

power quality

04|2017



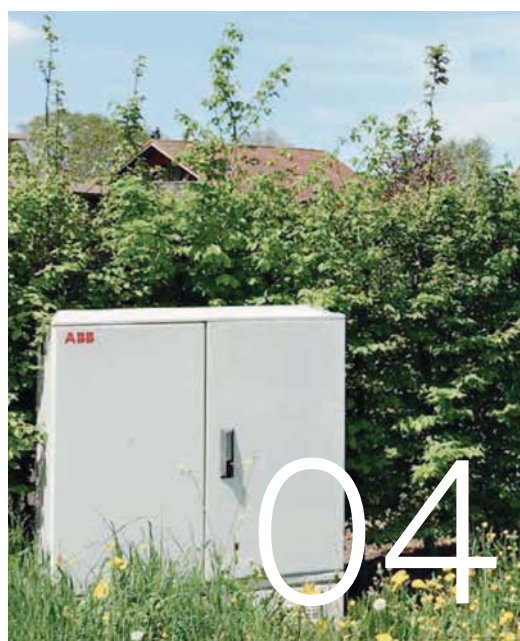
19



24



10



04

-
- 04 – 09 **Regulating life's ups and downs**
 - 10 – 14 **Transforming**
 - 19 – 23 **ABB Ability**
 - 24 – 29 **Balancing act**

Editorial

Editor’s talk

นิตยสาร power quality ฉบับต้อนรับลมหนาว และเป็นฉบับสุดท้ายของปี 2560 เวลาเดินผ่านไปอย่างรวดเร็ว ร่างกายถูกใช้งานมาตลอดทั้งปี หนักบ้างเบาบ้าง บวกกับอายุที่เพิ่มขึ้นย่อมส่งผลให้ร่างกายสึกหรอได้ ดังนั้น เราควรต้องบำรุงและฟื้นฟูร่างกาย หมั่นออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอ หรืออย่างน้อย 30 นาทีต่อวัน เพื่อสร้างความแข็งแรงที่ยั่งยืนให้กับสุขภาพ เตรียมพร้อมส่งท้ายปีก้าวเข้าสู่บรรยากาศแห่งความสุขและการเฉลิมฉลองปีใหม่กันอย่างเต็มที่

ในส่วนของเนื้อหาสาระของฉบับนี้ มีเรื่องราวน่าสนใจ อาทิ Regulating life’s ups and downs การคุมค่าขึ้นและลงของแรงดัน, Transforming การปฏิวัติหม้อแปลงกำลัง, Balancing act การกระทำให้สมดุล, ABB Ability รวมทั้งเรื่องต่อเนื่องประจำฉบับ สำหรับสุขภาพมีวิธีการอ่านฉลากโภชนาการมาฝาก ปิดท้ายแนะนำแหล่งท่องเที่ยวสำหรับครอบครัวที่ The Field Animals Dream จ.เพชรบุรี

พลิกหน้าต่อไป เพื่ออ่านเรื่องราวดีๆ ที่เราตั้งใจและคัดสรรมาเพื่อผู้อ่าน power quality ทุกคน แล้วพบกันใหม่ปีหน้า 2561



เจ้าของ บริษัท เอบีบี จำกัด • จัดทำโดย High Voltage Products, Power Grids Division สำนักงานใหญ่ 161/1 อาคารเอสซีทาวเวอร์ ซมหาดเล็กหลวง 3 ถ.ราชดำริ แขวงลุมพินี เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330 โทร. 0 2665 1000 www.abb.co.th โรงงาน 322 หมู่ 4 นิคมอุตสาหกรรมบางปู ซ.6 ถ.สุขุมวิท ต.แพรกษา อ.เมือง จ.สมุทรปราการ 10280 บทความและรูปภาพทุกชิ้นใน power quality สงวนลิขสิทธิ์ตามกฎหมาย การจะนำไปเผยแพร่ ต้องได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากผู้เขียนหรือบริษัท เอบีบี จำกัด



Testing of power transformers and shunt reactors (ตอนที่ 5)

Balancing act
การกระทำให้สมดุล



ABB Ability
หนทางสำหรับการเปลี่ยนแนวทางในการดำเนินธุรกิจ



Regulating life’s ups and downs
การคุมค่าขึ้นและลงของแรงดัน



เที่ยวฟาร์มสัตว์แสนน่ารัก
The Field Animals Dream จ.เพชรบุรี

02 Editorial

Power Quality Series

04 Regulating life’s ups and downs
การคุมค่าขึ้นและลงของแรงดัน

10 Transforming
การปฏิวัติหม้อแปลงกำลัง

International Standard Series

15 American National Standard (CCVT)

High Voltage Series

19 ABB Ability
หนทางสำหรับการเปลี่ยนแนวทางในการดำเนินธุรกิจ

Special Power Series

24 Balancing act
การกระทำให้สมดุล

Power Transformers Series

30 Testing of power transformers and shunt reactors (ตอนที่ 5)

Weekend

37 เที่ยวฟาร์มสัตว์แสนน่ารัก
The Field Animals Dream จ.เพชรบุรี

Health & Wellness

38 มาอ่านฉลากโภชนาการกันเถิด:

39 Movement

Power Quality Series

Regulating life's ups and downs

การคุมค่าขึ้นและลงของแรงดัน

Martin Carlen, Adam Slupinski, Frank Cornelius – นายโอเช่ กอนชาเลส กล่าวว่า “ผมเห็นปัญหาในอนาคต ผมรู้ว่าผมคิดถูก” และอาจเป็นต้นเหตุในบางสถานการณ์ เครื่องคุมค่าแรงดันในสายตัวนำ (line voltage regulator: LVR) ของ ABB ป้องกันปัญหาในอนาคต โดยปรับแรงดันอย่างอัตโนมัติให้อยู่ที่ระดับปกติและทำให้โครงข่ายจำหน่ายไฟฟ้า “อัจฉริยะขึ้น” คลายประเภทมีเป้าหมายสำคัญในการเพิ่มปริมาณการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียน โดยเฉพาะจุดสนใจมุ่งไปที่พลังงานลมและแสงอาทิตย์ ด้วยการเปลี่ยนจากการผลิตไฟฟ้าแบบรวมศูนย์อย่างดั้งเดิม เป็นการผลิตไฟฟ้าในท้องถิ่นแบบกระจายตัว จึงทำให้สภาพของโครงข่ายไฟฟ้าถูกเปลี่ยนไปด้วย โครงข่ายจำหน่ายไฟฟ้าไม่เพียงแต่ประสบกับแรงตกเนื่องจากโหลดแต่ประสบกับแรงดันเพิ่ม (voltage rise) จากสาเหตุการผลิตไฟฟ้าในท้องถิ่นด้วย และอาจเกิดการเปลี่ยนแปลงของแรงดันอย่างมากเช่นกัน เครื่องคุมค่าแรงดันในสายตัวนำจัดการกับการเปลี่ยนแปลงของแรงดันเหล่านี้ รวมไปถึงการเข้ามาของพลังงานหมุนเวียนในโครงข่ายไฟฟ้าด้วย นี่หมายความว่า นายกอนชาเลส คิดผิด

ร.ต.ดร.โตศักดิ์ ทัศนานุริยะ
totosak@yahoo.com

สิ้นปี 2014 ขนาดกำลังผลิตไฟฟ้าติดตั้งในประเทศเยอรมนีรวมประมาณ 195 GW มีขนาดกำลังผลิตจากพลังงานลมและเซลล์แสงอาทิตย์ (photovoltaic: PV) ช่วยจ่ายเข้าระบบอย่างละ 38 GW ใกล้เคียง 20% ของกำลังผลิตรวม ในช่วงสุดสัปดาห์ที่มีแสงแดดมากและลมแรงปริมาณไฟฟ้า 80% ผลิตมาจากแหล่งพลังงานหมุนเวียน ประเทศเยอรมนีตั้งเป้า

การเพิ่มสัดส่วนของพลังงานหมุนเวียนในการผลิตไฟฟ้า จากปัจจุบัน 27% เป็น 50% ในปี 2030 และ 80% ในปี 2050

เนื่องจาก “Energiewende” (การเปลี่ยนแปลงด้านพลังงาน) ของเยอรมนี กำหนดให้ประเทศรุดก้าวในการเปลี่ยนจากการผลิตไฟฟ้าแบบดั้งเดิมมาเป็นพลังงานหมุนเวียน แต่ในหลายๆ ประเทศที่กำลังตามมาในแนวทางนี้ ประเทศจีนกำลังเป็นผู้นำการลงทุนในพลังงานหมุนเวียน ซึ่งขณะนี้ขนาดกำลังไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนนำหน้าขนาดกำลังไฟฟ้าจากเชื้อเพลิงฟอสซิลและนิวเคลียร์ หลายมลรัฐในสหรัฐอเมริกาได้ตั้งเป้าจำนวนเปอร์เซ็นต์สำหรับการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียน เช่น รัฐนิวยอร์กตั้งไว้ที่ 30% ในปี 2015 แคลิฟอร์เนียที่ 33% ในปี 2020 เมื่อสิ้นปี 2014 ทั่วโลกมีกำลังผลิตติดตั้งจากพลังงานลมมากกว่า 350 GW และมากกว่า 180 GW จากการผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์

ตรงกันข้ามกับโรงไฟฟ้าศูนย์กลางขนาดใหญ่ เครื่องกำเนิดไฟฟ้าของพลังงานหมุนเวียนจำนวนมากจ่ายไฟฟ้าเข้ากับโครงข่ายจำหน่ายไฟฟ้าท้องถิ่น ไม่ว่าที่ระดับแรงดันต่ำซึ่งส่วนใหญ่มาจาก PV หรือที่ระดับแรงดันปานกลางซึ่งส่วนใหญ่มาจากพลังงานลม โครงข่ายจำหน่ายไฟฟ้าดั้งเดิมออกแบบไว้

สำหรับรองรับกับการจ่ายไฟฟ้าให้โหลดปัจจุบันและการเพิ่มโหลดในอนาคตเท่านั้น ไม่ได้ออกแบบให้รองรับสำหรับการจ่ายไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบกระจายตัว ซึ่งบางครั้งสามารถมีค่าสูงกว่ากำลังของโหลด

โดยเฉพาะอย่างยิ่งในพื้นที่ชนบททางไกล การผลิตไฟฟ้าจากกังหันลมหรือ PV สามารถเกินกว่าแผนของโหลดได้อย่างรวดเร็วด้วยแฟกเตอร์ 2 ถึง 3 แต่สามารถมากกว่าไปถึง 10 แทนที่จะเกิดแรงดันตกไปตามสายตัวนำจากหม้อแปลงไปถึงผู้ใช้ไฟฟ้า กลับกลายเป็นเกิดแรงดันเพิ่มในบริเวณใกล้เคียงกับผู้ผลิตไฟฟ้าแทน ในหลายกรณีที่ขนาดกระแสที่ไหลผ่านสายตัวนำในอากาศหรือสายเคเบิลใต้ดิน ในปัจจุบันไม่ได้จำกัดค่าไว้ และไม่ได้จำกัดค่าเชิงความร้อนของตัวนำด้วย อย่างไรก็ตามเมื่อการผลิตไฟฟ้ามีค่าสูงกว่าโหลด แรงดันเกินที่เกิดขึ้นสามารถมากกว่าช่วงแรงดันที่ยอมรับได้ นี่อาจเป็นผลให้ต้องปลดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าออกจากระบบ

มีวิธีการแก้ปัญหาแรงดันเกินที่แตกต่างกันหลายวิธี เช่น ขยายโครงข่ายไฟฟ้า ติดตั้งเครื่องคุมค่าแรงดันหรือใช้กำลังรีแอคทีฟ ซึ่งวิธีแก้ปัญหาที่ได้ประสิทธิภาพและประหยัดที่สุดขึ้นอยู่กับแต่ละกรณีไป



—
รูปที่ 1
ช่วงแรงดันในโครงข่าย
จำหน่ายไฟฟ้าแรงดัน
ปานกลางและแรงดันต่ำ
ใช้สำหรับแรงดัน
ตกหรือแรงดันเพิ่ม

—
รูปที่ 2
การจ่ายไฟฟ้าของเครื่อง
กำเนิดไฟฟ้าท้องถิ่นเป็นเหตุ
ให้แรงดันเพิ่ม และการ
ลดแรงดันลงโดย LVR

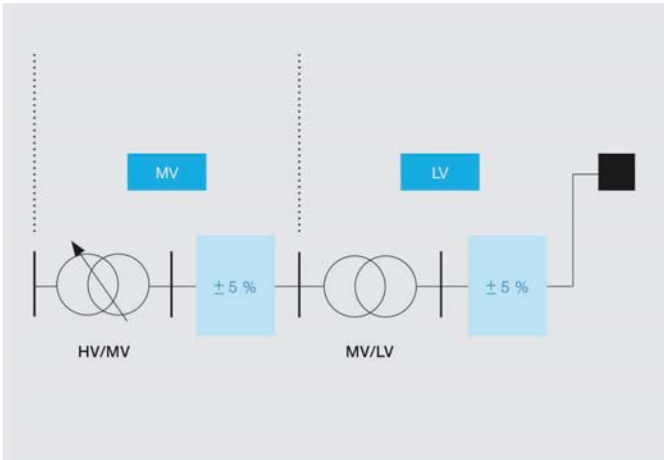
ข้อกำหนดแรงดันของโครงข่ายไฟฟ้าในยุโรป

มาตรฐานยุโรป EN 50160 แสดงข้อกำหนดแรงดันในโครงข่ายจำหน่ายไฟฟ้าสาธารณะไว้ ภายใต้สภาวะปกติแรงดันที่ผู้ใช้ไฟฟ้าต้องอยู่ภายในช่วง $\pm 10\%$ ของแรงดันที่ระบุ U_n ในภูมิภาคอื่นๆ สามารถกำหนดเข้มงวดมากขึ้น ตัวอย่างเช่น มาตรฐานในสหรัฐอเมริกา ANSI C84.1 กำหนดให้การไฟฟ้าจ่ายไฟฟ้าไปที่จุดรับไฟฟ้าของอาคารต้องมีแรงดันอยู่ภายในช่วง $\pm 5\%$ สำหรับแรงดันต่ำและภายใน -2.5% ถึง $+5\%$ สำหรับแรงดันปานกลาง

อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาในรายละเอียดของวิธีการในปัจจุบันสำหรับออกแบบโครงข่ายจำหน่ายไฟฟ้า ปรากฏว่าที่ระดับแรงดันต่างๆ มีความมั่นคงควบคู่ไปและแต่ละระดับโครงข่ายไฟฟ้าไม่มีแบนด์วิดท์ของแรงดันให้ใช้ได้ หม้อแปลงลูกท้ายสุดที่สามารถปรับค่าแรงดันได้เป็นหม้อแปลงในสถานีไฟฟ้าย่อย แบนด์วิดท์ของแรงดันรวมต้องถูกกระจายระหว่างโครงข่ายไฟฟ้าแรงดันปานกลางและแรงดันต่ำ การลดแรงดันเป็นผลจากแรงดันเพิ่มที่มีสาเหตุจากการผลิตไฟฟ้าในท้องถิ่นนั่นเอง

ในรูปที่ 1 แบนด์วิดท์ของแรงดัน $\pm 10\%$ เป็นแถบช่วงกว้างของแรงดันระหว่างระบบแรงดันปานกลางและแรงดันต่ำ เพื่อจัดการกับสภาพต่างๆ ในแต่ละสายป้อน วิศวกรไฟฟ้าต้องมีการกำหนดค่าตัวเลขที่แน่ชัดลงไป ในกรณี $\pm 5\%$ ของแบนด์วิดท์แรงดันเป็นคุณลักษณะของแต่ละระดับโครงข่ายไฟฟ้า ความเป็นไปได้ที่การจ่ายแรงดันระหว่างระดับโครงข่ายไฟฟ้าไม่สมมาตร ในเยอรมนีมีแรงดันเพิ่มที่โครงข่ายแรงดันต่ำเพียง $+3\%$ จึงค่อนข้างจำกัดปริมาณกำลังไฟฟ้าที่สามารถป้อนให้โครงข่ายแรงดันต่ำ

โดยทั่วไปแรงดันตกในสายเคเบิลตัวนำทองแดงขนาดพื้นที่หน้าตัด $3 \times 50 \text{ mm}^2$ มีสาเหตุจากกระแสไหลผ่านเพื่อจ่ายกำลังไฟฟ้า 120 kVA ที่แรงดัน 400 V มีค่าถึง 3% ด้วยความ



รูปที่ 1

ยาวสายตัวนำ 45 เมตร

การปรับค่าแรงดันซ้ำ

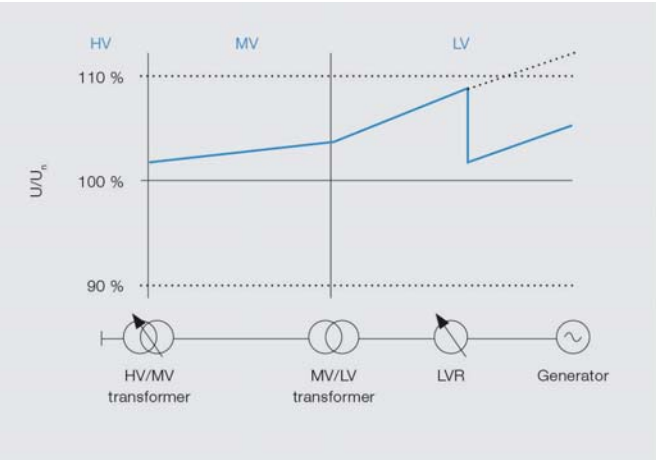
การใช้เครื่องคุมค่าแรงดันในสายตัวนำ (LVR) ทำให้ช่วงกว้างของแรงดันเพิ่มขึ้น และสามารถเพิ่มการจ่ายกำลังไฟฟ้าเข้าโครงข่ายไฟฟ้าได้ โดยไม่ทำให้เกินช่วงกว้างของแรงดันที่ยอมรับได้ LVR สามารถปรับเปลี่ยนแรงดันหรือปรับค่าระดับแรงดันซ้ำ (recalibrate) ในส่วนของโครงข่ายไฟฟ้าที่ต่อจาก LVR (รูปที่ 2) กรณีตัวอย่างนี้คือ เครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ติดตั้งส่วนปลายสุดของสายแรงต่ำ หากไม่มี LVR จะเกิดแรงดันเพิ่มสูงเกินช่วงกว้างของแรงดันที่ยอมรับได้

LVR สามารถถูกติดตั้งที่ตำแหน่งใดๆ ในโครงข่ายไฟฟ้าขึ้นอยู่กับติดตั้งนี้ค่าเพื่อสายป้อน (feeder) วงจรเดียวหรือเพื่อบัสที่มีหลายสายป้อนในการคุมค่าแรงดันสายป้อนเดียวหรือทุกสายป้อน

การปรับเปลี่ยนแรงดันโดยตัวเปลี่ยนจุดแยกของหม้อแปลงกำลัง HV/MV มีอิทธิพลต่อโครงข่ายไฟฟ้าแรงดันปานกลางและแรงดันต่ำที่อยู่ด้านหตุยภูมิของหม้อแปลง แม้ว่าแรงดันตกหรือเพิ่มในแต่ละสายป้อนสามารถเปลี่ยนแปลงแตกต่างกัน เช่นเดียวกับกรณีการคุมค่าแรงดันของหม้อแปลงจำหน่าย MV/LV เมื่อมีการปรับเปลี่ยนแรงดันจะมีอิทธิพลต่อโครงข่ายไฟฟ้าแรงดันต่ำทั้งหมด ในกรณีสายป้อนที่มีปริมาณการผลิตไฟฟ้ามาก LVR ตัดสัมพันธ์มันจากส่วนที่เหลือของโครงข่ายไฟฟ้า การลดแรงดันลงทำให้ไปเพิ่มขีดความสามารถในการทำงานให้อยู่ภายในแถบช่วงกว้างของแรงดัน (รูปที่ 3)

วิธีการทำงานของ LVR

LVR สร้างส่วนเพิ่มของแรงดันบนแรงดันไลน์ U_L ส่วนเพิ่ม



รูปที่ 2

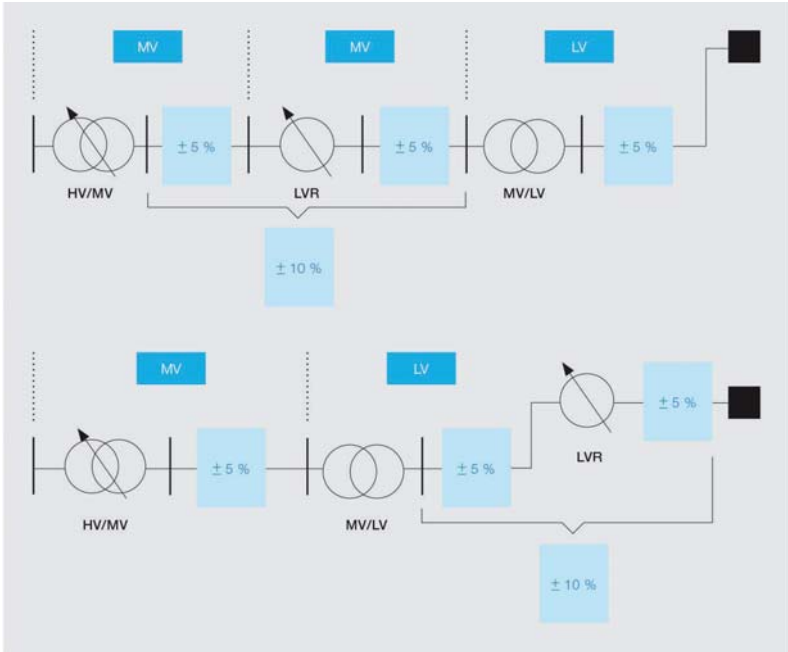
—
รูปที่ 3
สายจำหน่ายแรงดันปานกลาง
(บน) และแรงดันต่ำ (ล่าง)
ประกอบด้วย LVR ให้แรงดัน
อยู่ในช่วงขีดจำกัด

ของแรงดันถูกต่อผ่านหม้อแปลงบูสเตอร์ และสามารถมีค่าเป็นบวกหรือลบ ในรูปที่ 4 เมื่อป้อนแรงดันปรับค่าได้จากแหล่งจ่ายเข้าไปจะเกิดแรงดัน U_{RB} ซึ่งถูกเหนี่ยวนำเป็นแรงดัน U_B ไปที่สายป้อน จึงเป็นผลให้แรงดันที่ถูกคุมค่า $U_R = U_L \pm U_B$

หม้อแปลงพร้อมด้วยตัวเปลี่ยนจุดแยกขณะมีโหลด (on-load tap changer: OLTC) ใช้สำหรับปรับค่าแรงดันจากแหล่งจ่าย โดยให้ปรับเปลี่ยนเป็นขั้นๆ ระหว่าง $\pm 10\%$ และ OLTC มีรูปแบบเป็นเชิงเส้นใช้สวิตช์ทางกลและเพิ่มความต้านทานในชุดไดเวอร์เตอร์ (diverter) สวิตช์ของ OLTC ใช้ปลดสับได้ถึง 3 ล้านครั้งโดยไม่ต้องมีการบำรุงรักษาใดๆ

เมื่อใช้หม้อแปลงชนิดแห้งพร้อมกับเทคโนโลยี RESIBLOC จึงทำให้ส่วนประกอบทั้งหมดอิสระจากน้ำมันและลดความเสี่ยงต่อการเกิดไฟไหม้หรือระเบิด หม้อแปลง RESIBLOC เหมาะกับการใช้งานลักษณะเช่นนี้เป็นพิเศษ เนื่องจากมีประสิทธิภาพพลังงานสูง มีความยืดหยุ่นสำหรับจุดแยกใดๆ สูง มีความเสถียรทางกลมาก ไม่มีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงโหลดหรืออุณหภูมิอย่างรวดเร็วมี่คุณสมบัติสำหรับอุณหภูมิต่ำลงไปถึง -60°C

LVR ของ ABB ไม่สร้างการแบ่งแยกทางไฟฟ้า ในสายป้อนและเพิ่มค่าอิมพีแดนซ์เพียงเล็กน้อยเข้ามาเท่านั้น ในทางตรงข้ามวงจรปรับค่าแรงดันจากแหล่งจ่ายต่างหากที่ถูกแยกจากสายป้อน คุณลักษณะนี้จึงทำให้ LVR เหมาะสำหรับการใช้กับการต่อลงดิน การต่อลงดินผ่านอิมพีแดนซ์หรือโครงข่ายไฟฟ้าแยกต่างหาก



รูปที่ 3

LVR ยังประกอบด้วยสวิตช์ตัดตอนและหรือสวิตช์ต่อลงดินทั้งด้านขาเข้าและขาออก เซ็นเซอร์สำหรับวัดค่าแรงดันและกระแสพร้อมกับสวิตช์ลัดผ่าน (bypass switch) หลักการทำงานใช้ได้ทั้งแรงดันต่ำและแรงดันปานกลาง

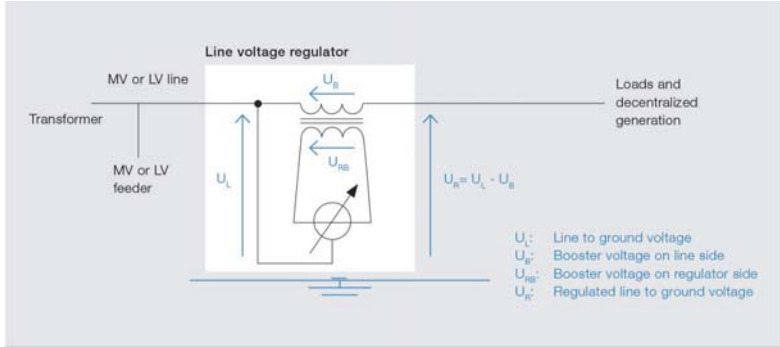
การติดตั้ง LVR แรงดันปานกลางในเยอรมนี

Westnetz เป็นบริษัทลูกของการไฟฟ้า RWE เยอรมนี และเป็นผู้ปฏิบัติการระบบจำหน่ายไฟฟ้า (DSO) ทางภาคตะวันตกของเยอรมนี ส่วนหนึ่งของโครงข่ายไฟฟ้า 20 kV ของบริษัทในย่าน Eiffel มีเครื่องกำเนิดไฟฟ้ามากกว่า 200 หน่วย (PV, ชีวมวล, พลังน้ำขนาดเล็ก) ต่ออยู่โดยมีกำลังผลิตมากกว่า 5 MW ปัจจุบันโครงข่ายไฟฟ้าขยายออกไปจนมีความยาวมากกว่า 26 km และจะมีการเชื่อมโยงไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนเพิ่มเข้ามาอีกในปีหน้า

จากการศึกษาโครงข่ายไฟฟ้าปรากฏว่า ทั้งการคุมค่าแรงดันที่หม้อแปลง HV/MV และหม้อแปลงจำหน่าย (รวมหม้อแปลงจำหน่าย MV/LV มากกว่า 60 ลูก) ไม่สามารถแก้ปัญหาแรงดันเพิ่มได้ ดังนั้น Westnetz ตัดสินใจใช้ LVR แรงดันปานกลาง (รูปที่ 5) โดยการติดตั้งห่างออกไปจากหม้อแปลง HV/MV ด้วยระยะทาง 10 km การแก้ปัญหาด้วยวิธีนี้กลับกลายเป็นว่ามีค่าใช้จ่ายถูกกว่าการปรับปรุงโครงข่ายไฟฟ้าเป็นอย่างมาก ในกรณีนี้สายเคเบิลที่ใช้้อยู่มีขีดความสามารถรับกระแสได้สูงกว่าและไม่มีפקเตอร์ขีดจำกัดด้วย การติดตั้งทั้งหมดรวมถึงการวางแผนและการขออนุญาตทำเสร็จภายในไม่กี่เดือน กล่าวคือ ใช้ระยะเวลาสั้นกว่าการขยายโครงข่ายไฟฟ้ามาก

LVR สามารถปรับแรงดันของการจ่ายกำลังไฟฟ้าได้สูงถึง 8 MVA ที่ $\pm 10\%$ การคุมค่าแรงดันตั้งไว้ที่ขึ้น 2% LVR มีความสามารถทนกระแสลัดวงจรได้สูงและการคุมค่าแรงดันปรับได้อย่างอัตโนมัติ LVR ถูกต่อผ่าน RTU และเครือข่ายสื่อสาร GPRS เข้ากับระบบควบคุมโครงข่ายไฟฟ้า Westnetz สามารถเข้าไ้วัดค่าปริมาณไฟฟ้า เช่น แรงดันกระแสและกำลังไฟฟ้า พร้อมกับสถานะของเครื่องคุมค่าแรงดันได้ตลอดเวลา การทำงานของ LVR สามารถควบคุมได้ทั้งระยะไกลหรือที่จุดใช้งาน

การตั้งค่าควบคุมใช้วิธีแตกต่างกันได้ โดยเป็นไปได้ที่เลือกการตั้งค่าแรงดันคงที่ การตั้งค่าสามารถปรับเปลี่ยนผ่านทางการควบคุมระยะไกล หรืออิงตามการวัดค่าแรงดันที่ตำแหน่งที่ตั้งต่างๆ LVR ของ Westnetz ทำงานโดยการใช้เส้นโค้งควบคุมซึ่งเป็นฟังก์ชันของกำลังไฟฟ้าและทิศทางการไหลในสายป้อนกราฟในรูปที่ 6 (ก) แสดงแรงดันขาเข้า (ไม่ได้คุมค่า) และแรงดันขาออก (คุมค่า) ของ LVR และแรงดันที่สถานีไฟฟ้าย่อย HV/MV กราฟแสดงให้เห็นว่า ในช่วงที่มีการผลิตไฟฟ้า



รูปที่ 4

รูปที่ 4
หลักการทำงานของ LVR

รูปที่ 5
LVR แรงดันปานกลางติดตั้ง
ในสถานีไฟฟ้าย่อยขนาด
กะทกรัด

รูปที่ 6
การวัดแรงดันและกำลังจริง
ในช่วงเวลา 1 สัปดาห์
ของเดือนมีนาคม 2558

ในท้องถิ่นมาก แรงดันขาเข้าของ LVR มีค่าเกินแรงดันที่สถานีไฟฟ้าย่อย ขณะที่ช่วงกลางคืนจะกลับกัน การตั้งค่าแรงดันสำหรับ LVR ตั้งไว้ที่ 20.5 kV แรงดันที่คุมค่ายังคงอยู่ภายในแถบของการควบคุมแรงดันซึ่งตั้งที่ $\pm 1.5\%$ ของค่านี้ ขณะที่แรงดันขาเข้าของ LVR และแรงดันที่สถานีไฟฟ้าย่อยมีค่าเกิน 21 kV หากไม่มี LVR และมีกำลังไฟฟ้าจ่ายเข้ามาสูงสุดที่ 5 MW แรงดันส่วนปลายของโครงข่ายไฟฟ้าที่ห่างออกไป 26 km จะเพิ่มมากกว่านี้มาก

จากรูปที่ 6 (ข) แสดงให้เห็นว่าช่วงกลางวันการไหลของกำลังไฟฟ้าเป็นลบ หมายถึงกำลังไฟฟ้าสูงถึง 1.5 MW จ่ายจากโครงข่ายแรงดันปานกลางเข้าไปที่โครงข่ายแรงดันสูง โดยทั่วไปช่วงเวลาลดลงทั้งคืนระหว่าง 17.00 – 09.00 น. กำลังไฟฟ้าไหลกลับทางสูงถึง 2 MW จ่ายมาจากโครงข่ายแรงดันสูง ดูเหมือนวันที่ 15 มีนาคม คงมีฝนตกหรือเมฆมากเนื่องจากมีการผลิตไฟฟ้าของท้องถิ่นออกมาน้อย

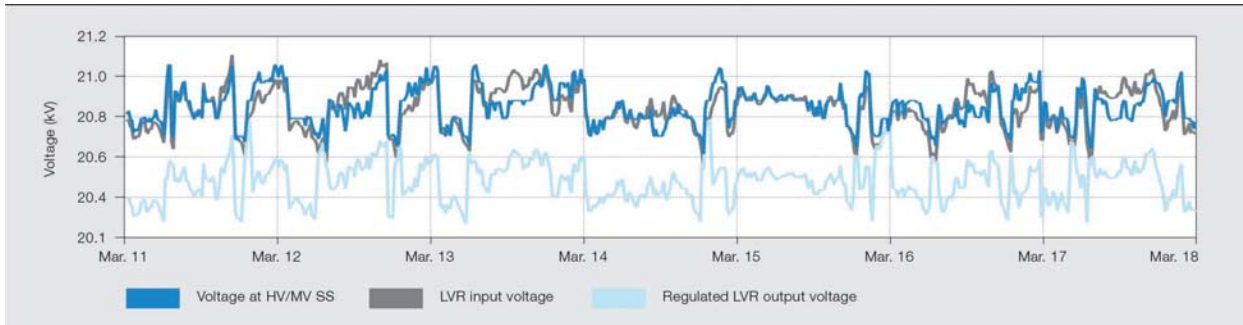
การติดตั้ง LVR แรงดันต่ำในสวิตเซอร์แลนด์
บนหลังคาของบ้านไร่บ้านนาติดตั้งแผง PV ที่ผลิตไฟฟ้าได้



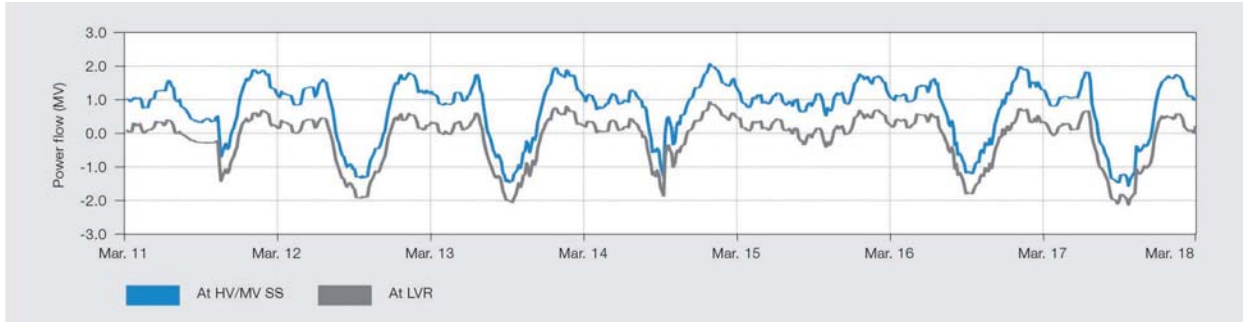
รูปที่ 5

สูงสุด 134 kW ต่อเข้ากับหม้อแปลงจำหน่ายด้วยสายเคเบิลขนาด 400 V ยาว 250 เมตร ส่วนผู้ใช้ไฟฟ้ารายอื่นๆ ก็ต่อกับหม้อแปลงจำหน่ายลูกเดียวกันนี้ จากการจำลองเพื่อศึกษาโครงข่ายไฟฟ้าโดย ABB ได้ผลว่าสายเคเบิลไม่ติดขัดจำกัดทางความร้อน แต่แรงดันเพิ่มจะเกินย่านแรงดันที่ยอมรับได้ ดังนั้นจึงติดตั้ง LVR แรงดันต่ำในตำแหน่งกึ่งกลางระหว่างหม้อแปลงจำหน่ายและอินเวอร์เตอร์ของแผง PV (รูปที่ 7) LVR ถูกติดตั้งในตู้ของสายจำหน่ายแรงดันต่ำ ในกรณีนี้การติดตั้ง LVR ทำให้เสียค่าใช้จ่ายน้อยกว่าการเพิ่มสายเคเบิล

LVR สามารถคุมค่าแรงดันของการจ่ายกำลังไฟฟ้าได้สูงถึง 250 kVA มาตรฐานของช่วงการคุมค่าแรงดันคือ $\pm 6\%$ หรือ $\pm 8\%$ มีการปรับแรงดันขึ้นลง 1.2 หรือ 1.6% ความแตกต่าง



(ก) แรงดัน



(ข) กำลังจริง

รูปที่ 6

รูปที่ 7
สภาพภายในของ LVR
แรงดันต่ำ

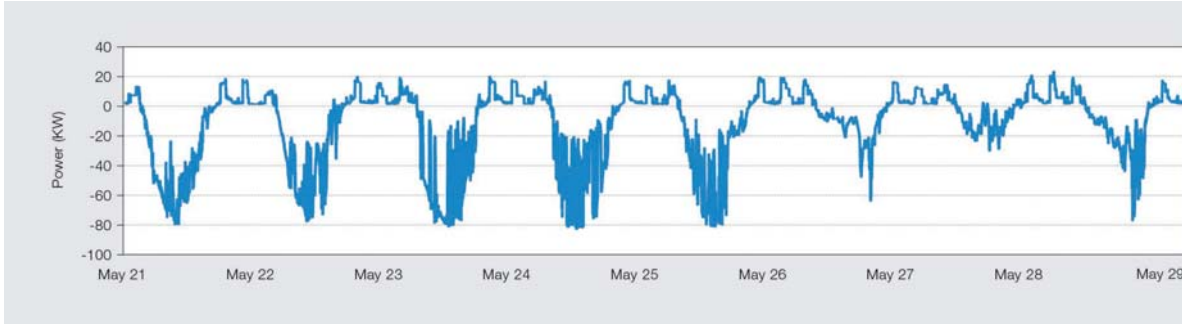
รูปที่ 8
การวัดแรงดันและกำลังจริง
ช่วงระยะเวลา 8 วัน
ของเดือนพฤษภาคม 2557



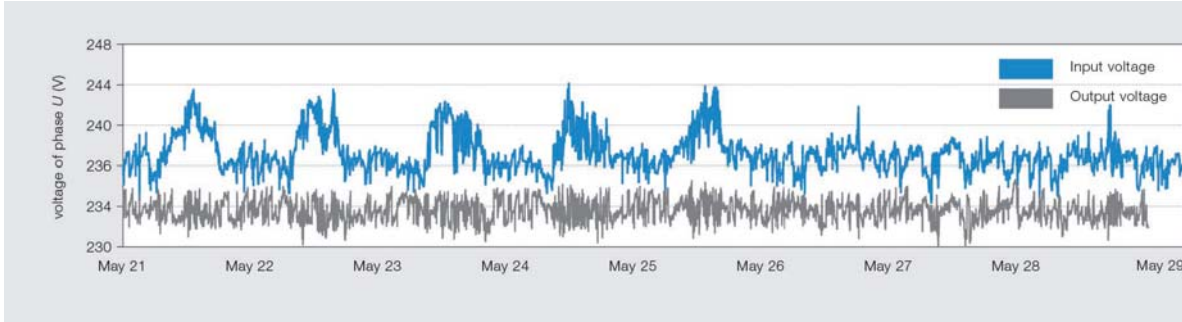
รูปที่ 7

ของกำลังไฟฟ้ารายวันแสดงตามโพรไฟล์ในรูปที่ 8 ตามสภาพอากาศที่แตกต่างกันไป ในช่วงหัววันแรกส่วนใหญ่มีแสงแดดมาก ส่วนวันที่เจ็ดแทบจะไม่มีแสงแดดเลย โดยเฉพาะวันที่สาม สี่ และห้า การเปลี่ยนแปลงของแรงดันบ่งบอกถึงมีกลุ่มเมฆมาปกคลุมเป็นช่วงๆ และเวลากลางคืนมีโหลด 20 kW ต่ออยู่ตามปกติ

การแก้ปัญหา
โครงข่ายจำหน่ายไฟฟ้าแบบดั้งเดิม ได้รับการออกแบบมาเพื่อจ่ายกำลังไฟฟ้าให้กับโหลดปัจจุบันและโหลดในอนาคต ขณะที่การจ่ายไฟฟ้าเข้ามาของการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนกำลังเพิ่มมากขึ้น ค่ายอดของกำลังผลิตสามารถกลายเป็นเท่าทวีคูณของค่ายอดของโหลด ทำให้โครงข่าย



(ก) แรงดัน



(ข) กำลังจริง

รูปที่ 8

จำหน่ายไฟฟ้าเกิดข้อจำกัดขึ้นได้ ในหลายๆ กรณี แพกเตอร์ขีดจำกัดไม่ใช่ขีดความสามารถของการจ่ายไฟฟ้า แต่เป็นแรงดันที่อยู่ที่ต้องอยู่ภายในช่วงของแรงดันที่กำหนด

LVR สามารถแก้ปัญหานี้ได้โดยง่าย LVR
ทำการปรับเปลี่ยนแรงดันของสายจำหน่าย
แรงดันต่ำหรือแรงดันปานกลางอย่าง
อัตโนมัติให้อยู่ภายในช่วงที่แน่นอนตามค่า
ที่ตั้งไว้และป้องกันการเสียค่าใช้จ่ายไปกับ
การขยายโครงข่ายจำหน่ายไฟฟ้า

LVR แรงดันต่ำของ ABB ติดตั้งในตู้สายจำหน่ายแรงดันต่ำส่วนใหญ่การไฟฟ้าไม่จำเป็นต้องได้รับอนุญาตเป็นพิเศษในการติดตั้ง และการติดตั้ง LVR แรงดันต่ำสามารถทำได้รวดเร็ว สำหรับ LVR แรงดันปานกลางติดตั้งในสถานีไฟฟ้าย่อยคอนกรีต โดยติดตั้งเสร็จพร้อมกับการทดสอบ มีเพียงสายเคเบิลแรงดันปานกลางที่ต้องต่อร่วมกับสวิตช์เกียร์แรงดันปานกลาง ทั้งสองกรณี LVR สามารถย้ายตำแหน่งและนำไปติดตั้งในสถานที่อื่นได้โดยง่ายหากสถานภาพของโครงข่ายจำหน่ายไฟฟ้าถูกเปลี่ยนไป หรือมีการเชื่อมต่อเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเข้ามาในโครงข่ายจำหน่ายไฟฟ้าเพิ่มมากขึ้น

เรียบเรียงจาก
Martin Carlen, Adam Slupinski, Frank Cornelius,
“Regulating life’s ups and downs,”
ABB Review 4/15, pp. 34-41.

Power Quality Series

Transforming

การปฏิวัติหม้อแปลงกำลัง

การควบคุมและตรวจสอบหม้อแปลงไฟฟ้าขึ้นสูงด้วยระบบ TEC

การเข้าถึงอุปกรณ์ไฟฟ้าที่อยู่ห่างไกลออกไปจากศูนย์ควบคุมเป็นสิ่งสำคัญสำหรับองค์กรด้านพลังงานในโลกไร้พรมแดนในยุคปัจจุบัน องค์กรทางด้านพลังงานต่างๆ ล้วนให้ความสำคัญในการพัฒนาประสิทธิภาพและยืดอายุการใช้งานของหม้อแปลงกำลัง (Power Transformers) ซึ่งเป็นอุปกรณ์หลักอย่างหนึ่งในระบบไฟฟ้า

นิสิทธิ์ พันธวงศ์เดชา
nisith.panthavongdech
@th.abb.com

พรพรรณ โตบัว
patawan.tobua
@th.abb.com

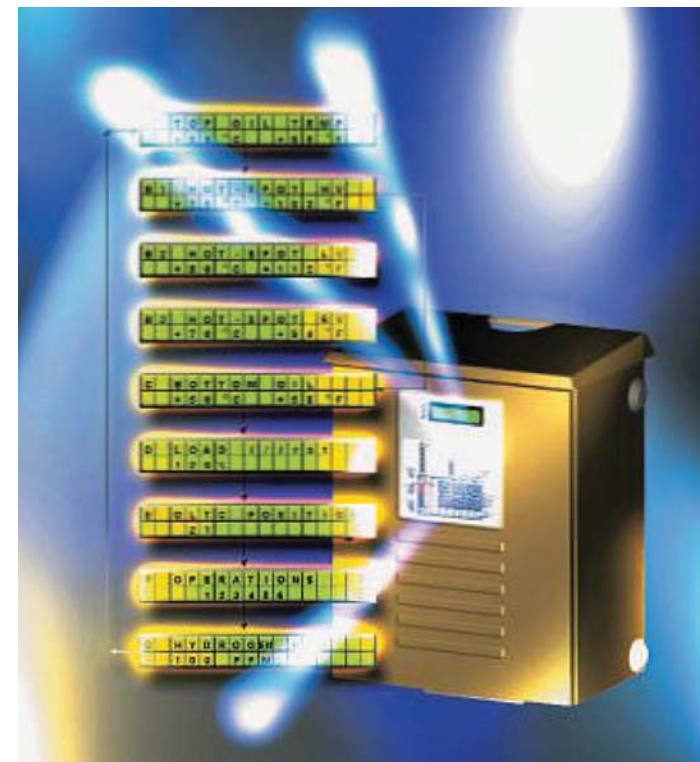
การควบคุมและดูแลหม้อแปลงกำลังโดยเทคโนโลยีแบบเดิมอาจยังสามารถใช้งานได้ดีสำหรับการบำรุงรักษาแบบปกติสำหรับหม้อแปลงกำลังหรืออาจเพียงพอสำหรับหม้อแปลงกำลังที่ไม่ได้เชื่อมต่อในระบบไฟฟ้าในส่วนสำคัญเมื่อดูจากผลลัพธ์ที่ผ่านมา แต่ในปัจจุบันนี้ความต้องการให้หม้อแปลงกำลังทำงานได้เต็มประสิทธิภาพสูงสุดอย่างต่อเนื่องโดยไม่เกิดสถานะ fail ระบบควบคุมและตรวจสอบเดิมอาจไม่เพียงพอ จำเป็นต้องใช้ระบบที่มีความซับซ้อนและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ABB ได้คิดค้นระบบ TrafoStar Electronic Control (TEC) เพื่อตอบโจทยความต้องการดังกล่าว โดยระบบ TEC นี้จะทำงานโดยการจำลองหม้อแปลงกำลังเสมือนจริง (Virtual copy) เพื่อแสดงค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ที่จำเป็นสำหรับทำให้หม้อแปลงทำงานอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด รวมถึงแสดงค่า data utilities ที่ต้องการสำหรับการบำรุงรักษาที่จำเป็นโดยขึ้นกับเงื่อนไขต่างๆ (condition-based) ของพารามิเตอร์ของหม้อแปลงนั้นๆ

หม้อแปลงไฟฟ้ากำลังที่จุดเชื่อมต่อสำคัญในระบบพลังงานไฟฟ้าจะได้รับผลกระทบโดยตรงจากปัจจัยที่มีผลต่ออายุการใช้งาน เนื่องจากความเชื่อถือได้ของระบบไฟฟ้านับเป็นสิ่งที่สำคัญที่สุด ดังนั้นการดูแลรักษาหม้อแปลงกำลังให้สามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่องจึงเป็นสิ่งสำคัญจากการใช้งานโหลดช่วงสูงสุด (Peak Load) ซึ่งเราอาจสามารถคาดเดาช่วงเวลา

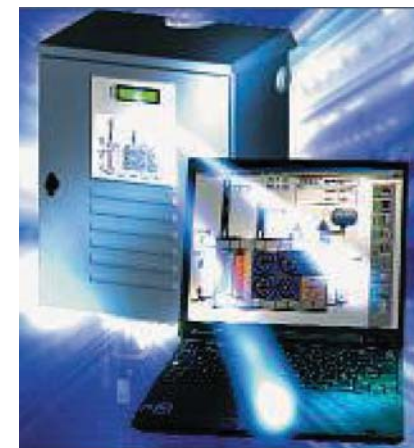


รูปที่ 1
TEC รับส่งข้อมูลค่าที่จำเป็น
ต้องใช้สำหรับควบคุม
หม้อแปลงไฟฟ้าผ่านทาง
เซ็นเซอร์เนกประสงค์

รูปที่ 2
ค่าพารามิเตอร์หลักแสดง
บนหน้าจอที่ติดตั้งหน้าตู้
และบนหน้าจอบนคอมพิวเตอร์



รูปที่ 1



รูปที่ 2

ได้หรือบางที่อาจเกิดขึ้นกะทันหัน จะทำให้อุณหภูมิของหม้อแปลงกำลังที่ใช้งานสูงขึ้นอย่างมาก เป็นผลทำให้อายุการใช้งานของหม้อแปลงกำลังสั้นลง รวมถึงส่งผลกระทบต่ออุปกรณ์ประกอบของหม้อแปลงกำลังนั้นๆ ด้วย ในกรณีที่เราร้ายที่สุดอาจทำให้หม้อแปลงกำลังเสียหายจนถึงขั้นไม่สามารถใช้งานได้ ซึ่งมีผลทำให้ระบบไฟฟ้าล้ม

เนื่องด้วยของความเสี่ยงของการล่มของระบบไฟฟ้าซึ่งจะมีบทลงโทษที่ตามมาจากหน่วยงานรัฐ องค์กรทางไฟฟ้าจึงให้ความสำคัญเป็นอย่างมากในการควบคุมและตรวจสอบสถานะ รวมถึงเงื่อนไขในการใช้งานหม้อแปลงกำลัง และต้องการที่จะป้องกันการทำงานที่ผิดพลาดหรือการหยุดการทำงานของหม้อแปลงกำลังให้มากที่สุด ดังนั้นหลักการที่สำคัญคือ ความสามารถในการตรวจจับอาการผิดปกติให้ได้ให้ได้ก่อนจะเกิดสถานะล้มเหลว (failure) หรือหยุดทำงาน

การก้าวเข้าสู่หม้อแปลงไฟฟ้าอัจฉริยะ

การผ่อนคลายกฎระเบียบด้านพลังงาน ทำให้องค์กรพลังงานต่างๆ มีการปรับเปลี่ยนกระบวนการทัศน์และมุ่งความสนใจไปยังการจัดการเกี่ยวกับสินทรัพย์และอายุการใช้งานของสินทรัพย์นั้นๆ ในองค์กร ดังนั้นทำให้จำนวน Power Transformers ที่ติดตั้งใหม่ในภูมิภาคต่างๆ ทั่วโลกมักจะถูกติดตั้งมาพร้อมกับระบบตรวจสอบ (Monitoring)

ซึ่งแนวโน้มดังกล่าว ได้ถูกพัฒนาเรื่อยมาโดยเพิ่มความสามารถต่างๆ เข้าไปในระบบ Monitoring ทำให้หม้อแปลงเปรียบเสมือนเป็นอุปกรณ์ที่ฉลาดยิ่งขึ้นในระบบส่งไฟฟ้ายุคใหม่

ปัญหาที่เกิดขึ้นสำหรับระบบ Monitoring ส่วนหนึ่งคือ ระบบดังกล่าวขาดความสามารถในการควบคุมหม้อแปลงกำลัง รวมไปถึงการตัดสินใจและให้คำแนะนำที่เหมาะสมต่อวิศวกรควบคุมตามข้อมูลที่รับมา ทำให้วิศวกรที่ดูแลจำเป็นต้องเสียเวลาในการแยกแยะข้อมูลต่างๆ รวมถึงการแปลความหมายของข้อมูลนั้นก่อนจะทำการตัดสินใจใดๆ ลงไป ซึ่งระบบ TEC TrafoStar Electronic Control ของ ABB มีจุดแข็งคือ ระบบ TEC จะรับข้อมูลที่จำเป็นทั้งหมดผ่านทางเซ็นเซอร์เนกประสงค์ (multi-purpose sensors) จำนวนหนึ่งเพื่อคำนวณค่าพารามิเตอร์ที่จำเป็นในการควบคุมหม้อแปลงกำลัง โดยไม่เพิ่มความยุ่งยากซับซ้อนให้กับหม้อแปลงใดๆ

เพื่อจะบรรลุเป้าหมายในการสร้างหม้อแปลงไฟฟ้า “อัจฉริยะ” และปราศจากค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา, ABB กัดค้นและรวบรวมอุปกรณ์เชื่อมต่อทางอิเล็กทรอนิกส์เพื่อใช้สำหรับแลกเปลี่ยนข้อมูลต่างดังนี้

- อุปกรณ์ตรวจสอบและวินิจฉัยหม้อแปลงและส่วนประกอบร่วม
- ตัวควบคุมหม้อแปลงไฟฟ้า
- ตัวขับเคลื่อนมอเตอร์ สำหรับเปลี่ยนแปลงระดับ Tab (Tap-changer)
- ระบบป้องกันโดยรวม

—
รูปที่ 3
หน้าจอแสดงรูปแบบข้อมูล
พื้นฐานของหม้อแปลงไฟฟ้า

—
รูปที่ 4
ผู้ใช้งาน TEC สามารถเข้าถึง
ข้อมูลหม้อแปลงไฟฟ้าหรือ
เพิ่มข้อมูลอุปกรณ์แบบ
เปลี่ยนแรงดันได้อย่างง่าย
และสะดวก

ซึ่งจากส่วนประกอบต่างๆ เหล่านี้ ทำให้ระบบ TEC สามารถแสดงสถานะของข้อมูลได้อย่างแม่นยำ ส่งผลให้องค์กรทางไฟฟ้าสามารถเพิ่มอายุการใช้งานหม้อแปลงและสามารถประหยัดต้นทุนองค์กรโดยการลดค่าบำรุงรักษาและเพิ่มชั่วโมงทำงานของหม้อแปลง

ระบบ TEC จะทำงานโดยการสร้างแบบจำลองของหม้อแปลงและเงื่อนไขในการใช้งานนั้น เปรียบเทียบกับค่าพารามิเตอร์ที่วัดได้จริงจากหม้อแปลงซึ่งควรจะมีความที่ตรงกัน ค่าที่แตกต่างจะถูกตรวจจบรวมถึงค่าความเป็นไปได้ที่จะทำงานผิดพลาดและหรือค่าสึกหรอต่างๆ (normal wear) ของหม้อแปลงและส่วนประกอบจะถูกแสดงไว้ในระบบ

จากการที่ ABB ได้รวบรวมระบบควบคุมและตรวจสอบไว้ในระบบ TEC โดยการใช้เซ็นเซอร์เนกประสงค์ (multi-purpose sensors) รวมถึงการออกแบบหม้อแปลงไฟฟ้าโดยมีข้อมูลคุณลักษณะเฉพาะ ระบบ TEC นี้จัดเป็นนวัตกรรมใหม่ในระบบสินค้าของ ABB จะรวมถึง ABB T-Monitor ด้วย ระบบ T-Monitor คือการนำระบบ monitoring แบบมาตรฐานเดิมมาปรับปรุงประสิทธิภาพ โดยการเพิ่มเซ็นเซอร์และแบบจำลองอย่างง่าย ๆ ซึ่งทำให้วิศวกรสามารถคาดเดากำล้างงานของหม้อแปลง โดยใช้ข้อมูลที่ไม่ซับซ้อนมากนักสำหรับหม้อแปลงและส่วนประกอบหม้อแปลง

สถาปัตยกรรมของระบบ TEC

อุปกรณ์ hardware และ software ของระบบ TEC นี้ ได้ถูกออกแบบโดยเทคโนโลยีของ ABB และสามารถที่จะรองรับการเพิ่มคุณสมบัติและฟังก์ชันต่างๆ ในอนาคต โดยยึดหลักแบบ microprocessor-based ทำให้ระบบ TEC มีความยืดหยุ่นมากกว่า PLC และทำให้ทำงานได้อย่างเสถียรภาพ

กว่าระบบ PC

TEC มีความสามารถที่จะควบคุมและตรวจสอบ ไม่เพียงจากซอฟต์แวร์ระดับสูงเท่านั้น แต่ยังสามารถเข้าถึงข้อมูลต่างๆ ของหม้อแปลงอย่างไม่มีขีดจำกัด TEC สามารถรับรู้ข้อมูลทั้งหมดของหม้อแปลงกำลังของคุณ โดยข้อมูลการออกแบบหม้อแปลงกำลัง, อุณหภูมิหม้อแปลงขณะใช้งานและค่าพารามิเตอร์สูญเสียที่เกี่ยวข้องกับหม้อแปลง รวมถึงการผลทดสอบหม้อแปลงแบบอุณหภูมิสูง (heat-run) ซึ่งข้อมูลสำคัญๆ เหล่านี้ จะถูกป้อนเข้าสู่ระบบ TEC และจะถูกสร้างเป็นหม้อแปลงกำลังเสมือนหม้อแปลงกำลังแต่ละลูกจะมีลักษณะเฉพาะแตกต่างกันโดยขึ้นอยู่กับค่าพารามิเตอร์ต่างๆ เหล่านั้น ดังนั้นค่าพารามิเตอร์ที่กล่าวมาจึงจำเป็นในการควบคุมหม้อแปลงให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุด ระบบ TEC ทำงานโดยจำลองเงื่อนไขต่างๆ ของหม้อแปลงกำลังแต่ละตอบสนองต่อเงื่อนไขต่างๆ เหล่านั้นแบบหม้อแปลงกำลังจริง

—
พารามิเตอร์หลักต่างๆจะถูกประมวลผล
ในทุระบบ TEC และส่งต่อไปยัง
คอมพิวเตอร์ประจำสถานีไฟฟ้าโดยผ่าน
สื่อยิงใยแก้วนำแสง (fiber optic) ระบบ TEC
ถูกออกแบบมาให้ใช้งานได้ง่ายผ่านระบบ
ซอฟต์แวร์และการแสดงผล

TEC และสินค้ากลุ่มอุตสาหกรรมไอที

สินค้ากลุ่มอุตสาหกรรมไอที ได้ถูกแนะนำให้แก่ลูกค้าในเชิงของสถาปัตยกรรมในการเชื่อมต่อของอุปกรณ์ทั้งหมดในกลุ่ม รวมถึงการแก้ไขปัญหาและการประมวลผลกันอย่างลงตัว ซึ่งในแง่ของการใช้งานสินค้าในกลุ่มอุตสาหกรรมไอทีนี้ยัง

—
รูปที่ 5
อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์
TEC - การทดลองใช้งาน
และการทดสอบ



รูปที่ 5

อนุญาตให้กลุ่มลูกค้า ผู้ให้บริการร่วมและบุคคลอื่นสามารถเชื่อมต่อกับสินค้าของ ABB ได้ ดังนั้นสินค้าในอุตสาหกรรมไอทีทำให้องค์กรสามารถควบคุมขั้นตอนต่างๆ ทางธุรกิจแบบ real-time รวมถึงการจัดการเกี่ยวกับอายุการใช้งานของข้อมูลต่างๆ ทางธุรกิจ ซึ่งองค์กรทางไฟฟ้าสามารถที่จะพัฒนารูธุรกิจของตนให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นได้อย่างมาก

ทรัพย์สินต่างๆ ขององค์กรทางไฟฟ้าเช่น หม้อแปลงกำลังเป็นสิ่งสำคัญหากสามารถทำงานได้ในแบบ real time ดังนั้นระบบ TEC จึงเป็นคำตอบสำหรับการเชื่อมต่อหม้อแปลงเข้ากับระบบการทำงานแบบ real time โดยระบบ TEC นี้ได้รับการรับรองว่าสามารถทำงานได้ในระดับ 2 (Level 2) ซึ่งหมายถึงไม่เพียงแต่จะสามารถแสดงข้อมูลและเชื่อมต่อเข้ากับอุปกรณ์อื่นๆ ในระบบ IT เท่านั้น แต่ยังสามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลต่างๆ เช่น การแสดงสถานะและข้อมูลการบำรุงรักษา ระบบสำหรับสินค้ากลุ่มอุตสาหกรรม IT ยังมีข้อดีคือสามารถเชื่อมต่อและใช้งานได้เลย (plug and produce) รวมถึงลดค่าความผันผวนต่างๆ และทำให้ระบบมีความยืดหยุ่นเพิ่มขึ้น

ระบบ TEC ถูกออกแบบให้มีฟังก์ชันการทำงานทั้งหมดเพื่อนำเสนอให้องค์กรทางไฟฟ้าสามารถใช้งานหม้อแปลงกำลังได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด ปัจจุบันเกณฑ์ในการบำรุงรักษาหม้อแปลงกำลังขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้งานโหลดและผลการบำรุงรักษาครั้งล่าสุด ระบบ TEC จะเปลี่ยนแปลงสิ่งเหล่านี้ โดยข้อมูลต่างๆ ที่จำเป็นของหม้อแปลงกำลังที่เวลา real time จะถูกนำมาใช้เพื่อให้การใช้งานและการบำรุงรักษามีประสิทธิภาพสูงสุด

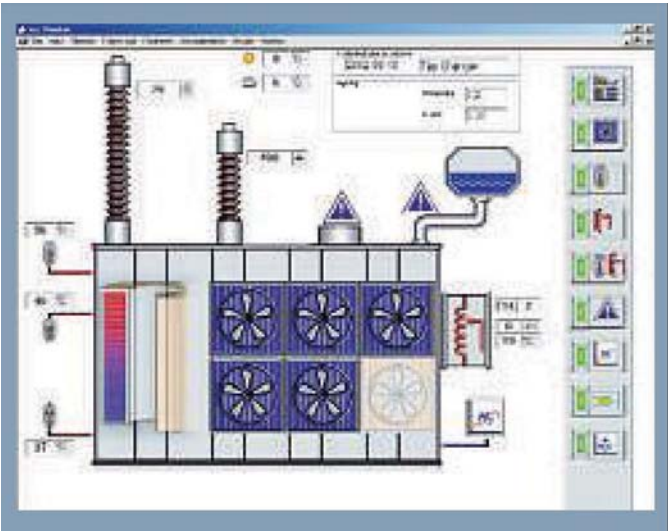
แต่เดิมการลดอุณหภูมิหม้อแปลงกำลังสามารถทำได้ที่ 2 ระดับคือที่ 50% หรือ 100% ของความสามารถหม้อแปลง แต่สำหรับระบบ TEC สามารถลดอุณหภูมิได้ถึง 6 ระดับ โดยดูจากเงื่อนไข load ambient และสถานะของ Cooler

อุปกรณ์ Cooler สามารถควบคุมแยกต่างหากและสามารถเริ่มทำงานได้ก่อน เมื่อมีการคาดเดาว่าโหลดใช้งานจะเพิ่มขึ้น โดยการควบคุมระบบลดอุณหภูมิให้เริ่มทำงานก่อนโหลดเพิ่มขึ้นนี้ ทำให้หม้อแปลงสามารถลดความเครียดจากอุณหภูมิ (thermal stress) และเพิ่มชั่วโมงการทำงานของหม้อแปลงให้เต็มกำลัง

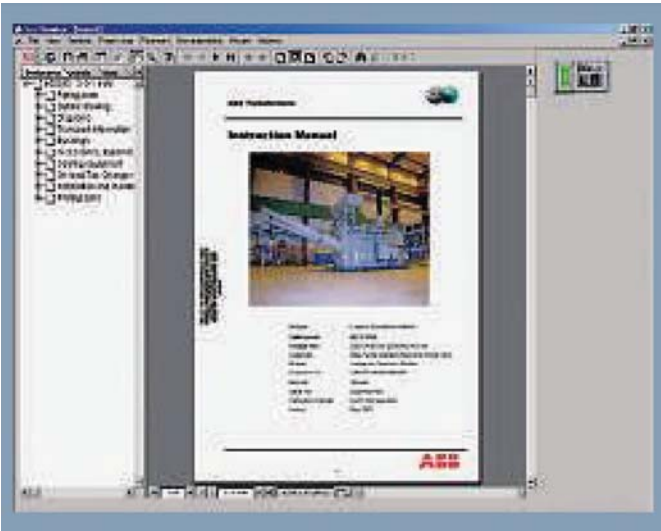
ฟังก์ชันทำความเข้าใจล่วงหน้าของระบบ TEC จะทำงานอย่างเป็นขั้นตอนตามลำดับ โดยเริ่มจากการคำนวณค่าความสูญเสียจากความร้อนและจำนวน Coolers ที่ต้องการในการระบายความร้อนนั้น TEC ยังคำนวณชั่วโมงการทำงานของพัดลมที่ต้องใช้รวมถึงสั่งการให้มอเตอร์พัดลมทำงานตามชั่วโมงเหล่านั้น ในแง่ของรับข้อมูลจากหม้อแปลง TEC ได้รับข้อมูลจริงและได้จากการคาดเดาข้อมูลโหลดและเงื่อนไขรอบนอก (ambient condition) จากข้อมูลทั้งสองแหล่งนี้ ระบบ TEC สามารถตอบสนองอย่างฉับพลันต่อสภาวะโหลดสูงสุด (load peaks) และระบบทำความเข้าใจหม้อแปลงสามารถปรับการทำงานให้เหมาะสมตามสภาวะโหลดที่เป็นจริง ยิ่งไปกว่านั้นระบบ TEC สามารถจำลองผลลัพธ์สำหรับสภาวะโหลดที่เงื่อนไขเฉพาะหรือคาดคะเนช่วงทนทานต่อสภาวะโหลดเกิน (overload) บนผลลัพธ์ของ hot-spot.

สถานะ Real time/ความพร้อมในการใช้งาน

ค่า parameters ที่บันทึกไว้ระหว่างการซ่อมบำรุงนั้นจะถูก



รูปที่ 3



รูปที่ 4

นำมาเปรียบเทียบกับค่าของแบบจำลองหม้อแปลงจำลองจะตรวจจับค่าความคลาดเคลื่อนของพารามิเตอร์นั้นๆ และบ่งชี้ถึงการทำงานผิดพลาดและค่าความสึกหรอปกติที่อาจเกิดขึ้นในหม้อแปลงกำลังนั้น ข้อมูล ณ เวลาจริงของอุปกรณ์ทำ ความเย็นและตัวเปลี่ยนระดับแทป (tap-changer) จาก เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิและเซ็นเซอร์เสริมสำหรับวัดความชื้น จะถูกเก็บไว้ในระบบ TEC

เรายังสามารถติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับไฮโดรเจนไว้ที่ถังน้ำมันได้ เพื่อแจ้งล่วงหน้าถึงปัญหาขดลวดหม้อแปลงกำลังที่อาจเกิดขึ้นได้หากต้องการ ที่ตู้ระบบ TEC จะมีแผงไฟแอลอีดีอยู่ด้านหน้า เพื่อแสดงถึงพารามิเตอร์หลักต่างๆ รวมถึงไฟแสดงสถานะของอุปกรณ์แบบสามสีคือ เขียว เหลืองและแดง รูปแบบแสดงผลแบบหน้าตู้นี้ สามารถดูได้จากหน้าจอคอมพิวเตอร์ ณ ห้องควบคุมของสถานีไฟฟ้าหรือจากระยะไกล

อายุการใช้งาน
การควบคุมอุณหภูมิบนพื้นฐานของการคาดคะเนสภาวะ โหลดเกิน (overload) และการคำนวณ hot-spot ทำให้ TEC สามารถคำนวณอายุการใช้งานของหม้อแปลงได้อย่างแม่นยำตามมาตรฐาน IEC และ IEEE ล่าสุด

การบันทึกเหตุการณ์ (Event recording)
TEC จะบันทึกข้อมูลในการดับหม้อแปลงและสัญญาณเตือนต่างๆ รวมถึงบันทึกข้อมูลตามเหตุการณ์ตามจริงและเหตุการณ์ต่อเนื่องตามลำดับ เพื่อช่วยให้วิศวกรควบคุมหรือโอเปอเรเตอร์สามารถวิเคราะห์ถึงต้นเหตุของปัญหาที่แท้จริงได้

การบำรุงรักษาตามเงื่อนไข
ไฟแสดงสถานะจะแสดงถึงสถานะการสึกหรอของหน้าคอนแทคของอุปกรณ์การเปลี่ยนแทป (tap-changer) ซึ่งขึ้นอยู่กับระดับของโหลดเมื่อมีการใช้งานอุปกรณ์เปลี่ยนแทปนั้นๆ ดังนั้นผู้ใช้งานจึงสามารถตัดสินใจและวางแผนได้อย่างเหมาะสมว่าเมื่อไรควรจะมีการซ่อมบำรุงครั้งต่อไป

การบำรุงรักษาน้ำมัน จะบำรุงรักษาตามเงื่อนไขโดยแยกออกจากแสดงผลอุณหภูมิ ผู้ใช้งานสามารถตรวจสอบสภาวะน้ำมันได้จากความชื้น โดยติดตั้งอุปกรณ์เซ็นเซอร์เสริมสำหรับวัดความชื้นบริเวณอุปกรณ์เปลี่ยนแทปจะมีการแจ้งเตือนล่วงหน้า เมื่ออุปกรณ์เปลี่ยนแทปมีอุณหภูมิสูงเกินกว่าค่าปกติ

การใช้งานและการปรับปรุงให้ทันสมัย
โปรแกรมการใช้งานจะถูกออกแบบบนพื้นฐานการใช้งานแบบวินโดว์ หน้าจอเริ่มใช้งานจะแสดงรูปหม้อแปลงกำลัง

จำลองพร้อมข้อมูลพื้นฐาน เช่น อุณหภูมิน้ำมันด้านบนและอุณหภูมิน้ำมันด้านล่าง ตำแหน่งความร้อนสะสม (hot-spot) 3 จุด ค่ากำลังที่ปรากฏ (apparent power) และค่าตำแหน่งของอุปกรณ์แทป รวมถึงการใช้งานข้อมูลเพิ่มเติมโดยละเอียดสามารถเข้าไปดูได้โดยการคลิกที่รูปอุปกรณ์บนหม้อแปลงจำลองนั้นหรือโดยกดปุ่มแสดงข้อมูลสถานะปุ่มใดปุ่มหนึ่งบนหน้าจอ

เอกสารต่างๆ ของหม้อแปลงไฟฟ้าและอุปกรณ์เปลี่ยนแทป รวมถึงคลิปแสดงคู่มือการใช้งาน สามารถดูได้จากคอมพิวเตอร์ในท้องควบคุมหรือสถานที่อื่นที่สะดวก

การทดลองใช้งานและข้อพิสูจน์
การทดสอบทางสภาวะแวดล้อม การทดสอบการทำงานของฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ รวมถึงการทดสอบการใช้งานที่ไซต์งานจริงในสถานที่ต่างๆ ทั่วโลก พิสูจน์ให้เห็นแล้วว่า ระบบ TEC นั้นเหมาะสมและสามารถใช้งานได้เป็นอย่างดีกับสภาพแวดล้อมแบบสถานีไฟฟ้า จากประสบการณ์มากมายของ ABB เกี่ยวกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ในการใช้งานที่สภาพแวดล้อมรุนแรง ABB ได้ใช้ประสบการณ์นี้ คำนึงถึงการออกแบบระบบ TEC ให้สามารถทนทานและใช้งานได้เป็นอย่างดีในสภาวะแวดล้อมดังกล่าว อาทิเช่น ระบบ TEC นี้ ผ่านการทดสอบทางแม่เหล็กไฟฟ้า (EMC compliant) และทนทานต่อการสั่นสะเทือน (vibration proof)

ระบบแยกและประกอบส่วน (modular system)
ระบบ TEC ถูกคิดค้นขึ้นมาเป็นรุ่นแรก แต่ ABB ยังคงค้นคว้าและพัฒนาระบบ TEC อย่างต่อเนื่อง เพื่อพัฒนาระบบ TEC ให้มีประสิทธิภาพที่ดีขึ้นตลอดเวลา ABB วางแผนที่จะดึงค่าพารามิเตอร์ใหม่ๆ ของหม้อแปลงกำลังเข้าสู่ระบบในอนาคต อาทิเช่น ค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ของอุปกรณ์เปลี่ยนแทป ค่าพารามิเตอร์ของอุปกรณ์บุชชิง ดังนั้นการออกแบบระบบ TEC ให้เป็นแบบ modular นี้ จะช่วยให้ระบบมีความยืดหยุ่นและง่ายในการปรับแต่งการใช้งานให้ตรงตามที่ต้องการ ซึ่งจะทำให้ระบบ TEC นี้เป็นนวัตกรรมที่ล้ำสมัยและคุ้มค่า โดยการช่วยให้องค์กรด้านไฟฟ้าสามารถตรวจสอบและใช้งานหม้อแปลงอย่างเต็มประสิทธิภาพสูงสุด ระบบ TEC จึงสามารถเรียกได้ว่าเป็นนวัตกรรมที่ปฏิวัติหม้อแปลงกำลังอย่างแท้จริง

International Standard Series

American National Standard Requirements for Power-Line Carrier Coupling Capacitors and Coupling Capacitor Voltage Transformers (CCVT)

ข้อกำหนดคกฏเกณฑ์ตามมาตรฐานอเมริกัน สำหรับตัวเก็บประจุเชื่อมต่อสัญญาณสื่อสารผ่านสายส่งไฟฟ้าและหม้อแปลงแรงดันแบบตัวเก็บประจุเชื่อมต่อ (ซีซีวีที)

สมชัย เจริญศรีเกษม
somchai.char
@egat.co.th

3.47 ratio correction factor (RCF)

(ตัวประกอบการแก้อัตราส่วน)

อัตราส่วนระหว่างอัตราส่วนที่แท้จริงและอัตราส่วนตามป้ายชื่อ แรงดัน ณ ขั้วต่อสายแรงสูงเท่ากับแรงดันทุติยภูมิ, คุณด้วยอัตราส่วนตามป้ายชื่อ, คุณด้วยตัวประกอบการแก้อัตราส่วน.^{๙๙}

3.48 secondary terminals of a CCVT

(ขั้วต่อสายทุติยภูมิของซีซีวีที)

ขั้วต่อสายที่ใช้ต่อเข้ากับอุปกรณ์ต่างๆ สำหรับการวัด, การ

ควบคุม, หรือการป้องกันด้วยรีเลย์.^{๙๙, ๑๐๐}

3.49 short-circuit rating (พิกัดการลัดวงจร)

เวลาในหน่วยวินาทีระหว่างที่ซีซีวีที, ซึ่งได้รับการป้อนแรงดันที่กำหนดสูงสุด, สามารถทนต่อการลัดวงจรโดยตรงที่คร่อมขั้วต่อสายทุติยภูมิ.^{๑๐๑}

3.50 stray capacitance of low-voltage terminal (ความจุไฟฟ้าแอบแฝงของขั้วต่อสายแรงต่ำ)

ความจุไฟฟ้าระหว่างขั้วต่อสายแรงต่ำและขั้วต่อลงดิน.^{๑๐๒}



3.51 stray conductance of low-voltage terminal (ความนำไฟฟ้าแอบแฝงของขั้วต่อสายแรงต่ำ)

ความนำไฟฟ้าระหว่างขั้วต่อสายแรงต่ำกับขั้วต่อลงดิน.^{๑๐๓}

3.52 thermal burden rating

(พิกัดเบอร์เดนเชิงความร้อน)

โวลต์-แอมแปร์ด้านขาออกซึ่งซีซีวีที่จะจ่ายได้อย่างต่อเนื่อง ณ แรงดันที่กำหนดสูงสุด โดยไม่ทำให้อุณหภูมิเพิ่มขึ้นเกินขีดจำกัดที่กำหนดไว้.^{๑๐๔}

3.53 transient response of a CCVT

(การตอบสนองต่อทรานเซียนต์ของซีซีวีที)

มาตรวัดความถูกต้องของรูปคลื่นแรงดันด้านทุติยภูมิ, เทียบกับรูปคลื่นแรงดันที่ขั้วต่อสายแรงสูง ภายใต้สภาวะที่ระบบมีการเปลี่ยนแปลงชั่วคราว.^{๑๐๕}

ตารางที่ 1 – ขีดจำกัดอุณหภูมิแวดล้อมสูงสุด ^{๑๐๘, ๑๐๙}

อุณหภูมิแวดล้อมสูงสุด (องศาเซลเซียส)		
ค่าเฉลี่ยตลอด 1 ชั่วโมง	ค่าเฉลี่ยตลอด 24 ชั่วโมง	ค่าเฉลี่ยตลอด 1 ปี
45	40	30

ตารางที่ 2 – ตัวคูณเพื่อปรับแก้ความคงทนของไดอิเล็กตริก ^{๑๑๐ – ๑๑๔}

ความสูง (เหนือระดับน้ำทะเล)	ตัวคูณเพื่อปรับแก้
3300 ฟุต (1000 เมตร)	1.00
5000 ฟุต (1500 เมตร)	0.95
10000 ฟุต (3000 เมตร)	0.80

3.54 true ratio (อัตราส่วนที่แท้จริง)

อัตราส่วนระหว่างแรงดันแบบรากกำลังสองเฉลี่ย (อาร์เอ็ม

เอส) ความถี่ไฟฟ้ากำลัง ณ ขั้วต่อสายแรงสูง และแรงดันอาร์เอ็มเอสความถี่ไฟฟ้ากำลัง ณ ขั้วต่อสายทุติยภูมิ ภายใต้สภาวะที่กำหนดให้.^{๑๐๖}

4. SERVICE CONDITIONS (สภาพการใช้งาน)

4.1 Usual service conditions (สภาพการใช้งานปกติ)

- การติดตั้งใช้งานนอกอาคาร.
- ช่วงของอุณหภูมิแวดล้อม: −40 °C ถึง +45 °C. จากช่วงอุณหภูมิดังกล่าว, ตารางที่ 1 บ่งบอกถึงเงื่อนไขขีดจำกัดของอุณหภูมิสูงสุดเอาไว้.
- ระดับความสูงมากที่สุด: 3300 ฟุต (1000 เมตร) เหนือระดับน้ำทะเล.
- ความถี่ไฟฟ้ากำลัง: 60 เฮิรตซ์.
- บรรยากาศ: ปลอดภัยจากควันที่เป็นอันตราย หรือฝุ่นที่มากเกินไปหรือก่อให้เกิดการขัดสี, ส่วนผสมของฝุ่นหรือแก๊สที่ระเบิดได้, ไอน้ำร้อน, และละอองเกลือ.
- ย่านของความถี่สัญญาณสื่อสาร: 30-500 กิโลเฮิรตซ์.^{๑๐๗}

4.2 Unusual service conditions

(สภาพการใช้งานที่ผิดปกติ)

- ระดับความสูงเกิน 3300 ฟุต (1000 เมตร). สำหรับตัวเก็บประจุเชื่อมต่อและซีซีวีทีที่ใช้งาน ณ ระดับความสูงมากกว่า 3300 ฟุต (1000 เมตร), ตัวคูณเพื่อปรับแก้ความคงทนของไดอิเล็กตริกอยู่ในตารางที่ 2.
- สถานีไฟฟ้าแรงสูงแบบที่ใช้แก๊สเป็นฉนวน.
- ระบบเคเบิลไฟฟ้าแรงสูง.
- การประยุกต์ใช้กับระบบกระแสตรง (ตัวเก็บประจุเชื่อมต่อ)

5. RATINGS (พิกัดการใช้งาน)

๙๘

นิยามของคำว่า ratio correction factor (RCF) ตามมาตรฐาน ANSI กำหนดไว้เหมือนกันทั้ง

C93.2-1976, C93.1-1990 & C93.1-1999 สำหรับ NEMA No. SG 11-1955 ไม่ได้กำหนด

นิยามของ ratio correction factor (RCF) เอาไว้

๙๙

นิยามของคำว่า secondary terminals of a CCVT ตามมาตรฐาน ANSI กำหนดเหมือนกันทั้ง C93.2-1976, C93.1-1990 & C93.1-1999 ขณะที่ NEMA No. SG 11-1955, Section SG11-1.20 ให้นิยามของคำว่า main secondary terminals ว่า “Main secondary terminals are terminals which provide the connection to the main secondary winding.” ซึ่งหมายถึงสิ่งเดียวกับนิยามของ C93.1-1999 ฉบับนี้ แต่ว่าไม่ได้กล่าวถึงชนิดของอุปกรณ์ที่จะนำมาต่อเข้ากับขั้วต่อสาย จึงถือว่านิยามของ C93.1 ชัดเจนกว่าของ NEMA ^{๑๐๐}

ถาม: อยากทราบว่าแบบ Secondary Terminal Box ที่ผู้ผลิตส่งมาให้ตรวจสอบ มีแนวทางพิจารณาอย่างไรบ้าง ?

ตอบ: ตาม Work Manual (WM-EE09, 8/12/2541) ของ กวอ-พ. ให้แนวทางพิจารณาแบบ Secondary Terminal Box ไว้ดังนี้

- ตรวจสอบ Contract No., Item No., Quantity และ Substation Nam ตามเอกสารสัญญา
- ตรวจสอบข้อมูล Drawing No., Designer, Revision, Date และ Scale ให้ถูกต้องและครบถ้วน
- ตรวจสอบ Detail of Secondary Terminal Box ตาม SPEC ข้อ 301-5.5 และ 301-5.6
- ตรวจสอบ Description of Accessories in Secondary Terminal Box และ Terminal Marking

๑๐๑

นิยามของคำว่า short-circuit rating ตามมาตรฐาน ANSI กำหนดไว้เหมือนกันทั้ง

C93.2-1976, C93.1-1990 & C93.1-1999 สำหรับ NEMA No. SG 11-1955

ไม่ได้กำหนดนิยามของ short-circuit rating เอาไว้

๑๐๒

นิยามของ stray capacitance of low-voltage terminal ตามมาตรฐาน ANSI

กำหนดไว้เหมือนกันหมดทั้ง C93.1-1981, C93.1-1990 & C93.1-1999 ส่วน NEMA No. SG 11-1955 ไม่ได้กำหนดนิยามของ stray capacitance of low-voltage terminal เอาไว้

๑๐๓

นิยามของ stray conductance of low-voltage terminal ตามมาตรฐาน ANSI

กำหนดไว้เหมือนกันหมดทั้ง C93.1-1981, C93.1-1990 & C93.1-1999 ส่วน NEMA No. SG 11-1955 ไม่ได้กำหนดนิยามของ stray conductance of low-voltage terminal เอาไว้บทความ Examples of Ferroresonance in a High Voltage Power System

๑๐๔

นิยามของคำว่า thermal burden rating ตามมาตรฐาน ANSI กำหนดไว้เหมือนกันทั้ง C93.2-1976, C93.1-1990 & C93.1-1999 สำหรับ NEMA No. SG 11-1955 ไม่ได้กำหนด

นิยามของ thermal burden rating เอาไว้

๑๐๕

นิยามของคำว่า transient response of a CCVT ตามมาตรฐาน ANSI กำหนดไว้เหมือนกันทั้ง C93.2-1976, C93.1-1990 & C93.1-1999 สำหรับ NEMA No. SG 11-1955 ไม่ได้กำหนดนิยามของ transient response of a CCVT เอาไว้

๑๐๖

นิยามของคำว่า true ratio ตามมาตรฐาน ANSI กำหนดไว้เหมือนกันทั้ง C93.2-1976, C93.1-1990 & C93.1-1999 สำหรับ NEMA No. SG11-1955 ไม่ได้กำหนดนิยามของ true ratio เอาไว้

๑๐๗

หัวข้อย่อยทั้ง 6 ข้อของ Usual service conditions ตามมาตรฐาน ANSI กำหนดเหมือนกันทั้ง C93.1-1981, C93.2-1976, C93.1-1990 & C93.1-1999 เพียงแต่ C93.2-1976 กำหนดย่านความถี่ตามข้อย่อยสุดท้ายเป็น 30-300 kHz ซึ่งน้อยกว่าย่านความถี่ของฉบับอื่นๆ NEMA No. SG 11-1955, Section SG 11-2.02: Usual service conditions กำหนดว่า อุณหภูมิแวดล้อม

5.1 General (พิกัดทั่วไป)

5.1.1 Voltage ratings and marked ratios

(พิกัดแรงดันและอัตราส่วนตามป้ายชื่อ)

พิกัดแรงดันของตัวเก็บประจุเชื่อมต่อและซีซีวีที, และอัตราส่วนตามป้ายชื่อของซีซีวีที, จะต้องเป็นไปตามรายการในตารางที่ 3.^{๑๑๕, ๑๑๖, ๑๑๗}

5.1.2 Dielectric strength requirements

(ข้อกำหนดกฎเกณฑ์ด้านความคงทนของไดอิเล็กตริก)

5.1.2.1 Dielectric strength of the capacitor stack

(ความคงทนของไดอิเล็กตริกสำหรับชุดตัวเก็บประจุ)

ความคงทนของไดอิเล็กตริก (การทนความถี่ไฟฟ้ากำลัง, บีโอแอล และบีเอสแอล) ของชุดตัวเก็บประจุ จะต้องเป็นไปตามตารางที่ 3.^{๑๑๘}

5.1.2.2 Dielectric strength of the electromagnetic

unit (ความคงทนของไดอิเล็กตริกสำหรับหน่วยแม่เหล็กไฟฟ้า)

5.1.2.2.1 Dielectric strength of the

intermediate-voltage circuit (ความคงทนของ

ไดอิเล็กตริกสำหรับวงจรแรงดันปานกลาง)

ความคงทนไดอิเล็กตริกของหน่วยแม่เหล็กไฟฟ้า ณ ขั้วต่อ

สายแรงดันปานกลาง จะต้องเท่ากับค่าที่ทดสอบไดอิเล็กตริก

ของตัวเก็บประจุแบ่งแรงดันตามตารางที่ 3 คูณด้วยอัตราส่วน + 1 1 2 C /(C C). แรงดันสปาร์กของอุปกรณ์ป้องกัน,

อย่างเช่นช่องอากาศ, อาจจะต่ำกว่าพิกัดความคงทนของไดอิเล็กตริก.^{๑๑๙}

5.1.2.2.2 Dielectric strength of the secondary

circuit (ความคงทนของไดอิเล็กตริกสำหรับวงจรทุติยภูมิ)

ขดลวดทุติยภูมิของหม้อแปลงที่ต่อกับแรงดันปานกลาง และส่วนประกอบเชิงเหนี่ยวนำของอุปกรณ์เสริมที่ต่อกับขดลวดทุติยภูมิ จะต้องทนต่อแรงดันขนาดสีเท่าของแรงดันใช้งานปกติได้นาน 1 นาที. ขดลวดทุติยภูมิยังจะต้องทนต่อแรงดันอาร์เอ็มเอสความถี่ไฟฟ้ากำลังที่ใช้ทดสอบไดอิเล็กตริกขนาด 2.5 กิโลโวลต์ ได้นานหนึ่งนาทีด้วย โดยให้ป้อนระหว่างวงจรทุติยภูมิและดิน และระหว่างขดลวดทุติยภูมิด้วยตัวเอง.^{๑๒๐}

5.1.3 Minimum leakage distance

(ระยะรั้วตามผิวฉนวนต่ำสุด)

ระยะรั้วตามผิวฉนวนต่ำสุดของชุดตัวเก็บประจุจะต้องเป็นไปตามตารางที่ 3.^{๑๒๑-๑๒๕}

โปรดติดตามต่อฉบับหน้า

สูงสุดไม่เกิน 40 °C ซึ่งต่ำกว่าข้อกำหนดของ C93.1-1981, C93.2-1976, C93.1-1990 & C93.1-1999 ที่ตั้งเกณฑ์ว่าไม่เกิน 45 °C ทั้งนี้ความสูงจากระดับน้ำทะเลตาม NEMA หัวข้อนี้กำหนดว่าไม่เกิน 3300 ฟุต (1000 เมตร) เช่นเดียวกับเกณฑ์ของ C93.1 & C93.2 ทุกฉบับ นอกจากนี้ NEMA No. SG 11-1955, Section SG 11-3.16 & SG 11-4.21 ยังกำหนดย่านความถี่ไว้เป็น 30-200 kHz (ตอนนั้นยังใช้หน่วยเป็น kilocycles) ซึ่งน้อยกว่า ย่านความถี่ของ C93.2-1976 ที่กล่าวไว้ข้างต้น แสดงว่ามาตรฐานมีการขยายย่านความถี่มากขึ้นเรื่อยๆ

๑๐๘

ถาม: การจัดซื้อ CC & CCVT ของ กฟผ. มีการกำหนดย่านความถี่สัญญาณสื่อสารหรือไม่ และกำหนดย่านความถี่ไว้ว่าอย่างไร ?

ตอบ: การจัดซื้อ CC & CCVT ของ กฟผ. มีการกำหนดย่านความถี่สัญญาณสื่อสารไว้ใน Ratings and Features (RF) ภายใต้หัวข้อเกี่ยวกับ Carrier Drain Coil ซึ่งกำหนดย่านความถี่เอาไว้เป็น 70-450 kHz เสมอ ทั้งนี้กองวางแผนและวิศวกรรมระบบสื่อสาร (กสส-ส.) ฝ่ายระบบสื่อสาร (ฟรส.) เป็นผู้กำหนดย่านความถี่ดังกล่าว ตามบันทึกจาก กสส-ส. ถึง ฟวส. ผ่าน ฟรส. เรื่อง “Carrier Drainage Coil ของ CC/CCVT” ลงวันที่ 13 พฤศจิกายน 2541 เพื่อตอบบันทึกจาก หมฟ-พ. (คุณวิบูลย์ ถูกขี้กระหยะ) ลงวันที่ 6 พฤศจิกายน 2541 บันทึกจาก กสส-ส.

ที่กล่าวมาข้างต้น มีใจความสำคัญเกี่ยวกับการกำหนดย่านความถี่ของ Carrier Drain Coil ดังต่อไปนี้ เนื่องจากในระบบสื่อสารของ กฟผ. ยังมีความจำเป็นต้องใช้ทั้ง PLC (Power-line carrier) และ Type “c” Line Fault Locator (LFL) ทำให้ Carrier Drainage Coil ใน CC และ CCVT จำเป็นต้องสามารถผ่านย่านความถี่ของ PLC + LFL (70-450 kHz)

๑๐๙

ถาม: เท่าที่สังเกตจะพบว่า ย่านความถี่สัญญาณสื่อสารที่ กฟผ. กำหนดไว้ คือ 70-450 kHz ตามที่กล่าวถึงในเชิงอรรถข้อที่แล้ว ยังแคบกว่าย่าน ความถี่ตาม ANSI C93.1-1999 ซึ่งเป็น 30-500 kHz อยากทราบว่าทำไม กฟผ. จึงไม่เปลี่ยนไปใช้ตาม C93.1 ซะเลย ?

ตอบ: การตอบคำถามข้อนี้ จะต้องอาศัยเชิงอรรถทั้ง 2 ข้อที่ผ่านมา ประกอบกับข้อความในบันทึกข้อคำถามจาก หมฟ-พ. (คุณวิบูลย์ฯ) ที่ผมได้กล่าวถึงในเชิงอรรถข้อที่แล้ว ซึ่งใจความสำคัญในบันทึกจาก หมฟ-พ. กล่าวถึงย่านความถี่ว่า ย่านความถี่ของ Carrier Drainage Coil ซึ่งเป็น accessories หนึ่งของ CC และ CCVT ได้มีการกำหนดค่า Carrier Frequency Range เป็น 70-450 kHz โดยที่ค่าดังกล่าวได้จากการสอบถามจาก ฟรส. และใช้ตั้งแต่โครงการ TS5 หากย้อนกลับไปดูมาตรฐานก่อนหน้า ANSI C93.1-1990 ก็จะพบว่า NEMA SG 11-1955 เคยกำหนดย่านความถี่ไว้เพียง 30-200 kHz ต่อมา

ANSI C93.2-1976 ได้ขยายเป็น 30-300 kHz แต่ก็ยังแคบกว่าย่านความถี่ที่ กฟผ. กำหนด (70-450 kHz) ดังนั้นหากพิจารณาจากข้อความของ หมฟ-พ. ที่บอกว่า กฟผ. กำหนดค่าไว้ตั้งแต่โครงการ TS5 (Transmission System Expansion Project No. 5) ย่อมแปลว่า กฟผ. กำหนดย่านความถี่ไว้กว้างกว่ามาตรฐาน NEMA และ ANSI ในช่วงก่อนปี 1990 (ช่วงของ TS8 หรือ TS9) แต่เมื่อมีการประกาศใช้ ANSI C93.1-1990 ซึ่งขยายย่านความถี่เป็น 30-500 kHz แล้ว กฟผ. ยังคงกำหนดย่านความถี่เหมือนเดิมต่อไป จึงทำให้เกิดการพลิกกลับอย่างที่เป็น

อยู่ในปัจจุบัน นั่นคือ กฟผ. กำหนดย่านความถี่ไว้แคบกว่ามาตรฐาน ANSI ดังนั้นผู้เกี่ยวข้องฝ่ายต่างๆ จึงต้องพบทวนกันใหม่ว่า การจัดซื้อ CC & CCVT ของ กฟผ. ในปัจจุบันนี้ น่าจะอนุรักษ์ย่านความถี่ของ Carrier Drainage Coil ไว้ที่ 70-450 kHz เหมือนกับสมัยก่อน หรือว่าจะขยายเป็น 30-500 kHz ตามมาตรฐานฉบับปัจจุบันกันแน่ ?

๑๑๐

หัวข้อย่อยทั้ง 4 ข้อของ Unusual service conditions ตามมาตรฐาน ANSI กำหนดไว้เหมือนกันหมดทั้ง C93.1-1981, C93.1-1990 & C93.1-1999 ขณะที่ C93.2-1976 มีเพียง 3 ข้อย่อย ซึ่งก็ตรงกับ 3 ข้อแรกของมาตรฐานฉบับนี้ เนื่องจาก C93.2-1976 เกี่ยวข้องกับ CCVT เท่านั้น จึงไม่จำเป็นต้องมีข้อย่อยสุดท้ายคือ d) Direct-current application (coupling capacitors)

๑๑๑

ขอให้ผู้เกี่ยวข้องกับการจัดซื้อ CC & CCVT เพื่อใช้งานกับ GIS ศึกษาผลกระทบต่างๆ หรือสอบถามข้อมูลเพิ่มเติมจากผู้ผลิตให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ เนื่องจากการใช้งาน CC & CCVT กับ GIS ถือว่าเป็น Unusual service conditions อย่างหนึ่งด้วย

๑๑๒

สภาพการใช้งานที่ผิดปกติข้อ (a) เมื่อความสูงเกิน 3300 ฟุต (1000 เมตร) จะต้องมีตัวคูณเพื่อปรับแก้ความคงทนของไดอิเล็กตริก แต่ทำไมมีตัว

คูณเกี่ยวกับกระแส (ต่างจากกรณีของ CT ซึ่งมีทั้งตัวคูณเกี่ยวกับแรงดันและกระแส) ทั้งนี้เนื่องจากกระแสของ CC & CCVT มีค่าต่ำมาก ขึ้นส่วนต่างๆ จึงไม่ได้รับผลกระทบอะไร เมื่อการระบายความร้อนที่เกิดขึ้นจากกระแสขณะทำงานเปลี่ยนแปลงบ้างเล็กน้อย

๑๑๓

ข้อมูลตาม Table 2 – Dielectric strength correction factors ขอมมาตรฐาน ANSI กำหนดไว้เหมือนกันทั้ง C93.1-1981, C93.2-1976, C93.1-1990 & C93.1-1999 ขณะที่ NEMA No. SG 11-1955, Section SG11-2.04: Operation at Altitudes Higher than 3300 Feet (1000 Meters) มีข้อกำหนดว่า “When equipment is operated at altitudes higher than 3300 feet (1000 meters), the dielectric strength of equipment which uses air for insulation and the current-carrying ability of equipment which uses air for a cooling medium are rduced because of the lowered air density. The rated values should be multiplied by the following correction factors.”

Altitude		Correction Factors	
Feet	Meters	Voltage	Current
3300	1000	1.00	1.00
4000	1200	0.98	0.996
5000	1500	0.95	0.99
10000	3000	0.80	0.96

เมื่อเปรียบเทียบกันแล้วพบว่า ข้อมูลส่วนที่อยู่ใน Table 2 ของ C93.1 ฉบับนี้จะตรงกับข้อกำหนดของ NEMA ทุกอย่าง เพียงแต่ NEMA มีข้อมูลที 4000 ฟุต (1200 เมตร) ด้วย ซึ่งหากคำนวณบัญญัติไตรยางศ์จาก Table 2 ของ C93.1 ก็จะได้ตัวเลขเหมือนกัน จึงถือว่าไม่มีความแตกต่างของตัวคุณเพื่อปรับแก้แรงดัน ส่วนตัวคุณเพื่อปรับแก้กระแสที่ NEMA กำหนดนั้น เป็นเพียงข้อกำหนดทั่วไป แต่เนื่องจากกระแสของ CC & CCVT ต่ำมาก จึงไม่มีผลกระทบจากความสูงเลย ฉะนั้น C93.1 ฉบับนี้จึงไม่ได้กำหนดตัวคุณเพื่อปรับแก้กระแสไว้

๑๑๔

เมื่อเปรียบเทียบข้อมูลตาม Table 2 – Dielectric strength correction factors ของ C93.1-1999 กับข้อมูลตาม Table 1 – Dielectric strength correction factors for altitudes greater than 1000 m ของ C57.13-2008 พบว่าข้อมูลส่วนที่อยู่ใน Table 2 ของมาตรฐานฉบับนี้ตรงกับข้อมูลของ C57.13 ทุกอย่าง เพียงแต่ C57.13 แยกแยะความสูงไว้มากกว่าและแสดงค่าสูงมากที่สุดถึง 4500 เมตร ขณะที่มาตรฐานฉบับนี้แสดงค่าสูงไว้ถึง 3000 เมตรเท่านั้น

๑๑๕

ใจความของหัวข้อ Voltage ratings and marked ratios ตามมาตรฐาน ANSI เหมือนกันทั้ง C93.1-1981, C93.2-1976, C93.1-1990 & C93.1-1999 และตัวเลขต่างๆ ที่เกี่ยวข้องตาม Table 3 ก็เหมือนกันด้วย ส่วน NEMA No. SG 11-1955 มีพิกัดแรงดันตั้งแต่ 2.4 kV ถึง 288 kV ซึ่งช่วงแรงดัน 34.5 kV ถึง 230 kV จะตรงกับ C93.1 ฉบับนี้ แม้ว่า NEMA No. SG 11-1955 จะไม่ได้กำหนดอัตราส่วนตามป้ายชื่อไว้ตรงๆ แต่ Section 11-4.04 ก็มีการกำหนดพิกัดแรงดัน τυดยกมีเป็น 115/66.4 V ซึ่งเหมือนกับเกณฑ์ที่กำหนดในหมายเหตุของ Table 3 ของ C93.1 ฉบับนี้ ดังนั้นอัตราส่วนก็ถือว่าเหมือนกันด้วย

๑๑๖

ขอให้ผู้อ่านสังเกตว่า “พิกัดแรงดัน” เกี่ยวข้องกับทั้งตัวเก็บประจุเชื่อมต่อและซีซีวีที ขณะที่ “อัตราส่วนตามป้ายชื่อ” เกี่ยวข้องกับซีซีวีทีเท่านั้น ทั้งนี้เนื่องจากตัวเก็บประจุเชื่อมต่อไม่มีส่วนของขดลวด τυดยกมีที่ต่อออกไปใช้งาน ดังนั้นจึงไม่ได้กล่าวถึงอัตราส่วนแรงดัน

๑๑๗

ถาม: การจัดซื้อ CC & CCVT ขึ้นตอนใดบ้างที่เกี่ยวข้องกับ ‘Voltage ratings and marked ratios’?

ตอบ: การจัดซื้อ CC & CCVT มีขั้นตอนหลักๆ ที่เกี่ยวข้องกับการ ‘Voltage ratings and marked ratios’ ดังนี้

- ตอนที่ออก Bill of Material (B/M) หน่วยงาน กวอ-พ. ต้องบอก Nominal system voltage และ Marked ratios ให้ชัดเจน เพื่อแจ้ง หน่วยงาน กวอ-พ. ให้ทราบวารายการนั้นๆ จะซื้อไปใช้กับระบบ แรงดันเท่าไร
- ตอนที่ออก Ratings and Features (RF) ต้องใช้ค่า Nominal system voltage ตาม B/M ในการกำหนดพิกัดแรงดันอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง ตาม Table 3 ของ C93.1 พร้อมทั้ง Marked ratios ของขดลวด แต่ละชุด เพื่อให้ผู้เข้าประมูล/ผู้ผลิตทราบค่าที่ กฟผ. ต้องการ
- ตอนที่พิจารณา Proposal Data (PD) ซึ่งผู้เข้าประมูล/ผู้ผลิตเสนอเข้ามา เพื่อให้มั่นใจว่า ทั้งผู้ซื้อและผู้ขายมีความเข้าใจตรงกัน ทั้งนี้ พิกัดแรงดันปกติของระบบและอัตราส่วนค่าต่างๆ ที่ผู้ผลิตกรอกมาใน PD จะต้องตรงตาม RF เท่านั้น (ยกเว้นพิกัดการฉนวนที่ยอมให้เสนอสูงกว่า ได้) และต้องใช้ค่าใน PD เป็นข้อตกลงใหม่ที่มีผลบังคับตามสัญญา
- ตอนที่พิจารณา Outline Drawing ต้องบอกพิกัดแรงดันด้านปฐมภูมิ และพิกัดการฉนวนต่างๆ (อาจจะไม่บอกอัตราส่วนในแบบแผนนี้) เพื่อให้มั่นใจว่าผู้ผลิตได้ออกแบบอุปกรณ์ตาม พิกัดแรงดันที่เสนอมาใน PD (เมื่อเป็นสัญญาแล้วจะไม่ใช้ค่าใน RF อีก)
- ตอนที่พิจารณา Nameplate Drawing ต้องมีทั้งพิกัดแรงดันและ อัตราส่วนต่างๆ เพื่อให้มั่นใจว่าผู้ผลิตได้ออกแบบอุปกรณ์ตามข้อมูลที เสนอมาใน PD (เมื่อเป็นสัญญาแล้วจะไม่ใช้ค่าใน RF อีก)
- ตอนที่พิจารณา Routine Test Report ต้องมั่นใจว่าแรงดันที่ใช้ทดสอบหัวข้อ ต่างๆ สอดคล้องกับพิกัดแรงดันที่เสนอมาใน PD และมีการทดสอบ Accuracy Test ด้วย อัตราส่วนต่างๆ ตามที่ กฟผ. จัดซื้อ

๑๑๘

เกณฑ์ข้อกำหนดในตัวข้อ Dielectric strength of the capacitor stack ตามมาตรฐาน ANSI เหมือนกันทั้ง C93.1-1981, C93.1-1990 & C93.1-1999 ส่วน NEMA No. SG 11-1955, Table 1 (พิกัดแรงดัน 34.5 kV ถึง 230 kV ซึ่งเทียบกับมาตรฐานฉบับนี้ได้) กำหนดพิกัด BIL และ Low-frequency withstand (Dry) ไว้ตรงตาม C93.1-1999 แต่ว่า Low-frequency withstand (Wet) ต่างจาก C93.1-1999 บ้าง ซึ่งผมจะบอกรายละเอียดไว้ในเชิงอรรถของ Table 3 ต่อไป

๑๑๙

การเปรียบเทียบเกณฑ์ข้อกำหนดกับ C93.2-1976, C93.1-1990 & NEMA No. SG 11-1955 มีเนื้อหาเหมือนกับหัวข้อ 5.1.2.1 Dielectric strength requirements เพียงแต่ค่าที่ใช้กับหัวข้อ 5.1.2.1 มาคูณด้วยอัตราส่วนการแบ่งแรงดันด้วยตัวเก็บประจุเท่านั้น

๑๒๐

ข้อความในตัวข้อ Dielectric strength of the secondary circuit ตามมาตรฐาน ANSI กำหนดเหมือนกันทั้ง C93.2-1976, C93.1-1990 & C93.1-1999 ส่วน NEMA No. SG 11-1955, Section SG11-4.10 ก็กำหนดหลักการทดสอบต่างๆ ตรงตาม C93.1-1999 เช่นกัน

๑๒๑

ข้อความในตัวข้อ Minimum leakage distance ตามมาตรฐาน ANSI กำหนดตัวเลขเหมือนกันหมดทั้ง C93.1-1981, C93.1-1990 & C93.1-1999 ส่วน NEMA No. SG 11-1955 กำหนด Minimum creepage distance ตาม Table 1 ในมาตรฐานดังกล่าว ซึ่งตัวเลขส่วนใหญ่ต่ำกว่า C93.1-1999 ฉบับนี้ หมายความว่า มาตรฐานอเมริกันเพิ่มระยะตามผิวฉนวนให้มากขึ้น เพื่อเพิ่มความปลอดภัยให้กับอุปกรณ์

Table 6 – Creepage distance		
Pollution level	Minimum rated specific creepage distance ^a mm/kV	Creepage distance Arcing distance
I Light	16	≤ 3,5
II Medium	20	≤ 3,5
III Heavy	25	≤ 4,0
IV Very heavy	31	≤ 4,0
^a For the actual creepage distance, the specified manufacturing tolerances are applicable (see IEC 62155).		
^b Ratio of the creepage distance measured in millimetres between phase and earth over the r.m.s. phase to phase value of the highest voltage in kV for the equipment <i>U_m</i> (see IEC 60071-1). For other information and manufacturing tolerances on the creepage distance see IEC 60815.		
NOTE 1 It is recognized that the performance of surface insulation is greatly affected by insulator shape.		
NOTE 2 In very lightly polluted areas, specific rated creepage distances lower than 16 mm/kV can be used depending on service experience. 12 mm/kV seems to be a lower limit.		
NOTE 3 In the case of exceptional pollution severity, a specific rated creepage distance of 31 mm/kV may not be adequate. Depending on service experience and/or on laboratory test results, a higher value of specific creepage distance can be used, but in some instances the practicability of washing may have to be considered.		
NOTE 4 The values are for porcelain insulators. Composite insulators exist which have better performance against pollution, according to IEC 61462.		

๑๒๒

มาตรฐาน IEC 60044-5, Clause 7.2.8 External insulation requirements กำหนด creepage distance ตามเกณฑ์ใน Table 6 คือ จากตารางดังกล่าวผมคิดว่า IEC กำหนดเกณฑ์เกี่ยวกับระยะรั้วตามผิวฉนวนไว้ละเอียด ชัดเจนกว่า IEEE มาก และสิ่งที่เกี่ยวข้องกับการจัดซื้อ CC & CCVT ต้องพิจารณาเพิ่มเติม ก็คือ อัตราส่วนของ Creepage distance กับ Arcing distance ซึ่งหากมีค่าเกินจากที่ IEC กำหนดไว้ จะทำให้การ Flashover ข้าม Arcing distance ได้ง่ายกว่าการรั้วตามผิวฉนวนหรือ Creepage distance และทำให้การเพิ่ม Creepage distance ให้มากขึ้น หมดความหมายไปเลย ดังนั้น ผู้ตรวจสอบแบบของ Insulator จึงต้องตรวจสอบอัตราส่วนนี้ด้วย !

๑๒๓

ถาม: การจัดซื้อ CC & CCVT ขึ้นตอนใดบ้างที่เกี่ยวข้องกับ ‘Minimum leakage distance’ ?
ตอบ: การจัดซื้อ CC & CCVT มีขั้นตอนหลักๆ ที่เกี่ยวข้องกับ ‘Minimum creepage distance’ (ตามศัพท์ที่ กฟผ. ใช้อยู่) ดังนี้

- ตอนที่ออก Bill of Material (B/M) หน่วยงาน กวอ-พ. ต้องศึกษาข้อมูลว่าจะนำอุปกรณ์ไปติดตั้งบริเวณที่มีมลภาวะมากน้อยแค่ไหน เพื่อแจ้งหน่วยงาน กวอ-พ. ให้ทราบว่ารายการนั้นๆ จะซื้อเป็น Normal creepage, High creepage หรือ Extra high creepage
 - ตอนที่ออก Ratings and Features (RF) ต้องกำหนดให้ค่าสอดคล้องกับ B/M เพื่อให้ผู้เข้าประมูล/ผู้ผลิตทราบค่าที่ กฟผ. ต้องการ
 - ตอนที่พิจารณา Proposal Data (PD) ซึ่งผู้เข้าประมูล/ผู้ผลิตเสนอเข้ามา เพื่อให้มั่นใจว่า ทั้งผู้ซื้อและผู้ขายมีความเข้าใจตรงกัน ทั้งนี้ค่าที่ผู้ผลิตกรอกมาใน PD จะต้องไม่ต่ำกว่าค่าที่กำหนดไว้ใน RF และต้องใช้ค่าใน PD เป็นข้อตกลงใหม่ที่มีผลบังคับตามสัญญา
 - ตอนที่พิจารณา Outline Drawing และ Nameplate Drawing เพื่อให้มั่นใจว่าผู้ผลิตเลือกบุชชิ่งที่มี ‘creepage distance’ ไม่ต่ำกว่าค่าที่เสนอมาใน PD (เมื่อเป็นสัญญาแล้วจะไม่ใช้ค่าใน RF อีก) นอกจากนี้ค่าที่บอกไว้ใน Drawing ทั้งสองแผ่นจะต้องตรงกันด้วย
 - ตอนที่พิจารณา Routine Test Report ต้องมั่นใจว่าอุปกรณ์ที่ผลิตจริงๆ มี ‘creepage distance’ ไม่ต่ำกว่าค่าบน Nameplate ทั้งนี้เมื่อ กฟผ. อนุมัติ Nameplate Drawing ที่ผู้ผลิตเสนอมาแล้ว ต้องถือว่าค่าบน Nameplate มีลำดับความสำคัญสูงกว่า PD
- ๑๒๔
- ข้อมูลจาก บันทึกองค์ความรู้, วิบูลย์ ฤกษ์ศิระทัย, หน้า 90 ได้มีการรวบรวม BIL ณ พิกัดแรงดันต่างๆ พร้อมทั้ง Creepage distance ของอุปกรณ์ CT & VT, CC, CCVT, Bushing, Surge arrester ที่ กฟผ. จัดซื้อก่อนปี 1991 ไว้ทั้งหมด ซึ่งมีคุณค่าต่อการศึกษาค้นคว้าของคนรุ่นหลังอย่างมาก ผมจึงนำมาบันทึกไว้ในหนังสือเล่มนี้เพื่อสืบทอดความรู้ดังกล่าวต่อไป

kV	BIL	CT & VT	CC	CCVT	Bushing	Special	
						20 mm/kV _{max}	23 mm/kV _{max}
11	110	280	-	-	280	280	280
22	150	432	-	-	430	480	552
33	200	661	-	-	660	690	794
69	350	1220	1220	1220	1220	1450	1668
115	450	1677	1614	1614	1660	2420	2783
115	550	2007	2010	2010	2010	2420	2783
230	900	3429	3408	3408	3560	4840	5566
525	1550	-	-	-	8078	11000	12650
525	1800	8078	8890	8890	12319	11000	12650

- สำหรับ Special creepage distance ใช้ตาม IEC ปี 1985 คือ 20 mm/kVmax.L-L (เปลี่ยนเป็น 25 mm/kVmax.L-L เมื่อ May’91)
 - Surge arrester ให้ใช้ตาม Standard คือ Creepage distance = 25.4 × Arrester voltage rating (in millimeters)
- ถ้าเป็น Special ให้ใช้ 20 mm/kVmax L-L เทียบกับค่า Nominal ของ Surge arrester หากค่าใดมากให้ใช้ค่านั้น

๑๒๕

ข้อมูลจาก บันทึกองค์ความรู้, วิบูลย์ ฤกษ์ศิระทัย, หน้า 8 บันทึกว่า สำหรับอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในทีี่ๆ มีมลภาวะสูงเช่นที่แม่เมาะ หรือใกล้ๆ กับโรงงานต่างๆ Insulator จะต้องเพิ่ม Creepage distance ให้มากขึ้น ตัวอย่างเช่น ที่ สฟ. แม่เมาะ Insulator ของ Instrument Transformer จะกำหนดดังนี้ “Insulator supplied shall have the creepage distance of not less than 23 mm per kV of maximum line to line voltage” ซึ่งเมื่อพิจารณาจากเชิงอรรถข้อที่แล้วก็ถือว่า 23 mm/kVmax.L-L เป็นเกณฑ์สูงสุดตาม IEC ปี 1985 แต่หลังจากที่ IEC เปลี่ยนเป็น 25 mm/kVmax.L-L เมื่อ May’91 แล้ว กฟผ. ก็ใช้เกณฑ์ 25 mm/kVmax.L-L กับบริเวณที่มีมลภาวะสูงแทน

High Voltage Series

ABB Ability

หนทางสำหรับการเปลี่ยน

แนวทางในการดำเนินงานธุรกิจ



Guido Jouret

หัวหน้าแผนกดิจิทัล เทคโนโลยี เอบีบี

จะเป็นผู้นำคำตอบเกี่ยวกับ ABB Ability



เชมจิรา เจริญสุข

khemjira.charoensook

@th.abb.com

Guido Jouret ได้พูดคุยเกี่ยวกับยุทธวิธีในการดำเนินงาน

ทางด้านดิจิทัลของเอบีบีในบทสัมภาษณ์ก่อนหน้านี้ (ซึ่งถูกตีพิมพ์ในวารสาร ABB REVIEW ฉบับที่ 1/2017) และครั้งนี้เป็นครั้งที่ 2 ที่เขาจะพูดเกี่ยวกับ ABB Ability

ABB Ability

ABB Ability

ABB Ability

ABB Ability

ABB Ability

ABB Ability

ABB Ability

ABB Ability

ABB Ability

ABB Ability

ABB Ability

ABB Ability

ABB Ability

ABB Ability

ABB Ability

ABB Ability

ABB Ability

ABB Ability

ABB Ability

ABB Ability

ABB Ability

ABB Ability

AR

ABB Ability จะก้าวล้ำไปมากกว่า ABB Automation และ

ดิจิทัลที่ได้ให้การบริการก่อนหน้านี้อย่างไร?

ABB Ability

ABB Ability

ABB Ability

ABB Ability

ABB Ability

ABB Ability

ABB Ability

ABB Ability

ABB Ability

ABB Ability

ABB Ability

ABB Ability

ABB Ability

ABB Ability

ABB Ability

ABB Ability

ABB Ability

ABB Ability

ABB Ability

ABB Ability

ABB Ability

ABB Ability

ABB Ability

ABB Ability

ABB Ability

ABB Ability

—
รูปที่ 1
แสดงตารางรวบรวมข้อมูล
ของเอบีบี จะมีการเข้าถึง
ข้อมูลที่มีการเคลื่อนไหว
อยู่ตลอดเวลาในการ
ดำเนินการ ซึ่งเป็นตัวอย่างหนึ่ง
จากหลากหลายวิธีใน
กระบวนการจัดการข้อมูล

วิศวกรควบคุม จะรู้เกี่ยวกับระบบในการควบคุม : การดำเนินงานจะมีการรายงานออกมามากมาย สามารถนำมาใช้ได้เพียงบางค่า แต่ค่าเหล่านั้นจะถูกซ่อนอยู่โดยอาศัยเซ็นเซอร์เป็นตัวชี้วัดข้อมูล ซึ่งทฤษฎีนี้เป็นหัวใจสำคัญของการควบคุมระบบปิดเป็นแนวความคิดที่สามารถนำมาพัฒนาในการบริหารจัดการและการซ่อมบำรุง ซึ่งเป็นแบบแผนและความสัมพันธ์ในการนำข้อมูลออกมาใช้ ดังแสดงในรูปที่ 2

AR
คำตัวชี้วัดในการยกระดับการควบคุมระบบขึ้นอยู่กับอะไร?

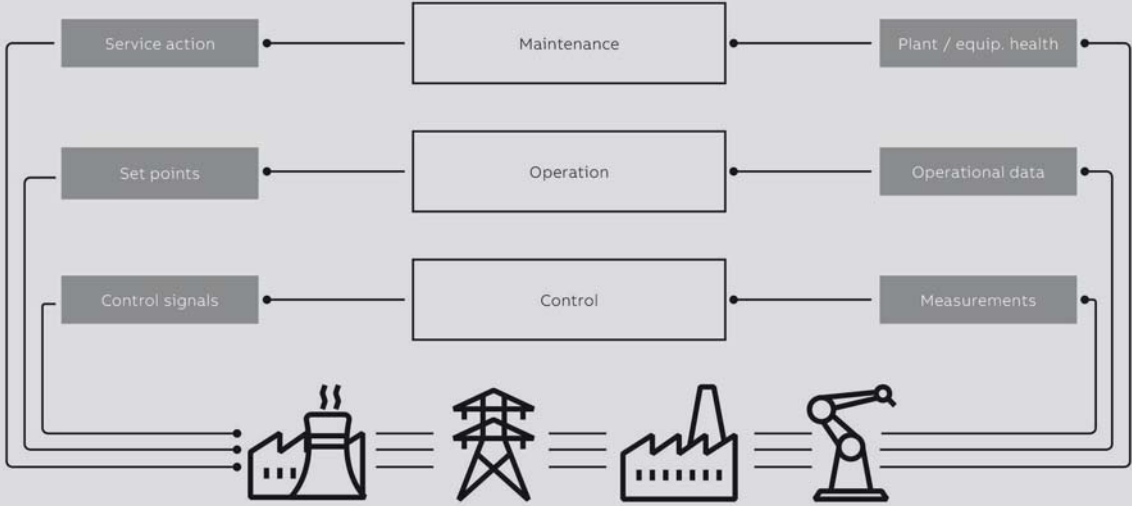
GJ
ประเภทของการควบคุม จะนำไปสู่การจัดลำดับการบำรุงรักษาให้เหมาะสม

—
เอบีบี จะนำระบบดิจิทัลมาจัดการผลิตภัณฑ์
และการบริการ

ชี้ให้เห็นจากภาพองค์กรรวม หมายถึงการให้ความสำคัญกับการผลิตและสถานการณ์ในสายการผลิต การตัดสินใจจะขึ้นอยู่กับข้อมูลที่เกิดขึ้นตามความเป็นจริง มากกว่าข้อมูลที่ถูกบันทึกไว้ ซึ่งบางครั้งเป็นการจดบันทึกด้วยมือ ส่วนมากจะถูกจำกัดโดยทางศักยภาพและอาจเกิดความผิดพลาดขึ้นจากการเชื่อมโยงระหว่างช่องว่างนี้ ผู้บริหารจึงควรมีการประชุมหารือกับคณะทำงานให้บ่อยครั้งขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 3

สิ่งนี้จะเป็นการเชื่อมโยงโดยตรงของทั้ง 2 ด้าน ไม่เพียงแต่จะเป็นความสามารถในการเข้าถึงข้อมูลปัจจุบัน แต่ยังสามารถส่งกลับข้อมูลและดำเนินการได้อย่างทันท่วงที โดยเป็นการรวมเข้าของข้อมูลทางเทคโนโลยีเบื้องต้นและการปฏิบัติการทางเทคโนโลยี ตัวอย่างหนึ่งคือการประจุไฟของรถยนต์ไฟฟ้า โดยที่รถยนต์และอุปกรณ์ในการจ่ายประจุไฟฟ้า ต้องมีการเชื่อมโยงถึงกัน เพื่อจุดประสงค์ของการออกเอกสารในการเรียกเก็บเงิน

—
รูปที่ 2
แสดงขั้นตอนการตัดสินใจ
โดยระบบปิดของ ABB Ability
มีความใกล้เคียงกับการดำเนินการ
และการบำรุงรักษา



รูปที่ 2

—
เป็นเพียงอุปกรณ์หนึ่ง ที่เหมือนกับระบบ
การแลกเปลี่ยนข้อมูล โดย clouds
จะทำการแลกเปลี่ยนข้อมูล ไม่ว่าจะป็น
เรื่องของอุตสาหกรรมการผลิต
หรือรูปแบบของผลิตภัณฑ์

ต้องมั่นใจว่าแบตเตอรี่มีการประจุไฟฟ้า โดยการจ่ายแรงดันและกระแสไฟฟ้าอย่างเหมาะสมและอุปกรณ์มีการตัดการเชื่อมต่อหลังจากมีการประจุไฟเต็มแล้ว โดยสิ่งนี้เป็นหลักการทำงานขั้นพื้นฐานของระบบ

แต่สำหรับการก้าวล้ำทางเทคโนโลยี สามารถทำให้อุปกรณ์ที่จ่ายประจุไฟฟ้าเชื่อมต่อได้กับระบบส่งจ่ายไฟฟ้า ตัวอย่างเช่น ระบบการจ่ายประจุไฟฟ้าสามารถลงระดับลงชั่วคราวได้ถ้ามีกำลังไฟฟ้าที่เพียงพอ และจากการลำดับความสำคัญของการใช้งานของผู้บริโภค

ตัวอย่างอื่นที่สามารถแบ่งแยกการผลิตทางอุตสาหกรรมโดยผู้ที่มีหน้าที่ในการบริหารจัดการ ต้องคำนึงถึงการขนส่งวัตถุดิบที่เป็นส่วนประกอบสำคัญ ที่จะสามารถส่งผลกระทบต่อการผลิตต้นทางมากกว่าการเดินทางระบบอย่างเต็มกำลังจนเสร็จสิ้นกระบวนการ โดยที่ไม่สามารถคาดการณ์ได้ถึงการหมดไปของวัตถุดิบ ซึ่งกระบวนการนี้ต่างจากกระบวนการอื่นโดยความล่าช้าอาจมีผลเชื่อมโยงให้ขั้นตอนในการผลิตอื่นถูกเลื่อนออกไป ในทำนองเดียวกันถ้ามีการป้องกันปัญหาด้านปลายทางการผลิต สิ่งนี้จะมีค่ามากกว่าการมีวัตถุดิบ แต่ไม่สามารถดำเนินการผลิตจากวัตถุดิบนั้นได้

AR
ในอดีต โรงงานอุตสาหกรรมมีการกำหนดกลุ่มเป้าหมายและ

ป้องกันคู่แข่งทางการค้าโดยการเป็นผู้ครอบครองกรรมสิทธิ์เมื่อไม่นานมานี้ เอบีบีได้มีนโยบายการส่งเสริมการนำมาตรฐาน IEC มาใช้ เช่น มาตรฐาน IEC 61850 (สำหรับการติดต่อประสานงานของสถานีไฟฟ้า) อุปกรณ์ต่างๆ ที่มีการผลิตจากแต่ละอุตสาหกรรมการผลิต ระยะเวลาของวิธีที่ใช้ในการแก้ไขปัญหา นี้มีการใช้มาเป็นระยะเวลานาน แต่กับระดับการแก้ปัญหาของ cloud จะเป็นอย่างไร? มีการป้องกันคู่แข่งทางการค้าหรือไม่?

GJ
ในทางตรงกันข้าม มากกว่าการติดตามข้อมูลคือการหาวิธีในการป้องกันที่มีการพัฒนาขึ้น

เป็นเพียงอุปกรณ์หนึ่ง ที่เหมือนกับระบบการแลกเปลี่ยนข้อมูล โดย clouds จะทำการแลกเปลี่ยนข้อมูล ไม่ว่าจะป็นเรื่องของอุตสาหกรรมการผลิตหรือรูปแบบของผลิตภัณฑ์ เราจึงสามารถสรุปได้ว่า clouds เป็นที่แลกเปลี่ยนข้อมูลและเป็นที่เก็บรวบรวมข้อมูลได้ภายในตัว ดังแสดงในรูปที่ 4

AR
ในตัวอย่างก่อนหน้านี้ มีส่วนในการอธิบายถึงการใช้ข้อมูลร่วมกันในส่วนของลูกค้า เอบีบีมีวิธีการในการแจกจ่ายข้อมูลอย่างไร?

GJ
เอบีบีสามารถวิเคราะห์ข้อมูลและทำนายผลความผิดพลาดที่เกิดขึ้น แนะนำลูกค้าเกี่ยวกับวิธีในการบำรุงรักษาหรือขึ้นอยู่กับการบริหารจัดการ การลงมือปฏิบัติ ในทำนองเดียวกันก็สามารถอธิบายได้ว่าเอบีบี ก็ใช้วิธีนี้ในการดำเนินธุรกิจเช่นกัน

ถ้ามีการบำรุงรักษาที่ดี ก็จะเป็นการยืดอายุการใช้งานของ

รูปที่ 1



รูปที่ 3
แสดงเซ็นเซอร์อัจฉริยะ
ที่ใช้ในการสังเกตประสิทธิภาพ
การทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้า
แรงดันต่ำ

อุปกรณ์ ยกตัวอย่างเช่น มอเตอร์ เราอาจไม่มีความจำเป็น
ที่จะต้องมีการเปลี่ยนอุปกรณ์ชิ้นใหม่

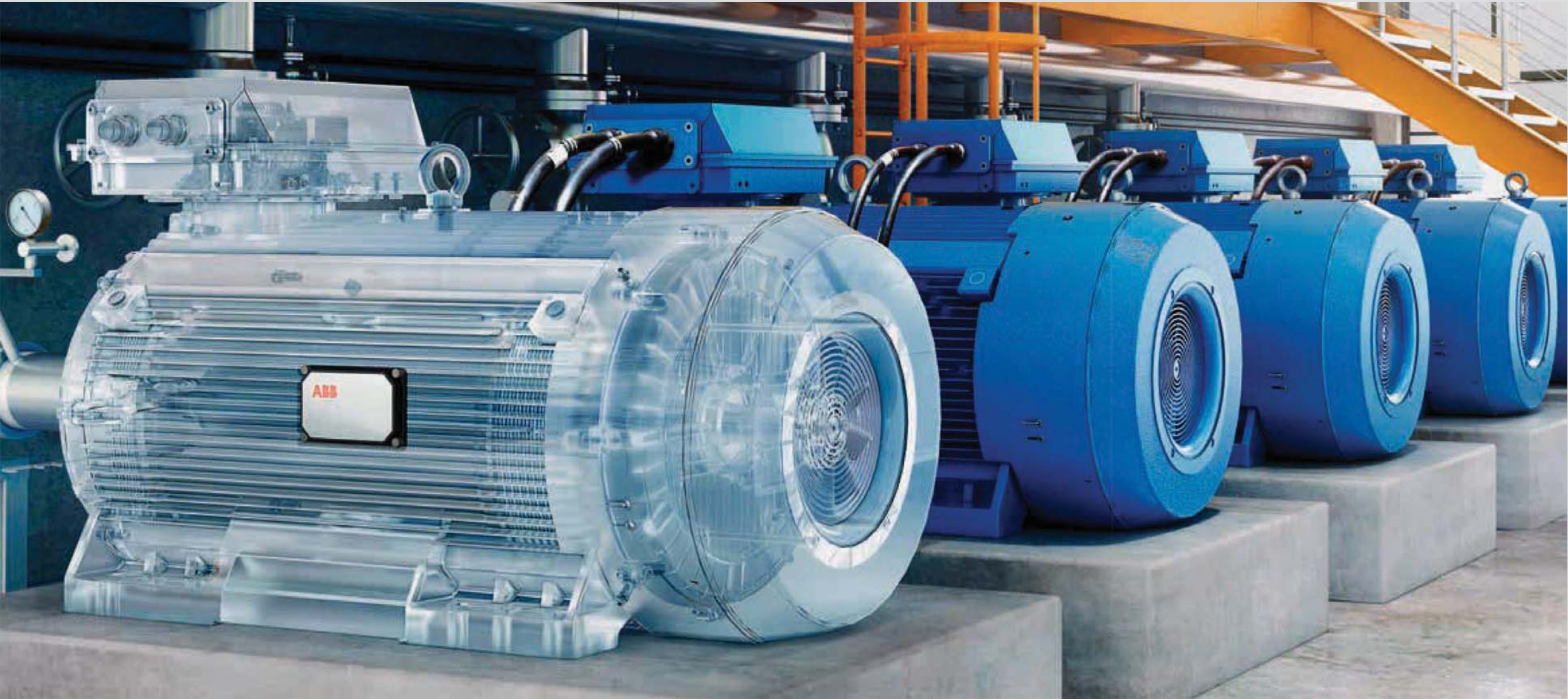
สิ่งที่เอบีบีเสนอให้กับตลาดคือ การขาย
ผลิตภัณฑ์นำสู่การขายงานบริการ

แต่เราต้องมองภาพองค์รวมสิ่งที่เอบีบีเสนอให้กับตลาดคือ
การขายผลิตภัณฑ์นำสู่การขายงานบริการ

นอกจากการบำรุงรักษานี้ ลูกค้ายังได้รับผลประโยชน์จาก
เอบีบีมากกว่าแค่การติดตั้ง ตัวอย่างเช่น ถ้าเอบีบีรู้ว่าลูกค้าใช้
เครื่องจักรในการทำงาน เอบีบีจะออกแบบเครื่องจักรให้ม
ีความสามารถมากกว่าสิ่งที่ลูกค้าต้องการ

AR
ถ้ามีข้อมูลที่ลูกค้าต้องการแลกเปลี่ยน แล้วลูกค้าได้รับผล
ประโยชน์ แต่ไม่สามารถเพิ่มความน่าเชื่อถือให้แก่ cloud
สิ่งนี้ทำให้ลูกค้าเกิดความไม่มั่นใจได้หรือไม่?

รูปที่ 3



GJ
นี่เป็นคำถามที่สำคัญ โดยพวกเราได้เฝ้าสังเกตและในหุ่นยนต์
หลายตัวมีเครื่องสำหรับบันทึกภาพ ตัวอย่างเช่น ยูมิ ในก้าว
ถัดไป เราจะเห็นไมโครโฟนถูกนำมาใช้งานในวงกว้าง ทั้งใน
การโต้ตอบคำสั่งของมนุษย์ และเป็นการเพิ่มเซ็นเซอร์ป้องกัน
ให้กับหุ่นยนต์อีกด้วย

ข้อมูล IoT (Internet of Things)
เป็นการเก็บข้อมูลขั้นพื้นฐาน

การติดตั้งอุปกรณ์ที่เพิ่มขึ้นนั้น เปรียบเสมือนเป็นการเพิ่มตา
และหูในการควบคุมพื้นที่ของโรงงาน ลูกค้าจะเห็นถึงความ
เสี่ยงเกี่ยวกับข้อมูลการจัดการ เราจะพูดถึงตัวอย่างโรงงาน
ผลิตรถยนต์สปอร์ต เครื่องจักรในสายพานการผลิตสามารถ
ชี้วัดจำนวนและให้ผลการผลิตได้อย่างแม่นยำ ถ้าเกิดความ
เสียหายหรือเกิดอุบัติเหตุ โดยที่ข้อมูลตกไปอยู่ในมือของ
คู่แข่งทางการค้า พวกเขาจะเกิดความเสียเปรียบทางการตลาด

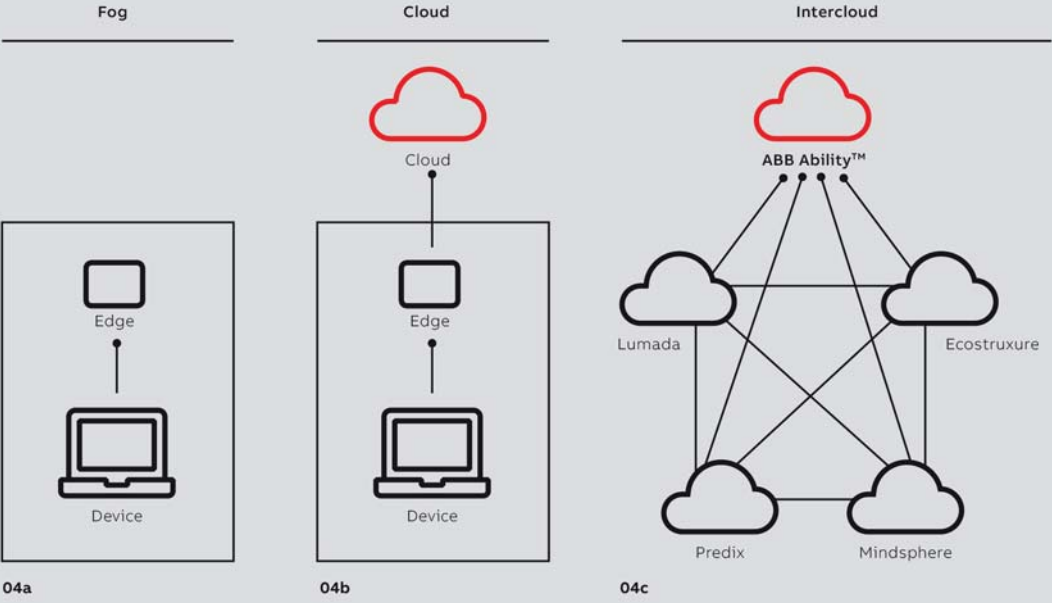
AR
นี่เป็นความขัดแย้งระหว่างการได้รับผลประโยชน์ของลูกค้า

รูปที่ 4
แผนภาพแสดงความก้าวหน้า
ทางดิจิทัล

04a ระบบอัตโนมัติ และ
เทคโนโลยีดิจิทัลขั้นสูงกับความ
สามารถของเครื่องคอมพิวเตอร์
ที่อยู่ในส่วนนั้น ในการถูกใช้เป็น
ทั้ง Hardware และ Software
ระบบอัตโนมัติ pre-cloud
อาจเรียกว่า fog

04b การเชื่อมต่อระบบกับ
cloud สามารถมีชุดคำสั่งได้
อย่างหลากหลายในการเข้าถึง
ข้อมูลได้อย่างเหมาะสม และ
มีประสิทธิภาพ

04c cloud
จากแต่ละอุตสาหกรรมการ
ผลิต สามารถรวมอยู่ได้ใน
intercloud



สำหรับการแบ่งปันข้อมูล และความเสี่ยงที่แสดงออกมาถึง
การแลกเปลี่ยนข้อมูลในครั้งนี้

GJ
เราต้องการแหล่งที่มาของการเรียกเก็บเงิน เพียงแค่เป็นใบ
เรียกเก็บเงินที่ถูกต้องจากรัฐบาล จะสามารถป้องกันอันตราย
ให้กับพลเมืองได้ ดังนั้นข้อมูล IoT (Internet of Things)

เป็นการเก็บข้อมูลขั้นพื้นฐาน

เอบีบีมีการเริ่มทำผลิตภัณฑ์จากการนำข้อมูลของลูกค้ามาใช้
นี่จึงเป็นสิ่งสำคัญมากที่ข้อมูลไม่สามารถร่างโดยนักกฎหมาย
แต่ยังคงเป็นรูปแบบที่ง่ายต่อความเข้าใจ การเรียกเก็บเงินจะ
เป็นรูปแบบขั้นพื้นฐานระหว่างเอบีบีและลูกค้า และเป็นหัวใจ
สำคัญของการซื้อขายระหว่างกัน

- องค์ประกอบที่สำคัญของการเรียกเก็บเงิน ประกอบด้วย
- ข้อมูลที่เอบีบีได้รับจากลูกค้า
 - ทำไมเอบีบีถึงต้องการข้อมูลนี้
 - เอบีบีจะสามารถรักษาความปลอดภัยของเทคโนโลยี และ
นโยบายได้อย่างไร
 - ลูกค้าจะได้รับผลประโยชน์อย่างไรจากการกระทำนี้
 - เอบีบีมีวิธีการในการจัดการกับข้อมูลของลูกค้าที่เลิกใช้
บริการแล้วอย่างไร

ในทางการจัดการข้อมูลและทางความคิด ข้อมูล IoT ที่ถูก
ต้องจะสามารถสร้างแรงบันดาลใจเหมือนกับรัฐบาลสหรัฐ
อเมริกาที่ใช้ได้ผลกับผู้โดยสารสายการบิน โดยจะปกป้อง
ผู้โดยสารจากการรอคอยเครื่องบิน การแออัดค่าธรรมเนียม
การปิดเขตขัดข้องเนื่องจากเหตุเครื่องบินล่าช้า การใช้น้ำ
หรือห้องน้ำไม่ได้ และการตรวจสอบสัมภาระที่สูญหายหรือ
การรับประกันอื่นๆ

พวกเรายังคงแจ้งข้อมูลเหล่านี้ให้ลูกค้าทราบต่อไป

AR
ขอบคุณสำหรับการให้สัมภาษณ์ในครั้งนี้

Balancing act

การกระทำให้สมดุล

การควบคุมแบบเหมาะสมของไมโครกริดทำให้การผลิตในไมโครกริด
ไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์และแบบผสมเกิดเสถียรภาพ

ไมโครกริด (Microgrid) แบบดั้งเดิมในที่ห่างไกลไม่ต่อกับระบบไฟฟ้า อาศัยเครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซลในการผลิตไฟฟ้า น้ำมันดีเซลจะถูกส่งโดยการขนส่งทางบกหรือทางทะเลแบบเดิม ซึ่งส่งผลในต้นทุนการขนส่งและค่าไฟฟ้าที่สูงขึ้นสำหรับผู้บริโภคปลายทาง แต่ด้วยผลประโยชน์ด้านสิ่งแวดล้อมและการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของพลังงานหมุนเวียน ณ เวลานี้กลายเป็นเรื่องทั่วไปที่จะมีมากขึ้นเรื่อยๆ ก็จะมีไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์และไฟฟ้าพลังงานลมร่วมกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซลเพื่อให้เกิดไมโครกริดแบบผสม อุปกรณ์กักเก็บพลังงาน เช่น ล้อตุ้มกำลัง (Flywheel) และระบบแบตเตอรี่ลิเทียมไอออน อาจจะรวมอยู่ด้วย การรองรับความผันผวนในการผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์และการประสานงานการทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซล โหลดบัส ระบบกักเก็บพลังงานและอุปกรณ์รักษาเสถียรภาพของระบบในการตอบสนองต่อความผันผวนเหล่านี้เป็นเรื่องยุ่งยากที่ต้องการระบบควบคุมขั้นสูง

ได้มีการเพิ่มมากขึ้นสำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าไมโครกริดแบบ “Off grid” แบบดั้งเดิม ที่มีใช้พลังงานจากน้ำมันดีเซลที่จะต้องเสริมด้วยโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์อย่างน้อยหนึ่งแห่งและกังหันลมจำนวนมาก (ดูรูปที่ 1 และ 2) ไมโครกริดอาจรวมถึงอุปกรณ์กักเก็บพลังงานเช่น ล้อตุ้มกำลังและระบบแบตเตอรี่ลิเทียมไอออน ล้อตุ้มกำลังสามารถให้พลังงานทันทีแก่ไมโครกริดเพื่อตอบสนองต่อการผันแปรในเอาท์พุทที่เกิดจากการผ่านของเมฆหรือการเปลี่ยนแปลงอย่างฉับพลันในความเร็วลม ระบบแบตเตอรี่กักเก็บพลังงานไว้ในปริมาณที่มากขึ้นในช่วงเวลาที่นานกว่า เพื่อที่จะจัดการเคลื่อนของเวลาพลังงาน ระบบสามารถกักเก็บไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ที่ผลิตได้ในระหว่างวันเมื่อความต้องการอยู่ในระดับต่ำและปล่อยออกในช่วงเย็นเมื่อมีความต้องการสูง

ความท้าทายของการผนวกไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ (PV) กับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซลมีอยู่สองเรื่องคือ การจัดการความผันผวนในระดับการผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์และการประสานงานการทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซล โหลด

บ้อนระบบกักเก็บพลังงานและอุปกรณ์รักษาเสถียรภาพของระบบในการตอบสนองต่อความผันผวนเหล่านี้ ซึ่งต้องการระบบการควบคุมขั้นสูงที่สามารถเชื่อมต่อและยกเลิกการเชื่อมต่อเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและโหลด ให้จุดตั้งค่า (Set point) แก่เครื่องกำเนิดไฟฟ้าและชาร์จหรือดิสชาร์จล้อตุ้มกำลังหรือระบบแบตเตอรี่ ด้วยการทำเช่นนี้ ระบบการควบคุมจะทำให้การเข้าถึงการใช้ PV สูงสุด ลดค่าใช้จ่ายจากการทำงานและทำให้ไมโครกริดมีเสถียรภาพ

โซลูชันไมโครกริดของ ABB

ระบบ Microgrid Plus System™ ของ ABB เป็นแพลตฟอร์มควบคุมแบบกระจายที่ทำงานโดยอัตโนมัติและจัดการไมโครกริดที่ประกอบด้วย เครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบเชื้อเพลิงฟอสซิลและการผลิตไฟฟ้าจากแหล่งพลังงานหมุนเวียนจากหนึ่งแหล่งหรือมากกว่า นอกจากนี้ยังผนวกรวมส่วนประกอบของไมโครกริดกริดอื่นๆ เช่นระบบกักเก็บพลังงานและระบบรักษาเสถียรภาพของระบบไฟฟ้าและสายบ่อนจ่าย อีกทั้งยังเชื่อมต่อและสื่อสารกับระบบไฟฟ้าที่



อยู่ติดกัน (ถ้ามี) (ดูรูปที่ 3 และ 4) ระบบ Microgrid Plus System ได้ถูกออกแบบมาเพื่อทำงานร่วมกับอุปกรณ์ระบบไมโครกริดอื่นๆ ของ ABB ซึ่งได้แก่ ระบบรักษาเสถียรภาพและระบบกักเก็บพลังงานที่เป็นแบบ PowerStore™ ซึ่งอยู่บนพื้นฐานของล้อตุ้มกำลังหรือแบบแบตเตอรี่ เทคโนโลยีทั้งสองเหล่านี้สามารถคำนวณรูปแบบของไมโครกริดที่ประหยัดที่สุด เพื่อให้ได้สมดุลของอุปสงค์และอุปทานซึ่งช่วยเพิ่มการใช้พลังงานหมุนเวียนได้สูงสุดถึง 100 เปอร์เซ็นต์ ช่วยลดค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและคงระดับสูงสุดของคุณภาพไฟฟ้าเสถียรภาพของระบบและความน่าเชื่อถือของแหล่งจ่ายไฟฟ้า

ตัวควบคุม MGC600 ของ ABB เป็นส่วนประกอบสำคัญของ Microgrid Plus System ตัวควบคุมนี้ช่วยในการสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ไฟฟ้าทั้งหมดในไมโครกริด และใช้ข้อมูลที่สื่อสารโดยอุปกรณ์เพื่อทำการตัดสินใจที่ทำงานร่วมกันเพื่อประโยชน์ของไมโครกริด รูปแบบตัวควบคุม MGC600 มีขอบเขตที่ครอบคลุมและใช้แพลตฟอร์มฮาร์ดแวร์ร่วมโดย

ใช้เฟิร์มแวร์ประเภทต่างๆ ตามอุปกรณ์ไฟฟ้าที่เกี่ยวข้อง (ดูรูปที่ 5)

แพ็คเกจเฟิร์มแวร์เหล่านี้ ประกอบด้วย
ตรรกะการควบคุมหลักของ MGC600
ซึ่งทำงานอย่างกลมกลืนซึ่งกันและกันภายใน
Microgrid Plus System

ตัวอย่างเช่น การควบคุมและตรวจสอบ PV (MGC600-P) กำหนดการและควบคุมโรงไฟฟ้า PV ร่วมกับตัวควบคุมที่ควบคุมเครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซล (MGC600-G) และระบบกักเก็บพลังงาน (MGC600-E)

ฟังก์ชันการทำงานที่ครอบคลุม

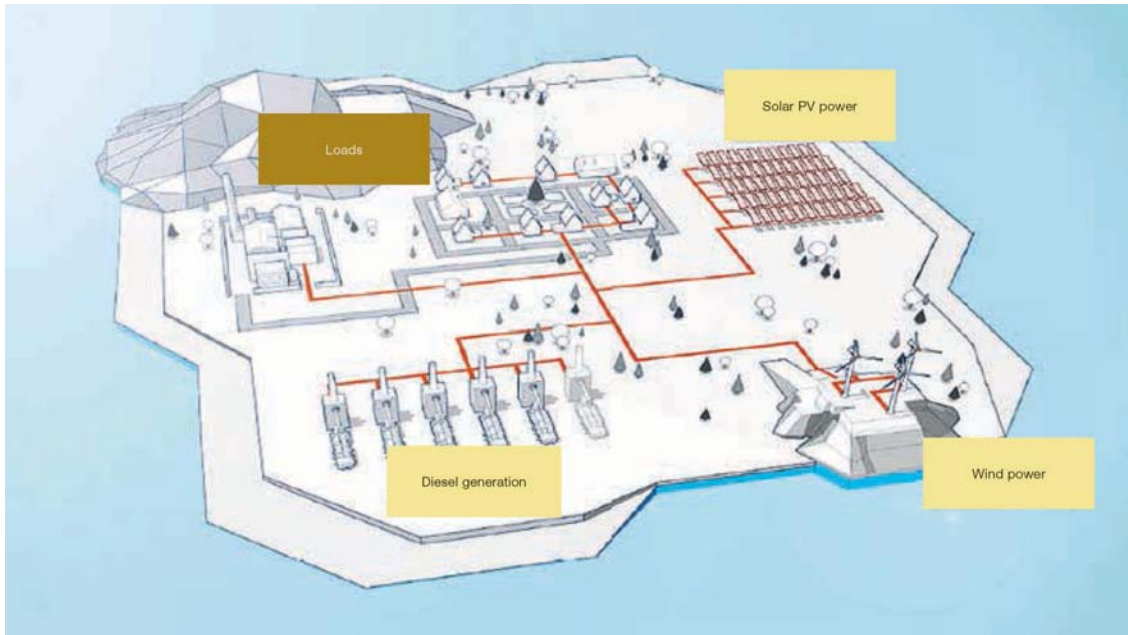
MGC600 มีคุณสมบัติที่เป็นเอกลักษณ์และประโยชน์มากมายที่ช่วยปรับปรุงความพร้อมใช้งานของไมโครกริดและลดการ

ไมโครกริดเป็นเวอร์ชันที่เล็กกว่าของระบบไฟฟ้าขนาดใหญ่ ซึ่งเป็นชุดของแหล่งผลิตไฟฟ้า โหลดและอุปกรณ์กักเก็บพลังงานอุปกรณ์ที่ทำงานเป็นหน่วยเดียวและถูกจัดการให้สมดุลโดยระบบควบคุม ไมโครกริดบางชนิดสามารถจะถูกเชื่อมต่อกับระบบไฟฟ้าที่อยู่ล้อมรอบ นอกจากการผลิตไฟฟ้าด้วยตัวเองแล้ว ไมโครกริดยังสามารถรับไฟฟ้าจากหรือถ่ายโอนไปยังระบบไฟฟ้าหลัก ไมโครกริดประเภทอื่นจะเป็นแบบเพียงพอด้วยตัวเอง (Self-sufficient) ซึ่งเป็นแบบ “Off grid” หรือ “Islanded” และจะต้องผลิตไฟฟ้าของตัวเอง

รูปที่ 1
ไมโครกริดคืออะไร

รูปที่ 2
ไมโครกริดแบบทั่วไป

รูปที่ 1



รูปที่ 2

ใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลด้วยการเพิ่มการใช้ไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียน

- การสตาร์ทและหยุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า PV โดยอัตโนมัติ
- ซิตจำกัดของกำลังไฟฟ้าพื้นฐานของโหลดที่เหมาะสมของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
- ซิตจำกัดของกำลังไฟฟ้าบนพื้นฐานของโหลดตามขั้นตอนของระบบ
- การควบคุมเครื่องกำเนิดไฟฟ้า PV สำหรับโหมดแยกเดี่ยวหรือการต่อเข้ากับระบบไฟฟ้า
- ซิตจำกัดของกำลังไฟฟ้าร่วมกันระหว่างเครื่องกำเนิดไฟฟ้า PV หลายชุด

MGC600-P จะตรวจสอบและควบคุมเครื่องกำเนิดไฟฟ้า PV ที่มีตัวควบคุมโรงไฟฟ้า PV หรือมีอินเวอร์เตอร์ ซึ่งจะให้การควบคุมและการตรวจสอบที่เป็นอิสระจากผู้ผลิตเพื่อให้อินเวอร์เตอร์และตัวควบคุมโรงไฟฟ้าจากผู้ผลิตที่แตกต่างกันได้ถูกผนวกรวมได้ในระบบไมโครกริด สำหรับระบบที่มีการ

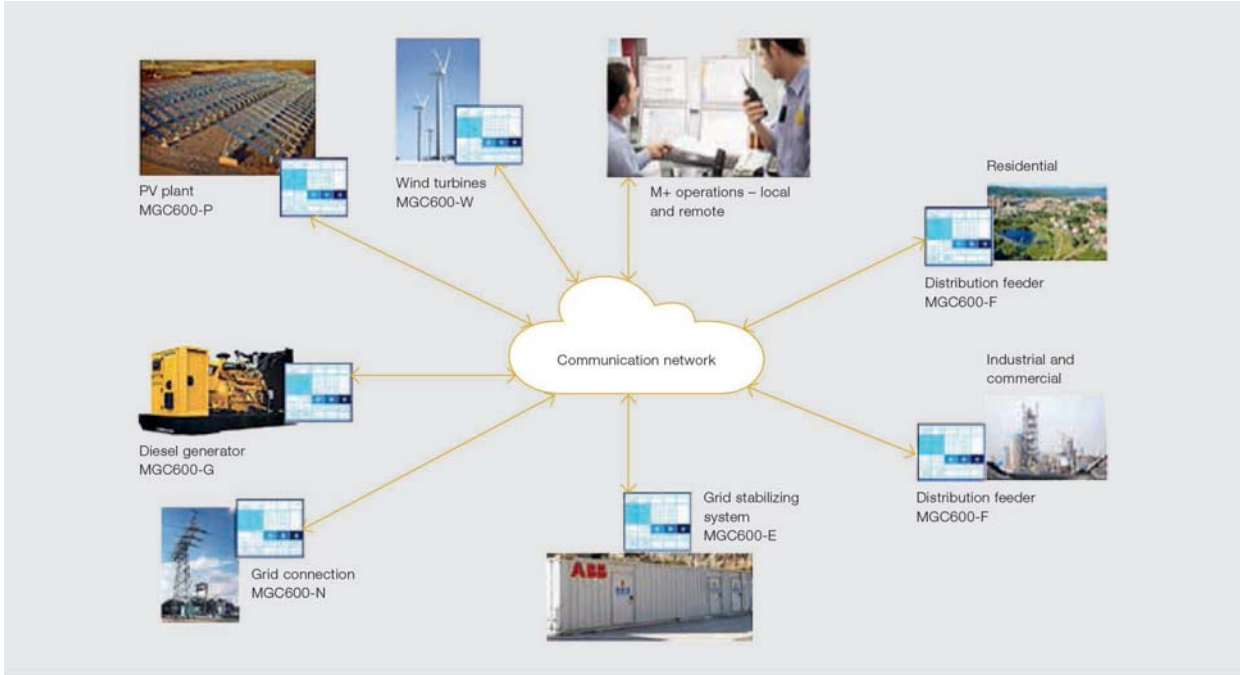
ไมโครกริดนั้นเหมาะสำหรับการประยุกต์ใช้งานที่หลากหลาย เป็นโซลูชันที่ชัดเจนสำหรับหมู่เกาะเช่น ที่ Azores หรือ Canaries และสำหรับชุมชนในพื้นที่ห่างไกล เช่น ชนบทห่างไกลในออสเตรเลียรวมทั้งสถานีวิจัยในสถานที่ห่างไกล เช่น แอนตาร์กติกา ฐานทัพอากาศ วิทยาเขตของมหาวิทยาลัย เมืองแร่ แหล่งน้ำมันและก๊าซธรรมชาติบนบก สวนสนุกและรีสอร์ตท่องเที่ยว เป็นการประยุกต์ใช้งานทั่วไปอื่นๆ ซึ่งรวมถึงโครงการไฟฟ้าในชนบทในประเทศที่ขาดแคลนไฟฟ้า

ตัวอย่างกลยุทธ์ในการควบคุม

ระบบ Microgrid Plus System มีสถิติการดำเนินงานที่ยาวนานและประสบความสำเร็จในหลายประเภทของไมโครกริด สองตัวอย่างกรณีศึกษาทางทฤษฎีต่อไปนี้แสดงให้เห็นถึงความแตกต่างของระดับการเข้าถึงของ PV ที่จำเป็นต้องใช้กลยุทธ์การควบคุมที่แตกต่างกัน ซึ่งจำเป็นต้องมีระบบการควบคุมที่มีความยืดหยุ่นและมีฟังก์ชันที่สามารถ

รูปที่ 3
ตัวอย่างของ Microgrid Plus System ด้วยการทำงานของตัวควบคุมของ MGC และ PowerStore

รูปที่ 4
ความชำนาญเรื่องไมโครกริดของ ABB



รูปที่ 3

รองรับกลยุทธ์การควบคุมที่แตกต่างกันและผนวกรวมระดับพลังงานหมุนเวียนที่ผันแปรได้

ในกรณีศึกษาแรก เจ้าของไมโครกริดต้องการลดความเสี่ยงจากความผันผวนของราคาน้ำมันดีเซลและค่าใช้จ่ายสูงในการดำเนินการไมโครกริดในเรื่องเชื้อเพลิงฟอสซิล โรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ได้ถูกผนวกรวมเข้ากับไมโครกริดเลย และมีกำลังการผลิตที่ครอบคลุมได้เกือบร้อยละ 100 ของความต้องการของระบบทันทีที่มีการผลิตไฟฟ้าสูงสุด อย่างไรก็ตาม PV มีลักษณะที่เป็นช่วงๆ โดยธรรมชาติ เครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซลจะต้องทำงานคู่ขนานกับโรงไฟฟ้า PV เพื่อให้ได้ค่าความถี่และแรงดันไฟฟ้าของระบบ ในกรณีนี้การผลิตไฟฟ้า PV ที่เพิ่มขึ้นสามารถทำให้เชื้อเพลิงฟอสซิลเครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซลที่ระดับต่ำมาก ผู้ผลิตเครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซลมักจะแนะนำว่า เครื่องกำเนิดไฟฟ้าไม่ควรทำงานที่ต่ำกว่า 20-30 เปอร์เซ็นต์ของกำลังการผลิตเป็นเวลาหลายชั่วโมง ไม่เช่นนั้นอาจจะทำให้เครื่องยนต์เกิดความเสียหายได้ ดังนั้นการประสานงานทำงานร่วมกันในการรองรับโหลด

ระหว่างระบบ PV และเครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซลจึงเป็นสิ่งที่จำเป็น

ใน:ระบบ Microgrid Plus System ทั้งระบบ PV และเครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซลจะมีตัวควบคุม MGC600 โดยที่ MGC600-P สำหรับระบบ PV และ MGC600-G สำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

ชุดควบคุมสองชุดนี้ จะแลกเปลี่ยนข้อมูลกันในแบบเรียลไทม์ขึ้นอยู่กับระดับของโหลดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบเชื้อเพลิงฟอสซิล MGC600-P จะปรับจุดตั้งค่าโดยอัตโนมัติและช่วยให้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสามารถทำงานที่โหลดที่เหมาะสมให้ดีที่สุด โดยที่มั่นใจได้ว่าพลังงานหมุนเวียนได้ถูกใช้สูงสุดโดยไมโครกริด

ABB เสนอโซลูชันแบบครบวงจรและมีการติดตั้งจริงสำหรับข้อกำหนดทุกชนิดของไมโครกริด ได้แก่ โรงไฟฟ้าแบบผสมที่ประกอบด้วยการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนและดีเซล การผนวกรวมการผลิตพลังงานหมุนเวียนกับไมโครกริดแบบเชื้อเพลิงที่มีอยู่ การเพิ่มประสิทธิภาพของไมโครกริดที่ไม่เสถียร ซึ่งรวมเอาพลังงานหมุนเวียนและพลังงานแบบเชื้อเพลิงฟอสซิล

การรักษาเสถียรภาพของการเชื่อมต่อของโรงไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียนที่มีอยู่กับระบบไฟฟ้าที่อ่อนแอและการรักษาเสถียรภาพของระบบไฟฟ้า

ABB มีประสบการณ์ยาวนานกว่า 25 ปี ในการพัฒนาเทคโนโลยีไมโครกริดและได้ส่งมอบโซลูชันไมโครกริดมากกว่า 80 รายการทั่วโลก ซึ่งมากกว่าผู้ผลิตรายอื่นๆ

รูปที่ 4

ตัวควบคุมของ MGC600 ที่ใช้แพลตฟอร์มฮาร์ดแวร์ร่วม ซึ่งทำงานด้วยเฟิร์มแวร์ประเภทต่างๆ ตามอุปกรณ์ไฟฟ้าที่เกี่ยวข้อง

เฟิร์มแวร์ / ตัวควบคุม	คำอธิบาย
เครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซล (MGC600-G)	ควบคุม ตรวจสอบและเชื่อมต่อกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซล
สายป้อนจำหน่าย (MGC600-F)	ควบคุม ตรวจสอบและเชื่อมต่อกับสายป้อนและรีเลย์ป้องกัน
ไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ (MGC600-P)	ควบคุม ตรวจสอบและเชื่อมต่อกับอินเวอร์เตอร์ของไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์
โหลด (MGC600-L)	ควบคุม ตรวจสอบ และเชื่อมต่อกับโหลดขนาดใหญ่เช่นเครื่องย่อย หม้อน้ำ เป็นต้น
ระบบกักเก็บพลังงาน (MGC600-E)	ควบคุม ตรวจสอบและเชื่อมต่อกับ PowerStore แบบแบตเตอรี่
การเชื่อมต่อของไมโครกริด (MGC600-N)	ควบคุม ตรวจสอบและการเชื่อมต่อกับไมโครกริดหรือระบบไฟฟ้าที่ใหญ่กว่า
กังหันลม (MGC600-W)	ควบคุม ตรวจสอบและเชื่อมต่อกับกังหันลม

รูปที่ 5

ถ้าไมโครกริดเชื่อมต่อกับระบบไฟฟ้ากำลังขนาดใหญ่ ผู้ให้บริการระบบอาจจะไม่ยอมรับการไหลพลังงานแบบย้อนกลับ กล่าวคือ ไมออนุญาตให้พลังงานจากไมโครกริดที่จะถูกถ่ายโอนเข้าไปในระบบส่งหรือระบบจ่ายไฟ ในกรณีนี้ไมโครกริดอาจจะทำงานด้วยการหยุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซล ตัวควบคุม MGC600-P ที่ควบคุมโรงไฟฟ้า PV จะประสานงานเรื่องกำลังไฟฟ้าป้อนจากระบบไฟฟ้าหลักที่มีตัวควบคุม MGC600-N ณ จุดเชื่อมต่อร่วมกัน

ในกรณีศึกษาที่สอง กำลังการผลิตไฟฟ้าของ PV ในไมโครกริดมีค่าสูงมากและเกินกว่าความต้องการในช่วงเวลาการผลิตไฟฟ้าสูงสุด อย่างไรก็ตามการผลิตสูงสุดของ PV และยอดของโหลด (Load peak) ไม่ได้เกิดขึ้นพร้อมกันเสมอไป ยอดของโหลดในตอนเย็น ซึ่งความต้องการมักจะสูงที่สุดจะไม่ตรงกับการผลิตไฟฟ้า PV ที่เกิดขึ้นในช่วงกลางวัน วิธีแก้ปัญหาดังกล่าวนี้คือ การกักเก็บพลังงาน PV บางส่วนที่ผลิตในระหว่างวันเพื่อใช้ในช่วงเย็นเมื่อโรงไฟฟ้า PV หยุดการผลิต ซึ่งสามารถจัดการได้ด้วยระบบแบตเตอรี่ลิเทียมไอออน ต้นทุนค่าใช้จ่ายนี้ได้ลดลงอย่างมากในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมาและการศึกษาและข้อมูลจากผู้ผลิตได้คาดการณ์ว่าจะลดลงอีกในอนาคตอันใกล้

การเพิ่มระบบกักเก็บพลังงานเข้าไปในไมโครกริดหมายถึงว่าระบบควบคุมของไมโครกริดจะมีองค์ประกอบเพิ่มเติมในการจัดการ ซึ่งไม่ใช่เรื่องยากสำหรับแนวคิดการควบคุมแบบกระจายของ Microgrid Plus System ภายใต้การติดตั้งตัวควบคุมเฉพาะ MGC600-E สำหรับระบบกักเก็บพลังงานที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนข้อมูลกับตัวควบคุมอื่นๆ ใน Microgrid Plus System ตัวควบคุม MGC600-E จะแจ้งให้ตัวควบคุมอื่นทราบเกี่ยวกับสถานะของตัวควบคุมและสถานะการชาร์จแบตเตอรี่และสถานะความพร้อมของขณะที่ได้รับข้อมูลการทำงานที่สำคัญจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซล PV และตัว

ควบคุมระบบ

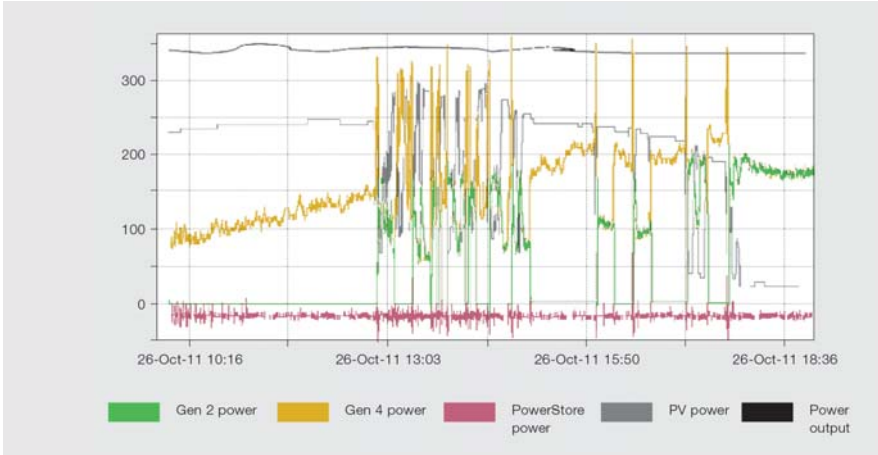
การทำงานที่เสถียรด้วย PowerStore

PowerStore ของ ABB เป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้ารักษาสถียรภาพแบบล้อตุนกำลังที่มีขนาดกะทัดรัดและอเนกประสงค์ ซึ่งจะช่วยลดความไม่เสถียรในไมโครกริดหรือระบบที่อ่อนแอ เนื่องจากความผันผวนของกำลังไฟฟ้า PV ที่เกิดจากการผ่านของเมฆ สามารถทำงานในโหมดสนับสนุนระบบสำหรับระบบไฟฟ้าขนาดใหญ่หรือในโหมดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเสมือนสำหรับไมโครกริดที่ถูกแยกออกมาได้

รูปที่ 6 ได้แสดงว่าเอาท์พุทกำลังไฟฟ้าที่เสถียร ได้ถูกจัดการด้วยการฉีดพลังงานอย่างรวดเร็วและความสามารถในการดูดซับที่มีประสิทธิภาพของ PowerStore ความผันผวนของกำลังไฟฟ้าเกิดจากการผันแปรในการผลิตไฟฟ้าพลังงานจากแสงอาทิตย์ เนื่องจากผ่านของเมฆ เครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซลสองเครื่อง (Gen 2 และ Gen 4) มีส่วนร่วมในการปรับสมดุลกำลังไฟฟ้า แต่ความเร็วของการผันแปรของเอาท์พุทของ PV ทำให้เกิดสเตรสไปยังตัวขับเคลื่อนของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ซึ่งส่งผลให้เกิดการสึกหรอเร็วขึ้นและการบำรุงรักษาที่มากขึ้น PowerStore ได้แทรกแซงทำงานได้อย่างแม่นยำระหว่างช่วงสั้นๆ เหล่านี้ และช่วยให้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าทำงานลาดขึ้นและลาดลงในโหมดประหยัดพลังงาน

—

นอกจากนี้รูปที่ 6 ได้แสดงให้เห็นว่าตัวควบคุม MGC600 ประสานงานการทำงานอย่างเียกตัวอย่างเช่น Gen 2 จะถูกเปิดและปิดโดยตัวควบคุม MGC600-G ตามสถานะการชาร์จและอาท์พุทกำลังไฟฟ้าของ PowerStore ซึ่งถูกรายงานโดย MGC600-P



รูปที่ 6

รูปที่ 6
โปรไฟล์การผลิตไฟฟ้าในไมโครกริดแบบแยกออกมา

รูปที่ 7
แนวคิดการควบคุมที่มีต้นทุนและความซับซ้อนต่ำของ ABB เพื่อประหยัดเชื้อเพลิงไมโครกริดแบบ PV/ดีเซล

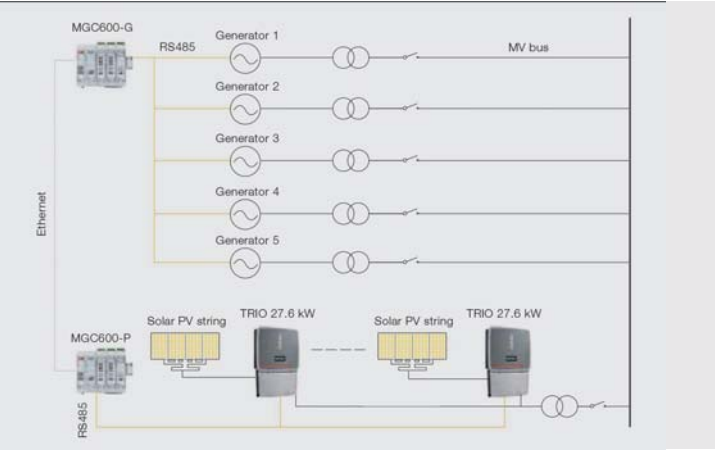
กล่าวอีกนัยหนึ่งคือ เมื่อมีการตรวจพบความผันผวน PV ที่เกิดซ้ำและสถานะการชาร์จของ PowerStore ที่ต่ำลงหลังจากช่วย Gen 4 (เส้นโค้งสีเขียว) Gen 2 จะถูกเปิดใช้งาน จากนั้นทั้งสองเครื่องจะใช้การควบคุมสมดุลกำลังไฟฟ้าด้วยกันในขณะที่ PowerStore กำลังถูกชาร์จใหม่

ฟังก์ชันการควบคุมขั้นสูง

ฟังก์ชันการควบคุมขั้นสูงหลายอย่างรวมอยู่ในอุปกรณ์การเพิ่มประสิทธิภาพไมโครกริดของ ABB

การติดตามเมฆ

เพื่อที่จะรับประกันการทำงานที่มีเสถียรภาพและได้ผลทางเศรษฐกิจของไมโครกริดที่มีการเข้าถึงสูงของ PV ABB ได้พัฒนาอัลกอริทึมที่ติดตามการเคลื่อนไหวของเมฆในบริเวณใกล้เคียงของไมโครกริด อัลกอริทึมนี้จะทำนายเวลาที่มาถึงและระยะเวลาปกคลุมของเมฆเหนือโรงไฟฟ้า PV และคำนวณการลดลงและการเพิ่มขึ้นถัดไปที่คาดการณ์ไว้ในเอาท์พุท (อัตราการผลิต) อัตราการผลิตที่มากของ PV อาจทำให้เกิดความไม่เสถียรหากมากกว่าอัตราการผลิตของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซล การทำนายช่วงสั้นที่ถูกต้องของอัตราการผลิตของ PV จะช่วยให้สามารถดำเนินการควบคุมเชิงรุกและลดผลกระทบจากสิ่งรบกวนได้ หากมีพลังงานไม่เพียงพอที่เก็บไว้ในระบบแบตเตอรี่ เพื่อให้ครอบคลุมปริมาณที่ขาดหายไปจากการผลิตไฟฟ้า PV เครื่องกำเนิดไฟฟ้าเครื่องเดียวหรือหลายเครื่อง สามารถถูกกำหนดล่วงหน้าให้ทำการสตาร์ทได้หากการขาดกำลังไฟฟ้าจากการผลิตเป็นเวลานาน ปริมาณการใช้พลังงานที่เหมาะสมอาจจะซื้อได้จากตลาดไฟฟ้า (สำหรับไมโครกริดที่ต่อกับระบบ) ระหว่างช่วงที่ค่าไฟฟ้ามีราคาถูกโดยเก็บไว้ในระบบแบตเตอรี่และปล่อยออกมาในระหว่างวันเพื่อให้ตรงกับตามในสัญญา



รูปที่ 7

ระบบกักเก็บพลังงานแบบผสม (Hybrid energy storage)

ระบบกักเก็บพลังงานแบบผสม ซึ่งประกอบด้วยเทคโนโลยีการกักเก็บพลังงานที่หลากหลาย ซึ่งมีลักษณะแตกต่างกัน (อายุการใช้งาน ความเร็วในการตอบสนอง ประสิทธิภาพ ต้นทุนและอื่นๆ) สามารถช่วยให้ผนวกรวมไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ PV ขนาดใหญ่ ด้วยต้นทุนรวมที่ต่ำกว่ากรณีถ้าเทคโนโลยีถูกนำไปใช้แยกกัน ABB กำลังวิเคราะห์ข้อดีและข้อเสียของระบบดังกล่าวและกำลังพัฒนาโซลูชันการควบคุมระบบ

โซลูชันประหยัดน้ำมันดีเซล

ABB กำลังพัฒนาระบบควบคุมที่มีต้นทุนและความซับซ้อนต่ำ เพื่อประหยัดเชื้อเพลิงในไมโครกริดแบบ PV/ดีเซล ที่มีกำลังการผลิตตั้งแต่ไม่กี่ร้อยกิโลวัตต์จนถึงสองเมกะวัตต์ ตัวควบคุม MGC600-G จะประสานงานกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซลขนาดเล็กหลายเครื่องและตัวควบคุม MGC600-P ตัวเดียวจะจัดการกับอินเวอร์เตอร์ PV ขนาดเล็กหลายชุด (ดูรูปที่ 7)

เรียบเรียงจาก Alexandre Oudalov, Celine Mahieux, “Balancing Act”, ABB Review – Solar Power (2/2015), page 20-25

Power Transformers Series

Testing of power transformers and shunt reactors (ตอนที่ 5)

ปานทิพย์ ประสงค์ไทย
pantip.prasongthai
@th.abb.com

รูปที่ 4.21
การทดสอบขั้วไฟฟ้าของ
หม้อแปลงสามเฟสและการ
ทดสอบการเชื่อมต่อโดยใช้
โวลต์มิเตอร์หนึ่งตัว
การแสดงผลภาพแรงดันไฟฟ้า
(Yd 11) $U_s = 100 \cdot \sqrt{3} = 173 \text{ V}$

4.6 ขั้นตอนการวัด

4.6.1 การวัดอัตราส่วนโดยใช้โวลต์มิเตอร์สองตัว

อ้างอิงจากหัวข้อ 4.4 ให้ดูรูปที่ 4.5 สำหรับวงจรการทดสอบ

หากด้านแรงดันไฟฟ้าด้านต่ำสามารถวัดได้โดยไม่ต้องใช้หม้อแปลงแรงดันไฟฟ้า เป็นการดีกว่าสำหรับการป้องกันด้านแรงดันไฟฟ้าด้านสูง เนื่องจากโวลต์มิเตอร์โพลได้เฉพาะบนหม้อแปลงที่ถูกทำการทดสอบ โดยปกติแล้วแรงดันไฟฟ้าที่ลดลงจะถูกใช้เป็นแหล่งจ่ายไฟฟ้า การวัดค่าถูกดำเนินการขึ้นโดยใช้ค่าแรงดันไฟฟ้าอย่างน้อย 4 ค่า (เพิ่มขึ้นทีละ 10%) ค่าเฉลี่ยหมายถึงค่าที่วัดได้อย่างถูกต้องและค่าที่อ่านได้ตั้งอยู่ในช่วงย่าน 1% ซึ่งต้องมีการใช้ดิจิทัลมิเตอร์ที่มีความละเอียดสูงเพียงพอ ในทางปฏิบัติแล้วพวกมันจะแทนการไม่มีโหลดสำหรับหม้อแปลงเนื่องจากค่าความต้านทานอินพุตที่สูงของเครื่องวัดเหล่านี้ โวลต์มิเตอร์สองตัวควรจะอ่านค่าพร้อมกัน แหล่งจ่ายไฟฟ้าที่มีเสถียรภาพเป็นสิ่งจำเป็นที่ต้องมีอย่างยิ่งเพื่อให้ได้ผลการวัดค่าที่เที่ยงตรง

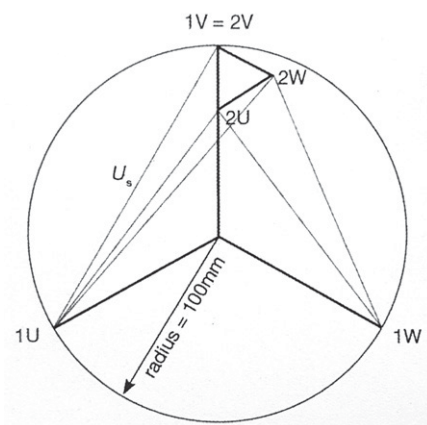
4.6.2 การทดสอบขั้วไฟฟ้าโดยใช้โวลต์มิเตอร์

ดูหัวข้อ 4.4 ดูรูปที่ 4.8 สำหรับวงจรการทดสอบ

ค่าที่วัดได้ของแรงดันไฟฟ้าแต่ละค่าถูกป้อนเข้าไปในเฟสเซอร์ไดอะแกรม จากขั้วไฟฟ้าที่ถูกต้องและกลุ่มเวกเตอร์ก็จะสามารถหาค่าได้ ดูรูปที่ 4.21 แหล่งจ่ายไฟฟ้า $100 \cdot \sqrt{3} = 173 \text{ V}$ ซึ่งเป็นผลลัพธ์ที่ใช้แทนค่าได้ดีกว่า สิ่งนี้ยินยอมให้ค่าแรงดัน ไฟฟ้าที่วัดได้ถูกป้อนเข้าไปในวงกลมรัศมี 100 มม. เมื่อค่า $1 \text{ V} = 1 \text{ มม.}$

ขั้วต่อ 2V มีแรงดันไฟฟ้าเท่ากับขั้วต่อ 1 V (2V - 1V เป็นการเชื่อมต่อโดยกระแสไฟฟ้า) ดังที่แสดงให้เห็นในตัวอย่าง รูปที่ 4.21 จากนั้นก็จะมีสองจุดที่มีค่าเหมือนกันในเฟสเซอร์ไดอะแกรม นั่นคือ จุด 2U และ 2W ซึ่งสามารถหาค่าได้โดย

การวัดแรงดันไฟฟ้า 1U-2U, 1W-2U และ 1U-2W, 1W-2W จากกลุ่มเวกเตอร์หม้อแปลงก็สามารถจะหาได้ สำหรับอัตราส่วนแรงดันไฟฟ้าด้านสูง เฟสเซอร์ไดอะแกรมสำหรับแรงดันไฟฟ้าด้านต่ำจะมีค่าน้อยมาก ในการปรับปรุงความเที่ยงตรงของค่าที่อ่านได้บนไดอะแกรม แรงดันไฟฟ้าด้านต่ำต้องมีค่าเพิ่มขึ้นโดยใช้หม้อแปลงแรงดันไฟฟ้าแบบกลุ่มเวกเตอร์ 0



รูปที่ 4.21

4.6.3 การทดสอบขั้วไฟฟ้าโดยใช้ไฟฟ้ากระแสตรง

ดูหัวข้อ 4.5 ดูรูปที่ 4.9 สำหรับวงจรการทดสอบ

หากขั้วไฟฟ้าถูกต้อง โวลต์มิเตอร์ที่มีขั้วไฟฟ้าจะเบี่ยงเบนไปทางด้านบน หากเปิดไฟฟ้ากระแสตรง เครื่องวัดต้องมีการสอบเทียบมาตรฐานเพื่อให้มั่นใจว่าการเบี่ยงเบนนั้นถูกต้อง มันถูกเชื่อมต่อกับขั้วต่อแรงดันไฟฟ้าด้านสูงขนานกับหม้อแปลงที่ทำการทดสอบ รูป 4.9 ตัวต้านทานอนุกรมถูกเชื่อมต่อในวงจรเพื่อป้องกันเครื่องวัดเกิดความเสียหาย ทิศทางการเบนของเข็มถูกกำหนดโดยการเปิดไฟฟ้ากระแสตรงช่วงสั้นๆ หากเครื่องวัดถูกเชื่อมต่อเข้ากับขั้วต่อแรงดันไฟฟ้าด้านต่ำ การเบี่ยงเบนต้องเป็นไปในทิศทางเดียวกัน เมื่อมีการเปิดไฟฟ้ากระแสตรง หากความเป็นขั้วของหม้อแปลงที่ทำการทดสอบนั้นมีความถูกต้อง



4.6.4 อัตราส่วนแรงดันไฟฟ้าและการตรวจสอบขั้วไฟฟ้าโดยใช้วงจรบริดจ์วัดค่าอัตราส่วน

ดูหัวข้อ 4.5 ดูรูปที่ 4.10 ถึง 4.11 สำหรับวงจรการทดสอบ

การทำงานของวงจรบริดจ์อาจมีความแตกต่างกันโดยผู้ผลิตแต่ละราย สิ่งที่ต้องจำโดยทั่วไปมีดังต่อไปนี้

- เชื่อมต่อขั้วต่อของวงจรบริดจ์วัดค่าไปยังขั้วต่อหม้อแปลงตามลำดับที่ถูกต้อง
- ต้องมั่นใจว่าไม่มีส่วนใดส่วนหนึ่งของขดลวดหม้อแปลงเชื่อมต่อกับกราวด์ เพื่อป้องกันไฟฟ้าลัดวงจร

4.7 ความไม่แน่นอนของการวัด

วงจรบริดจ์วัดอัตราส่วนมีความเหมาะสมอย่างยิ่งสำหรับการทวนสอบว่าอัตราส่วนแรงดันไฟฟ้าตรงกับค่าความคลาดเคลื่อนยินยอมที่กำหนดตามมาตรฐานหรือไม่ (หัวข้อ 4.1) เพื่อให้ง่ายสำหรับการใช้ ซึ่งโดยปกติแล้วจำเป็นต้องใช้แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับในประเทศเท่านั้น มันเป็นการทดสอบอัตราส่วนแรงดันไฟฟ้าและขั้วไฟฟ้าไปพร้อมกันทีเดียว อย่างไรก็ตามเห็นได้ชัดว่าแม้ว่าจะมีการหุ้มชิลด์แล้วก็ตาม แต่สนามแม่เหล็กไฟฟ้าจากภายนอกก็อาจจะทำให้ผลการวัดผิดเพี้ยนไปได้ ดังนั้นจึงต้องระมัดระวังเพื่อหลีกเลี่ยงการ

ใช้สายวัดแรงดันไฟฟ้าด้านสูงหรือสายวัดกระแสไฟฟ้าสูงในบริเวณที่ใกล้เคียงกับวงจรบริดจ์ ความไม่แน่นอนของการวัดค่าของวงจรบริดจ์วัดอัตราส่วนมีค่าประมาณ $\pm 0.1 \%$ โดยปกติแล้วความไม่แน่นอนจะเพิ่มขึ้นน้อยมาก แม้ว่าจำเป็นต้องใช้หม้อแปลงแรงดันไฟฟ้าเสริมก็ตาม

เมื่อมีการใช้วิธีการวัดโดยใช้โวลต์มิเตอร์สองตัวเพื่อหาอัตราส่วนแรงดันไฟฟ้า มันไม่สามารถที่จะได้ความไม่แน่นอนของการวัดค่าที่น้อยกว่า $\pm 0.5 \%$ โดยไม่ได้พยายามลงมือทำใดๆ เพิ่มเติมและดังนั้นมันจึงไม่เหมาะสมสำหรับหม้อแปลงซึ่งตรงกับมาตรฐานทั่วไป วิธีการใช้โวลต์มิเตอร์ถูกใช้ในกรณีที่ไม่สามารถใช้วงจรบริดจ์ หรือหากไม่จำเป็นต้องทำให้ค่าความคลาดเคลื่อนยินยอมที่ระบุไว้ข้างต้นมีค่าคงที่

สำหรับการวัดขั้นต้นระหว่างการผลิตโดยไม่ใช้น้ำมันและมีเพียงโยค (Yoke) ที่วางซ้อนกันเท่านั้น ความคลาดเคลื่อนยินยอม 0.5% เป็นค่าที่มากเกินไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อมาเปรียบเทียบกับสาขาขดลวดแบบขนาน ในกรณีดังกล่าวความไม่แน่นอนของการวัดของอุปกรณ์วัดค่าต้องมีค่าน้อยกว่าค่าเบี่ยงเบนสัมพัทธ์ของขดลวด

ภาคผนวก A4: การวัดค่าอัตราส่วนแรงดันไฟฟ้าและการตรวจสอบระยะห่างระหว่างเฟส

A4.1 การหาค่าและการระบุข้อที่ผิดพลาด

A4.1.1 ขั้วไฟฟ้าที่ไม่ถูกต้องหรือวงจรเปิด

ความยากลำบากในการสร้างสมดุลของวงจรบริจ้อาจจะขึ้นอยู่กับขั้วไฟฟ้าของหม้อแปลงหรือความผิดพลาดของอัตราส่วนแรงดันไฟฟ้า หากการทดสอบขั้วไฟฟ้าประสบผลสำเร็จหลังจากที่ทำการกลับแหล่งจ่ายไฟฟ้าที่จ่ายให้กับหม้อแปลงที่มีขั้วไฟฟ้าไม่ถูกต้อง หากประสบผลสำเร็จ ต้องมีการหาความคลาดเคลื่อนดังกล่าว โดยต้องมีการค้นหาในส่วนของอัตราส่วนรอบขดลวด ความเป็นไปได้ที่อาจจะเกิดขึ้นคือ มีวงจรเปิด (ขาด) เกิดขึ้นในการเชื่อมต่อขดลวด เช่น หน้าสัมผัสที่ไม่ดีเกิดขึ้นในตัวเปลี่ยนแท็บหม้อแปลง ขดลวดที่ไม่ต่อเนื่อง จุดเชื่อมต่อที่เปิด (ขาด) ฯลฯ ดังนั้นจึงไม่สามารถทำให้วงจรบริจ้อสมดุลได้หากเกิดกรณีดังกล่าวขึ้น

ข้อบกพร่องสามารถที่จะตรวจหาได้ทันทีเมื่อใช้วิธีการใช้โวลต์มิเตอร์ หากแรงดันไฟฟ้าที่วัดได้เบี่ยงเบนจากแรงดันไฟฟ้าตามปกติ แสดงให้เห็นถึงความบกพร่องของขดลวดที่เกิดขึ้น หากไม่สามารถวัดค่าแรงดันไฟฟ้าได้ แสดงว่ามีวงจรเปิด (ขาด) เกิดขึ้น การลัดวงจรระหว่างรอบขดลวดถูกแสดงให้เห็นจากการใช้กระแสไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งระหว่างการวัดการสูญเสียขณะไม่มีโหลด

A4.1.2 อัตราส่วนแรงดันไฟฟ้าที่ไม่ถูกต้อง

ความคลาดเคลื่อนจากขดลวดสามารถที่จะหาได้จากความคลาดเคลื่อนของอัตราส่วนหรือจากความต่างของแรงดันไฟฟ้าระหว่างค่าที่ระบุและค่าจริง เมื่อมีการใช้วิธีการใช้โวลต์มิเตอร์ เฟสที่บกพร่องสามารถที่จะพบได้โดยการทดสอบเฟสต่อเฟส การใช้แรงดันไฟฟ้าขดลวดที่คำนวณค่าได้ โดยที่ความบกพร่องของขดลวดสามารถที่จะหาได้ดังต่อไปนี้

$$N_f = \frac{U_{act} - U_{decl}}{U_w}$$

เมื่อ

$$U_{act} = \text{แรงดันไฟฟ้าจริงที่วัดได้ (แรงดันไฟฟ้าด้านต่ำ)}$$
$$U_{decl} = \text{ค่าที่ระบุ (แรงดันไฟฟ้าด้านต่ำ)}$$
$$U_w = \text{แรงดันไฟฟ้าขดลวด}$$
$$N_f = \text{ความคลาดเคลื่อนของขดลวด}$$

หากความคลาดเคลื่อนของขดลวดมีค่าเป็นบวก แรงดันไฟฟ้าด้านต่ำมีหลายรอบมากเกินไป หรือแรงดันไฟฟ้าด้านสูงมีรอบน้อยเกินไป หากความคลาดเคลื่อนของขดลวดมีค่าเป็นลบ แรงดันไฟฟ้าด้านต่ำจะมีรอบน้อยเกินไป หรือแรงดันไฟฟ้าด้านสูงมีรอบที่มากเกินไป สูตรข้างต้นสามารถใช้ได้กับการวัดค่าแรงดันไฟฟ้าส่วนใหญ่

สำหรับการทดสอบโดยใช้วงจรบริจ้อวัดค่าตามสูตรดังต่อไปนี้

$$N_f = \frac{r_{act} - r_n}{r_n}$$

เมื่อ

$$r_{act} = \text{อัตราส่วนแรงดันไฟฟ้าจริง}$$
$$r_n = \text{อัตราส่วนแรงดันไฟฟ้าที่ระบุ}$$
$$N = \text{จำนวนของรอบขดลวด (HV หรือ LV)}$$
$$f = \text{ความคลาดเคลื่อนอัตราส่วน (\%)}$$

สำหรับการคำนวณค่าความคลาดเคลื่อนอัตราส่วน f ให้ดูในหัวข้อ 4.4

การคำนวณความคลาดเคลื่อนของขดลวดสามารถที่จะทำได้ในลักษณะเดียวกันสำหรับขดลวดแรงดันไฟฟ้าด้านสูงและด้านต่ำ เนื่องจากแหล่งความคลาดเคลื่อนยังไม่ทราบ เพื่อที่จะหาขดลวดที่บกพร่อง มีขดลวดที่น่าสงสัย 2 ขด ถูกนำมาเปรียบเทียบกับขดลวดที่ไม่บกพร่อง เช่น สำหรับแบบสามขาจะใช้ขดลวดที่ติดกัน ขดลวดที่ขาที่สามต้องถูกลัดวงจรหรือขดลวดเสริมต้องถูกนำมาใช้เพื่อทำการเปรียบเทียบ ขึ้นอยู่กับจำนวนของรอบในขดลวดที่ถูกนำมาทดสอบ ขดลวดเสริมควรจะมาจากใช้ 10 ถึง 20 รอบ การเปรียบเทียบสมารถที่จะสร้างขึ้นมาในลักษณะเดียวกันเมื่อใช้วิธีการใช้โวลต์มิเตอร์

การลัดวงจรของรอบที่ปรากฏสามารถที่จะเป็นสาเหตุของการลัดวงจรระหว่างรอบ เป็นเรื่องที่ยากมากในการพิสูจน์โดยการป้อนแรงดันไฟฟ้าตามปกติเป็นเวลา 15 ถึง 30 นาที - สิ่งสำคัญ: สำหรับชิ้นส่วนที่ระบายความร้อนด้วยน้ำมันในช่องว่าง จะต้องลดแรงดันไฟฟ้าให้สอดคล้องกับฉนวน จากนั้นให้ทำการตรวจสอบในส่วนของขดลวดเพื่อดูจุดที่เกิดความร้อน ตำแหน่งที่เกิดข้อบกพร่องของขดลวดโดยปกติจะถูกพบได้ง่ายเนื่องจากความร้อนที่เกิดขึ้นอย่างมาก อย่างไรก็ตามวิธีการนี้เป็นแบบที่แนะนำสำหรับหม้อแปลงขนาดเล็กและขนาดกลางที่ค่าสูงสุดประมาณ 10 MVA สำหรับหม้อแปลงไฟฟ้านั้น ความบกพร่องใดๆ ก็ตามจะสามารถหาตำแหน่งได้โดยการตรวจสอบเช็คเมนต์ขดลวดแต่ละเช็คเมนต์

หากหม้อแปลงมีขดลวดที่สามารถเชื่อมต่อใหม่ได้แบบขนาน-อนุกรม เครื่องหนึ่งของขดลวดต้องเป็นลักษณะสมมาตรกัน ความไม่สมมาตรเล็กน้อยในส่วนของรอบนั้นเป็นสิ่งที่ยากต่อการตรวจหาโดยใช้วิธีการวัดค่าอัตราส่วน ด้วยเหตุผลนี้ การสูญเสียขณะไม่มีโหลดต้องถูกทำการวัดสำหรับชนิดการเชื่อมต่อแบบอนุกรมและขนาน หากมีการตัดสินใจมีความแตกต่างกันอย่างชัดเจนในเรื่องการสูญเสีย ความไม่สมมาตรในจำนวนของรอบต้องถูกตั้งสมมติฐานขึ้นมา ในการหาตำแหน่ง

ความคลาดเคลื่อนของเครื่องหนึ่งของขดลวดที่แยกจากกันในขาทั้งสามขานั้นต้องนำมาเปรียบเทียบกับอีกอันหนึ่ง

5 การวัดค่าอิมพีแดนซ์การลัดวงจรและการสูญเสียโหลด

5.1 เอกสารอ้างอิง/มาตรฐาน

- IEC 60076-1 (2000) ข้อ 10.1 “ข้อกำหนดทั่วไปสำหรับการทดสอบประจำ การทดสอบชนิดและการทดสอบ พิเศษ” ข้อ 10.4 การวัดค่าอิมพีแดนซ์ขณะลัดวงจรและการสูญเสียโหลด” [1]
- IEC 60076-8 (1997) ข้อ 10 “แนวทางในการวัดค่าการสูญเสียในหม้อแปลงไฟฟ้า” [6]
- IEEE C57.12.90-1999 ข้อ 9 “การสูญเสียโหลดและแรงดันไฟฟ้าของอิมพีแดนซ์” [51]

หมายเหตุ:

การวัดค่าแรงดันไฟฟ้าลัดวงจร อิมพีแดนซ์ขณะลัดวงจรและการสูญเสียโหลดถูก การทดสอบประจำ ตามมาตรฐาน IEC [1] และมาตรฐาน IEEE [50]

5.2 จุดประสงค์ของการทดสอบ

แรงดันไฟฟ้าลัดวงจรและการสูญเสียโหลดของหม้อแปลงได้รับการรับประกันโดยผู้ผลิตและถูกทวนสอบสำหรับลูกค้าในระหว่างการทดสอบการตรวจรับ การรู้ค่าแท้จริงของการสูญเสียโหลดเป็นสิ่งที่สำคัญไม่เพียงแต่สำหรับการป้องกันการสูญเสียเท่านั้น แต่ยังเป็นสิ่งที่สำคัญสำหรับการปฏิบัติงานที่ปลอดภัยของหม้อแปลงไฟฟ้าขนาดใหญ่

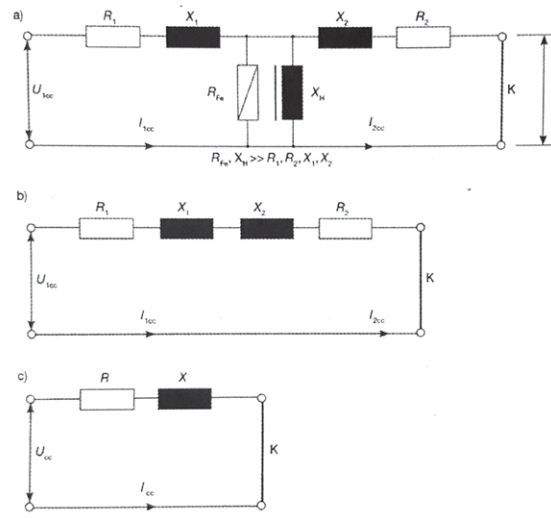
การเปรียบเทียบค่าที่คำนวณได้และค่าที่วัดได้เป็นตัวชี้วัดการสูญเสีย เนื่องจากกระแสเกิดจากฟลักซ์ที่เกิดการรั่วในชิ้นส่วนกลและผนังของถัง นอกจากนี้ยังเป็นสิ่งที่จำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องทราบแรงดันไฟฟ้าลัดวงจรและการสูญเสียโหลดเพื่อทำการทดสอบการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิ ดูหัวข้อ 11 สำหรับหม้อแปลงที่มีขดลวดที่มีแท็บ แรงดันไฟฟ้าลัดวงจรต้องมีการวัดในตำแหน่งของแท็บด้านปลายสุดทั้งสองด้าน นอกเหนือจากตำแหน่งแท็บหลักแล้ว การทราบค่าแรงดันไฟฟ้าลัดวงจรที่ตำแหน่งปลายสุดนั้นเป็นสิ่งที่สำคัญอย่างยิ่งสำหรับการทำงานแบบขนาน

5.3 เรื่องทั่วไป

นิยามของแรงดันไฟฟ้าลัดวงจรคือแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) ที่จำเป็นต้องจ่ายไปยังขั้วต่อคู่หนึ่งของหม้อแปลง ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้กระแสตามพิกัดนั้นไหลไปที่ทั้งสองด้านของหม้อแปลง กำลังไฟฟ้าแอคทีฟที่ดูดซับจะสัมพันธ์กับการสูญเสียโหลดของหม้อแปลง

ในความเป็นจริงแล้ว องค์ประกอบของการสูญเสียขณะไม่มีโหลดของหม้อแปลงยังสามารถวัดได้ แต่มันอาจจะมีค่าน้อยมาก เนื่องจากแรงดันไฟฟ้าลัดวงจรมีค่าน้อยเมื่อเทียบกับแรงดันไฟฟ้าตามปกติ ข้อยกเว้นนี้ถูกใช้กับหม้อแปลงที่มีแท็บเป็นอากาศ หม้อแปลงรีแอกเตอร์ เท่านั้น

โดยปกติแล้วไดอะแกรมเทียบเท่าการลัดวงจรที่ใช้กันสามารถดูได้จากรูป 5.1



รูปที่ 5.1

- R_1

=

ความต้านทานของขดลวด 1
- R_2

=

ความต้านทานของขดลวด 2
- X_1

=

ความต้านทานสเตรย์ของขดลวด 1
- X_2

=

ความต้านทานสเตรย์ของขดลวด 2
- R_{Fe}

=

ความต้านทานเทียบเท่าของเหล็ก
- X_H

=

คาร์รีแอกแตนซ์หลัก
- U_{CC}

=

แรงดันอิมพีแดนซ์ขณะลัดวงจร
- I_{CC}

=

กระแสลัดวงจร
- K

=

ความนำขณะลัดวงจร
- R

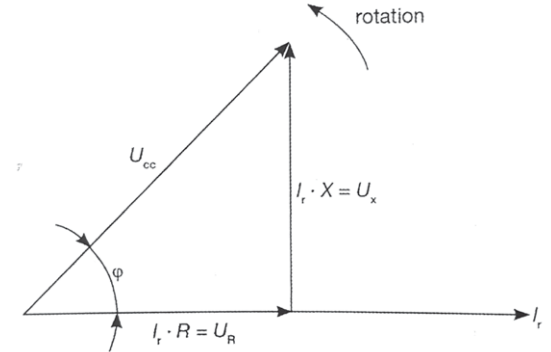
=

$R_1 + R_2$
- X

=

$X_1 + X_2$

5.3.1 แรงดันไฟฟ้าลัดวงจร: แรงดันไฟฟ้าลัดวงจรสัมพันธ์



รูปที่ 5.2

U_R = แรงดันไฟฟ้ารีซิสทีฟที่ลดลง
 U_x = แรงดันไฟฟ้าอินดักทีฟที่ลดลง
 U_{cc} = แรงดันไฟฟ้าอิมพีแดนซ์ที่ลดลง
 I_r = กระแสไฟฟ้าตามพิกัด

$$U_{cc} = \sqrt{U_x^2 + U_R^2}$$

$$\mathcal{E}_{cc} = \frac{U_{cc}}{U_r} \cdot 100$$

เมื่อ

U_{cc} = แรงดันไฟฟ้าลัดวงจร
 U_R = แรงดันไฟฟ้ารีซิสทีฟ
 U_x = แรงดันไฟฟ้าอินดักทีฟ
 $\mathcal{E}_{cc}$ = แรงดันไฟฟ้าลัดวงจรสัมพัทธ์ (%)
 U_r = แรงดันไฟฟ้าตามพิกัดหม้อแปลง

แรงดันไฟฟ้าลัดวงจรสัมพัทธ์ถูกกำหนดเป็นเปอร์เซ็นต์ของแรงดันไฟฟ้าตามพิกัดของขดลวดที่มีไฟฟ้า มันเป็นค่าซึ่งสามารถหาได้จากกระแสซึ่งไหลในกรณีที่มีการลัดวงจรขณะทำงาน

$$I = \frac{100}{\mathcal{E}_{cc}} \cdot I_r$$

เมื่อ

I = กระแสลัดวงจรสมมาตร
 I_r = กระแสตามพิกัด

5.3.2 ความเกี่ยวพันกันของแรงดันไฟฟ้าลัดวงจร

และกระแสไหล

แรงดันไฟฟ้าลัดวงจรเพิ่มขึ้นเป็นเชิงเส้นพร้อมกับค่ากระแสไหล

$$U_{cc} = U_{ccm} \cdot \frac{I_r}{I_m}$$

เมื่อ

U_{cc} = แรงดันไฟฟ้าลัดวงจรที่กระแสไฟฟ้าตามพิกัด I_r
 U_{ccm} = แรงดันไฟฟ้าลัดวงจรที่ I_m
 I_m = กระแสไหลระหว่างการทดสอบ

5.3.3 ความเกี่ยวพันกันของแรงดันไฟฟ้าลัดวงจรสัมพัทธ์ (หรือแรงดันไฟฟ้าลัดวงจร) และอุณหภูมิขดลวด

ค่านี้มีนัยสำคัญเฉพาะหม้อแปลงไฟฟ้าขนาด < 2MVA เท่านั้น ดูข้อ A5.1 สำหรับการคำนวณค่า

5.3.4 ความเกี่ยวพันกันของแรงดันไฟฟ้าลัดวงจร

และความถี่

แรงดันไฟฟ้าลัดวงจรเป็นสัดส่วนกับความถี่ โดยมีเงื่อนไขว่า $U_R \ll U_x$.

$$U_{cc} = U_{ccm} \frac{f_r}{f_m}$$

เมื่อ

f_r = ความถี่ตามพิกัด
 f_m = ความถี่ระหว่างการทดสอบ

แรงดันไฟฟ้าลัดวงจร

หม้อแปลงหนึ่งเฟสสองขดลวด

$$Z = \frac{U_{cc}}{I_r} \quad (\text{หน่วยเป็น } \Omega)$$

$$R = \frac{P_L}{I_r} \quad (\text{หน่วยเป็น } \Omega)$$

$$X = \sqrt{Z^2 - R^2} \quad (\text{หน่วยเป็น } \Omega)$$

หม้อแปลงสามเฟสสองขดลวด:

การเชื่อมต่อแบบสตาร์ การเชื่อมต่อแบบเดลต้า

$$Z = \frac{U_{cc}}{I_r \cdot \sqrt{3}} \qquad Z = \frac{U_{cc} \cdot \sqrt{3}}{I_r} \quad (\Omega/\text{เฟส})$$

$$R = \frac{P_L}{3 \cdot I_r^2} \qquad R = \frac{P_L}{I_r^2} \quad (\Omega/\text{เฟส})$$

$$X = \sqrt{Z^2 - R^2} \qquad X = \sqrt{R^2 - Z^2} \quad (\Omega/\text{เฟส})$$

เมื่อ

Z = อิมพีแดนซ์ลัดวงจร
 X = รีแอคแตนซ์ลัดวงจร
 R = รีซิสแตนซ์ลัดวงจร
 I_r = กระแสตามพิกัด
 U_{cc} = แรงดันไฟฟ้าตามพิกัด
 P_L = การสูญเสียไหล

5.3.5 การสูญเสียไหล

การสูญเสียไหลหมายถึงการสูญเสียทั้งหมดที่เกิดขึ้นภายในหม้อแปลง เมื่อกระแสตามพิกัดถูกป้อนเข้าไปยังหม้อแปลง โดยมีการลัดวงจรของขดลวดและอุณหภูมิขดลวดเท่ากับค่าอุณหภูมิอ้างอิง (75°C ตามมาตรฐาน IEC หรือ 85°C ตามมาตรฐาน IEEE) มันทำให้เกิดการสูญเสียโอห์มมิกของขดลวดและการเชื่อมต่อภายใน เช่นเดียวกับการสูญเสียเนื่องจากกระแสสเตรย์ (การสูญเสียเนื่องจากกระแสเอ็ดดี้) ที่มีสาเหตุจากสนามไฟฟ้าที่รั่วในขดลวดและชิ้นส่วนทางกล

$$P_L = P_j + P_\alpha$$

เมื่อ

P_L = การสูญเสียของไหลที่อุณหภูมิขดลวด 75°C/85 °C
 P_j = การสูญเสียโอห์มมิกที่ 75°C/85 °C
 P_α = การสูญเสียเนื่องจากกระแสสเตรย์ที่ 75°C/85 °C

5.3.6 ความเกี่ยวพันกันของการสูญเสียเนื่องจากโหลดและกระแสไหล

การสูญเสียเนื่องจากโหลดเป็นสัดส่วนกับกำลังของกระแสไหล

$$P_L = P_{Lm} \cdot \left(\frac{I_r}{I_m} \right)^2$$

เมื่อ

P_L = การสูญเสียเนื่องจากโหลดที่กระแสตามพิกัด
 P_{Lm} = การสูญเสียเนื่องจากโหลดที่กระแสทดสอบ
 I_m = กระแสทดสอบ

5.3.7 การแยกองค์ประกอบการสูญเสียเนื่องจากโหลด

เมื่อทราบค่าความต้านทานขดลวด

แรงดันไฟฟ้าลัดวงจรและการสูญเสียเนื่องจากโหลดถูกอ้างอิงเป็นอุณหภูมิขดลวดเฉลี่ย 75°C (IEC) หรือ 85 °C (IEEE) [1][51] แต่อย่างไรก็ตามอุณหภูมิขดลวดระหว่างการทดสอบในห้องปฏิบัติการโดยปกติจะมีค่าต่ำกว่ามาก ในการคำนวณหาค่าการสูญเสียเนื่องจากโหลดที่อุณหภูมิขดลวดอ้างอิงแตกต่างกันนั้น จำเป็นต้องแยกการสูญเสียโอห์มมิกออกจากการสูญเสียเนื่องจากกระแสสเตรย์ หากความต้านทานของขดลวดทราบค่า (ดูหัวข้อ 3 สำหรับการวัดค่า) การแยกกันก็สามารถทำได้ดังต่อไปนี้

$$P_L = P_j + P_\alpha = \Sigma I_r^2 R + P_\alpha$$

$$P_\alpha = P_L - \Sigma I_r^2 R$$

เมื่อ

R = ความต้านทานของขดลวด

การแยกความสูญเสียเนื่องจากโหลดออกเป็นองค์ประกอบของมันเองเมื่อไม่ทราบค่าความต้านทานของขดลวด สามารถดูได้จากข้อ A5.2

5.3.8 ความเกี่ยวพันกันของการสูญเสียเนื่องจากโหลด

และอุณหภูมิของขดลวด

องค์ประกอบโอห์มมิกของการสูญเสียเนื่องจากโหลดเพิ่มขึ้นพร้อมกับการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิขดลวด ขณะที่การสูญเสียเนื่องจากกระแสสเตรย์ลดลง ดูหัวข้อ 3 เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างความต้านทานกับอุณหภูมิ ดูข้อ 5.3. และตัวอย่างที่ 1 ในข้อ A5.8

$$P_{j2} = P_{j1} \cdot \alpha$$

$$P_{\alpha 2} = P_{\alpha 1} \cdot \frac{1}{\alpha}$$

$$\alpha = \frac{C + \Theta_2}{C + \Theta_1}$$

เมื่อ

$$P_{j1} = \text{การสูญเสียโอห์มมิกที่อุณหภูมิ } \Theta_1$$

$$P_{j2} = \text{การสูญเสียโอห์มมิกที่อุณหภูมิ } \Theta_2$$

$$P_{\alpha 1} = \text{การสูญเสียเนื่องจากกระแสสเตรย์ที่อุณหภูมิ } \Theta_1$$

$$P_{\alpha 2} = \text{การสูญเสียเนื่องจากกระแสสเตรย์ที่อุณหภูมิ } \Theta_2$$

$$\Theta = \text{อุณหภูมิ (}^\circ\text{C)}$$

$$\Theta_r = \text{อุณหภูมิอ้างอิง ตาม IEC 75}^\circ\text{C และตาม IEEE 85}^\circ\text{C}$$

$$C = \text{ค่าคงที่ซึ่งเป็นฟังก์ชันของวัสดุที่ใช้}$$

มาตรฐาน IEC [1] ระบุค่าดังนี้

$$C = 235 \text{ สำหรับทองแดง}$$

$$C = 225 \text{ สำหรับอะลูมิเนียม}$$

มาตรฐาน IEEE [51] ระบุค่าที่แตกต่างกันสำหรับทองแดง

$$C = 234.5$$

เนื่องจากองค์ประกอบการสูญเสียโอห์มมิกมากกว่าการสูญเสียเนื่องจากกระแสสเตรย์ค่อนข้างมาก ดังนั้นการสูญเสียเนื่องจากโหลดทั้งหมดจะเพิ่มขึ้นพร้อมกับอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นมาตรฐาน [1], [51] อธิบายรายละเอียดของการวัดค่าอุณหภูมิขดลวดที่จำเป็นต้องมี ซึ่งต้องถูกดำเนินการก่อนที่จะทำการวัดการสูญเสียเนื่องจากโหลดในทันที

5.3.9 ความเกี่ยวข้องกันของการสูญเสียเนื่องจากโหลด

และความถี่

โดยปกติแล้ว องค์ประกอบโอห์มมิกของการสูญเสียเนื่องจากโหลดขึ้นอยู่กับความถี่ (อิทธิพลของผลบริเวณผิวสามารถตัดทิ้งได้สำหรับย่านความถี่กำลังพิจารณา) ขณะที่การสูญเสียเนื่องจากกระแสสเตรย์เพิ่มขึ้นพร้อมกับค่าความถี่

$$P_L = P_j + P_{\alpha m} \cdot \left(\frac{f_r}{f_m} \right)^2 + P_{st} \cdot \left(\frac{f_r}{f_m} \right)^{0.8}$$

เมื่อ

$$P_L = \text{การสูญเสียเนื่องจากโหลดที่ความถี่ตามพิกัด } f_r$$

$$P_{\alpha m} = \text{การสูญเสียเนื่องจากกระแสสเตรย์ในขดลวดที่ความถี่ทดสอบ } f_m$$

$$P_{st} = \text{การสูญเสียเนื่องจากกระแสสเตรย์ในชิ้นส่วน}$$

$$\text{โครงสร้างและในถึงที่ความถี่ทดสอบ } f_m$$

หากความถี่ตามพิกัดของหม้อแปลงที่ถูกทดสอบไม่สามารถหาได้ในห้องปฏิบัติการทดสอบเมื่อทำการวัดการสูญเสียเนื่องจากโหลด การสูญเสียก็สามารถคำนวณได้โดยใช้สูตรข้างต้น โดยมีข้อจำกัดว่าการทดสอบประเภทเพิ่มเติมที่ความถี่ตามพิกัดนั้นจำเป็นต้องทำขึ้นเพื่อทวนสอบความไม่แน่นอนของการวัด โดยให้รูปคลื่นแหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้านั้นเป็นคลื่นขายนและไม่มีฮาร์โมนิกส์ มิฉะนั้นแล้วความไม่แน่นอนของการสูญเสียที่วัดได้จะมีค่าสูงมากเกินไป

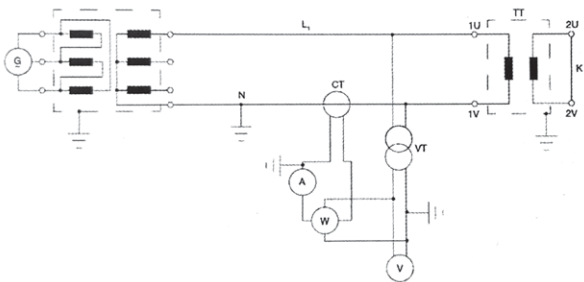
—
รูปที่ 5.3
การเชื่อมต่อหม้อแปลง
หนึ่งเฟสสำหรับการทดสอบ
การสูญเสียเนื่องจากโหลด
และแรงดันอิมพีแดนซ์

—
รูปที่ 5.4
การเชื่อมต่อหม้อแปลง
สามเฟสสำหรับการทดสอบ
การสูญเสียเนื่องจากโหลด
และแรงดันอิมพีแดนซ์โดยใช้
วิธีการใช้วัตต์มิเตอร์สองตัว
วิธีการนี้ไม่ควรจะถูกใช้ตาม
มาตรฐาน IEEE [51]
สำหรับหม้อแปลงสามเฟส

—
รูปที่ 5.5
การเชื่อมต่อหม้อแปลง
สามเฟสสำหรับการทดสอบ
การสูญเสียเนื่องจากโหลด
และแรงดันอิมพีแดนซ์โดยใช้
วิธีการใช้วัตต์มิเตอร์
สองตัว วิธีการนี้ไม่ควรจะ
ถูกใช้ตามมาตรฐาน IEEE [51]
สำหรับหม้อแปลงสามเฟส

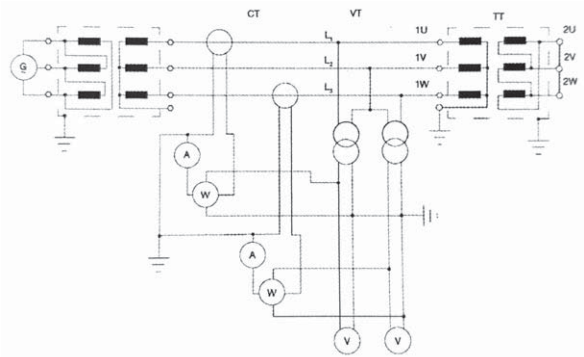
—
รูปที่ 5.6
การวัดการสูญเสียโหลดโดย
ไม่ใช้หม้อแปลงแรงดัน
ไฟฟ้าและหม้อแปลง
กระแสไฟฟ้า

5.4 วงจรวัดค่า



รูปที่ 5.3

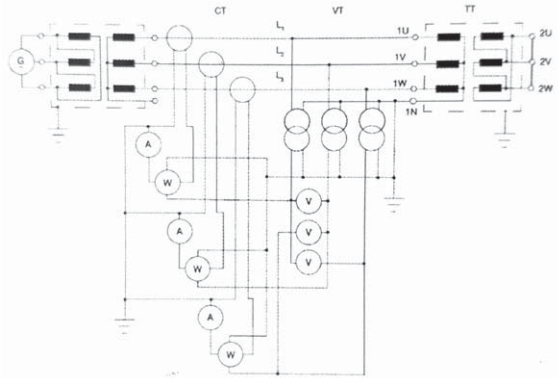
- K = สายวัดลัดวงจร
- CT = หม้อแปลงกระแสไฟฟ้า
- VT = หม้อแปลงแรงดันไฟฟ้า
- TT = หม้อแปลงที่กำลังทดสอบ



รูปที่ 5.4

วงจรวัดค่าสำหรับการวัดการสูญเสียเนื่องจากโหลดบน
หม้อแปลงหนึ่งเฟสถูกแสดงให้เห็นในรูปที่ 5.3 และสำหรับ
หม้อแปลงสามเฟสถูกแสดงให้เห็นในรูป 5.4 และ 5.5 โดย
ปกติแล้วการลัดวงจรถูกใช้กับด้านแรงดันไฟฟ้าด้านต่ำของ
หม้อแปลง มันมีโอกาสมากกว่าที่จะปรับเปลี่ยนอุปกรณ์การ
ทดสอบในห้องปฏิบัติการทดสอบให้มีกระแสไฟฟ้าที่ต่ำลง
ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับแรงดันไฟฟ้าลัดวงจรที่มีค่าสูงกว่าที่
ขดลวดแรงดันไฟฟ้าสูง

สำหรับการวัดค่าการสูญเสียบนหม้อแปลงสามเฟสนั้น โดย
หลักการแล้วจะมีการใช้วัตต์มิเตอร์ที่แตกต่างกัน 2 แบบ
กล่าวคือ วิธีการใช้วัตต์มิเตอร์ 3 ตัว และวิธีการใช้วัตต์มิเตอร์
2 ตัว ดูรูปที่ 5.5 และ 5.4



รูปที่ 5.5

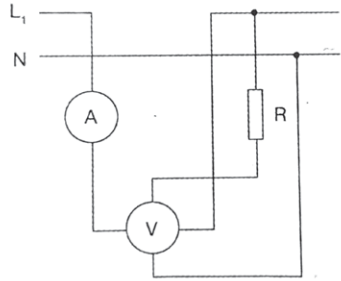
วิธีการทั้งคู่นั้นจำเป็นต้องใช้หม้อแปลงกระแสและหม้อแปลง
แรงดันไฟฟ้า

พาวเวอร์แฟกเตอร์สำหรับการวัดค่าการสูญเสียเนื่องจาก
โหลดของหม้อแปลงไฟฟ้ามีค่าประมาณ 0.01 ถึง 0.05
สิ่งนี้หมายความว่าแม้ว่าจะมีความคลาดเคลื่อนของมุมเฟส
ที่น้อยมากในหม้อแปลงกระแสและหม้อแปลงแรงดันไฟฟ้า
ที่จำเป็นต้องแก้ไขความคลาดเคลื่อนครั้งใหญ่ในระบบการวัด
(มาตรฐาน IEEE [51] ยินยอมให้สามารถแก้ไขความคลาด
เคลื่อนได้สูงสุด $\pm 5\%$)

วิธีการใช้วัตต์มิเตอร์สองตัวเป็นวิธีการที่มีความเหมาะสม
น้อยกว่าสำหรับพาวเวอร์แฟกเตอร์ค่าต่ำ เนื่องจากค่าที่อ่าน
ได้ของวัตต์มิเตอร์จะมีเครื่องหมายตรงข้ามกันและต้องถูก
ลบออกจากอีกอันหนึ่ง ผลที่ได้คือความคลาดเคลื่อนที่น้อย
จะมีผลมากกว่าวิธีการใช้วัตต์มิเตอร์สามตัว ด้วยเหตุผลนี้ จึง
ควรหลีกเลี่ยงวิธีการใช้วัตต์มิเตอร์สองตัวสำหรับการวัดค่า
การสูญเสียเนื่องจากโหลด แต่ถึงกระนั้นก็ตามบางครั้งมัน
ก็อาจจะถูกนำมาใช้สำหรับการทดสอบการหาข้อมูลจริงใน
ภาคสนาม (การทดสอบในสถานที่ปฏิบัติงาน) เนื่องจาก
จำเป็นต้องใช้หม้อแปลงเครื่องวัดที่น้อยกว่า แต่มันไม่อนุญาต
ให้ใช้ตามมาตรฐาน IEEE [51]

หากมีกระแสที่ไหลผ่านสายนิวตรอล หรือหากมีกำลังไฟฟ้า
ต่อเฟสที่ต้องหาค่าสำหรับการทดสอบการหาข้อมูลจริง ก็ควร
จะใช้วิธีการที่ใช้วัตต์มิเตอร์สามตัว

เพื่อหลีกเลี่ยงการแก้ไขหม้อแปลงเครื่องมือวัด สายวัดกระแส
ของวัตต์มิเตอร์ควรจะ (หากสามารถทำได้) เชื่อมต่อโดยตรง
กับวงจรแหล่งจ่ายไฟฟ้าและอินพุตแรงดันไฟฟ้าถูกเชื่อมต่อ
โดยใช้ตัวต้านทานต่ออนุกรม ดูรูปที่ 5.6



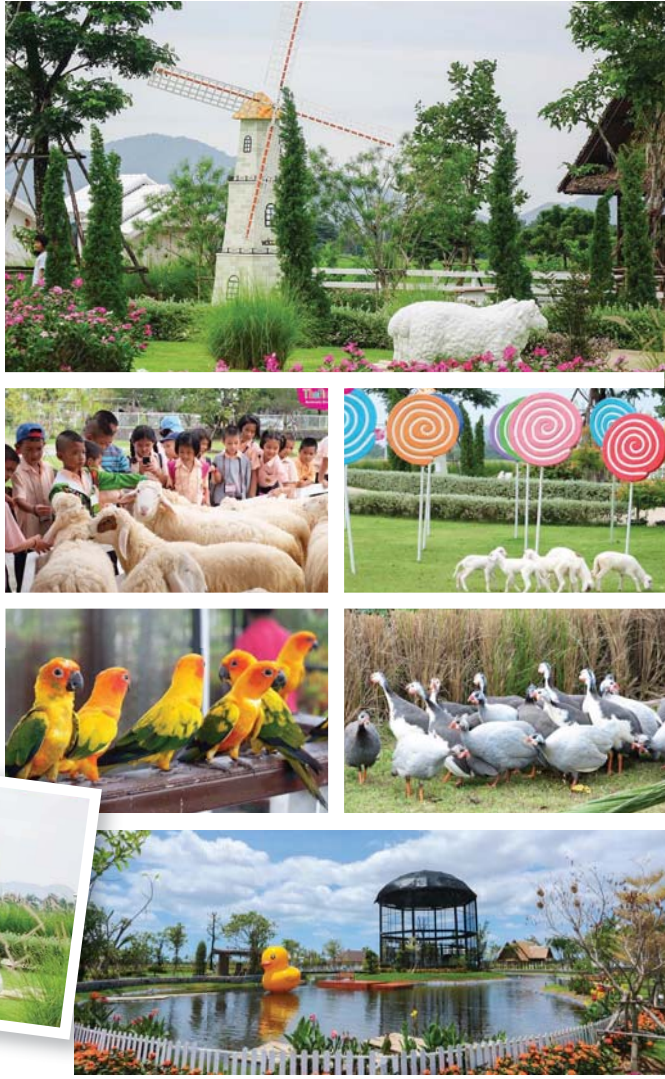
รูปที่ 5.6

โปรดติดตามต่อฉบับหน้า

Weekend

เที่ยวฟาร์มสัตว์แสนน่ารัก The Field Animals Dream จ.เพชรบุรี

จุดหมายการเดินทางท่องเที่ยวในช่วง
วันหยุดของใครหลายคนมักจะมี
ปลายทางที่แตกต่างกันออกไป บางคน
ชอบไปเที่ยวภูเขา สัมผัสธรรมชาติ
บางคนก็ชอบไปทะเลเล่นน้ำคลายร้อน
บางคนชอบ เที่ยวสวนสาธารณะ
ทำบุญ หรือบางคนชอบเที่ยวตลาดน้ำ
ชิมชอปของกินอร่อยๆ



ส่วนใครที่กำลังมองหาแหล่งท่องเที่ยว เพื่อจะพาครอบครัว
ไปผ่อนคลาย ใช้เวลาว่างทำกิจกรรมร่วมกัน ที่ “The Field
Animals Dream” แลนมาร์คแห่งใหม่ของ จ.เพชรบุรี “The
Field Animals Dream” ตั้งอยู่ อ.ท่ายาง จ.เพชรบุรี เป็น
แหล่งเรียนรู้ธรรมชาติ มีสัตว์น้อยใหญ่ น่ารัก หาสมาชิกอยู่
มากมาย ฟาร์มแห่งนี้นับว่าเป็นฟาร์มสำหรับครอบครัวเหมาะ
ที่จะพาเด็กๆ มาเที่ยวชม เนื่องจากมีกิจกรรมให้ทุกคนได้ทำ
ร่วมกันทำในวันหยุด

โดยภายใน “The Field Animals Dream” มีสัตว์ต่างๆ
ให้ชม อาทิ นกฟลามิงโก เป็นสัตว์ที่มีถิ่นอาศัยอยู่ในแถบทวีป
ยุโรปจรดเอเชียบริเวณทะเลเมดิเตอร์เรเนียนทวีปแอฟริกา
และอินเดียตะวันตกเฉียงเหนือ มีลักษณะ คอและขายาว
ขนสีชมพู ขนปีกสีดำ ม่านตาสีเหลืองอ่อน ปากสีชมพู ปลาย
ปากสีดำ ขาและนิ้วเท้าสีชมพู มีเสียงร้องคล้ายกับเสียงห่าน
มีนิสัยชอบอยู่รวมกันเป็นฝูงใหญ่และทำรังตามหนองบึง
หรือทะเลสาบ เวลาหาอาหารจะใช้เท้าพุน้ำให้ขึ้น แล้วใช้
ปากมุดลงไปใต้น้ำเพื่อกรองหาอาหารที่อยู่ในน้ำ

เมื่อเดินเข้าไปภายในจะมองเห็นกรงนกขนาดใหญ่ ภายในจะ
มีนกหลากหลายชนิด โดยครั้งนี้สะดุดตากับความน่ารักของ
นกคอนัวร์ (Conure) เป็นหนึ่งในสายพันธุ์ของนกแก้ว มีสีสัน
สดใส เช่น สีเขียว สีแดง สีเหลือง มองแล้วดูมีชีวิตชีวา
นอกจากนี้ยังมี เต่าซูคาต้า เมียร์แคท นกยูงขาว หงส์ดำ แกะ
เปิดแมนดาริน วารابي และจิ้งจอกให้ชมกัน

แลนด์มาร์คแห่งใหม่อย่าง “The Field Animals Dream”
นอกจากจะเป็นที่แวะพัก แวะถ่ายรูปแล้ว นักท่องเที่ยวยัง
สามารถมาทำกิจกรรมผ่อนคลายเบาๆ ด้วยการพายเรือ หรือ
ปั่นเรือถีบ และมีกิจกรรมให้อาหารสัตว์ มีการแสดงเรียกรอย
ยิ้มและเสียงหัวเราะ สร้างความประทับใจให้ได้อึ้งอึ้งใจใจ
กลับไป

พบกับความน่ารักของสัตว์โลกหลากหลายสายพันธุ์ได้ที่
“The Field Animals Dream” ตั้งอยู่ที่ 55 หมู่ 2 อ.ท่ายาง
จ.เพชรบุรี สามารถเข้ามาเยี่ยมชมได้ทุกวัน เวลาตั้งแต่ 06:00
- 18:00 น.

Health & Wellness

มาอ่านฉลากโภชนาการกันเถอะ



ปัจจุบันอาหารสำเร็จรูปเป็นที่ยอดนิยมสำหรับผู้บริโภคมากขึ้น ฉลากโภชนาการเป็นข้อมูลที่ช่วยให้ได้รับสารอาหารตามความต้องการ ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่ใส่ใจสุขภาพ หรือผู้ที่ เป็นโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง NCDs เช่น โรคเบาหวาน โรคความดันโลหิตสูง โรคเมะเร็ง โรคหัวใจ และโรคอ้วนลงพุง เป็นต้น ขณะเดียวกันยังช่วยเฝ้าระวังถึงชนิดและปริมาณสารอาหาร ที่จะได้รับจากการบริโภคอาหารนั้นๆ และยังช่วยเฝ้าระวังภัยสุขภาพที่ไม่ต้องการได้

ฉลากโภชนาการคืออะไร

ฉลากโภชนาการคือ ฉลากอาหารที่มีการแสดงข้อมูลโภชนาการ ซึ่งระบุชนิดและปริมาณสารอาหารของอาหารนั้นในกรอบสี่เหลี่ยมเรียกว่า “กรอบข้อมูลโภชนาการ” ซึ่งมีอยู่ 2 รูปแบบ ได้แก่ แบบเต็มและแบบย่อ

1. ฉลากโภชนาการแบบเต็ม เป็นฉลากที่แสดงชนิดและปริมาณสารอาหารที่สำคัญควรทราบ 15 รายการ สำหรับฉลากที่มีความสูงจำกัด สามารถแสดงฉลากโภชนาการเต็มรูปแบบในลักษณะแบบแนวนอนหรือแบบขวางตามที่ประกาศกระทรวงสาธารณสุขกำหนดไว้
2. ฉลากโภชนาการแบบย่อ ใช้ในกรณีที่สารอาหารตั้งแต่ 8 รายการ จากจำนวนที่กำหนดไว้ 15 รายการนั้น มีปริมาณน้อยมากจนถือว่าเป็นศูนย์ จึงไม่มีความจำเป็นต้องแสดงให้เต็มรูปแบบ

ปริมาณสูงสุดที่บริโภคได้ต่อวัน

สำหรับคนไทยอายุตั้งแต่ 6 ปีขึ้นไป ในหนึ่งวันไม่ควรได้รับพลังงาน น้ำตาล ไขมัน และโซเดียม มากกว่าปริมาณสูงสุดที่แนะนำดังนี้ พลังงานไม่ควรเกิน 2,000 กิโลแคลอรี น้ำตาลไม่ควรเกิน 65 กรัม ไขมันไม่ควรเกิน 65 กรัม โซเดียมไม่ควรเกิน 2,400 มิลลิกรัม

วิธีการอ่านฉลากโภชนาการ

1. ดูปริมาณหนึ่งหน่วยบริโภค เป็นปริมาณการกินต่อครั้งที่แนะนำให้ผู้บริโภครับประทาน
2. ดูจำนวนหน่วยบริโภคต่อภาชนะบรรจุ เป็นจำนวนที่บอกว่าถ้ากินครั้งละหนึ่งหน่วยบริโภคจะแบ่งกินได้กี่ครั้ง
3. ดูคุณค่าทางโภชนาการต่อหนึ่งหน่วยบริโภค ว่าจะได้

พลังงานเท่าใด สารอาหารอะไรบ้าง ในปริมาณเท่าใด

4. ดูร้อยละของปริมาณที่แนะนำต่อวัน

ฉลากโภชนาการแบบจีดีเอ

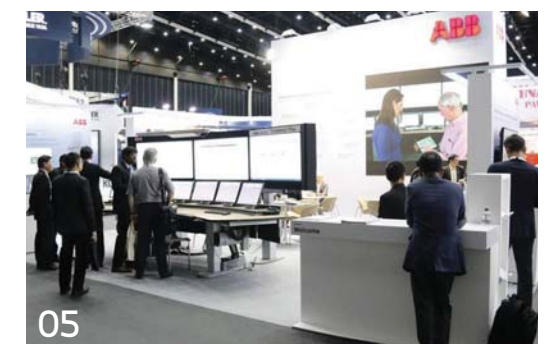
(Guideline Daily Amounts : GDA)

หรือฉลากหวานมันเค็ม โดยเป็นการแสดงปริมาณสารอาหาร ได้แก่ พลังงาน (กิโลแคลอรี) น้ำตาล (กรัม) ไขมัน (กรัม) และโซเดียม (มิลลิกรัม) ต่อหนึ่งหน่วยบริโภค (ถุง ของ กล่อง) โดยจะแสดงฉลากด้านหน้าบรรจุภัณฑ์ โดยมีการบังคับการแสดงฉลากโภชนาการแบบจีดีเอ ในกลุ่มอาหาร 5 กลุ่มคือ กลุ่มอาหารขนมขบเคี้ยว กลุ่มซ็อกโกแลต กลุ่มผลิตภัณฑ์ขนมอบ กลุ่มอาหารกึ่งสำเร็จรูป และกลุ่มอาหารมือหลักแช่เย็นแช่แข็ง ผู้บริโภคสามารถเปรียบเทียบคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ได้ทันที และยังสามารถนำไปปรับใช้ในการบริโภคอาหารให้สมดุลได้ เช่น หากกังวลเรื่องโซเดียมหรือมีภาวะความดันโลหิตสูง ควรเลือกผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณโซเดียมน้อย เป็นต้น

นอกจากนี้ยังมีการจัดทำตราสัญลักษณ์ “ทางเลือกสุขภาพ” (Healthier Choice) เพื่อช่วยให้ผู้บริโภคสามารถเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ที่มีคุณสมบัติทางโภชนาการที่เหมาะสม และเข้าถึงผลิตภัณฑ์ที่ดีต่อสุขภาพได้ง่ายขึ้น

หากต้องการห่างไกลจากโรค NCDs ควรดูแลสุขภาพให้แข็งแรง ลดการบริโภคอาหารที่มีพลังงานสูง อาหารหวานจัด มันจัดและเค็มจัด ด้วยการอ่านฉลากโภชนาการทุกครั้งก่อนซื้อ เพียงเท่านี้เราก็สามารถลดความเสี่ยงต่อโรคที่เกิดจากพฤติกรรมการกินได้แล้ว

Movement



01 สัมมนาวิชาการ The 18th TCMA Technical Workshop and Exhibition

เอบีบี ร่วมออกบูธในงานสัมมนาวิชาการประจำปี The 18th TCMA Technical Workshop and Exhibition จัดขึ้นโดยสมาคมอุตสาหกรรมปูนซีเมนต์ไทย เพื่อให้ความรู้เกี่ยวกับอุตสาหกรรมปูนซีเมนต์ในด้าน Innovative Design, Green Solutions, Grinding Technology กับสมาชิกของทางสมาคมฯ ภายในงาน ABB ได้นำเสนอนวัตกรรมและเทคโนโลยีพลังงานทางเลือกล่าสุดที่สามารถตอบโจทย์การดำเนินงานในอุตสาหกรรมซีเมนต์ อาทิ “ABB Ability™ EDCS”, ระบบการบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพบนคลาวด์แพลตฟอร์ม ซึ่งเป็นนวัตกรรมล้ำสมัยที่จะมาช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถติดตามการใช้พลังงานในระบบไฟฟ้าได้อย่างง่าย, ABB Safety Products, Solar Inverter Trio50.0, Smart Sensor for Motor, Drive Monitoring, ABB Measurement & Analytic Products ณ โรงแรมกรีนเนอรี่ รีสอร์ท เขาใหญ่

02 ABB Power Generation Day

เอบีบี จัดงาน ABB Power Generation Day - Mastering the digital era takes ability. ABB Ability™ เปิดตัวนวัตกรรมใหม่ ABB Ability™ ผ่านโซลูชันและการบริการที่ทรงประสิทธิภาพอันเกิดจากการผสมรวมความเชี่ยวชาญของเอบีบี การเชื่อมต่อระบบเครือข่าย รวมถึงเทคโนโลยีล่าสุดด้านดิจิทัลที่จะเข้ามาช่วยเพิ่มศักยภาพและสร้างโอกาสทางธุรกิจ ทั้งยังจะช่วยให้ลูกค้าในภาคสาธารณสุข ภาค อุตสาหกรรม การคมนาคมและโครงสร้างพื้นฐาน สามารถพัฒนากระบวนการผลิตที่มีอยู่ให้ก้าวหน้าและทันสมัยยิ่งขึ้น ณ ห้อง Royal Ballroom โรงแรมแมนดาริน โอเรียนเต็ล กรุงเทพฯ

03 เสวนา "PEA Think Tank" ครั้งที่ 4

เอบีบี โดยคุณชัยยศ ปิยะวรรณรัตน์ Managing Director ได้เข้าร่วมงาน

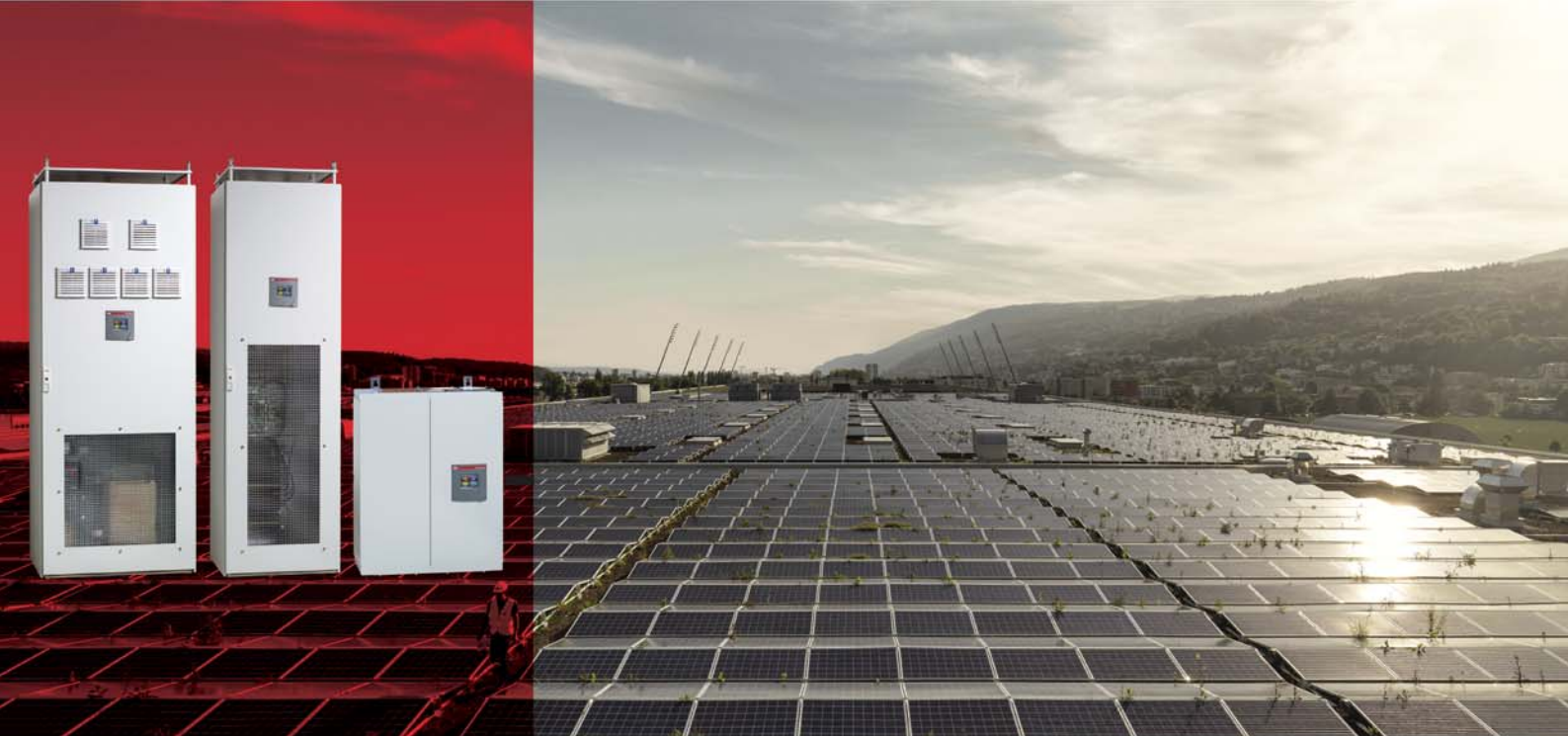
เสวนา "PEA Think Tank" ครั้งที่ 4 ประจำปี 2560 ในหัวข้อ "Smart Grid Business Transformation" เพื่อแลกเปลี่ยนความรู้ในการพัฒนาระบบไฟฟ้า รวมทั้งเทคโนโลยีต่างๆ ที่เกี่ยวข้องพร้อมรับการเปลี่ยนแปลงทางธุรกิจพลังงาน มุ่งสู่โครงข่ายไฟฟ้าอัจฉริยะ (Smart Grid) โดยมีคุณเสริมสกุล คล้ายแก้ว ผู้ว่าการการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.) เป็นประธานในพิธีเปิด ณ อาคาร LED สำนักงานใหญ่ การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

04 ABB Robotics Machine Tending

เอบีบี จัดงานเปิดตัวบริษัท ABB Robotics Machine Tending โดยได้รับเกียรติจาก Mr.Staffan Herrström ท่านเอกอัครราชทูตสวีเดนประจำประเทศไทยและภริยามาเป็นประธานในพิธีเปิด โดยมีทีมผู้บริหารเอบีบี คุณศิริโชค สิงห์ษา และคุณ Ari Christain Kesti ให้การต้อนรับ

05 Asia Power Week 2017

เอบีบี ร่วมงาน Asia Power Week 2017 นำเสนอนวัตกรรมทางด้านพลังงานที่ตอบโจทย์อุตสาหกรรมในยุคดิจิทัล ที่จะช่วยให้การควบคุมดูแลระบบต่างๆ ทางด้านพลังงานไฟฟ้าภายในอุตสาหกรรมง่ายและสะดวกสบายมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ยังมีนวัตกรรมอื่นๆ อีกมากมาย อาทิ Turbine automation, Retrofit, Excitation systems and synchronizing equipment, ABB Ability Symphony Plus for Water ณ ศูนย์การประชุมไบเทค บางนา



Energy Storage Inverters

Enhancing power quality and energy efficiency

Energy Storage Inverters (ESI) เป็นอุปกรณ์แปลงกระแสไฟฟ้าแบบสองทิศทาง โดยสามารถแปลงกระแสไฟฟ้าสลับ (AC) เป็นไฟฟ้ากระแสตรง (DC) เพื่อเก็บพลังงานในแบตเตอรี่ (charging) หรือใช้พลังงานจากแบตเตอรี่ (discharging) โดยแปลงไฟฟ้ากระแสตรง (DC) จากแบตเตอรี่เป็นไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) เพื่อจ่ายให้อุปกรณ์ไฟฟ้า หรือระบบไฟฟ้า

คุณสมบัติเด่น

- เป็นอุปกรณ์แปลงกระแสไฟฟ้าแบบสองทิศทาง (Bidirectional Inverter)
- เป็นอุปกรณ์แปลงกระแสไฟฟ้าที่สามารถเพิ่มคุณภาพไฟฟ้าได้ โดยสามารถกำจัดฮาร์มอนิก, ควบคุมกำลังไฟฟ้าแต่ละเฟส (P&Q), สามารถป้อนรีแอคทีฟเพาเวอร์ทั้งอินดักทีฟ (Inductive) และคาปาซิทีฟ (Capacitive) และแก้ปัญหาโหลดไม่สมดุลในระบบไฟฟ้า
- ใช้งานในระบบที่มีการเชื่อมต่อเข้ากับระบบโครงข่ายไฟฟ้า (Grid) และระบบไฟฟ้าแยกโดด (Islanding)
- ใช้งานร่วมกับอุปกรณ์ควบคุมที่ระบบสื่อสารรองรับ Modbus RTU/Modbus TCP-IP และสามารถสื่อสารกับ BMS (Battery Management System) ผ่าน CAN bus
- ใช้งานกับแบตเตอรี่ได้หลายชนิด เช่น Li-Ion, Na-S, Lead Acid และอื่นๆ
- มีขนาดมาตรฐานที่สามารถต่อรวมกันได้หลายตัว หากต้องการเพิ่มขนาดกำลังไฟฟ้า abb.co.th

