

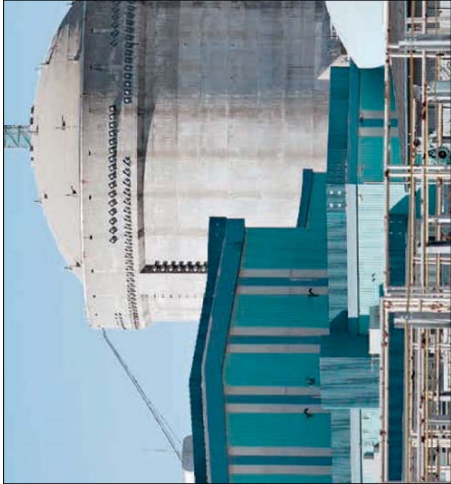
คุณภาพไฟฟ้า



Impact of first wind farm in the Kingdom of Thailand on power quality and mitigation solution

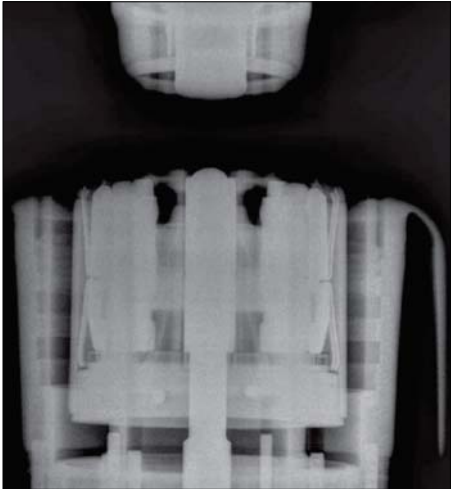
ผลกระทบของกังหันลมแห่งแรกของประเทศไทยต่อคุณภาพไฟฟ้าและแนวทางดำเนินการแก้ไข 08

- Pushing the limits of technology
การยกระดับขีดจำกัดของเทคโนโลยี 04
- Power House 28
- หันกรู หลบร้อน ไปนอน ‘ทะเลปราณ’ 36



04

Pushing the limits of technology
การยกระดับขีดจำกัดของเทคโนโลยี



18

การตรวจสอบภายในของ SF₆ Breaker & GIS
โดยใช้วิธีรังสี (Radiography)



28

Power House



หมึกรุ่ย หลบร้อน ไปนอน
'ทะเลปราน'

36

Apr - Jun 2015

Vol.2



Editor's Talk

ปัจจุบันการจะถกเป็นปัญหาที่ถูกมองว่ามีความสำคัญ เพราะนับว่าอุตสาหกรรมนี้เริ่มมีชื่อเสียงมากขึ้นเรื่อยๆ สำหรับประเทศไทย ขณะนี้สภาพอากาศร้อนจัดกว่าทุกปี ทำให้ประชาชนมีความเสี่ยงในการเจ็บป่วยหลายโรค โดยเฉพาะโรคฮีตสโตรก หรือ โคลิคแดด ซึ่งเกิดจากการที่ร่างกายได้รับความร้อนมากเกินไปจนทำให้ความชื้นในร่างกายสูงกว่า 40 องศาเซลเซียส ถ้าไม่ได้รับการแก้ไขอย่างถูกต้องและทันเวลา อาจทำให้หัวใจหยุดเต้นและถึงแก่ชีวิตได้ นั่นคือผลเสียที่มองและคนในครอบครัวให้เสี่ยงแรงอยู่เสมอ

'คุณภาพไฟฟ้า' ฉบับนี้ นำเสนอเนื้อหาเรื่อง เริ่มต้นจากเรื่อง การยกระดับขีดจำกัดของเทคโนโลยี, ผลกระทบของพลังงานทดแทนแหล่งแรกของประเทศไทยโดยคุณภาพไฟฟ้าและแนวทางดำเนินการแก้ไข, การตรวจสอบภายในของ SF₆ Breaker & GIS โดยใช้วิธีรังสี, กำลังไฟฟ้าเคลื่อนที่ สวิตช์เกียร์แบบผนวกที่มีเป็นแบบโมดูลและประกอบสำเร็จรูป ด้วยฟังก์ชันการทำงานที่มากขึ้นสำหรับสถานีไฟฟ้าจ่ายไฟฟ้าแรงสูง และ Power House นอกจากนี้ยังมีสาระความรู้เรื่องออร์แกนิกและอินทรีย์ และปิดท้ายที่ร้อนไปเกี่ยวกับทะเลปรานเรื่อกัน

สำหรับท่านที่เปลี่ยนแปลงที่อยู่ หรือประสงค์จะสมัครสมาชิก 'คุณภาพไฟฟ้า' แจ้งมาได้ที่
pattaya.petchtanin@th.abb.com พบกันใหม่ฉบับหน้า



เนื้อหาของฉบับนี้ • ชีวภาพ กำชัย เลิศธีระกุล, ธง พงษ์เจริญ, ประวิทย์ โรจนรัตน์, ประดิษฐ์พงษ์ สติธิตวราวุฒ • จัดทำโดย Power Products Division
สำนักงานใหญ่ 161/1 อาคารเอสทีทาวเวอร์ ชั้น 1-4 เขตวัฒนา กรุงเทพฯ 3 เขตวัฒนา กรุงเทพฯ 10330 โทร. 0 2665 1000 แฟกซ์ 0 2665 1177 <http://www.abb.com>
โรงงาน 322 หมู่ 4 นิคมอุตสาหกรรมบางปู 9.6 กิโลเมตร ด.แพรกษา อ.เมือง จ.สมุทรปราการ 10280
บทความและรูปภาพที่ใช้นี้คุณภาพไฟฟ้าได้แรงบันดาลใจจากสื่อมวลชน การจะนำไปเผยแพร่ต้องได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากผู้เขียนหรือเจ้าของเนื้อหา



Pushing the limits of technology

การยกระดับจำกัดของเทคโนโลยี

ดร. วราวุธ สีเท็ก > worawut.sae-tok@th.abb.com

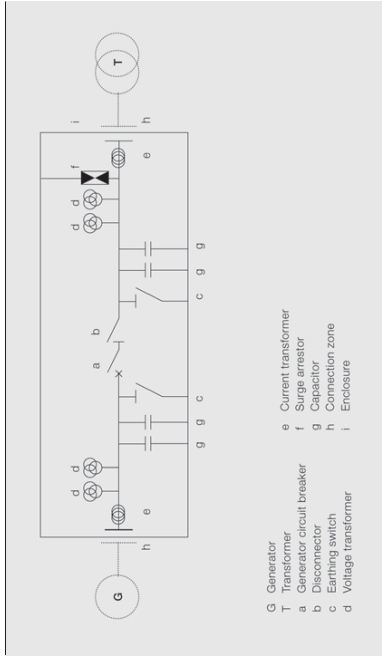
ในฐานะที่เป็นผู้นำตลาดในด้านเทคโนโลยีของเซอร์กิตเบรกเกอร์เครื่องกำเนิดไฟฟ้า เอบีบีมีการติดตั้งอุปกรณ์ดังกล่าวมากกว่า 7,000 ชุดทั่วโลก

เซอร์กิตเบรกเกอร์เครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator Circuit Breaker, GCB) ณ เวลานั้นเป็นที่ถกเถียงอย่างแพร่หลายในโรงไฟฟ้า สำหรับ การเชื่อมต่อระหว่างเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและหม้อแปลงไฟฟ้ากำลัง ในกรณีที่เกิดการลัดวงจรขึ้น ความเสียหายของอุปกรณ์จะลดลงหรืออาจจะสามารถป้องกันความเสียหายของอุปกรณ์ได้โดยการใส่ GCB ถ้ากระแสน้ำมันแรงดันไม่ถูกกำจัดไปอย่างรวดเร็วแล้ว มีแนวโน้มที่หม้อแปลงและ เครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะได้รับความเสี่ยงและไม่สามารถใช้งานได้หลายสัปดาห์หรืออาจจะนานเป็นปีได้

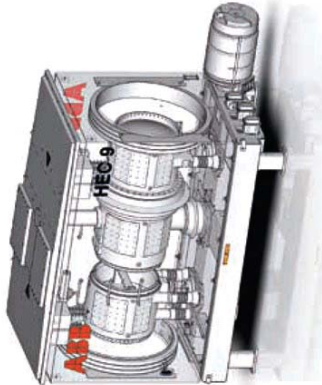
บทนำ

ในระยะแรกของเทคโนโลยีเซอร์กิตเบรกเกอร์นั้น เซอร์กิตเบรกเกอร์ทั่วไปในระบบจ่ายไฟฟ้าได้ถูกนำมาใช้เป็น GCB หลังจากนั้น ด้วยการมีเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ขนาดใหญ่ในโรงไฟฟ้าและกำลังการผลิตที่เพิ่มขึ้น ค่าที่กำหนดของเครื่องจักรจะมีค่ามากกว่าระดับกระแส โหลดและกระแสลัดวงจรที่สวิตช์ก็ได้รับการรองรับ ได้ ดังนั้น "การเชื่อมต่อตรง" (การเชื่อมต่อระหว่าง เครื่องกำเนิดไฟฟ้าและหม้อแปลงไฟฟ้าโดยไม่มี เซอร์กิตเบรกเกอร์) จึงกลายเป็นการพิจารณาตามมาตรฐาน ในโรงไฟฟ้าที่ได้รับการยอมรับ

BBC ซึ่งเป็นหนึ่งในสองบริษัทที่လာมาเป็นบริษัท เอบีบีในปี 1988 ได้พัฒนาและนำเสนอ GCB ด้วย เทคโนโลยีแบบ Air-Blast ในปี 1950 และได้ติดตั้ง ในโรงงานไฟฟ้าในอเมริกาเหนือและยุโรปในช่วงแรก ในปัจจุบันนี้ GCB ได้ถูกรับว่ามีประโยชน์มาก มายเมื่อเปรียบเทียบกับการติดตั้ง เช่น ขั้นตอน การทำงานที่ง่ายขึ้น ปรับปรุงการป้องกันเครื่องกำเนิด



รูปที่ 1 แผนภาพเส้นเดียวของ HEC9



รูปที่ 2 ระบบเซอร์กิตเบรกเกอร์เครื่องกำเนิดไฟฟ้า HEC9 ในหนึ่งโพล

ไฟฟ้าและหม้อแปลงให้ดีขึ้น และเพิ่มความพร้อมใช้ งานของโรงไฟฟ้า

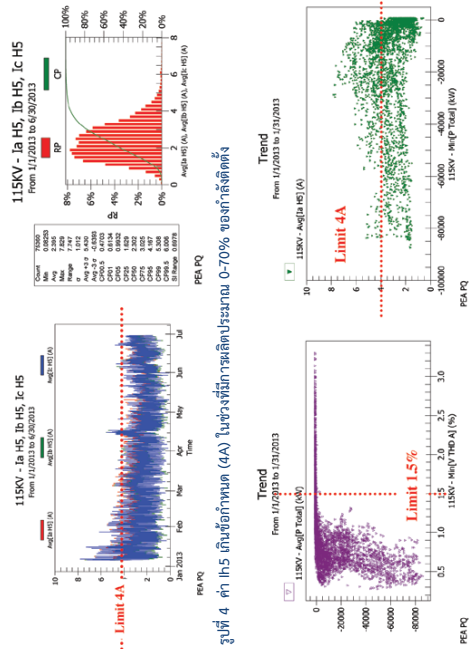
ความก้าวหน้าด้านเทคโนโลยีของ GCB

ABB ได้บุกเบิกพัฒนาเทคโนโลยีเซอร์กิตเบรกเกอร์ที่ใช้ นวัตกรรมแยกเฟสด้วยค่าที่กำหนดที่เพิ่มขึ้นในช่วงทศวรรษ ที่ 1960 ในช่วงทศวรรษที่ 1980 เอบีบีประสบความสำเร็จในการนำ SF₆ มาใช้กับ GCB โดยใช้ระบบ ความปลอดภัยในท้องถิ่นเป็นแบบแปลเดียว ในขณะเดียวกัน ค่าใช้จ่ายต่ออายุการใช้งานของ GCB แบบ Air-Blast ที่ติดตั้งอยู่ใกล้ที่สุดมากในส่วนของการ บริการและการบำรุงรักษา ดังนั้นเอบีบีจึงได้ทำการ พัฒนาลำโพงต่อเนื่องใน GCB ด้วยเทคโนโลยี SF₆ ตลอดจนช่วงทศวรรษที่ 1990 และทดแทนเทคโนโลยี แบบ Air-Blast นับจากนั้นเป็นต้นมา เอบีบีได้นำ เสนอ GCB ชนิดต่างๆ ที่มีฟังก์ชันการทำงานที่เพิ่มขึ้น – เมื่อไม่นานมานี้ HEC9 ได้เป็น GCB ที่มีความ สามารถในการดูดซับแรงสูงสุดถึง 250 kA โดยใช่ เทคโนโลยี SF₆ ที่ระดับแรงดันสูงสุด 31.5 kV

การพัฒนา HEC 9 คือการยกระดับของการออกแบบ และการพัฒนา GCB รุ่น HEC 7/8 ซึ่งสามารถจัดการ กับกระแสลัดวงจรได้ถึง 210 kA และกระแสสูงถึง 50,000 A หรือมากกว่าซึ่งจำเป็นต่อการจัดการระบบ ความร้อนแบบ Forced Air ความต้องการที่เพิ่มขึ้น – สาเหตุหลักมาจากโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ซึ่งได้รับการ พัฒนาขึ้นมาใหม่ เช่น AP1000 ของ Westinghouse หรือ EPR ของ Areva – ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการเสียดัง วงจรที่มากกว่า 210 kA รวมถึงแรงดันไฟฟ้าของเครื่อง กำเนิดไฟฟ้าสูงถึง 30 kV นั้นเกิดขึ้นจริง

ความสำเร็จของ HEC 7/8 นั้นได้ถูกนำไปสู่การตัดสินใจ ในการใช้หลักการในการออกแบบ HEC9 ด้วยฟังก์ชัน การทำงานที่เหมือนกันในระดับพลังงานที่สูงกว่า ดังนั้นขนาดรวมและมวลของ HEC 9 รวมถึงการใช้ พลังงานในการทำงานจึงมีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อยกับ HEC 7/8 (ดูรูปที่ 1)

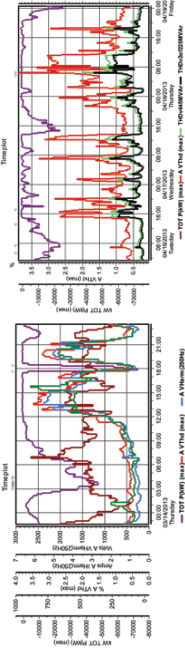
เพื่อที่จะจำกัดน้ำหนักและขนาดในการขนส่งต่อตอน



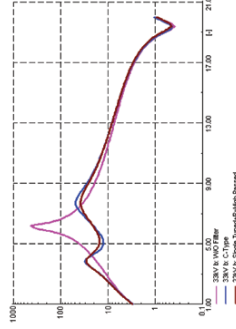
รูปที่ 4 ค่า h_5 เกินข้อกำหนด (4A) ในช่วงที่มีการผลิตประมาณ 0-70% ของกำลังติดตั้ง

รูปที่ 5 THDv เกินข้อกำหนดในช่วงการผลิต

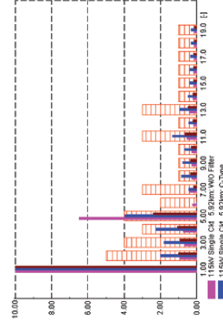
80% ของ lh5 เกิดในช่วงการผลิิตประมาณ 0-70%



รูปที่ 6 กำลังผลิต (เส้นสีม่วง), THDv (เส้นสีแดง), Vh5 (เส้นสีฟ้า), Ih5 (เส้นสีน้ำตาล) และค่าจำนวนของ Zhs (เส้นสีเขียว)



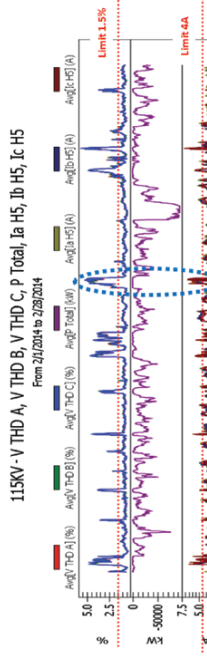
ผลการรั่วแก๊สมิเตอร์ชนิด นีส์ 33 KV สภาวะก่อนติดตั้งวงจรกรอง (เส้นสีเขียว) และหลังติดตั้งวงจรกรอง (เส้นสีน้ำเงินและนำค่าสัทธิ่วงจรกรองชนิด C-Filter และ High Pass Filter) ซึ่งพบว่าค่าโอเพินแอนด์ล๊อคที่ 5 จะมีค่าลดลงอย่างเห็นได้ชัด ทำให้ In5 โหลดเข้าวงจรกรอง และส่งผลให้ THDv มีค่าลดด้วย



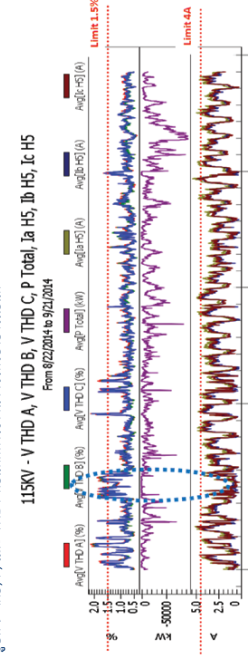
ค่ากระแสฮาร์โมนิกต่างกันบ้าง จดเพื่อมติด
สภาวะก่อนติดตั้งวงจรกรอง (เพ่งสีม่วง) และหลังติดตั้ง
วงจรกรอง (เพ่งสีฟ้าเงินและนำค่าสำหรับวงจรกรอง
ชนิด C-Type และ High Pass Filter) ซึ่งไม่เกินข้อ
กำหนด (เพ่งสีประแดง)



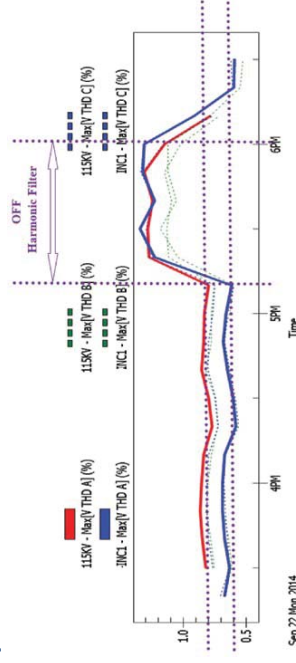
วงจรรองฮาร์โมนิกติดตั้งใช้งาน ณ ท่งกั้งหันลม



รช.ที่ ๑ ๒5 P และ THDV ก่อนติดตั้งในทางวางโครงรองรับสาร์เอจิก



รูปที่ 10 lh5, P, และ THDv หลังติดตั้งใช้งานวงจรกรองฮาร์มอนิก



รูปที่ 11 เปรียบเทียบค่า THDv ระหว่างใช้งานและไม่ใช้งานวงจรกรองฮาร์มอนิก

ตำแหน่งการติดตั้งวงจรกรองฮาร์โมนิก

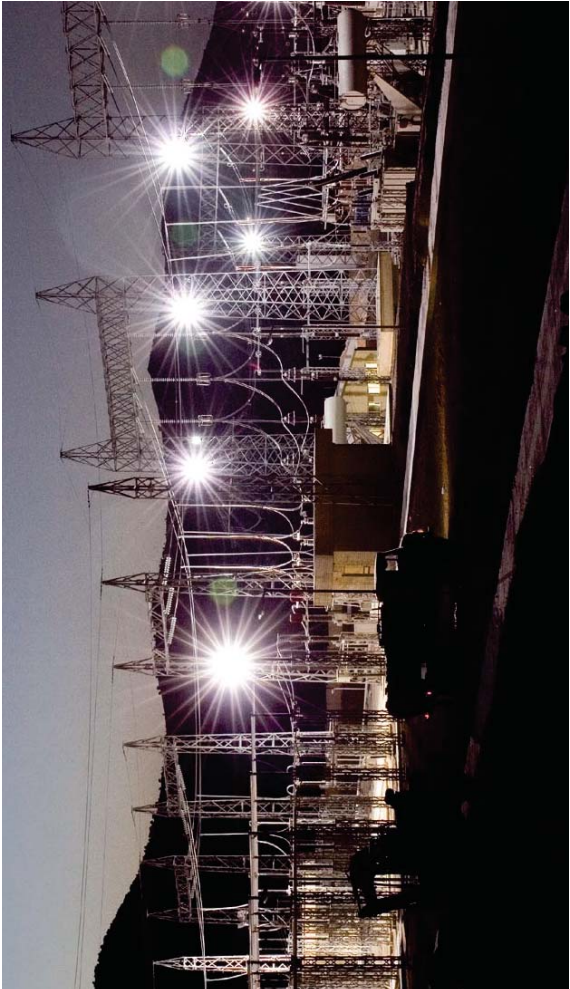
สูงสุดถึง 7.2 A เมื่อข้อกำหนด (CP95) คือไม่เกิน 4.0 A ซึ่งจะเกินข้อกำหนดเมื่อทำการประเมินที่ CP95

ค่าการแผ่สลายอินทรีย์อันดับที่ 5 (h5; A), กำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้ (P; kW), และความเข้มข้นของอินทรีย์รวมของแรงดัน (THD₅; %) ที่เกิดขึ้นได้ใช้งานจริงของสารอินทรีย์แสดงดังรูปที่ 10 ซึ่งในเส้นประสีฟ้าจะเห็นได้ว่า THD จะค่าสูงสุดประมาณ 1.9% เมื่อใช้ออกซิเจน (CP95) คือในค่า 1.5 % ไขหนะ ที่ h5 มีค่าสูงสุดประมาณ 5.1 A เมื่อใช้ออกซิเจน (CP95) คือในค่า 4.0 A ซึ่งจะเห็นอีกทีที่ نمودได้อีกตารางเปรียบเทียบที่ CP95

เพื่อทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของวงจรอาร์มิก ณ เวลาเดียวกัน โดยทำการเปรียบเทียบค่า THDV ระหว่างใช้งานและไม่ใช้งานวงจรอาร์มิก แสดงได้รูปที่ 11 ซึ่งจะเห็นได้ว่าเมื่อทำการ OFF วงจรของอาร์มิก (15% ของเส้นสีเขียว) ค่า THDV (ทั้งต้นทางและปลายทาง) ลดลงได้ 33kV; (ตั้งแต่ 15kV ถึง 10kV) ซึ่งถือว่าเป็นค่าที่น้อยเมื่อเทียบกับค่าที่มีการใช้งานวงจรอาร์มิกเมื่อเปิด

บทสรุป

แม้ว่าการสร้างกระแสน้ำขึ้นมีปัจจัยจากคุณสมบัติของ Wind Turbine Generator (WTG) แต่ละตัวจะไม่เท่ากันก็ตาม WTG มีปรเภทตามเป็นประเภทใหญ่ๆ ขนาดใหญ่ๆ ประกอบด้วย 33 kV Underground Collector System ที่ต้องขุดลงไปใต้ดินหลายร้อยเมตร ตามยาวริมฝั่ง สามารถรับไฟฟ้าจากตัวกังหันได้ 1 MW จุดเชื่อมต่อ (PCC) เกือบทั่วทุกชนิด เพื่อไม่ให้กังหันส่งผลกระทบต่อระบบสายส่งไฟฟ้าข้างเคียง การออกแบบและศึกษาผลกระทบจากกังหันนั้นเองจะต้องมีการศึกษาและวิเคราะห์อย่าง



IEEE C57.13-2008

IEEE Standard Requirements for Instrument Transformers (ตอนที่ 21)

สมชัย ศรีสุทธิกุล - somchai.chai@egat.co.th

c) Type 3: Wound-type in which the high-current (primary) leads are brought out parallel to each other through a single bushing. Current transformers of this type may be excited from either the high-current or the low-current winding with the other winding short circuited.

ประเภทที่ 3 แบบที่ขดพัน ซึ่งสายสายที่นำกระแสสูง (ปฐมภูมิ) ถูกเชื่อมมาในลักษณะขนานกัน และกัน โดยผ่านบุชชิ่งอันเดียว. หม้อแปลงกระแสประเภทนี้อาจจะขั้วการเสารกระแสจากขดลวดกระแสสูงหรือขดลวดกระแสต่ำก็ได้ โดยที่ขดลวดอีกชุดหนึ่งต้องวงจรไว้.

Either the three-voltmeter method or the wattmeter, voltmeter, ammeter method can be used for impedance measurements on transformers of this type, depending on which winding is excited.

วิธีการวัดที่ใช้โวลต์มิเตอร์สามตัว หรือวิธีการวัดที่ใช้วัตต์มิเตอร์, โวลต์มิเตอร์, และแอมมิเตอร์ร่วมกัน ต่าง

ก็ใช้ได้กับการวัดอิมพีแดนซ์ของหม้อแปลงประเภทนี้, ขึ้นอยู่กับว่าขดลวดไหนที่ถูกกระตุ้น.

8.3.1.3 Voltage transformer short-circuit impedance measurements

(การวัดอิมพีแดนซ์ขั้วตรงของหม้อแปลงเต้ม)
Voltage transformers operate at high magnetic flux densities in normal service. Although short-circuit impedance measurements are necessarily made at low magnetic flux densities, the components of impedance thus obtained are of value for the computation of transformer ratio and phase angle. The short-circuit characteristics are also of value in selection of fuses.

หม้อแปลงแรงดันทำงานด้วยความหนาแน่นฟลักซ์แม่เหล็กสูงในภาวะปกติ. แม้ว่าการวัดอิมพีแดนซ์ขั้วตรงจำเป็นก็ต้องทำที่ความหนาแน่นฟลักซ์แม่เหล็กต่ำๆ แต่องค์ประกอบของอิมพีแดนซ์ที่หาค่าออกมาได้ก็มีคุณค่าสำหรับการคำนวณอัตราส่วนและมุมเฟสของหม้อแปลง. คุณลักษณะการที่ทำงานขณะตั้งวงจร

The short-circuit impedance can be measured by the three-voltmeter method or the wattmeter, voltmeter, ammeter method.

อิมพีแดนซ์ขั้วตรงสามารถวัดได้ด้วยวิธีการวัดที่ใช้โวลต์มิเตอร์สามตัว หรือวิธีการวัดที่ใช้วัตต์มิเตอร์, โวลต์มิเตอร์, และแอมมิเตอร์ร่วมกัน.

The circuit for the three-voltmeter method is shown in Figure 23. From the measurements of V_1 , V_2 , and V_3 plus the known value of short resistance R_{sh} , the equivalent resistance and reactance can be calculated from:

วงจรทดสอบสำหรับการวัดที่ใช้โวลต์มิเตอร์สามตัว แสดงไว้ในรูปที่ 23. จากการวัดค่า V_1 , V_2 , และ V_3 รวมทั้งค่าของแรงต้านทานขดลวดขนาน R_{sh} , ที่รู้ค่าอยู่แล้ว; ก็สามารถคำนวณความต้านทานและค่าความเหนี่ยวนำสมมูลได้จาก:

$$R_{eq} = 0.5R_{sh} \left[\frac{V_3^2 - V_2^2}{V_2^2} - 1 \right]$$

$$X_{eq} = \sqrt{\left(\frac{V_1}{V_2} \right)^2 \times R_{sh}^2 - R_{eq}^2}$$

where โดยที่

R_{eq} is the equivalent resistance คือ ความต้านทานสมมูล

X_{eq} is the equivalent reactance คือ ความเหนี่ยวนำสมมูล

The wattmeter, voltmeter, ammeter method is shown in Figure 24. The measured values must be corrected for instrument tare.

วิธีการวัดที่ใช้วัตต์มิเตอร์, โวลต์มิเตอร์, และแอมมิเตอร์ร่วมกันแสดงไว้ในรูปที่ 24. ค่าที่วัดได้ต้องทำการปรับแก้ตามภาระของเครื่องมือ.

This is a D'Arsenal movement in series with a full-wave rectifier.

โวลต์มิเตอร์นี้เป็นขดลวดเคลื่อนที่แบบ D'Arsenal ที่ต่อวงจรกับวงจรเรียงกระแสเต็มคลื่น.

ตาม: ตัวเลข 1.111 ในที่นี้ไม่ใช่เฉพาะหือ 1? และมีโดยค่านวนหาได้อย่างไร? ตอบ: ตัวเลข 1.111 ในที่นี้ไม่ใช่ มีเฉพาะว่า ตัวประกอบรูปคอสตซินัส (cos factor of sine wave) หรือคือ วงรีไซน์ (sine wave) เช่น 2.552, p. 66-70 อธิบายไว้ว่า ค่าเฉลี่ย (Average value) ภายในหนึ่งคาบของสัญญาณไซน์ที่มีส่วนหาค่าเฉลี่ย (Average value) ส่วนที่อยู่ในคาบก่อนหน้า จะได้ค่าเฉลี่ยเป็นศูนย์เสมอ ดังนั้นค่าเฉลี่ยนี้จึงไม่ใช้สำหรับสัญญาณโวลต์มิเตอร์ในทางวิศวกรรมไฟฟ้า จะคิดค่าเฉลี่ยด้วยวิธีการที่นับจำนวนเท่านั้น นั่นคือ

$$V_{av} = \frac{2}{\pi} \int_0^{\pi/2} v(t) dt = \frac{2V_m}{\pi} \int_0^{\pi/2} \sin \omega t dt = \frac{2V_m}{\pi} \times 0.637V_m$$

ค่าอาร์เอส (RMS or Effective value) ค่าอาร์เอสและค่าประสิทธิผลจะเปลี่ยนเป็นปริมาณเดียวกัน สำหรับการวัดประสิทธิผลนั้น หมายความว่าให้ใช้วิธีการคูณสี่เหลี่ยมผืนผ้าเป็นฐานเท่ากับ เมื่อเทียบกับสัญญาณสี่เหลี่ยมผืนผ้า (square wave) ส่วนของอาร์เอสออกจาก root mean square ซึ่งเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้าเท่านั้น คือค่ากำลังสอง (square) ของตัวแปรก่อน แล้วหาค่าเฉลี่ย (mean) แล้วหาราก (root) ของค่าเฉลี่ยนั้น ค่าอาร์เอสของแรงดันไฟฟ้าที่เป็นสัญญาณโวลต์มิเตอร์ หาได้ดังนี้

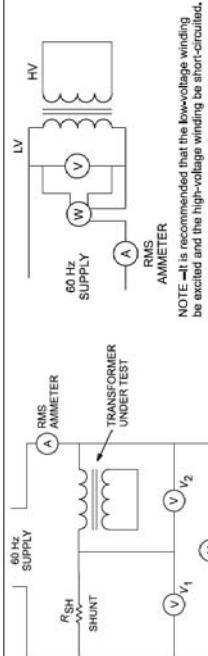
$$V_{rms} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T v^2(t) dt} = \sqrt{\frac{V_m^2}{T} \int_0^T \sin^2 \omega t dt} = \frac{V_m}{\sqrt{2}} = 0.707V_m$$

ค่าตัวประกอบรูปคอส (Form factor) ค่าเฉลี่ยและค่าอาร์เอสของสัญญาณโวลต์มิเตอร์มีความสัมพันธ์กันอย่างไร? โดยทั่วไปแล้ววิธีการหาขนาดของสัญญาณของสายเคเบิลที่เดินไฟฟ้า แต่เมื่อเครื่องมือวัดจะอ่านค่าเฉลี่ยของสัญญาณ ดังนั้นเราจึงจำเป็นต้องหาความสัมพันธ์ของค่าเฉลี่ยของสัญญาณนี้ เพื่อปรับค่าเฉลี่ยที่อ่านได้เป็นค่าอาร์เอสของสัญญาณ ดังนั้นการคำนวณค่าเฉลี่ยที่อ่านได้จะเรียกว่า ตัวประกอบรูปคอส (Form factor) นั่นคือ

$$F @ \frac{V_{rms}}{V_{av}} = \frac{\sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T v^2(t) dt}}{\frac{2}{T} \int_0^{\pi/2} v(t) dt} = \frac{V_m / \sqrt{2}}{2V_m / \pi} = \frac{\pi}{2\sqrt{2}} = 1.11072 \approx 1.111$$

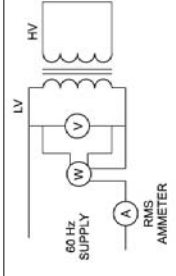
ห้สังเกตว่าใช้ค่าประมาณ (ที่ขีดเค้นแล้ว) มาหารกับแบบจะไม่ได้ ซึ่งผิดพลาดไปเล็กน้อย ๕๖๔

ตัวเลข 1.111 เมื่อใช้กับโวลต์มิเตอร์ นั่นคือจะเป็น 1111 ทำให้เห็นว่ามีกี่หลักที่วัดค่าผลลัพธ์ คำว่า พอลิโอด (Polycode) จึงหมายถึง จำนวนหลักของจำนวนที่อ่านจากหน่วยวัด ซึ่งได้เท่ากับค่าของแรงดันกำลังหนึ่ง ตัวอย่างของจำนวน เช่น 707.1991 และ 12321 เป็นต้น ส่วนตัวอักษรย่อความที่ กพ. นั้นหมายความว่า กพ. จะเป็นผู้รับผิดชอบในการผลิตเครื่องมือวัดจากประเทศญี่ปุ่น คือ NISSIN นิโอด



NOTE - V_1 AND V_2 voltmeter impedance must be high compared to shunt and transformer.

Figure 23 Circuit for measuring impedance: Three-voltmeter method วงจรสำหรับการวัดอิมพีแดนซ์: วิธีการวัดที่ใช้โวลต์มิเตอร์สามตัว



NOTE - It is recommended that the low-voltage winding be excited and the high-voltage winding be short-circuited.

Figure 24 Circuit for measuring impedance: Wattmeter, voltmeter, ammeter method วงจรสำหรับการวัดอิมพีแดนซ์: วิธีการวัดที่ใช้วัตต์มิเตอร์, โวลต์มิเตอร์, และแอมมิเตอร์ร่วมกัน

Figure 25 Circuit for measuring excitation current and loss วงจรสำหรับการวัดกระแสกระตุ้นและสูญเสีย

8.3.2 Exciting current and excitation loss measurements (การวัดกระแสกระตุ้นและสูญเสียในแกนเหล็ก)

The circuit connection for the measurement of exciting current and loss is shown in Figure 25. A series of simultaneous readings are taken on the ammeter, rms reading voltmeter, average reading voltmeter^{๕๖๕} calibrated in rms, and wattmeter.

การต่อวงจรเพื่อการวัดกระแสกระตุ้นแกนเหล็ก และการสูญเสียแสดงไว้ในรูปที่ 25. การอ่านค่าพร้อมกันหลายๆ ครั้งที่ได้จากแอมมิเตอร์, โวลต์มิเตอร์ที่ใช้อ่านค่าอาร์เอส, โวลต์มิเตอร์ที่ใช้อ่านค่าเฉลี่ย^{๕๖๕} ซึ่งทำการสอบเทียบเป็นอาร์เอส, และวัตต์มิเตอร์.

With the same movement, an rms instrument deflects 1.111 times as far as an average reading instrument on the same sine wave. ด้วยการเคลื่อนที่ที่เหมือนกัน, เครื่องมือที่ใช้อ่านค่าอาร์เอสจะเบี่ยงเบนไปเป็น 1.111 เท่าของ

เครื่องมือที่ใช้อ่านค่าเฉลี่ยถ้าปรับคลื่นไซน์ที่เหมือนกัน ๕๖๓, ๕๖๔

The temperature error of an average reading voltmeter (especially instruments for less than 75 V) is likely to be greater than that of rms voltmeters. Therefore, the temperature characteristic of such an instrument should be known for reliable results.

ความคลาดเคลื่อนเนื่องจากอุณหภูมิของโวลต์มิเตอร์ที่ใช้อ่านค่าเฉลี่ย (โดยเฉพาะอย่างยิ่งเครื่องมือที่ต่ำกว่า 75 V) มักจะเกิดขึ้นมากกว่าโวลต์มิเตอร์ที่ใช้อ่านค่าอาร์เอส ดังนั้น, ลักษณะการเปลี่ยนแปลงตามอุณหภูมิของเครื่องมือดังกล่าวควรจะรู้ก่อนแล้วเพื่อให้ผลลัพธ์มีความเชื่อถือได้.

Two excitation current curves can be drawn from the data obtained: เห็นได้แก่กระแสกระตุ้นสองเส้น สามารถเขียนจากข้อมูลที่

- a) Curve 1. Average reading voltmeter versus the ammeter
- เส้นโค้งที่ 1. โวลต์มิเตอร์ที่ใช้อ่านค่าเฉลี่ยกับแอมมิเตอร์
- b) Curve 2. rms voltmeter versus the ammeter
- เส้นโค้งที่ 2. โวลต์มิเตอร์ที่ใช้อ่านค่าอาร์มส์กับแอมมิเตอร์

if these curves differ, the supply voltage is not a sine wave. In this case, curve 1 will be lower and curve 2 will be higher than the corresponding curve for sine wave voltage. If the two curves are within 2% of each other, either curve can be used without correction. If they differ by 2% to 10%, the average is used to determine the excitation current on a sine-wave basis. If they differ by more than 10%, very serious waveform distortion^{๕๔๔} is indicated and appropriate circuit changes must be made.

ถ้าเส้นโค้งต่างกัน แสดงว่าแรงดันของแหล่งจ่ายไม่เป็นคลื่นไซน์. ในกรณีนี้, เส้นโค้งที่ 1 จะอยู่ต่ำกว่าและเส้นโค้งที่ 2 จะอยู่สูงกว่าเส้นโค้งที่สอดคล้องกับแรงดันไซน์. ถ้าเส้นโค้งทั้งสองอยู่ในเกณฑ์ 2% ของซึ่งกันและกัน, เส้นโค้งอันไหนก็สามารถนำมาใช้ได้โดยไม่ต้องมีการปรับแก้. ถ้าเส้นโค้งแตกต่างกันตั้งแต่ 2% ถึง 10%, ให้ใช้ค่าเฉลี่ยในการหากระแสกระตุ้นแกนเหล็กที่อ้างอิงกับเส้นโค้ง. ถ้าเส้นโค้งแตกต่างกันเกิน 10%, แสดงว่ารูปคลื่นมีความบิดเบี้ยวมากจนจำเป็นต้องตรวจสอบและต้องได้รับการปรับปรุงให้เหมาะสม.^{๕๔๖}

The excitation loss of a transformer includes the dielectric loss and core loss. It is measured by the wattmeter in Figure 25.

กำลังไฟฟ้ายูเอชในการกระตุ้นของหม้อแปลง ได้

๕๔๔ Very large waveform distortion can be detected more conveniently by oscilloscope or wave analyzer.

๕๔๖ การแก้ไขของรูปคลื่นที่มีขนาดใหญ่มาก

สามารถตรวจพบได้สะดวกโดยไม่ต้องใช้เครื่องมือหรือเครื่องวิเคราะห์รูปคลื่น.

๕๔๗ ปรับให้สอดคล้องกับนิยาม C57.13-1993 ระบุว่า "In this case, curve 1 will be higher and curve 2 will be lower than the corresponding curve for sine wave voltage." ซึ่งบังคับด้วยการกำหนดคลื่น รูปที่ 25 ของคู่มือการวัด 2 ต้องอยู่สูงกว่ากราฟของรูปคลื่นที่ 1 ทั้งนี้ C57.13-2008 ได้ทำการแก้ไขให้ถูกต้องแล้ว

๕๔๘ หมายเหตุ: ข้อควรระวัง: "form factor greater than 1.11" นั้น, ตัวเลข 1.11 หมายถึงอะไร?

ซึ่งเป็นค่าประมาณของตัวเลข 1.111 ตามที่กล่าวถึงเกี่ยวกับ Figure 25 ของมาตรฐานฉบับนี้ และเมื่อเกี่ยวข้องกับผลการคำนวณค่าเฉลี่ยกับค่าอาร์มส์กับแอมมิเตอร์

๕๔๙ ความหมายของ พหุพยางค์ จาก Britannica Concise Encyclopedia (ภาษาอังกฤษ).

พ.ศ. 2551 มีดังนี้

hysteresis ฮิสเทอรีซิส: ปรากฏการณ์ที่ความถี่เป็นแม่เหล็กของวัสดุที่เปลี่ยนแปลง (remagnetization) เช่น แม่เหล็ก มีความสามารถในการเปลี่ยนสถานะแม่เหล็ก เมื่อวางวัสดุที่มีสมบัติเป็นเฟอร์โรแมกเนติกภายใต้สนาม สภาวะแม่เหล็กที่เกิดขึ้นจะกำหนดโดยขนาดและทิศทางของแรงดันไฟฟ้าที่กระทำกับสนาม, ลักษณะและแนวโน้มจะกำหนดโดยความถี่ของสนามไฟฟ้า และคุณสมบัติของวัสดุที่กระทำกับสนาม, ลักษณะและแนวโน้มจะกำหนดโดยความถี่ของสนามไฟฟ้า และคุณสมบัติของวัสดุที่กระทำกับสนาม

รวมกำลังไฟฟ้ายูเอชได้อิเล็กทริก และกำลังไฟฟ้ายูเอชในแกนเหล็กไว้ด้วย. กำลังไฟฟ้ายูเอชนี้วัดได้ด้วยวัตต์มิเตอร์ในรูปที่ 25.

The excitation loss determination is based on a sine wave voltage applied to the terminals of the transformer. Peaked voltage waves (form factor greater than 1.11), resulting generally from the nonlinear character of the excitation load of the transformer on the test and curve 2 will be higher than the corresponding curve for sine wave voltage. If the two curves are within 2% of each other, rarely encountered in such tests, give larger losses.

การหากล้างไฟฟ้ายูเอชในการกระตุ้นแกนเหล็ก ตั้งอยู่บนพื้นฐานของแรงดันคลื่นไซน์ที่ป้อนให้กับขั้วไฟฟ้าของหม้อแปลง. คลื่นแรงดันที่แสดงออก (ตัวประกอบรูปคลื่นสูงกว่า 1.11), ที่มักจะเกิดขึ้นเนื่องจากการโหลดที่ไม่เป็นเชิงเส้นของหม้อแปลงในการกระตุ้น

จากลักษณะความไม่เชิงเส้นของหม้อแปลงทดสอบ, ของหม้อแปลงทางด้านแหล่งไฟของหม้อแปลง, จะให้กำลังไฟฟ้ายูเอชในการกระตุ้นต่ำกว่าแรงดันคลื่นไซน์จริง. รูปคลื่นแรงดันที่เป็นยอดคลื่น, ซึ่งพบได้น้อยมากในการทดสอบดังกล่าว, จะให้กำลังไฟฟ้ายูเอชที่ต่ำกว่าจริง.^{๕๔๖}

NOTE—Current transformer cores should be demagnetized just prior to excitation loss measurements and all measurements should be made on the low-current winding with other windings open-circuited.

หมายเหตุ—แกนหม้อแปลงหม้อแปลงกระแสควรจะถูกกำจัดก่อนการวัดการสูญเสียในการกระตุ้นแกนหลัก การวัดกำลังไฟฟ้ายูเอชในการกระตุ้นแกนหลัก ควรกระทำบนขดลวดที่มีกระแสต่ำ ขณะที่ขดลวดอื่นๆทั้งหมดจะเปิดวงจรไว้

แต่หลักการจะตามหลังบนขั้วแม่เหล็กที่ใช้ตาม เมื่อความถี่ของสนามที่ทำแม่เหล็กลดลงจนเป็นศูนย์ จะมีความถี่สนามลดลงเหลืออยู่ในน้อยสุด และค่าสนามที่แม่เหล็กเปลี่ยนทิศทางกลับสลับข้างกัน และทำให้ความถี่แม่เหล็กกลับทิศทางด้วย (แต่จะค่อยๆ ตาม โดยไม่กลับในทันที) วงจรเซนเซอร์ (เรียกว่า วงจรเฮาส์โฮลดีง) จะสูญเสียพลังงานในรูปของความร้อนโดยความถี่เป็นแม่เหล็กกลับทิศทาง

๕๔๖ IEEE Std 4.4 ฉบับปัจจุบันคือ IEEE Std 4-1995

๕๔๗ ข้อความในวงเล็บท้ายย่อหน้านี้, ซึ่งบอกให้อ่านข้อเขียนเดิมเรื่องสภาพที่อาจเกิดขึ้นที่ 3 (Definitions) นั้น เป็นข้อกำหนดที่เพิ่มเติมเมื่อของ C57.13-1993 เมื่อจากมาตรฐานฉบับนี้

๕๔๘ คำกล่าว ให้อ่านเกี่ยวกับสภาพที่อาจเกิดขึ้นในข้อกำหนดที่ 3 3.3 หรือ หมายเหตุฉบับปัจจุบัน คือ C57.13-2008 ได้เขียนเพิ่มเติมว่า ออกแบบแล้วให้อ่านฉบับปัจจุบัน IEEE Std 100 แทน ดังนั้นวิธีตรวจสอบความถี่ของสนามแม่เหล็กที่ได้อ่านในฉบับนี้ หรือมีแนวโน้มเปลี่ยนหมายเลขให้ให้อ่านข้อกำหนดที่ 4.8.1 แทน

๕๔๙

เขียนว่า (Footnote) ของข้อกำหนดที่ 3 ของหนังสือฉบับนี้ด้วย แม้ว่า C57.13-2008 จะตีพิมพ์ตามหลักการฉบับที่แก้ไขแล้ว, ส่วนนี้คำอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับข้อกำหนดที่ 4.8.1: Polarity and terminal marking (สภาพขั้วและสภาพที่เครื่องหมายขั้วของขดลวด)

๕๕๐ C57.13-1968, 1978 & 1993 มีเนื้อหาการทดสอบสภาพขั้ว (Polarity) เหมือนกับ C57.13-2008 เกี่ยวกับหลักการ ขาดการเขียนข้อกำหนดที่เลือกใช้ภาษา นอกๆ ดังนั้นจึงถือว่าข้อบกพร่องตลอดไป ดังนั้นมาตรฐานฉบับนี้ตั้งแต่ปี 1968 จนถึงฉบับปัจจุบัน

It is recommended that the test be made on the low-voltage winding with all other windings open circuited. When the low-voltage winding is excited, full voltage will appear across the high-voltage winding and safety precautions must be taken. ขณะนั้นกว่า การทดสอบให้กระทำการทางด้านขดลวดแรงต่ำ ขณะที่ขดลวดอื่นๆ ทั้งหมดเปิดวงจรไว้. เมื่อขดลวดแรงต่ำได้รับการกระตุ้น แรงดันเต็มที่จะปรากฏคร่อมขดลวดแรงสูง และข้อควรระวังด้านความปลอดภัยที่ต้องนำมาบังคับใช้.

Low-voltage windings must be grounded at a single point. ขดลวดแรงต่ำต้องต่อลงดินเพียงจุดเดียว.

After the voltage is adjusted to the desired value as indicated by the average-reading voltmeter, the simultaneous values of rms voltage, power, and current are recorded. Then the tare on the wattmeter, representing the losses of the connected instruments, is read and subtracted from the earlier wattmeter reading to obtain the excitation loss of the transformer.

หลังจากปรับแรงดันจนได้ค่าที่ต้องการแล้ว โดยวัดค่าเฉลี่ยของกำลังจ่ายเฉลี่ย, ให้บันทึกค่าอาร์มส์ของแรงดัน, กำลังไฟฟ้า, และกระแสพร้อมๆ กัน. จากนั้นให้อ่านค่าบนวัตต์มิเตอร์, ซึ่งเป็นตัวแทนของกำลังไฟฟ้ายูเอชของเครื่องมือที่ต่ออยู่, แล้วหักออกจากค่าเครื่องวัดมิเตอร์ที่อ่านได้ เพื่อหากล้างไฟฟ้ายูเอชในการกระตุ้นแกนหม้อแปลงหม้อแปลง.

Exciting current measurements are obtained at the same time that loss measurements are made. In order to obtain the correct exciting current measurement, the tare on the ammeter, which represents the current taken by the voltage elements of the wattmeter and voltmeters, must be measured and subtracted vectorially from the previous current measurements. If the readings of voltage as indicated on the rms voltmeter and the average-reading voltmeter differ by more than 2%, the measurements must also be corrected for waveform (see IEEE Std 4).

การวัดกระแสกระตุ้นแกนหม้อแปลงทำได้ในเวลาเดียวกันกับการวัดการสูญเสีย. เพื่อให้อ่านค่ากระแสกระตุ้นที่ถูกต้อง, การลบค่าของกระแสที่จ่ายให้กับองค์ประกอบของวัตต์มิเตอร์และโวลต์มิเตอร์, ซึ่งแสดงเป็นค่าเฉลี่ย, ต้องดำเนินการอย่างเวกเตอร์จากค่าการวัดก่อนหน้านี้.

a) Inductive kick with direct current, current, and voltage transformers การกระดิกเชิงเหนี่ยวนำด้วยกระแสตรงและหม้อแปลงกระแสและหม้อแปลงแรงดัน

b) Comparison with a transformer of known polarity การเปรียบเทียบกับหม้อแปลงที่รู้สภาพขั้วแล้ว

c) The direct comparison of winding voltages การเปรียบเทียบแรงดันระหว่างขดลวดโดยตรง^{๕๔๖, ๕๔๗}

๕๔๔ ๕๔๕

๕๔๔ ๕๔๕ ๕๔๖ ๕๔๗

It shall be verified that the terminal markings are correct. แผนผังการกำหนดขดลวดของหม้อแปลงตาม IEEE Std 100 จะต้องเป็นไปตามข้อกำหนด

มาตรฐาน IEEE ฉบับนี้และขั้นตอนการทดสอบให้ใช้ 3 วิธีการ ฉบับนี้เมื่อเปรียบเทียบกับแล้ว

กระแสที่ถูกใช้โดยขดลวดแรงต่ำของวัตต์มิเตอร์และโวลต์มิเตอร์, จะต้องวัดออกมาและนำในปลายออกจากการวัดกระแสก่อนหน้านั้นแบบเกตเตอร์. ถ้าผลการอ่านค่าแรงดันจากโวลต์มิเตอร์ที่ใช้อ่านค่าอาร์มส์แตกต่างกับโวลต์มิเตอร์ที่ใช้อ่านค่าเฉลี่ย แสดงว่าเกินกว่า 2%, การวัดนั้นต้องมีการปรับแรงดันให้ตรงจุดเดียวกัน (ดูมาตรฐาน IEEE Std 4).^{๕๔๖}

The lead polarity of a transformer is a designation of the relative instantaneous directions of currents in its leads. Primary and secondary leads are said to have the same polarity when at a given instant the current enters the primary lead in question and leaves the secondary lead in question in the same direction as though the two leads formed a continuous circuit. (For more information on polarity, see Clause 3.)

สภาพขั้วที่สายของหม้อแปลงตัวหนึ่ง เป็นการกำหนดทิศทางสัมพันธ์ ณ ขณะใดขณะหนึ่งของกระแสไฟฟ้าที่ไหลในสายของหม้อแปลงตัวนั้น. สายไฟฟ้าด้านปฐมภูมิ และด้านทุติยภูมิจะนับว่ามีความถี่เหมือนกัน เมื่อขณะใดขณะหนึ่งที่กำหนดให้นั้น กระแสไหลเข้าสู่สายไฟฟ้าด้านปฐมภูมิที่กล่าวถึง และไหลออกจากสายไฟฟ้าด้านทุติยภูมิที่กล่าวถึงในทิศทางเดียวกัน. เมื่อเทียบกับสายไฟฟ้าทั้งสองเส้นนั้นเป็นวงจรไฟฟ้าที่มีความต่อเนื่องกัน (สำหรับข้อมูลเพิ่มเติมในเรื่องสภาพขั้ว, ให้ดูข้อกำหนดที่ 3).^{๕๔๖, ๕๔๗}

Three methods are in common use for determining the polarity of instrument transformers. They are as follows: มีวิธีการสามอย่างที่ใช้กันทั่วไปในการตรวจสอบสภาพขั้วของหม้อแปลงเครื่องมือวัด. วิธีการเหล่านั้นคือ:

a) Inductive kick with direct current, current, and voltage transformers การกระดิกเชิงเหนี่ยวนำด้วยกระแสตรงและหม้อแปลงกระแสและหม้อแปลงแรงดัน

b) Comparison with a transformer of known polarity การเปรียบเทียบกับหม้อแปลงที่รู้สภาพขั้วแล้ว

c) The direct comparison of winding voltages การเปรียบเทียบแรงดันระหว่างขดลวดโดยตรง^{๕๔๖, ๕๔๗}

๕๔๔ ๕๔๕ ๕๔๖ ๕๔๗

๕๔๔ ๕๔๕ ๕๔๖ ๕๔๗

๕๔๔ ๕๔๕ ๕๔๖ ๕๔๗

๕๔๔ ๕๔๕

๕๔๔ ๕๔๕ ๕๔๖ ๕๔๗

๕๔๔ ๕๔๕ ๕๔๖ ๕๔๗

๕๔๔ ๕๔๕ ๕๔๖ ๕๔๗

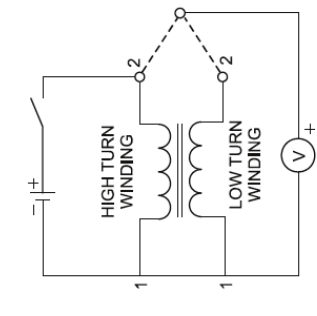


Figure 26 Polarity by inductive kick การตรวจสอบสภาพขั้วด้วยการกระดิกเชิงเหนี่ยวนำ^{๕๔๖-๕๔๗}

8.4.1 Inductive kick with direct current, current, and voltage transformers (การกระดิกเชิงเหนี่ยวนำด้วยกระแสตรงสำหรับหม้อแปลงกระแสและหม้อแปลงแรงดัน)

To determine the polarity of instrument transformers using this method, do the following per Figure 26:

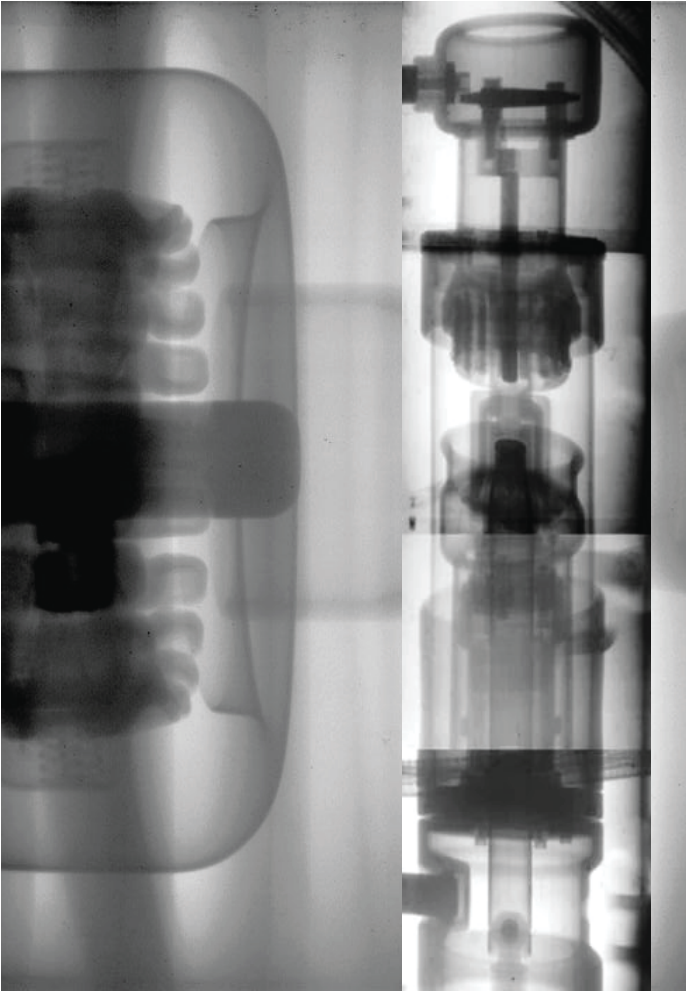
การตรวจสอบสภาพขั้วของหม้อแปลงเครื่องมือวัดโดยใช้วิธีการนี้, ให้ปฏิบัติตามรูปที่ 26 ดังต่อไปนี้:

a) Connect terminal 1 of the high-turn winding to terminal 1 of the low-turn winding. In most cases, the high-turn winding of a current transformer is the X1–X2 winding, and the high-turn winding of a voltage transformer is the H1–H2 winding.

ต่อขั้วหมายเลข 1 ของขดลวดที่มีจำนวนรอบมากเข้ากับขั้วหมายเลข 1 ของขดลวดที่มีจำนวนรอบน้อย. ในกรณีส่วนใหญ่, ขดลวดที่มีจำนวนรอบมากของหม้อแปลงกระแสจะเป็นขดลวด X1–X2, และขดลวดที่มีจำนวนรอบมากของหม้อแปลงแรงดันจะเป็นขดลวด H1–H2.

b) Connect a dc voltmeter across the high-turn winding. ต่อโวลต์มิเตอร์กระแสตรงคร่อมขดลวดที่มีจำนวนรอบมาก.

c) Connect a battery across the high-turn winding so that the voltmeter will read up scale. ต่อแบตเตอรี่คร่อมขดลวดที่มีจำนวนรอบมาก เพื่อให้



การตรวจสอบภายในของ SF₆ Breaker & GIS โดยใช้วิธีรังสี (Radiography)

ธีรวัฒน์ พันธ์ธรมกุล - teerawat.panthatharakul@th.aab.com

เพื่อเป็นการลดค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา เพิ่มความเชื่อมั่นอุปกรณ์ และลดเวลาการจับไฟ

อะไรคือ Radiography?

เป็นวิธีการตรวจสอบแบบไม่ทำลาย โดยใช้เทคโนโลยี x-ray ตรวจสอบสภาพของอุปกรณ์ภายในส่วนหรือ part ที่เราสนใจ โดยอิงจากภาพที่ได้ (รูปที่ 1)

เบื้องหลัง

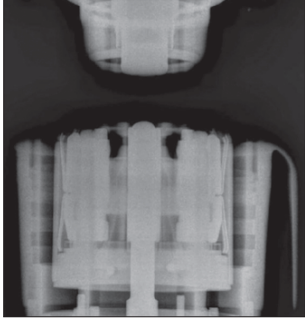
x-ray ถูกค้นพบเมื่อปี ค.ศ. 1895 และนำมาใช้ส่วนใหญ่ในวงการแพทย์ จนกระทั่งปี ค.ศ. 1913 มนุษย์ได้พัฒนาเป็น Gamma Ray ในปี ค.ศ.1946 ซึ่งทำให้การใช้งานได้ขยายเข้าไปในวงการอุตสาหกรรมด้วย เช่นวงการแพทย์ อากาศยาน ยิโรเคมี และโรงงานผลิตไฟฟ้า

ปัจจุบัน

ขบวนการเก็บภาพแบบเงา ได้เปลี่ยนแปลงไปบ้าง ตั้งแต่ปี ค.ศ.1900 การพัฒนาโดยการผลิต Film คุณภาพสูงและลดขั้นตอนการทำงานที่ทั้งงาน อุปกรณ์ เล็กกลาง มาขึ้น และสามารถนำภาพไปสะดวกขึ้น ปัจจุบันมีการใช้ Flimless Technology สำหรับ Radiography ซักดอมคือ Capture ภาพ → ประัเป็น Image Digital → สามารถเก็บได้เป็นเวลานาน

แนวโน้มทางอุตสาหกรรม

เพื่อเป็นการลดค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา เพิ่มความเชื่อมั่นอุปกรณ์ และลดเวลาการจับไฟ ประเด็นตรง



รูปที่ 1

สอนให้รวดเร็ว ซึ่งหมายถึงค่าใช้จ่ายที่ต่ำเป็น และ ยึดเวลาการ Maintenance ได้ด้วย ตัวอย่างการใช้ Radiography รูปที่ 2, 3, 4, 5

กรณี Power Generation

- การดับไฟแต่ละครั้งจะเกิดค่าใช้จ่ายมาก และมี เสื่อความปลอดภัยด้วย
- สามารถตรวจสอบ วาล์ว กำแพงคอนกรีต (ต่างแห่ง ลวดในปูน หรืออื่นๆ)
- ตรวจสอบ ท่อ ขนาดกัมแพง โดยที่ไม่ต้องรื้อถอน ที่หุ้มออก (กรณีฉนวนหุ้ม)
- ตรวจสอบ กรณีเกิดการกัดกร่อนขึ้นเริ่มต้น
- ตรวจสอบระบบระบายความร้อน (Heat Exchangers) ว่ามีขึ้นหรือเกิดกะรัขึ้น

อนาคต

- เพิ่มช่องทางการใช้งานเป็นแบบ Real-Time Radiography (RTR) ภาพจะเป็นแบบ Electronically แทนที่จะเป็นแบบ Film
- Computed Tomography คือเทคนิคการ วิเคราะห์โดยไม่ทำลาย แบบ 2D หรือ 3D
- เห็นความสามารถการวิเคราะห์ทาง Electronic (คือเข้าใจภาพแบบแผนที่ได้) และรุ่นที่เป็นสี่

หมายเหตุ

การทำ Circuit Breaker Radiography ความเป็นไปได้สูงที่จะไปตรวจสอบควบคู่กัน แล้วทำให้ CB open? การทำ Circuit Breaker Tadiography ก็ใช้ตรงซัด

ทำไม่ต้องเลือก Radiography

- 1) การดับไฟเพื่อการตรวจสอบ ลดลงจากวันเป็นแค่ไม่กี่ชั่วโมงเท่านั้น
- 2) ไม่ต้องทำ Process Gas Handling
- 3) ประหยัดค่าใช้จ่าย
- 4) ไม่ต้องมีการเปิด Circuit Breaker โดยไม่จำเป็น
- 5) ไม่ต้องการรื้อถอนอุปกรณ์ เพื่อตรวจสอบความผิดปกติ

ตัวอย่างเวลาที่ขึ้นอยู่กับวิธี

	Radiography	Internal Inspection
169PM and Lower	< 2 hours*	2 days
245PM	3 hours	3 days
362PM	3 hours	4 days
550PM	6 hours	5 days

*Breaker ตัวแรกจะใช้เวลาเดิม 2 ชั่วโมง จากนั้นตัวต่อไปจะใช้เวลาเพียง 45 นาที

การเสนอ radiography

- ตรวจสอบโดย Radiography ในช่วงเวลา 10 ปี ซ่อมบำรุง เพื่อเสริมความมั่นใจสภการบำรุงรักษาเสร็จ ซึ่งจะเน้นไปที่ Acing Contacts, Contact Fingers และ Teflon Nozzle.
- หลีกเลี่ยงการรื้อถอด ส่วนที่ไม่จำเป็นปัญหา โดยใช้ การ radiography แทน
- ใช้ติดับ Breakers ที่เป็น Live หรือ Dead Tank

การประกอบ Contact & Teflon Nozzle ขณะที่ CB เปิด และมีความแม่นยำในการวัดสภาวะ Teflon Opening สิ่งที่เป็นกังวลว่าการขยายรื้อออกไป จะไปรบกวนระบบควบคุมจนทำให้ CB Trip ไม่ทำงานไปได้

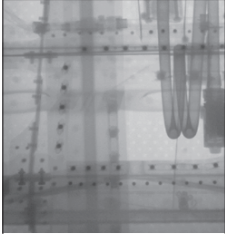
คุณภาพของภาพถ่ายจะด้อยลงไหม ถ้าถ่ายกันด้วย ส่วนที่เป็นเหล็ก ไม่ เหล็ก แก๊ส หรือ ส่วนอื่นๆใน CB ที่ถูกถ่ายภาพ ที่ได้จะสมบูรณ์ไม่มีปัญหา

การทำ radiography กับ CB ที่มีในเกลางเป็นเหล็ก จะมีปัญหา เพียงแค่ใช้เลาขณะ Exposure x-ray นานขึ้น และถ่ายภาพหลายพื้นที่

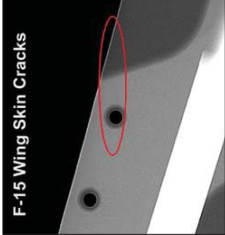
อะไรที่มีผลกับคุณภาพของภาพทำ radiography สิ่งที่มีผลต่อคุณภาพของภาพคือ ระยะระหว่างแผ่น film รับแสง และอุปกรณ์ที่จะวัด กับแหล่ง x-ray ซึ่งระยะทั้งสองมีผลต่อกัน ต้องจัดให้เหมาะสมกับการวัดจริงๆไป

ทิศทางในอนาคตของ radiography

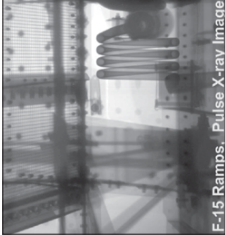
การพัฒนาการเก็บภาพเป็นแบบ Digital Image ซึ่งจะ ทำให้การส่งและเก็บภาพ รวดเร็ว สะดวกและมีประสิทธิภาพมากขึ้น และยังสามารพัฒนาต่อไปเป็น ภาพ 3D หรือเน้นเป็นส่วนๆ เพราะจะเจาะจงในจุด เช่นเดียวกับการวิเคราะห์ ก็ต้องการผู้เชี่ยวชาญ และเน้นเป็นสิ่งที่ ABB เสนอให้กับลูกค้า



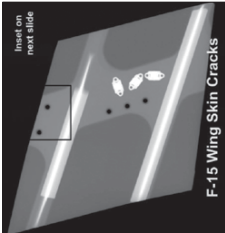
รูปที่ 2



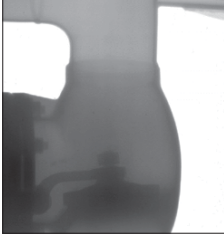
รูปที่ 3



รูปที่ 4



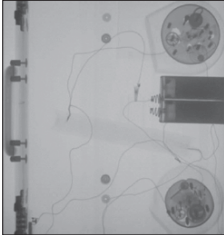
รูปที่ 5



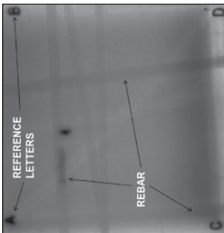
รูปที่ 6 เสื่อวาล์วคอนกรีต ขนาดท่อ 6"



รูปที่ 7 เสื่อวาล์ว บิดไม่สนิท ต้องการซ่อมบำรุง



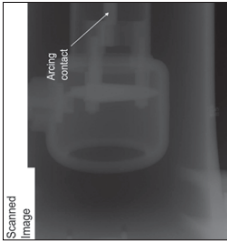
รูปที่ 8 ตรวจสอบระบบ โยไม่ต่อง เปิดวาล์วและต้องถอดระบบ



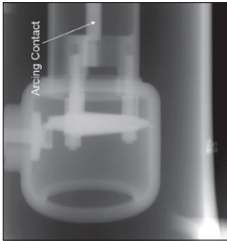
รูปที่ 9 กำแพงคอนกรีต แสดงตำแหน่ง เส้นเหล็กเสริม



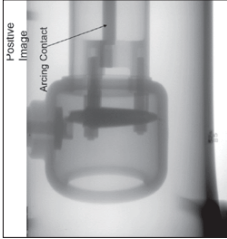
รูปที่ 10



รูปที่ 11



รูปที่ 12



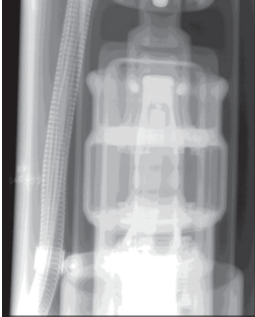
รูปที่ 13

การเปรียบเทียบข้อได้เปรียบและเสียเปรียบ

ข้อได้เปรียบ	ข้อเสียเปรียบ
ไม่ต้อง Process Gas handling ประหยัดค่าใช้จ่าย และลดเวลา	ไม่สามารถเห็นภาพการเคลื่อนที่ที่หน้าสัมผัสว่ายังมีสภาพสมบูรณ์ หรือเสื่อมสภาพหรือไม่
สามารถตรวจสอบด้วย aluminum หรือ Steel เพื่อดูร่องรอยส่วนที่ Defect ได้	ไม่สามารถตรวจสอบว่า Torque ถูกต้องไหม
ตรวจสอบ การแตกตัว และคอต่อได้	ไม่สามารถเห็นสภาพยาง O-Rings
ตรวจสอบ ส่วนประกอบบางส่วนที่ขัดหายได้ เห็นเงาส่วนที่แตกออกมาได้	ไม่สามารถแสดง Motion ของ Contact ได้

ตัวอย่างงบงบการ Radiography รูปที่ 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17

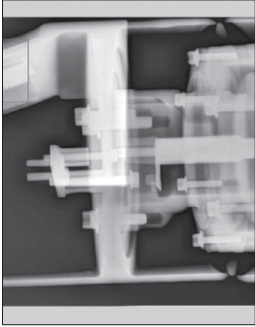
CONTACTS



รูปที่ 15



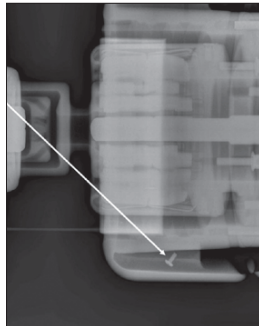
รูปที่ 16



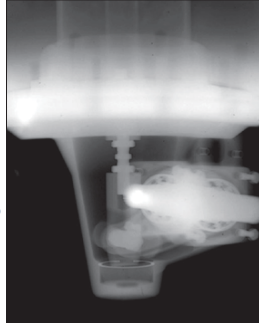
รูปที่ 17

ตัวอย่างจริง

- NUCOR STEEL รูปที่ 18, 19
 - ต้องการตรวจสอบสภาพภายใน Breaker จำนวน 42 ตัว ภายใน 7 วัน
 - พบว่า breaker ตัวที่ Take Furnace Load จำนวน 40 ครั้ง การ Operations ที่ 300 A nozzles ได้เปลี่ยนรูปทรงไป
 - Breaker ตัวดังกล่าวหลังจากนั้น 1 เดือน ถูกวางแผนเปลี่ยน Interrupters ตัวใหม่

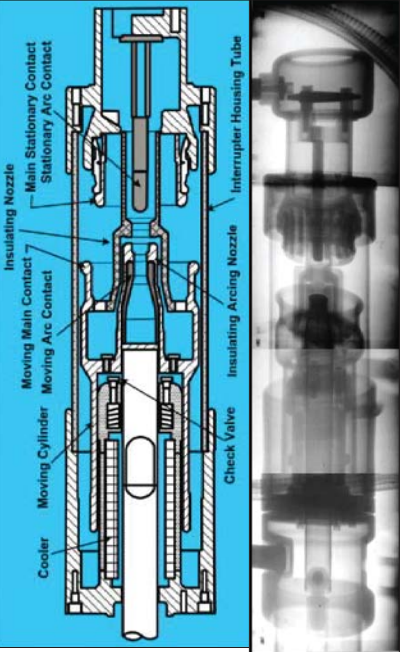


รูปที่ 18



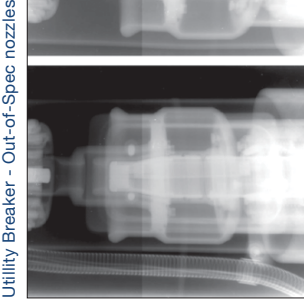
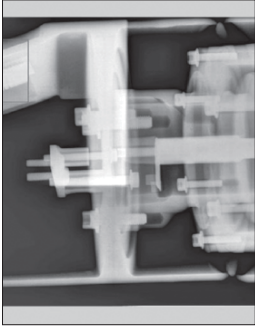
รูปที่ 19

38/72 PM INTERRUPTER



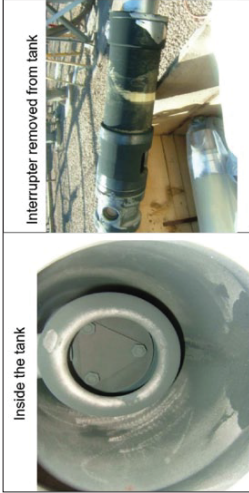
รูปที่ 14

Close Breaker (test Interrupter)



รูปที่ 20

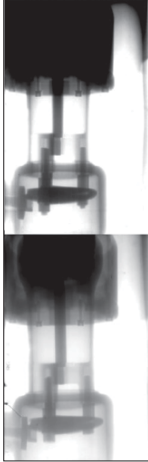
Utility Breaker - Out-of-Spec nozzles



รูปที่ 22

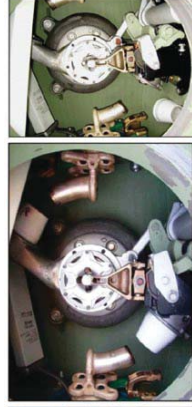
NASA Cast Study - the visual results

An area of concern Correct bolt installation



รูปที่ 23

Idaho Power Westinghouse 362 SFA



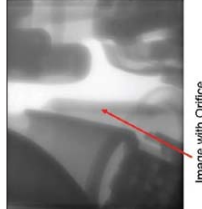
รูปที่ 24

Idaho Power SFA Inspection

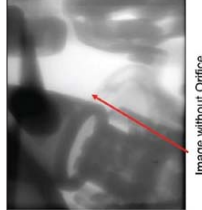


รูปที่ 25

LIVE TANKS - SFA Nozzle problems



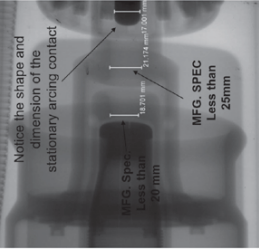
รูปที่ 26



รูปที่ 27

Utility Breaker - Out-of-Spec nozzles

Pole 1 (The "good" one)



รูปที่ 21

Utility Breaker - Out-of-Spec nozzles

- รูปที่ 20, 21, 22
- Utility Breaker - Out-of-Spec Nozzles รูปที่ 20, 21, 22
- NASA Case Study รูปที่ 23
- ต้องการตรวจสอบสภาพภายใน Breaker จำนวน 26 ตัว
 - บริเวณโดยรอบใกล้แหล่งชุมชน และดีที่ทำงานผลที่ได้รับ
 - Breaker เพียง 1 ตัว เท่านั้นที่ต้องการแก้ไขปัญหาทาง hardware
 - Breaker 7 ตัว ต้องการ Gas Treatment เท่านั้น
 - Breaker 19 ตัว ถูกเปลี่ยน
 - ประหยัดเวลาไป 38 วัน
- Idaho Power Westinghouse 362 SFA 40-20 รูปที่ 24, 25, 26, 27, 28
- Breaker 7 ตัว ถูกตรวจสอบด้วย Radiography ภายใน 5 วัน ในขณะที่โดยปกติต้องใช้ 7 สัปดาห์
 - จำนวน Staff ที่ใช้ลดลง
 - ขณะตรวจสอบอยู่ ไม่การมีอุปกรณ์ ถ้าระบบต้องการก็สามารถ On Breaker กลับได้ภายใน 30 นาที ขณะที่โดยปกติต้องใช้หลายวัน

-LIVE TANKS - SFA Nozzle problems

After market nozzle shrunk and fell Out of the hold down ring





กำลังไฟฟ้าเคลื่อนที่

สวิตช์เกียร์แบบผนวกรวมที่เป็นแบบโมดูลและประกอบสำเร็จรูป

ด้วยฟังก์ชันการทำงานที่มากขึ้นสำหรับสถานีไฟฟ้าย่อยไฟฟ้าแรงสูง

ดูวิดีโอ: worawut.sae-kok@th.abb.com

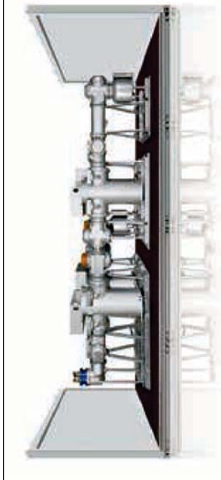
การเปิดตลาดเสรีไฟฟ้านี้ทำให้หน่วยงานทางไฟฟ้าต้องมีความคล่องแคล่วในเรื่องเกี่ยวกับข้อผูกพันเพื่อที่จะความน่าเชื่อถือได้ของการจ่ายไฟฟ้า ในเวลาเดียวกัน ยังต้องเผชิญกับความท้าทายในการต่อเข้ากับกริดอย่างรวดเร็วของพลังงานหมุนเวียนโดยที่มิให้เกิดผลกระทบทางลบต่อคุณภาพไฟฟ้าโดยรวม สิ่งที่จะช่วยให้หน่วยงานทางไฟฟ้าตอบสนองกับความท้าทายสองอย่างก็คือ สิ่งที่เคยมีได้จากการสร้างขึ้นพื้นฐานของความสามารถในการนำเทคโนโลยีเป็นเวลาหลายทศวรรษทางด้านสถานีไฟฟ้าย่อยแรงสูงด้วยความก้าวหน้าในเรือขนาดที่เล็ก ความพร้อมใช้งานและการทำรูปแบบอัตโนมัติเพื่อที่จะขยายการประกอบสำเร็จ และการนำเสนอฟังก์ชันการทำงานแบบรวมในสวิตช์เกียร์ที่สามารถใช้งานได้อย่างรวดเร็ว สวิตช์เกียร์รวมก๊าซแบบผนวกรวม (Integrated GIS) และ Plug and Switch System (PASS) ของเอบี เป็นแนวคิดสองแบบที่นำพาเทคโนโลยีสวิตช์เกียร์แบบทั่วไปไปสู่ฉบับใหม่ของการประกอบสำเร็จรูป การเคลื่อนที่และการผนวกรวมฟังก์ชันการทำงานแนวคิดทั้งสองแบบได้ถูกออกแบบมาเพื่อตอบสนองความต้องการที่เพิ่มขึ้นของพลังงานหมุนเวียน การติดตั้งอย่างรวดเร็วและการเพิ่มประสิทธิภาพของยานยนต์เร็วหลังจากเกิดภัยพิบัติทางธรรมชาติ

บทนำ
GIS แบบผนวกรวมจะถูกกำหนดโดยการผนวกฟังก์ชันการทำงานและการรวมเข้าด้วยกันกับกล่องหุ่นหรือโครงภายนอก ที่ทำให้สามารถติดตั้งอุปกรณ์ช่วยเสริมหลายชนิดและกำหนดค่าโปรแกรม ด้วยทางเลือกในการเชื่อมต่อที่มีความยืดหยุ่น ซึ่งรวมถึงการเชื่อมต่อด้วยสายเคเบิล บัดด์หรือบูตสำหรับสายพาดในอากาศ

สวิตช์เกียร์ PASS มีลักษณะเป็นโมดูลซึ่งช่วยให้สามารถประกอบส่วนประกอบหลายส่วนรวมกันได้ ส่วนประกอบเหล่านี้รวมถึงเซอร์กิตเบรกเกอร์ สวิตช์ตัดตอน-ลัดชัตตอลแบบรวมกัน บุชชิง SF₆/อากาศแบบติดตั้งภายนอก หม้อแปลงวัดกระแสแบบ Slip-over และกับดักเล็กรัง ใต้ของ PASS ทั้งหมดถูกจัดลงในรูปแบบประกอบสำหรับโรงไฟฟ้าและทดสอบภายในโรงงาน

อุปกรณ์ทั้งสองเป็นหัวใจหลักของสวิตช์เกียร์แบบผนวกรวม ที่เป็นแบบโมดูลและประกอบสำเร็จรูปด้วยฟังก์ชันการทำงานที่มากขึ้นสำหรับสถานีไฟฟ้าย่อยไฟฟ้าแรงสูง

การประยุกต์ใช้งานของ GIS แบบผนวกรวม
การประกอบสำเร็จรูปและการผนวกรวมฟังก์ชันการทำงานของสวิตช์เกียร์เป็นแนวความคิดที่มีการยอมรับมากขึ้น และเข้าไปถึงระดับที่สูงขึ้นมากของการสร้างมาตรฐานที่ระดับแรงดันไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้าระดับปานกลาง อุปกรณ์ในส่วนนี้ได้รับถึง ตัวอย่างเช่น “Electrical House” และ “Compact Secondary substation (CSS)” ของเอบี ซึ่งมีความน่าสนใจให้กับผู้ใช้ทั่วโลกเป็นระยะเวลานานตั้งแต่แล้ว แนวความคิดนี้ขณะนี้ก็สามารถใช้งานได้ในระดับแรงดันไฟฟ้าสูงถึง 420KV ซึ่งเป็นกำลังขึ้น



รูปที่ 1 GIS แบบผนวกรวม

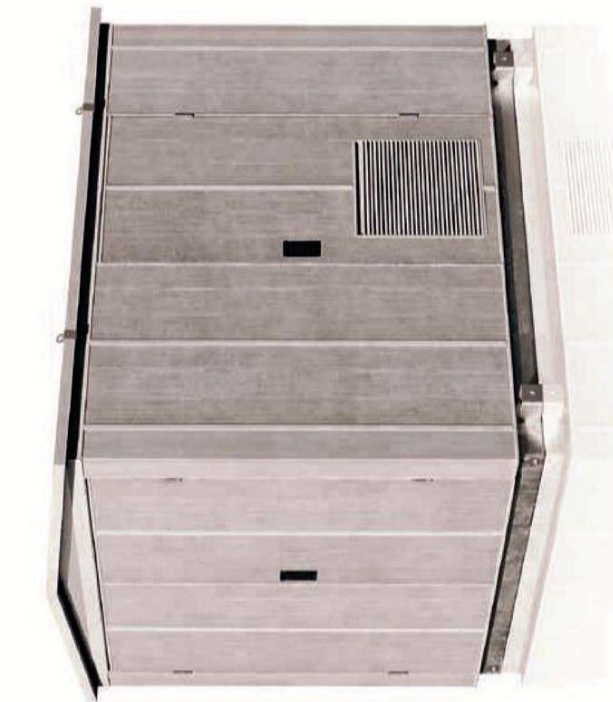
อุปกรณ์ GIS	ระดับแรงดัน (kV)	กระแสตัดวงจร (kA)
ELK-04	72.5-145 170*	40 50* 63
ELK-14	170 – 300	63
ELK-3	420	63

* ระดับแรงดัน 170kV จะมีกระแสตัดวงจรที่ 50kA

รูปที่ 2 GIS แบบผนวกรวม – คำกำหนดที่มีอยู่



รูปที่ 3 GIS ในเมือง Anchorage, Alaska



Power House

สร้างด้วยเหล็ก > sarawut-hemathingthabb.com

สถานีไฟฟ้าย่อย (Compact Secondary Substation, CSS) ภายในประกอบไปด้วยอุปกรณ์ที่มีความอ่อนนุ่ม มีประสิทธิภาพ การทำงานสามารถยืดหยุ่นแบบเรียลไทม์ ช่วยให้ระบบส่งจ่ายไฟฟ้าเป็นไปตามความต้องการของลูกค้า อีกทั้งยังสามารถยืดอายุการใช้งานของอุปกรณ์ที่ดีตั้งอยู่ภายใน มีค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาอุปกรณ์ต่ำ การเลือกใช้วัสดุในการทำ CSS นั้นเป็นตัวเลือกที่มีความสำคัญที่จะช่วยยืดอายุการใช้งานของอุปกรณ์ไฟฟ้า CSS ที่มีโครงสร้างจากเหล็ก หรือคอนกรีต มีข้อจำกัดมากมาย เช่น ข้อจำกัดเรื่องพื้นที่ ระยะเวลาก่อสร้าง ความยืดหยุ่นของการติดตั้ง ความทนทานต่อสภาพแวดล้อม ภายในใช้เทคโนโลยีปัจจุบัน เอปียิล็อกโกรีต Glass Reinforced Polyester, GRP ในการทำ CSS ทำให้สามารถจับปัญหาที่กล่าวมาทั้งหมด

การสร้าง CSS มักเกิดขึ้นเนื่องจากมีการขยายเมืองออกไป และใช้สถานที่ติดตั้ง CSS ที่อยู่ห่างไกลจากโรงงาน

CSS ที่สร้างด้วยเหล็ก

ในขณะเดียวกันที่มีการใช้ระบบสายส่งใต้ดิน การขยายตัวของเมืองออกไปยังพื้นที่ชนบทที่อยู่ห่างไกลก็เพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ ความท้าทายในการสร้าง CSS ที่เกี่ยวกับการสร้างด้วยคอนกรีตจึงเกิดขึ้น มีการนำเอาเหล็กมาสร้างเป็น Enclosure ทำให้มีต้นทุนถูกกว่า อีกทั้งยังมีน้ำหนักเบากว่า CSS ที่สร้างด้วยคอนกรีต ค่าขนส่งที่ใช้จึงต่ำกว่า ถึงแม้การติดตั้งมีความยุ่งยากน้อย แต่ในด้านการใช้งาน สถานีไฟฟ้าย่อยที่สร้างจากเหล็กนั้นสามารถใช้งานได้เหมือนกับ CSS ที่สร้างด้วยคอนกรีต ซึ่ง CSS ที่สร้างด้วยเหล็กนั้นมีน้ำหนักเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 12 ตัน ทำให้ง่ายต่อการขนส่งและลดค่าใช้จ่ายในการทำฐานราก

อย่างไรก็ตามถึงแม้ว่าโครงสร้างที่ทำมาจากเหล็กจะมีน้ำหนักเบากว่าคอนกรีต แต่ในเรื่องความแข็งแรงนั้นถือว่าคอนกรีต และมีความไวต่อสภาพอากาศภายนอก สภาพอากาศที่มีแดดจัดทำให้อุณหภูมิของเหล็กสูงขึ้น ส่งผลให้อุณหภูมิภายในสถานีไฟฟ้าสูงขึ้น



รูปที่ 1 โครงสร้างคอนกรีตแตกหักเนื่องมาจากการขนส่ง

รูปที่ 2 โครงสร้างเหล็กเกิดการเสื่อมสภาพขึ้นสนิม

มีผลทำให้หม้อแปลงที่ติดตั้งอยู่ภายในมีประสิทธิภาพลดลง

เอปียิล็อกโกรีตมีความต้องการของลูกค้านี้ต้องการสร้าง CSS ที่รวมเอาข้อดีของคอนกรีตและเหล็กเข้าด้วยกัน โดยความแข็งแรง สามารถป้องกันความชื้นและความเย็นแบบสุดขีดที่เกิดจากสภาพอากาศภายนอก มีน้ำหนักเบา สะดวกในการขนส่งไปยังพื้นที่ชนบทที่อยู่ห่างไกล จึงได้มีการคิดค้นและพัฒนาสร้าง CSS ที่มีความแข็งแรงเหมือนคอนกรีต และน้ำหนักเบากว่าเหล็ก สามารถนำติดตั้งในพื้นที่ที่ติดตั้งห้ทะเลหรือในทะเลทรายได้

ผลิตภัณฑ์นี้มีชื่อเรียกว่า Unipack-G สร้างขึ้นจาก Glass Reinforced Polyester, GRP ซึ่งเป็นวัสดุที่เราพบได้ทั่วไป เช่น ใบพัดกังหันลม เื่อ เฟอร์นิเจอร์ เป็นต้น

Unipack-G

GRP เป็นวัสดุที่ทนต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิความชื้นและความเค็มจากเกลือ Unipack-G ที่ทำจาก GRP มีน้ำหนักเบากว่าเหล็กและคอนกรีตมาก ค่าขนส่งและติดตั้งในพื้นที่ชนบทที่อยู่ห่างไกลใช้งบประมาณต่อสภาพอากาศมากกว่าเหล็กและคอนกรีต ไม่เกิดปัญหาเรื่องการขนส่งหรือคอนกรีตซึ่งมีโอกาสเกิดการแตกร้าว (รูปที่ 1)

Unipack-G ผ่านการทดสอบมาตรฐานสูงสุดของ IEC และ GB รวมไปถึงการทดสอบ Internal Arc Test ทำให้มั่นใจได้ว่าผู้ใช้จะได้รับความปลอดภัย

สถานที่ติดตั้ง

Unipack-G สามารถทนสภาพแวดล้อมได้เช่นเดียวกับ CSS ที่สร้างด้วยคอนกรีต มีน้ำหนักเพียงหนึ่งในสามของ CSS ที่สร้างด้วยคอนกรีต ใช้ระยะเวลาในการติดตั้งน้อยกว่าใช้เหล็กในการติดตั้งน้อย จึงเหมาะเป็นอย่างยิ่งที่จะนำไปใช้กับสถานีไฟฟ้าที่อยู่ในชนบทห่างไกลและสภาพอากาศที่เลวร้าย การขนส่ง Unipack-G ไปยังสถานที่ต่างๆทำได้ง่ายกว่าคอนกรีต และน้ำหนักเบาของ Unipack-G ไม่ได้อายุการใช้งานที่ยาวนาน ซึ่งเอปียิล็อกโกรีตสามารถทนต่อสภาพอากาศได้เป็นอย่างดี

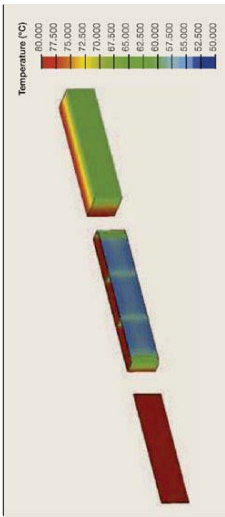
โดยปกติสถานีไฟฟ้าที่อยู่ในชนบทควรมีการซ่อมบำรุงต่ำ เนื่องจากมีความยากลำบากในการเข้าถึง จึงมีการติดตั้งระบบควบคุมดูแลด้วยการใช้ทางระยะไกล ทำให้ไม่จำเป็นต้องเข้าไปตรวจสอบสถานีไฟฟ้าบ่อยๆ Unipack-G สามารถทนต่อฝนได้ดีกว่า CSS ทั่วไป ทนต่อการกัดกร่อนของสนิม ไม่จำเป็นต้องทาสีใหม่ คุณสมบัติของ GRP อีกทั้งยังไม่มีการหดตัวของอุณหภูมิสูงๆ สามารถติดตั้งเสาเรียงกันได้อย่างง่ายดายใน CSS ได้ ซึ่งคุณสมบัติเหล่านี้ช่วยให้สามารถลดค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงลงได้

อุปกรณ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์มักจะมีค่าไวต่อความชื้นและอุณหภูมิ ด้วยเหตุนี้ CSS ที่มี Enclosure เป็นเหล็กจะต้องมีการติดตั้งระบบเพิ่ม ทำให้อายุการใช้งานติดตั้ง ส่วน CSS ที่สร้างด้วยคอนกรีตไม่จำเป็นต้องมีการติดตั้งระบบเพิ่มเพราะวัสดุอยู่ในสภาพอากาศร้อน แต่ต้องมีการติดตั้งเพื่อหลีกเลี่ยงการติดตั้งอยู่ในสภาพอากาศหนาวและหากไม่มีการจ่ายไฟ

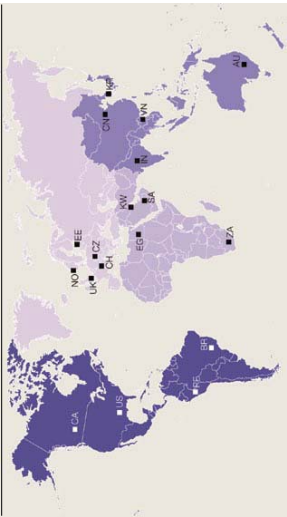
Unipack-G ออกแบบให้เป็น Double layer เพื่อให้ไม่ไวต่ออุณหภูมิภายนอกจะสามารถส่งผลกระทบต่ออุปกรณ์ภายในรูปที่ 3 แสดงให้เห็นคุณสมบัติความเป็นฉนวนของ Unipack-G ด้านซ้ายคือ Enclosure ที่ทำจากเหล็กมีความร้อนจากแสงแดด อุณหภูมิภายในจะเพิ่มขึ้นมาก ทำให้ส่งผลต่อการทำงานของอุปกรณ์ภายใน CSS รูปทางคือ Unipack-G ที่ใช้การออกแบบ Double layer สิ่งคือ ความร้อนที่อยู่ด้านนอกที่เกิดจากแสงแดด ส่วนด้านในคือความเย็นภายในห้องที่เกิดจากการออกแบบ Double layer รูปด้านขวาคือ Enclosure ที่ทำจากคอนกรีต ซึ่งมีความทนทานมากแต่จะติดกับอุณหภูมิภายในยังไม่เย็นเท่า Unipack-G อุณหภูมิที่คงที่ภายใน Unipack-G ช่วยให้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่อยู่ภายในสามารถทำงานเต็มประสิทธิภาพสูงสุด

Unipack-G เป็นอุปกรณ์ที่เข้ามาเติมเต็มผลิตภัณฑ์ในกลุ่มสารกึ่งตัวนำที่ได้มาตรฐานสูง โดยสามารถออกแบบโครงสร้างแบบโมดูลาร์ สามารถนำไปใช้งานอื่นๆได้อย่างหลากหลาย เช่น อุปกรณ์พลังงาน, E-house, อินเวอร์เตอร์ในโซลาร์ฟาร์ม ซึ่งต้องการความสะอาดในงานขนส่ง ติดตั้งง่าย

ด้วยคุณสมบัติของ GRP ที่สามารถนำมาใช้ในงานระบบส่งจ่ายไฟ เอปียิล็อกโกรีตผลิต Unipack-G ซึ่งฐานการผลิตอยู่ทั่วโลก ผลงานของ Unipack-G สามารถตอบโจทย์ได้เป็นอย่างดีของของลูกค้า เนื่องจากเป็นกรรมรวมรวมเอาข้อดีของเหล็กและคอนกรีตมาไว้ในระบบสมมาตรกัน



รูปที่ 3 Unipack-G (รูปกลาง) ป้องกันความร้อนได้ดีกว่าเหล็ก (รูปซ้าย) และคอนกรีต (รูปขวา)



รูปที่ 4 แผนที่แสดงโรงงานผลิต CSS ของเอปียิล็อกโกรีตในตะงภูมิภาค



Power Transformers

บริษัท พี เอส ซี ไทย - pantip.prasongthai@th.abb.com

การออกแบบให้รับกับเสียงจากแกนขดลวดที่น้อยและแรงลดลวิธีต่างๆ ดังนี้

- ลดความหนาแน่นของเส้นแรงแม่เหล็กที่แกนตลวดจากปกติ = 1.7 – 1.85 เหล่า เหลือ = 1.2 เหล่า โดยให้ขนาดของแกนได้หรือจำนวนรอบขดลวดมากขึ้น อย่างไรก็ตาม หลังจากลดความหนาแน่นของเส้นแรงแม่เหล็กได้ = 1.2 เหล่า ถึงแม้ด้อยไประดับเสียง ก็ลดลงไม่มาก การลดความหนาแน่นเส้นแรงแม่เหล็กวิธีนี้ ขนาด รูปร่างหรือลักษณะทางเรขาคณิตจะดีขึ้นการสูญเสียพลังงานจากกระแสเหนี่ยวนำที่แกน และค่าได้จากการผลิตสูงขึ้น ส่วนการสูญเสียพลังงาน ไม่มีการลดลง
- พยายามไม่ให้นานแกนขดลวดและระยะความสูงของชิ้นส่วนประกอบแกนขดลวดทำให้ความถี่ตามธรรมชาติของแกนขดลวดปะทะกับความถี่ของสนามแม่เหล็ก
- ออกแบบโครงสร้างของแกนขดลวดให้น้ำหนักแกนขดลวดมากขึ้น แข็งแรงขึ้น
- ติดตั้งแผ่นดูดอัมพาตระหว่างชิ้นส่วนทำงานของหม้อแปลงกับกันดั้มมัน

แสงและเสียงของขดลวดเนื่องมาจากแรงทางกลกระทำที่ตัวนำขดลวดเป็นอีกสาเหตุหนึ่งของเสียงจากหม้อแปลง

(ต่อที่ 24)

เนื้อหะระหว่างแรงดันกับความไวของอนุภาคของสาดัวกลาง ซึ่งคลื่นเสียงเคลื่อนที่ผ่านและเป็นปริมาณที่หาหะซึ่งแสงเงาซึ่งขนาดและทิศทางของพลังงานเสียง ณ จุดที่กำหนด

อย่างไรก็ดี การอ้างอิงหลักการฟิสิกส์ซึ่งเป็นรากฐานการหาค่ากำลังเสียงที่แหล่งกำเนิดเสียงโดยการวัดความเข้มของเสียงในรายละเอียดไม่อยู่ในขอบเขตของเนื้อหาข้อนี้ โดยขอเพียงสรุปย่อ ๆ ว่า บริษัทได้ใช้ไมโครโฟน 2 ตัวติดตั้งกัน ส่วนวิธีการวัดและค่าผลลัพธ์เป็นไปตามใบมาตรฐาน IEC 60076-10

ใบที่จะบายความรื้อที่หม้อแปลงให้กระแสดลที่รุนแรง ทำให้ระดับเสียงซึ่งมีความถี่หลายค่าเปลี่ยนแปลง ดังนั้น ระดับเสียงจะขึ้นอยู่กับความเร็วของใบที่จะบายอากาศค่อนข้างมาก

วิธีลดระดับเสียงจากหม้อแปลงไม่ใหรับรบกวนสภาพแวดล้อม คือ ติดตั้งผนังป้องกันเสียงรอบหม้อแปลงหรือติดตั้งหม้อแปลงให้อยู่ภายในอาคารโดยเฉพาะ

ภายในอาคารขนาดใหญ่ เสียงของหม้อแปลงแผ่กระจายผ่านชิ้นส่วนโครงสร้างของอาคาร อาทิ พื้น

ผนัง ฯลฯ การหะหรือติดตั้งรั้วป้องกันเสียงที่ชิ้นส่วนอาคารดังกล่าวจะช่วยลดการรบกวนได้

มาตรฐาน IEC ที่เกี่ยวกับหม้อแปลงไม่กำหนดห้ามเกี่ยวกับเสียงของหม้อแปลงเพียงกำหนดวิธีหาค่าต่างๆ เกี่ยวกับเสียง ข้อห้ามระดับเสียงของหม้อแปลงจะต้องไม่เกินเท่าใดขึ้นอยู่กับข้อตกลงระหว่างผู้ซื้อ-ผู้ขายเป็นกรณีๆ ไป

สำหรับหม้อแปลงจ่ายกระแสขนาดเล็ก ค่ามาตรฐานเสียงได้มีการกำหนดขึ้นโดยมาตรฐานหม้อแปลง CENELEC HD 428.1 S1:1992

12. วิธีต่อหม้อแปลง 3 เฟส

ปกติทั่วไป การต่อหม้อแปลง 3 เฟส มี 3 วิธี ดังนี้

- ต่อ Y-connection หรือเรียกอีกอย่างว่า Star connection โดยนำขั้วแต่ละเฟสมาต่อรวมกันเป็นจุดเดียว เรียกว่าจุดศูนย์ (neutral point หรือ star point) – ดูรูป 12-1 ขั้วสุด
- ต่อ D-connection หรือ Delta connection เป็นการนำเอา 3 เฟสของหม้อแปลงมาต่อรวมกันเป็นรูปสามเหลี่ยม – ดูรูป 12-1 กลาง
- ต่อ Z-connection เป็นการต่อ Star connection แบบหนึ่งขั้วติดกันเล็ก – ดูรูป 12-1 ขวาสุด



รูป 12-1

การต่อเฟสขดลวดปฐมภูมิ พหุคูณ หรือ ดติคูณที่มีหม้อแปลง ตามหลักการแต่ละสามารถต่อแบบปิดก็ได้ ดังนั้นที่หม้อแปลงแต่ละเครื่องอาจมีการต่อเฟสแบบต่างๆ หากหลาย ชื่ออาจขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ อาทิ ชนิดของแกนตัวนำ ฯลฯ

เนื่องจากวิธีการต่อเฟสมีแบบต่างๆ หากหลายการต่อ Y-connection จะใช้กับแรงดันไฟฟ้าสูง และสำหรับคู่นี้จะกล่าวถึงแบบที่มีใช้บ่อยๆ เท่านั้น การต่อ Y-connection จะใช้กับจุดสะเหิงซึ่งจะต้องมีขนาดของเฟส (busbar) ป้องกันอันตรายจากกระแสไฟฟ้าสูงเกินที่ควรสำหรับพื้นที่ที่ต้องลดน้อยตรง ถ้าหากต้องการ ค่าความต้านทานอนุกรมที่จุดสะเหิงสามารถต่ำกว่าค่าความต้านทานอนุกรมขดลวดเฟสได้ ช่วยประหยัดค่าใช้จ่าย

ข้อดีข้อประการของ Y-connection คือ สามารถติดตั้งขั้วขดลวดแรงดันไฟฟ้า (tapping) ที่จุดสะเหิงและสามารถติดตั้งอุปกรณ์ปรับแรงดันไฟฟ้า (tap changer) ที่จุดสะเหิงได้ โดยอุปกรณ์ปรับแรงดันไฟฟ้าต่อลงบนไฟฟ้าที่กลางเส้น และแรงดันไฟฟ้าระหว่างเฟสจะแตกต่างกันมาก ช่วยให้อุปกรณ์ไม่ต้องใช้กับแรงดันไฟฟ้าที่ต่างกันมาก ช่วยให้อุปกรณ์ไม่ต้องใช้กับแรงดันไฟฟ้าที่ต่างกันสูง จำเป็นต้องใช้อุปกรณ์ปรับแรงดันไฟฟ้าที่ราคาแพง

ถ้าขดลวดหม้อแปลงโดยชุดใหญ่ที่เชื่อมแบบ Y-connection ขดลวดชุดอนุกรมของ Delta โดยเฉพาะอย่างยิ่งหากทำให้จุดสะเหิง Y-connection เป็นจุดรับกระแสไฟฟ้า โดยขดลวดต่อ Delta จะช่วยให้ปริมาณกระแสไฟฟ้าและจำนวนรอบขดลวดต่อเพื่อค่าของ Sequence current = 0 ที่จุดสะเหิงและขดลวดที่ต่อแบบ Y เฟสเฟส ผลคือค่า impedance = 0 และถ้าหากไม่มีการต่อ Delta กระแส Sequence current = 0 จะไปติดขึ้นที่แกนขดลวดซึ่งหักเหกลับแกนขดลวดมี 3 ระยะ แนวของกระแส Sequence current = 0 อยู่ระหว่าง yoke กับ yoke โดยผ่านผนังของหม้อแปลงทำให้ความร้อนสูงเกิดขึ้น ถ้าแกนขดลวดมี 5 ระยะ หรือมีผนังหนา แนวกระแสระหว่าง yoke กับ yoke จะไหลผ่านยังข้างเสียงที่ไม่พันขดลวดและค่าความต้านทาน zero impedance จะสูงมาก ผลคือคือ ถ้าต่อลงดินผิดพลาด ปริมาณกระแสค่ามากจนมีเลืาระบบความปลอดภัยไม่ทำงาน

การต่อขดลวดแบบ Delta ค่าของกระแสระหว่างเฟสขดลวดจะเท่ากับค่า Line current หาทัวร์ $\sqrt{3}$ แต่การต่อขดลวดแบบ Y ค่ากระแสระหว่างเฟสขดลวดจะเท่ากับค่า Line current ทั้งนี้ จำนวนขดลวดที่ต่อ Delta จะต้อง $= \sqrt{3} \times$ จำนวนขดลวดต่อ Y สำหรับค่าแรงดันไฟฟ้าเท่ากัน

วิธีต่อขดลวดแบบ Delta ใช้กับหม้อแปลงกำลังไฟฟ้าขนาดใหญ่ ซึ่งปริมาณกระแสที่สูงแต่แรงดันไฟฟ้าต่ำ ตัวอย่างเช่น ต่อขดลวดเพิ่มแรงดันไฟฟ้าที่หม้อแปลงผลิตกระแสไฟฟ้า ฯลฯ

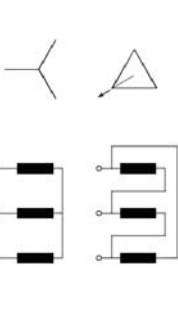
การต่อขดลวดแบบ Delta จะทำให้ Triple harmonic currents ไหลเวียนอยู่ในวงจร Delta กระแสดังกล่าวอยู่ในกระแสเหนี่ยวนำที่แรงแม่เหล็กและถ้ามีช่วยป้องกันไม่ให้กระแสแม่เหล็กผิดปกติขึ้นที่แกนขดลวด ผลก็คือคือเส้นแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำ sine curve ติดปกติจะไม่เกิดขึ้น กระแส Triple harmonic currents ค่าจะเท่ากับทั้ง 3 เฟส ตลอดเวลาและไม่สามารถเปลี่ยนแรงขดลวดที่ต่อแบบ Y ถ้าหากไม่ต้องการสามารถไหลกลับที่จุดสะเหิง

ถ้าภายในกระแสเหนี่ยวนำที่เส้นแรงแม่เหล็กไม่มีกระแส Triple harmonic currents ซึ่งแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำอาจเกิดปฏิกิริยาแรงที่เกิดขึ้นได้ ถ้าหากแกนขดลวดเป็นชนิดมี 5 ระยะ หรือมีผนังหนา (shile-type) แล้วต่อขดลวดแบบ Delta จะมีกระแส Triple harmonic currents อากจะไม่ได้ขึ้น ในบางกรณีที่มีหม้อแปลงขดลวดติดกับหม้อแปลง Delta วัตถุประสาค์หลักไม่เกี่ยวกับกระแส แต่ต้องป้องกันแรงดันไฟฟ้าผิดปกติ ไม่ให้ค่าความต้านทาน zero sequence impedance ค่า เรียกว่าขดลวดช่วยเสย (stabilizing windings)

สำหรับหม้อแปลงจ่ายไฟฟ้า (Distribution transformer) จะต่อ Delta ที่จุดสะเหิงเพื่อรับ-จ่ายกระแสไฟฟ้าระหว่างเฟสกับจุดสะเหิง อย่างไรก็ตาม ถ้ากำลังหม้อแปลงต่ำ ปริมาณกระแสไหลขดลวดอาจน้อย

มาก ซึ่งขนาดของขั้วนำขดลวดจะเล็กตาม ทำให้การทำงานไม่สะดวก วิธีแก้ไขขดลวดที่แรงดันไฟฟ้าสูงควรต่อแบบ Y ส่วนขดลวดชุดขั้วนำขดลวดแบบขั้วเล็ก ทำให้กระแส Zero sequence currents ที่ 2 ขดลวดสาขาในวงจรอนุสรณ์ ส่วนค่า Zero sequence impedance ที่ขดลวดชุดขั้วนำขดลวดขั้วนำขดลวดแบบขั้วเล็กกว่าให้ระหว่างขดลวดสาขา 2 ตัว และค่าจะต่ำมาก

ระหว่างขดลวด 2 ชุด ถ้าต่อแบบต่างๆ แรงดันไฟฟ้าแม่เหล็ก (voltage displacement) อาจต้องใช้ค่าต่างๆ ด้วย ถ้าต่อแบบแรงดันไฟฟ้าที่เท่ากันทั้ง 2 ขั้วจะต้องเท่ากัน การกระแสขดลวดที่พันเท่าแต่ที่แตกต่างระหว่างแรงดันไฟฟ้าปฐมภูมิกับทุติภูมิ ปกติจะแบบหนาปิดนาฬิกาและอาจสามารถใช้กับแรงดันไฟฟ้าปฐมภูมิกับทุติภูมิได้ไม่ยากกรณี วิธีเชื่อมต่อให้ขดลวดไฟฟ้าปฐมภูมิอยู่ตำแหน่ง 12 น. ส่วนแรงดันไฟฟ้าอื่นซึ่งตำแหน่งอื่น



รูป 12-2

วิธีต่อผสมผสานแบบที่นิยมใช้กัน คือ แบบที่เรียกว่า Yd11 หมายถึง หม้อแปลงไฟฟ้าที่แทนที่ $= 30^\circ$ ดังแสดงในรูป 12-2

13. วิธีที่ใช้สร้างหม้อแปลง

13.1 แบบขดลวด วิธีที่ใช้ทำแกนขดลวด คือ แผ่นเหล็กกล้าบางซึ่งผลิตสำหรับใช้ทำแกนขดลวดหม้อแปลงโดยเฉพาะ

เหล็กที่ใช้มีส่วนผสมปริมาณคาร์บอนต่ำกว่า 0.1% ถ้าสูงกว่านี้จะเกิดการสูญเสียพลังงานการจลน์ (Hysteresis loss) และเสียงสากพราวครืด

ในเนื้อเหล็กจะผสมโลหะลิกอนทำให้คุณสมบัติความต้านทานทางไฟฟ้าที่บางของสูงขึ้น เพื่อลดการสูญเสียพลังงานจากกระแสไหลเวียนในแกนขดลวด ปริมาณผสมไม่เกิน 3% ถ้าหากมากเกินไป เนื้อเหล็กจะเปราะ

ปัจจุบัน เหล็กที่ใช้ทำแกนขดลวดจะเป็นชนิดกำหนดคุณสมบัติในครัวเรือน โดยนำใช้การเรียงวิธีตัดเย็บทำให้ประจุแม่เหล็กไม่ไหลเวียนเร็วเร็วตามแนวทิศทางของการรีด

การรีดอาจเป็นคุณสมบัติของเนื้อเหล็กไปในทิศทางการรีด ขณะเดียวกันคุณสมบัติในการรีดตัดจะขึ้นอาจลดลง การรีดจึงต้องใช้อุปกรณ์พิเศษและแรงกดที่สูงมาก

เกรด การที่คุณสมบัติแตกต่างกันขึ้นอยู่กับวัสดุ กรรมวิธีการผลิตและกระบวนการวิธีทำสำเร็จขั้นตอนสุดท้าย อาทิ ใช้วัสดุสังเคราะห์ ฯลฯ เทคนิคสังเคราะห์เป็นกรรมวิธีทางเคมีอย่างสามเหลี่ยมที่ได้ใช้หลักการสูญเสียพลังงานเกิดขึ้นน้อยลง

เทคนิคการสูญเสียพลังงานเนื่องจากกระแสไหลเวียนโดยใช้พลังงานที่ระหว่างแผ่นเหล็กแกนกลาง ในยุคเริ่มแรก ใช้วิธีเคลือบด้วยน้ำมันหรือใช้น้ำมันกระดาษเป็นฉนวน ปัจจุบันแผ่นเหล็กชั้นหุ้มฉนวนสำเร็จจากโรงงาน วัสดุฉนวนเป็นสารอินทรีย์สามารถเผาไหม้น้ำมันจึงมีเปลวไฟได้ คุณสมบัติการกัดกร่อนและความร้อน ซึ่งเคลือบพลังงานจะยากเกินไป 4 ไมคอน และยิบซัมจะจัดในสามารถประกอบได้มากแกน (Core fill factor)

แกนกลางจะเป็นแผ่นเหล็กซ้อนกันหลายชั้น ถ้าธาตุที่แกนกลางเป็นชนิดโลหะ แกนกลางจะเหมืองมีธาตุเหล็กที่ดำรงทนต่อโดยรอบและหม้อแปลงไม่ทำงาน แต่ถ้าแผ่นเหล็กกลางหลวมจน การสำรวจจะไม่เกิดขึ้น

ปริมาณการสูญเสียพลังงานจากการแผ่ไหลยที่เหล็กแกนกลางจะแปรผกผันกับความหนาของแกนกลางอย่างผกผัน ดังนั้น ความหนาของแกนกลางควรควรมากกว่าขีดจำกัดสูงสุดทั่วไปทั่วไปความหนาของแกนกลางจะ = 0.18-0.30 มม.

13.2 ตัวนำ
ในด้านเทคนิคและค่าใช้จ่าย วัสดุที่ควรใช้เป็นตัวนำมี 2 ชนิด คือ โลหะทองแดงและอลูมิเนียม

หลักการเลือกใช้วัสดุตัวนำจะโดยพิจารณาการราคาและความสามารถทำได้ สำหรับโลหะทองแดงและอลูมิเนียม อลูมิเนียมจะอุณหภูมิต่ำกว่ามีการเปลี่ยนแปลงขึ้น-ลงมากในสภาพโลก ทำให้ราคาและความสามารถทำได้จากโรงงานเปลี่ยนแปลงไปมาก

ลูกค้าบางรายจะกำหนดว่าตัวนำจะต้องเป็นโลหะทองแดงเท่านั้น โดยอ้างเหตุผลต่างๆ แต่ส่วนมาก เนื่องจากโลหะทองแดงมีราคาถูกกว่า

ปกติหม้อแปลงที่ขดลวดเป็นโลหะทองแดงจะเล็กกว่าหม้อแปลงที่ขดลวดเป็นโลหะอลูมิเนียม

สำหรับลักษณะรูปทรงตัวนำจะเป็นแผ่นบางหรือเส้นลวดกลมหรือสี่เหลี่ยมคี่หน้า

ถ้าเป็นแผ่นบางจะไม่เคลือบหรือหุ้มฉนวน แต่เป็นเส้นลวดกลมจะเคลือบ

การเคลือบน้ำมันเป็นฉนวนเรียบเรียบที่ใช้งานจริงมีข้อดี ประหยัดเนื้อที่ เนื่องจากบางกว่าและช่วยลดความแตกต่างอุณหภูมิของขดลวดที่น้ำมัน (ลดค่าการระหว่างอุณหภูมิของขดลวดกับอากาศ กรณีเป็นหม้อแปลงแห้ง)

13.3.3.1.5 วัสดุสังเคราะห์ของแข็ง
ส่วนมากใช้กับหม้อแปลงแห้งหรืออุปกรณ์การควบคุม Thermal Class 130, 155, 180 หรือ 220 เป็นวัสดุฉนวนที่ราคาสูงกว่าขดลวด

วัสดุสังเคราะห์ที่ใช้เป็นฉนวนตัวนำ อาทิ สารเคลือบ (Enamels) ปกติจะเคลือบ 2 ชั้น คุณภาพต่างๆ สำหรับงานลักษณะต่างๆ มาตรฐานคุณภาพ IEC 60317

วัสดุสังเคราะห์อีกชนิดที่ใช้เป็นฉนวนคือ เรซินอีพ็อกซีวิธีใช้โดยผสมกับกรรณิม (fillers) อาทิ สารใยแก้ว / ผงเล็กควอทซ์ ฯลฯ ก่อนเคลือบ ใช้เคลือบฉนวนชั้นนอกและป้องกันไม่ให้อากาศเข้าที่ขดลวด

วัสดุสังเคราะห์อีชนิดที่ใช้เป็นฉนวนคือ สารโพลีเอสเตอร์ ใช้เคลือบฉนวนชั้นนอก ฉนวนชั้นบนและเยื่อติดกับท่อ มาตรฐานคุณภาพ IEC 60893-3 และ IEC 61212-3

วัสดุสังเคราะห์ชนิดต่อไปที่ใช้เป็นฉนวนคือ เส้นใยaramid โดยนำใช้กรรมวิธีเคลือบกระดาษหรือแผ่นฉนวนหนาต่างๆ กัน ที่ฉนวนหรือรูปทรง ที่มีรูปทรงแบบต่างๆไปกับน้ำมันขดลวด เป็นวัสดุฉนวนที่มีคุณสมบัติด้านความร้อนที่มาก มาตรฐานด้านความร้อน Thermal Class 220

มาตรฐานคุณภาพที่ใช้คือ IEC 60819-3 สำหรับกระดาษ และ IEC 60629-1 สำหรับชนิดแผ่น

13.3.2 น้ำมันแข็ง
13.3.2.1 ตัวนำ
น้ำมันแข็งมีคุณสมบัติที่ทนทานที่หลายประการ ที่สำคัญที่สุดมี 2 ประการคือ เป็นฉนวนและลดอุณหภูมิหน้าฮีตซิงค์ เป็นแหล่งข้อมูลสภาพของในส่วนที่ทำงานอยู่ภายในหม้อแปลง

13.3.2.2 น้ำมันแข็ง
ข้อมูลสมบัติหลักของน้ำมันแข็งที่ใช้กับหม้อแปลงตามมาตรฐานคุณภาพ IEC 60296

จุดวาบไฟ = 145° ความหนาแน่น = 0.88 gN / ลบ.ซม. ค่าการนำสนไฟฟ้าสัมพัทธ์ (relative permittivity) = 2.2

น้ำมันแข็งเป็นของเหลวหม้อแปลงที่ใช้กันทั่วไปและเป็นการหรือค่าอ้างอิงที่ของเหลวอื่นใช้เปรียบเทียบปกติทั่วไป น้ำมันแข็งเป็นของเหลวหม้อแปลงที่ราคาและคุณสมบัติด้านเทคนิคโดยรวมที่ดีที่สุด และสามารถเข้าถึงได้ / ใช้ร่วมกันได้ดีกับวัสดุอื่นๆ ที่หม้อแปลง

น้ำมันแข็งจะผสมสารหน่วงปฏิกิริยาโดยอายุการใช้งานของน้ำมัน

13.3.3 ของเหลวอื่นๆ
สำหรับใช้งานพิเศษ ราคาสูงกว่าน้ำมันแร่ 5-6 เท่า

ข้อกำหนดที่เกี่ยวข้องกับน้ำมันหม้อแปลงมีดังนี้

ข้อกำหนดทางเคมี	ข้อกำหนดทางไฟฟ้า
ภาวะเสถียรของขดลวดไฟฟ้า	แรงดันไฟฟ้ากระแสสลับค่ากับมิตัด
ปริมาณสารหน่วงการเกิดไฟไหม้	แรงดันไฟฟ้าและแรงดล (impulse) ค่าเกินปกติ
ควรมีส่วนผสมสารหน่วงการเกิดไฟไหม้	ปัจจัยการกระจาย (Dissipation factor)
สารกักเก็บน้ำที่ติดก่อน	การเกิดประจุขณะไหล (Streaming charging)
ปริมาณน้ำที่เจือปน	
ค่าะเหิน	
ข้อกำหนดคุณสมบัติทางกายภาพ	ข้อกำหนดอื่นๆ
ค่าความหนืด	ปริมาณสารเจือปนต่ำ
ลักษณะภายนอก	ความสามารถเข้าถึงได้ / ทำงานร่วมกับกับวัสดุอื่นๆที่หม้อแปลง
ค่าความหนาแน่น	คุณสมบัติด้านไฟฟ้า
จุดไหล	โครงสร้างที่ทนต่อการสั่น
ความตึงผิว	โครงสร้างสารกลืนชนิดโมเลกุลรวม
จุดวาบไฟ	คุณสมบัติการละลายในของเหลว

วัตถุประสงค์หลักของการใช้ข้อความต่อไปนี้คือจากอัตราค่าและผลกระทบสิ่งแวดล้อม วัตถุประสงค์อื่นไม่ได้ได้ สำหรับงานที่อยู่ในอุณหภูมิสูง แต่มีขีดจำกัดในภูมิภาคที่อุณหภูมิมีค่ามาก

13.3.3.1 น้ำมันอินเทิล อิลโค
ข้อมูลสมบัติหลักของน้ำมันอิลโคในตามที่กำหนดในมาตรฐาน IEC 60836

จุดวาบไฟ = 310° ความหนาแน่น = 0.96 gN / ลบ.ซม. ค่าการนำสนไฟฟ้าสัมพัทธ์ = 2.7

คุณสมบัติด้านความต้านทานไฟฟ้าและการระบายความร้อนของน้ำมันอิลโคเปรียบเทียบกับน้ำมันแร่และดียวว่า แต่มีข้อได้เปรียบการดับของ เนื่องจากเกิดข้อบกพร่อง อย่างไรก็ดี ถือว่าเป็นข้อคุณสมบัติสามารถแบ่งที่ไม่คุ้มกับความเสี่ยงหายจากการสามารถดับไฟเองและปัญหาที่ตามมาไฟที่เกิดขึ้น

น้ำมันอิลโคจะไม่ใช้กับอุปกรณ์ปรับแรงดันไฟฟ้าเนื่องจากประสิทธิภาพการหล่อลื่นต่ำ

13.3.3.3.2 น้ำมันเอสเทอร์สังเคราะห์
ข้อมูลสมบัติหลักของน้ำมันเอสเทอร์สังเคราะห์ตามที่กำหนด ในมาตรฐาน IEC 61099

จุดวาบไฟ = 275° ความหนาแน่น = 0.97 gN / ลบ.ซม. ค่าการนำสนไฟฟ้าสัมพัทธ์ = 3.2

13.3.3.3.3 น้ำมันไฮดรอลิกอินทรีย์สังเคราะห์
ข้อมูลสมบัติหลักของน้ำมันไฮดรอลิกอินทรีย์สังเคราะห์ที่กำหนดในมาตรฐาน IEC 60867

จุดวาบไฟ = 230° ความหนาแน่น = 0.83 gN / ลบ.ซม. ค่าการนำสนไฟฟ้าสัมพัทธ์ = 2.1

13.3.3.4 น้ำมันเอสเทอร์สังเคราะห์
ข้อมูลสมบัติไม่มีกำหนดอยู่ในมาตรฐาน IEC

กำหนดตามมาตรฐาน ISO 9001 ข้อ 7.6

หมายเหตุ : ข้อกำหนดเกี่ยวกับความแม่นยำในการวัดและการตรวจสอบระบบ / อุปกรณ์วัด ตาม CENELEC

กรณีจำเป็นต้องแก้ไขผลกระทบจากความไม่แน่นอนค่าของพารามิเตอร์ของหม้อแปลงชนิดนี้ = 75 ° % และของชนิด Dry type ตามมาตรฐาน IEC 60726

14.2 การทดสอบประจำ ได้แก่

- วัดค่าความต้านทานของขดลวด (IEC 60076-1 10-2)
- วัดค่าอัตราส่วนแรงดันไฟฟ้า (voltage ratio) และตรงสัณ phase displacement (IEC 60076-1 10.3)
- วัดค่าความต้านทานลวดและความสูญเสียเนื่องจากการ (IEC 60076-1 10.4)
- วัดกระแสการรั่วไหล (IEC 60076-1 10.5)
- ทดสอบการนำไฟฟ้า (IEC 60076-3)
- ทดสอบอุปกรณ์ปรับแรงดันไฟฟ้าระหว่างมีการเชื่อมระบบ (IEC 60076-1 10.8)

มาตรฐาน IEC ฉบับนี้สำหรับหม้อแปลง Dry type ได้กำหนดให้ PD test เป็นการทดสอบประจำอีกรายการด้วย

14.3 การทดสอบประเภท (Type tests) ได้แก่

- ทดสอบการเพิ่มอุณหภูมิ (IEC 60076-2)
- ทดสอบประสิทธิภาพการนำไฟฟ้า (IEC 60076-3)

14.4 การทดสอบพิเศษ ได้แก่

- ทดสอบการทดสอบข้างได้มาจากการกำหนดมาตรฐาน IEC 60076-1 (1993-03) ข้อ 10 สำหรับการทดสอบหม้อแปลง Dry type รายละเอียดดูในมาตรฐาน IEC 60726 (1982) เว็บไซต์: www.iec.ch นครลงมีาประเทศสวีเดน
- ทดสอบค่าความต้านทาน Zero-sequence impedances ที่หม้อแปลง 3 เฟส (IEC 60076-1 10.7)
- ทดสอบความสามารถด้านทานการดึงแรง (IEC 60076-5)
- หาค่าระดับเสียง (IEC 60076-10)
- วัด Harmonics ของกระแสรั่วไหล (IEC 60076-1 10.6)

- วัดกำลังไฟฟ้าของหม้อแปลงที่เพิ่มเป็นน้ำมัน
- วัดค่าความต้านทานฉนวน – ค่าคงตัวของขดลวดและ/หรือ ความสูญเสียพลังงานไฟฟ้า dissipation factor (tan δ) ของ insulation system capacitances (เป็นค่าอ้างอิงเพื่อเปรียบเทียบกับการวัดครั้งต่อไป โดยไม่จำกัดค่า)

หมายเหตุ: กรณีในข้อมูลจะมีการทดสอบอื่น นอกเหนือจากการทดสอบข้างต้น วิธีการทดสอบจะตามที่ผู้ผลิตและผู้ค้าตกลงกัน

โปรดติดตามฉบับหน้า



ORGANIC

ออร์แกนิก

พืชนา เพชรบูรณ์ - potbya.petchabun@th.abb.com

พูดถึง "ออร์แกนิก" หลายคนคงนึกถึงอาหารสุขภาพที่มีทั้งรสอร่อย และรู้เพียงว่ามีคุณค่าทางโภชนาการที่สูง แต่รู้หรือไม่ว่าในปัจจุบันออร์แกนิก ยังสามารถทำป็นให้แก่ผู้ผลิตที่สนใจสินค้าออร์แกนิกได้อย่างมากมายมหาศาล ด้วยการผลิตเป็นอาหารแปรรูปหรือสินค้าอุปโภคบริโภคที่เป็นผลิตภัณฑ์ออร์แกนิก อาทิเช่น เนื้อสัตว์ ไข่ เนื้อสัตว์ ปลา ปลาหมึก เป็นต้น

แต่ทั้งนี้ทั้งนั้นเชื่อว่าคนส่วนมากรู้จักกับออร์แกนิกแค่นั้นมั้งเท่านั้น คุณภาพไฟฟ้าในปัจจุบันนี้ จึงนำสาระดีๆ ตั้งแต่ความรู้เกี่ยวกับชนิดของผัก การเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ออร์แกนิกที่ไม่เป็นเนื้อสารสังเคราะห์ได้นานาออกต่อกัน เพื่อเวลาไปเดินตามซูเปอร์มาร์เก็ตหรือตลาดจะได้ไม่หลอ หลอหลอน "ออร์แกนิก" กันมากขึ้น

ผักออร์แกนิก

ผักออร์แกนิกหรือผักเกษตรอินทรีย์ถือเป็นอีกหนึ่งทางเลือกที่ต่อคนรักสุขภาพ เพราะผักออร์แกนิกนั้นมาจากพืชไร่ที่ปราศจากสารเคมีกำจัดแมลงศัตรูพืช โดยไม่ผ่านการใส่ยาฆ่าแมลง ปุ๋ยเคมี หรือฮอร์โมนสังเคราะห์เข้ามาเป็นต้น ซึ่งบ่อยครั้งยังใส่ใจกับชนิด

ว่าผักออร์แกนิก ผักปลอดสาร ผักอนามัย และผักไฮโดรโปนิกส์ เป็นพืชชนิดเดียวกัน มีวิธีการปลูกที่เหมือนกัน ของเงา ผักออร์แกนิกจะไม่ใส่สารเคมีใดๆ เลย เพียงแต่มีการดูแลรักษาปลูก เช่น ปุ๋ยชีวภาพ การบำรุงดิน ความชื้น น้ำ ออกซิเจน เพื่อให้พืชเติบโตด้วยวิธีธรรมชาติ 100% ไม่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม และเน้นให้ผลผลิตต่างๆ ออกตามฤดูกาล ขณะที่ผักปลอดสารจะใส่สารเคมีระหว่างกาปลูกแต่จะไม่ใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช และเมื่อถึงช่วงเก็บเกี่ยว ผลผลิตจะผ่านการให้สารเคมี จึงถือว่าเป็นผักที่ปลอดภัยจากสารเคมีที่ไร้สารเคมี ผักอนามัยก็ใช้วิธีการที่คล้ายกับผักปลอดสารเช่นกัน แต่ต่างกันที่ผักอนามัยมีการใช้สารเคมีป้องกันและปราบศัตรูพืช ส่วนผักไฮโดรโปนิกส์เป็นผักที่ไร้ดิน ใช้วัสดุในการปลูก เช่น น้ำ หอย กรวด ดินเผา เป็นต้น ซึ่งพืชจำเป็นต้องพึ่งพาเคมี ไม่ว่าจะเป็นทางน้ำหรือทางใบ ผลผลิตที่ได้จึงจะมีสารพิษตกค้างอยู่บ้าง และจะไม่เกินมาตรฐานตามที่กรมวิชาการกำหนดเท่านั้นเอง

ผลิตภัณฑ์ออร์แกนิก

ปัจจุบันสินค้าออร์แกนิกไม่ได้มีเฉพาะกลุ่มอาหารเท่านั้น แต่ยังมีสินค้าที่ตรงต่อความต้องการของคนทุกกลุ่ม เช่น สินค้าประเภท ชา กาแฟ ผักผลไม้ ที่นำไปทำเหล้าแอลกอฮอล์ สินค้าบริการเช่น ธุรกิจสปา ร้านอาหาร และเครื่องสำอาง สินค้าสำหรับผู้หญิง น้ำยาสีผ้า น้ำยาล้างห้องน้ำ น้ำยาล้างจาน และน้ำยาล้างห้องน้ำ เป็นต้น

ซึ่งกระบวนการผลิตทั้งหมดล้วนแล้วแต่ใช้วัตถุดิบที่เป็นออร์แกนิก 100% และปลอดภัยไร้สารสังเคราะห์ที่อันตรายต่อสุขภาพ ทั้งนี้สินค้าที่สามารถขอใบประกาศนียบัตรเป็น 2 ประเภทคือ สินค้าที่มีส่วนผสมเป็นออร์แกนิก 100% และสินค้าที่มีส่วนผสมเป็นออร์แกนิกไม่น้อยกว่าร้อยละ 95 ส่วนผลิตภัณฑ์ใดมีส่วนประกอบที่เป็นออร์แกนิกเพียง 70-95% จะไม่สามารถติดฉลากว่าเป็นผลิตภัณฑ์ออร์แกนิก แต่สามารถระบุปริมาณส่วนผสมของออร์แกนิกบนฉลากได้ เช่น ตัวอย่างบรรจุภัณฑ์

แม้ว่าสินค้าออร์แกนิกในปัจจุบันยังไม่สามารถเข้าถึงผู้บริโภคได้ทุกคน แต่เราสามารถเลือกซื้อได้ มีประโยชน์ให้กับตัวเองได้ การกินอาหารและใช้ผลิตภัณฑ์ที่เป็นออร์แกนิกจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่เหมาะสมกับทุกคน เพราะนอกจากจะส่งผลดีต่อสุขภาพของทุกคนแล้ว ยังสามารถดีใจได้เข้ามามีส่วนร่วมช่วยกันสิ่งแวดล้อม เกษตรกร และพัฒนาสังคมเศรษฐกิจอย่างยั่งยืนได้อย่างยั่งยืน

ABB มอบทุนการศึกษาตบวงษ์ภาว

บริษัท เอบีบี จำกัด จัดพิธีมอบทุนการศึกษาให้แก่บุตรของพนักงาน ณ โรงงานเอบีบี ที่นิคมอุตสาหกรรมบางปู โดยมีผู้เข้าร่วมงานนักเรียน นักศึกษา ที่ได้รับทุนทั้งสิ้น 69 คน โดยแบ่งเป็นระดับชั้นประถมศึกษา มัธยมศึกษา ปวช. ปวส. และระดับอุดมศึกษา ซึ่งโครงการนี้จัดขึ้นเป็นปีที่ 4 โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อแบ่งปันการกระจายรายได้ของพนักงาน อีกทั้งยังเป็นการสร้างขวัญและกำลังใจให้แก่บุตรพนักงานที่มีความมานะพากเพียรในการศึกษา พร้อมทั้งจะเป็นอนาคตที่ดีของประเทศไทยต่อไป



ABB ร่วมโครงการบริจาคเลือดเพื่อครอบครัว

บริษัท เอบีบี จำกัด นำโดยผู้บริหารและพนักงาน รวมทั้งสำนักงานใกล้เคียง ร่วมบริจาคเลือดไม่ตรงการ “บริจาคเลือดเพื่อครอบครัว” ให้แก่ภาคีเวชศาสตร์ การธนาคารเลือด คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล โดยมีผู้ร่วมบริจาคกว่า 100 คน ที่เอบีบี สำนักงานใหญ่ อาคารเอสดี ทาวเวอร์



ABB ดónรับ KMUTT เยี่ยมชมโรงงานที่นิคมอุตสาหกรรมบางปู

บริษัท เอบีบี จำกัด ให้การต้อนรับคณะนักศึกษาและอาจารย์จากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ในโอกาสเข้าเยี่ยมชมโรงงานเอบีบี ที่นิคมอุตสาหกรรมบางปู เพื่อศึกษาขั้นตอนการผลิต และพบปะศิษย์เก่าที่เป็นพนักงานของเอบีบีเพื่อแลกเปลี่ยนความรู้ และข้อสงสัยต่างๆ เพื่อประโยชน์ของนักศึกษา และเป็นแนวทางสำหรับอาจารย์ ในการพัฒนาหลักสูตรการเรียนการสอนอีกด้วย



ABB จัดสัมมนา ABB Reliability Improvement for Power System

บริษัท เอบีบี จำกัด จัดงานสัมมนา “ABB Reliability Improvement for Power System” ครั้งที่ 1 เพื่อให้ความรู้และสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับการเพิ่มความเชื่อถือของระบบไฟฟ้าในโรงงานขนาดใหญ่ให้แก่ผู้ใช้งานโดยตรง ณ โรงแรมแคนทารี เบย์ จ.ระยอง ซึ่งมีผู้เข้าร่วมงานสัมมนารั้งกว่า 70 คน



ABB จัดอบรมผลิตภัณ์ที่ Dynacomp ให้ลูกค้าอินโดนีเซีย

บริษัท เอบีบี จำกัด โดยกลุ่มธุรกิจ PPHV-Capacitors จัดอบรมผลิตภัณฑ์ Dynacomp ให้แก่ลูกค้าจาก PT Boveri Indonesia และ PT ABB Sakti Industri ณ โรงงานเอบีบี นิคมอุตสาหกรรมบางปู เพื่อให้ลูกค้ามีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับตัวผลิตภัณฑ์ สามารถใช้งานได้อย่างถูกต้อง และแก้ปัญหาเบื้องต้นได้ หากเกิดปัญหาขณะใช้งาน Dynacomp ที่โครงการ Koja Harbour ประเทศอินโดนีเซีย มีการอบรมทั้งภาคทฤษฎีและปฏิบัติโดยภาคีการใช้งาน Dynacomp ที่โครงการ Koja Harbour ประเทศอินโดนีเซีย มีการอบรมสัมมนาอินโดนีเซียลูกค้า และส่งเสริมการสร้างความสัมพันธ์ให้กับธุรกิจ Power Quality ในภูมิภาคเอเชียอีกด้วย



ABB จัดอบรมสัมมนา Business Unit Measurement & Analytic 2015

บริษัท เอบีบี จำกัด จัดอบรมสัมมนาในหัวข้อ “Business Unit Measurement & Analytic 2015 โฟกัส Channel Partners” จากประเทศมาเลเซีย สิงคโปร์และพม่าจากประเทศไทย โดย Winston Landmore, Global Product Manager (คนที่ 5 จากซ้าย) อบรมเรื่อง Level Instruction และ Mr.Charles Richard, Global Product Manager (คนตรงกลาง) อบรมเรื่อง Radar & Magnetostriptive Products Level measurement ณ เอบีบี สำนักงานใหญ่ อาคารเอสดี ทาวเวอร์



ABB จัดสัมมนา ระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้าในระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้าของเอบีบี

บริษัท เอบีบี จำกัด จัดงานสัมมนาในหัวข้อ “ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้าในระบบการผลิตและจ่ายน้ำ” สำหรับวิศวกรรุ่นใหม่และผู้ที่มีแนวโน้มในงานของการประปาหรือการชลประทาน (MWA) เพื่อสร้างความรู้ความเข้าใจพื้นฐานในการใช้ระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้าของเอบีบี ไม่ว่าจะเป็น Substation, Instrumentation, MV switchgear, MV Drives, MV Motor, Pumping automation, Power transformers และ Communication network ณ โรงแรม Miracle Grand บางนา





BIOTEMP® filled transformers. Safer and more environmentally friendly.



ABB's BIOTEMP filled transformers use a natural ester-based fluid derived from renewable vegetable oil, as the insulation medium. This oil is 99 percent biodegradable, has a high temperature stability and water saturation limit, superior fire resistance and excellent dielectric characteristics. BIOTEMP offers an efficient, reliable, safer and more environmentally friendly alternative to conventional transformer insulation media. www.abb.com/transformers

Power and productivity
for a better world™

