าทางด้านล่างของตัวหม้อแปลง ส่วนช่องอากาศร้อน ควรจัดให้อยู่ด้านบนเหนือตัวหม้อแปลงหรือห้องหม้อแปลง

- โดยทั่วไปพื้นที่ของช่องระบายอากาศ ต้องไม่น้อยกว่า 10 ตร.ซม./kVA และต้องไม่เล็กกว่า 500 ตร.ซม. ตำแหน่งติดตั้งหม้อแปลงควรให้ห่างจากฝาผนังหรือหม้อแปลงเครื่องอื่นๆ ไม่น้อยกว่า 50 ซม.

- กรณีที่การระบายความร้อนไม่ดีพอ จำเป็นต้องติดตั้งพัดลมดูดอากาศเข้า - ออกเพิ่มเติมที่ผนังห้อง โดยมีเงื่อนไขว่าลมดูดอากาศเข้าห้องหม้อแปลง (Inlet Air) ต้องมีอุณหภูมิไม่เกิน 40 องศาเซลเซียส โดยติดตั้งเทอร์โมมิเตอร์ตรวจวัด

**A** อุปกรณ์หรือชิ้นส่วนต่างๆ ของหม้อแปลงให้ประกอบอย่างระมัดระวัง นัต โบทล์ ต่างๆ เมื่อขันแน่นแล้ว ให้ใช้ปากกาเมจิกชนิด Permanent ทำเครื่องหมายไว้ให้ชัดเจน เพื่อป้องกันการลืมนขัน (ในการขัน นัต โบทล์อย่างขันแน่นจนเกินไป เพราะอาจจะทำให้เนื้อ Resin บริเวณขั้วขดลวดแรงสูงแตกหักเสียหายได้ และควรขันด้วยประแจทอร์คตามค่าที่กำหนดไว้ในตารางข้างหลัง

**A** กรณีที่มีการสั่งซื้อตู้ Housing ให้ประกอบตู้และติดตั้งพัดลมระบายความร้อนให้ถูกต้องตามแบบสั่งงานที่กำหนด

ก่อนมีการจ่ายไฟควรมีการตรวจสอบครั้งสุดท้าย โดยดำเนินการตามขั้นตอนต่อไปนี้

- A** ตรวจสอบการติดตั้งตามรายละเอียดในข้อ 4
- A** ตรวจสอบสายต่อลงดินของหม้อแปลง
- A** ตรวจสอบวัสดุเปลือกปลอก ที่อาจตกลงในหม้อแปลงและทำความสะอาดถ้าจำเป็น
- A** ตรวจสอบสายตรวจจับสนุกญาณอุณหภูมิ อยู่ในตำแหน่งถูกต้องหรือไม่ (ฝังในขดลวดแรงต่ำทั้ง 3 เฟส กับบาร์อลูมิเนียม) และยึดแน่นพอดีไม่หลวมคลอน การเดินสายสัญญาณจากขดลวดแรงต่ำมายัง Terminal Block ต้องเรียบร้อยและขันแน่น
- A** ตรวจสอบการทำงานของวงจรถอนโทรลและทิศทางของพัดลม ถูกต้องหรือไม่
- A** การต่อสายเคเบิลแรงสูง จุดต่อ ลำดับเฟสและการต่อแท๊ป ถูกต้องหรือไม่ ดูรายละเอียดจากเนมเพลท
- A** นัต โบลท์ ที่ขันแท๊ปหรือที่ขั้วด้านขดลวดแรงสูงและแรงต่ำทั้งหมดจะต้องขันเข้าด้วยประแจทอร์ค ตามค่าในตาราง Torque Values ด้านหลัง
- A** อุปกรณ์ต่างๆ เช่น บาร์แรงต่ำ กับดักฟ้าผ่า สายเคเบิล โครงเหล็กยึดอุปกรณ์สายไฟ และชิ้นส่วนที่เป็นสื่อทางไฟฟ้า ที่ไม่ใช่ชิ้นส่วนของตัวหม้อแปลงที่เตรียมมาให้ จะต้องติดตั้งให้มีระยะห่างดังตาราง A และ B

Table A	Um (kV)	12	17.5	24	36
	H (mm)	120	220	220	320

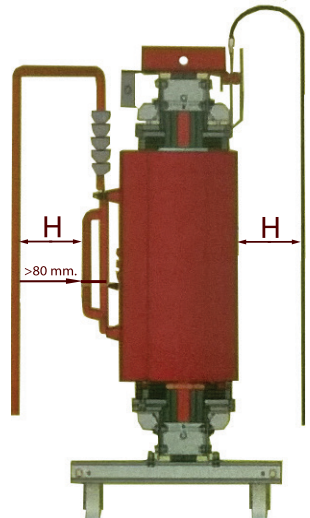
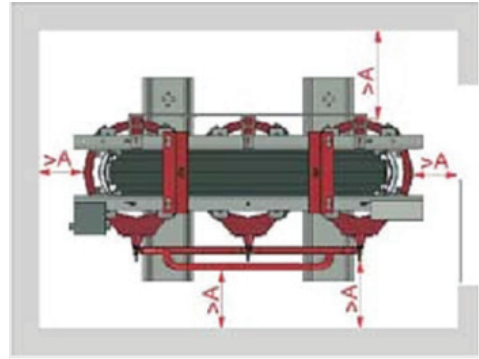


Table B		
Um (kV)	A (mm) Full Part	A (mm) Part Griey
12	120	300
17.5	220	300
24	220	300
36	320	320



Full part หมายถึง ผนังที่มีลักษณะปิดทึบ

Part Griey หมายถึง ผนังที่มีลักษณะเป็นรูตะแกรง

**หมายเหตุ** ถึงแม้ว่าหม้อแปลง Cast Resin จะถูกหุ้ม Resin อย่างมิดชิด แต่ไม่ได้หมายความว่าสามารถสัมผัสหรือจับต้องได้ นั่นคือการใช้งานใดๆ เกี่ยวกับหม้อแปลงจะต้องดับไฟและลัดวงจรลงดินก่อนเสมอ

## ข้อแนะนำในการใช้งานและการบำรุงรักษา

### ▲ ข้อแนะนำในการใช้งาน

เงื่อนไขในการใช้งานหม้อแปลง Cast Resin โดยทั่วไป ไปเป็นไปตามมาตรฐาน IEC 60076-11 แต่ถ้าต้องการใช้งานที่มีเงื่อนไขแตกต่างออกไป ให้ถือเป็นข้อตกลงพิเศษในการพิจารณาความสามารถในการจ่าย Overload จะมีความแตกต่างออกไปจากหม้อแปลงชนิดน้ำมัน และให้ยึดถือมาตรฐานการจ่ายโหลดตาม IEC 60076-12 (IEC 905) แต่อย่างไรก็ตามควรปฏิบัติตามข้อสังเกต ดังต่อไปนี้

#### ○ ความสามารถในการจ่ายโหลดเกิน (Overload)

เมื่อเปรียบเทียบกับหม้อแปลงน้ำมันโดยทั่วไปแล้ว หม้อแปลง Cast Resin จะมีค่าสัมประสิทธิ์ทางด้านความร้อนและอุณหภูมิแตกต่างกัน รวมทั้ง Class ของฉนวนหม้อแปลง Cast Resin เป็น Class F คืออุณหภูมิระบบฉนวนเป็น 155 องศาเซลเซียส ดังนั้น การป้องกันการจ่ายโหลดเกิน ซึ่งเกี่ยวข้องกับอุณหภูมิของหม้อแปลง จำเป็นต้องได้รับการออกแบบและเลือกอุปกรณ์การตรวจจับอุณหภูมิให้สอดคล้องกันเป็นพิเศษ เพื่อป้องกันการเสียหายหรืออายุการใช้งานที่สั้นเกินไป

## ○ ตัวตรวจจับอุณหภูมิ

ตัวตรวจจับอุณหภูมิ ถูกติดตั้งอยู่ในขดลวดแรงต่ำดังที่กล่าวไว้แล้ว ซึ่งประกอบไปด้วยการทำงาน 3 สถานะ แต่ละสถานะมีอุณหภูมิแตกต่างกัน 20 องศาเซลเซียส สถานะอุณหภูมิต่ำสุดอันดับแรก 100 องศาเซลเซียส จะสั่งให้วงจรพัดลมระบายความร้อนทำงาน (Fan On) สถานะลำดับต่อมา 120 องศาเซลเซียส จะสั่งให้วงจรเตือน (Alarm) ให้ทราบว่าหม้อแปลงมีปัญหาด้านอุณหภูมิ และสถานะลำดับสุดท้าย 140 องศาเซลเซียส คือการสั่งปลดวงจร (Trip) ให้ตัดหม้อแปลงออกจากระบบก่อนจะเกิดความเสียหายอย่างรุนแรง

กรณีเมื่อปรากฏเหตุการณ์ผิดปกติเกี่ยวกับอุณหภูมิต่างๆ เกิดขึ้น มักมีสาเหตุดังนี้

- จ่ายโหลดเกินพิกัด
- อุณหภูมิลมดูดเข้าหม้อแปลง (Inlet Air) เกินกว่า 40 องศาเซลเซียส เมื่อจ่ายโหลดตามปกติ
- การระบายความร้อนไม่เพียงพอ

## ▲ การบำรุงรักษา

หม้อแปลง Cast Resin ต้องการการบำรุงรักษาบ่อยมาก ส่วนใหญ่การบำรุงรักษาจะเป็นการทำความสะอาดฝุ่น สิ่งสกปรก ที่จับหนาตามส่วนต่างๆ ของหม้อแปลงหรืออุปกรณ์ ซึ่งทำให้การระบายความร้อนไม่สะดวก วิธีทำความสะอาดใช้การเป่า ดูด และเช็ดด้วยผ้าแห้งที่สะอาด นอกจากนี้ให้ตรวจสอบ นัต โบลท์ต่างๆ ว่ามีการหลวมคลายหรือไม่ ส่วนวงจรตรวจจับอุณหภูมิต้องตรวจสอบว่าทำงานได้ถูกต้องหรือไม่ โดยความถี่ในการตรวจควรทำ ทุกๆ 6 เดือน หรืออาจบ่อยกว่านี้ในกรณีที่จำเป็น เช่น ติดตั้งใช้งานริมทะเล เป็นต้น

## การเกิดความเสียหาย การรั่วและการซ่อมแซม

ปัญหาต่างๆ ที่พบและทำให้เกิดความเสียหาย มักจะเกิดเฉพาะที่บริเวณขั้วต่อต่างๆ หรือที่ขดลวดเท่านั้นและสามารถตรวจพบได้ง่ายไม่ซับซ้อนอะไร เพราะหม้อแปลง Cast Resin เป็นหม้อแปลงชนิดเปิดโล่ง สามารถมองเห็นหรือตรวจสอบได้ทุกมุม นอกจากนี้การรั่วและการซ่อมแซมสามารถกระทำได้อย่างรวดเร็วและประหยัด เนื่องจากสามารถถอดเปลี่ยนได้ตรงจุดที่ชำรุดได้อย่างไรก็ตามในกรณีที่มีความเสียหายเกิดขึ้นที่แกนเหล็กหม้อแปลงควรจะส่งเข้าซ่อมที่โรงงาน



## A ความรู้ทั่วไป

ปัญหาเรื่องหม้อแปลงมีอุณหภูมิสูงเกินไปในขณะใช้งาน จะทำให้เกิดอันตรายต่อตัวหม้อแปลง เช่น เกิดการแตกตัวของเนื้อ Resin หรือค่าความแข็งแรงของฉนวนต่างๆ ลดลง ทำให้หม้อแปลงเกิดลัดวงจรชำรุดเสียหายได้ ดังนั้น การควบคุมอุณหภูมิในขณะใช้งานจึงเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับหม้อแปลง Cast Resin การระบายความร้อนสามารถทำได้ 2 ลักษณะ คือ การระบายความร้อนโดยธรรมชาติ และการระบายความร้อนโดยใช้พัดลมช่วย เพื่อให้การระบายความร้อนโดยใช้พัดลมเป็นไปอย่างถูกต้อง รวมทั้งการส่งสัญญาณ Alarm และ Trip อย่างแม่นยำ จึงเลือก RTD (Resistance Temperature Detector) ชนิด PT100 (Platinum 100) เป็นตัวตรวจจับอุณหภูมิ

## A การทำงานของวงจรถอบคุมอุณหภูมิ

หลักการทำงานของวงจรถอบคุมอุณหภูมิชนิด RTD มีหลักการทำงานเช่นเดียวกัน คือ ตรวจจับอุณหภูมิที่ขดลวดหม้อแปลงทั้ง 3 ขดลวด การทำงานแบ่งเป็น 3 สถานะดังที่ได้กล่าวมาแล้วในข้อตัวตรวจจับอุณหภูมิ สำหรับรายละเอียดของวงจรดูได้จากเอกสารแนบไว้ในตู้คอนโทรล

กรณีพบว่าวงจรถอบคุมอุณหภูมิทำงานไม่ถูกต้องหรือชำรุด โปรดแจ้งศูนย์บริการของบริษัท เอกรัฐวิศวกรรม จำกัด (มหาชน) ที่มีอยู่ทั่วประเทศ

# ระยะปลอดภัยสำหรับ Round Busbars ด้านแรงสูง

Round Busbars (Delta Connection) ด้านแรงสูงของหม้อแปลง Cast Resin ถูกหุ้มด้วยฉนวนพิเศษ (Heat Shrinkable Tube Insulation) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มค่า Dielectric Strength และลดระยะระหว่าง Live Parts กับ Ground แต่อย่างไรก็ตาม ระยะที่ลดได้ดังกล่าว จำเป็นต้องกำหนดให้มีค่าที่ชัดเจน เพื่อป้องกันปัญหาการเกิดลัดวงจร การเกิดปรากฏการณ์ Corona รวมทั้งสามารถทนต่อ Impulse Voltage ในระหว่างการใช้งาน ซึ่งค่าต่างๆ ได้กำหนดไว้ในตารางข้อมูลต่างๆ

ตาราง Torque Values

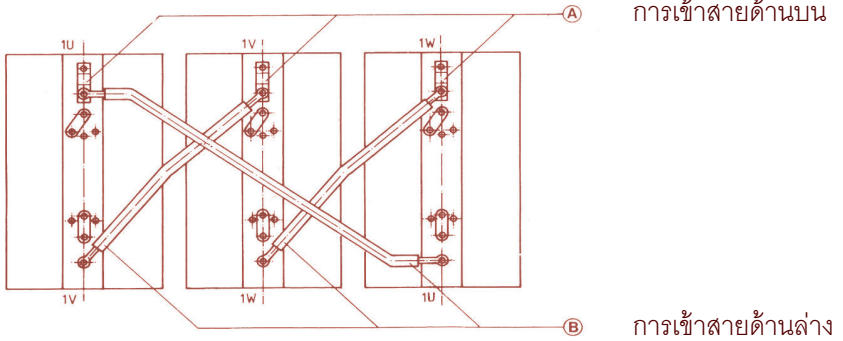
ขนาด Bolt	ค่า Electrical Connection Touque (Nm)	ค่า Mechanical Connection Torque (Nm)
M 6	5	-
M 8	11	-
M 10	25	-
M 12	40	85
M 14	60	135
M 16	85	210
M 18	-	290
M 20	-	410
M 22	-	560
M 24	-	710

ระยะปลอดภัยสำหรับ Round Busbar แรงสูงที่มีการหุ้มด้วยฉนวนพิเศษ

Rated Voltage (Kv.)	Minimun Clearance (mm.)	
	Phase to Phase (mm.)	Phase to bare/Ground (mm.)
12	55	65
17.5	70	85
24	95	125
36	150	205

## ข้อควรระวังในการต่อสายแรงสูง

ในขั้นตอนการประกอบก่อนจ่ายไฟ ให้ประกอบด้วยความระมัดระวัง โดยอาจจะต่อสายแรงสูงเข้าด้านบนหรือด้านล่างของตัวหม้อแปลงไฟฟ้า ตาม Diagram แต่ต้องมีการสลับเฟสตามตัวอย่าง



## ปัญหาและการแก้ไขเบื้องต้น

ปัญหาที่พบ	สิ่งผิดปกติ/สาเหตุ	การแก้ไข
Low insulation resistance	มีฝุ่นผง สิ่งสกปรกเกาะตามหม้อแปลง หรือมีความชื้นมากที่หม้อแปลง	ทำความสะอาดโดยใช้ลมแห้ง เป่า และการระบายอากาศช่วย
	Dielectric fault เนื่องจากการใช้งานหรือจากสิ่งสกปรก	ติดต่อศูนย์บริการ บริษัท เกร็ทวิศวรรรม จำกัด (มหาชน)
Automatic cut-off-activated (หม้อแปลง Trip)	ปัญหาของฉนวน กับคอยล์แรงสูง	ติดต่อศูนย์บริการ บริษัท เกร็ทวิศวรรรม จำกัด (มหาชน)
	มีการเปลี่ยนแปลงแรงดัน/แรงดันปฐมภูมิไม่ตรงกับค่าที่อ่านได้จาก Meter	ตรวจสอบการเข้าสายว่าถูกต้องตรงกับ Line ที่ต้องการหรือไม่
	อุปกรณ์ป้องกัน เช่น Protection relay ทำงานไม่ตรงความต้องการ	ทบทวนการตั้งค่าเวลา และค่ากระแสของ relay ให้ถูกต้อง
Erroneous secondary voltage value (ค่าแรงดันทุติยภูมิ ไม่ถูกต้อง)	แรงดันปฐมภูมิไม่เท่ากับค่า Norminal หรือไม่มีแรงดันปรากฏที่ด้านปฐมภูมิ	ติดต่อการไฟฟ้า หรือผู้ให้บริการจ่ายไฟ
	ตำแหน่งการปรับ Tap ไม่ถูกต้อง	ปรับ Tap ให้ถูกต้อง

