power quality

03|2018

04 – 07 **Storm-proofing with ABB Ability™ digital substation**

08 – 13 **Balance the swing**

20 – 25 **40 ปี** เอบีบีบนฐานธุรกิจอันแข็งแกร่งในประเทศไทย

26 – 29 **Self generation**

Editorial

Editor's Note

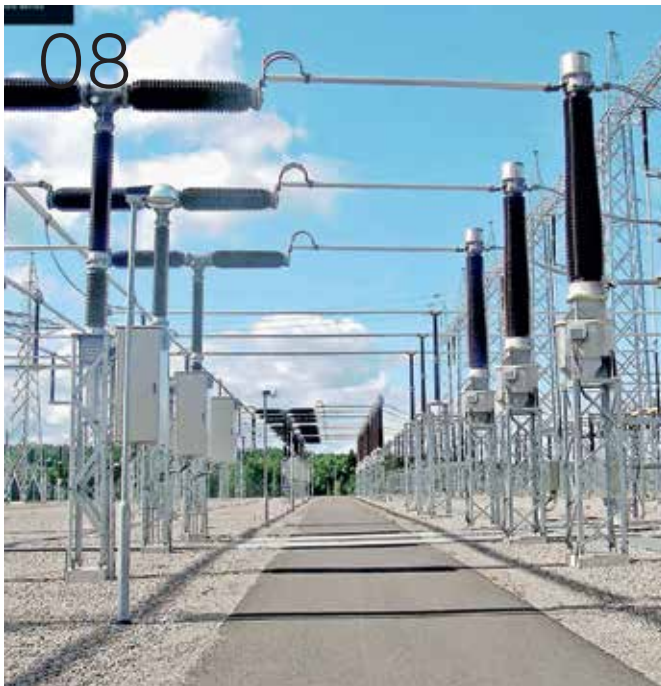
เดินทางมาถึงไตรมาสที่ 3 ของปีกันแล้ว อย่าลืมสำรวจเป้าหมายของทุกท่านว่าเป็นอย่างไรกันบ้าง หากอะไรผิดแผนไปบ้าง ก็ยังพอมีเวลาเปลี่ยนแปลงเพื่อสิ่งที่ดีกว่าได้เสมอ

คุณภาพไฟฟ้าฉบับที่ 3 ยังคงนำเสนอเรื่องน่าสนใจ อาทิ Storm-proofing with ABB Ability™ digital substation ความสามารถในการทนทานต่ออายุของเทคโนโลยีสถานีไฟฟ้าแบบดิจิตัลของ ABB Ability™, Balance the swing การแกว่งอย่างสมดุล, Self generation การผลิตด้วยตัวเอง นอกจากนี้ยังมีบทความพิเศษ "40 ปี เอบีบีบนฐานธุรกิจอันแข็งแกร่งในประเทศไทย" ขับเคลื่อนโลกดิจิทัลสู่อนาคตด้วยเทคโนโลยีและนวัตกรรมที่ล้ำหน้า และเรื่องต่อเนื่องประจำฉบับ สำหรับสุขภาพฉบับนี้เป็นเรื่องของโรคขาดวิตามินเอ ปิดท้ายพาเที่ยวดินแดนชาวมอญที่สังขละบุรี กาญจนบุรี

พบกันฉบับหน้า ส่งท้ายปี 2561

20
40 ปี เอบีบีบนฐานธุรกิจ
อันแข็งแกร่งในประเทศไทย

Balance the swing
การแกว่งอย่างสมดุล



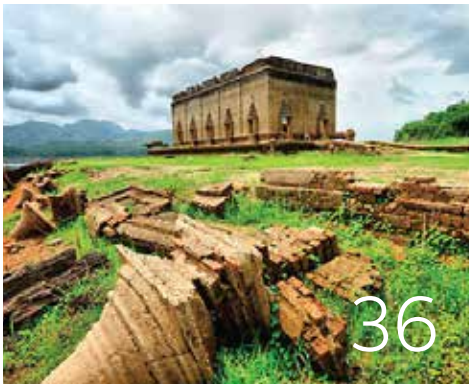
08

สแกน QR Code เพื่อสมัครสมาชิก
วารสาร power quality

สแกน QR Code เพื่ออ่านวารสาร
power quality ฉบับย้อนหลัง

เจ้าของ บริษัท เอบีบี จำกัด • จัดทำโดย High Voltage Products, Power Grids Division
สำนักงานใหญ่ 161/1 อาคารเอสจีทาวเวอร์ ซ.มหาดเล็กหลวง 3 ถ.ราชดำริ แขวงลุมพินี เขตปทุมวัน
กรุงเทพ 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 สงวนสิทธิ์ตามกฎหมาย การจะนำไปเผยแพร่
ต้องได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากผู้เขียนหรือบริษัท เอบีบี จำกัด

Storm-proofing with ABB Ability™ digital substation
ประสิทธิภาพขั้นสูงสุด ความสามารถในการทนทานต่อพายุของเทคโนโลยีสถานีไฟฟ้าแบบดิจิตัลของ ABB Ability™



ชวนเที่ยว “สังขละบุรี” ยลเสน่ห์วิถีมอญแห่งดินแดงฝั่งตะวันตก

02 **Editorial**

Power Quality Series

04 **Storm-proofing with ABB Ability™ digital substation**
ประสิทธิภาพขั้นสูงสุด ความสามารถในการทนทานต่อพายุของเทคโนโลยีสถานีไฟฟ้าแบบดิจิตัลของ ABB Ability™

08 **Balance the swing**
การแกว่งอย่างสมดุล

International Standard Series

14 **American National Standard (CCVT)**

Special Power Series

20 40 ปี เอบีบีบนฐานธุรกิจอันแข็งแกร่งในประเทศไทย

26 **Self generation**
การผลิตด้วยตัวเอง

Power Transformers Series

30 **Testing of power transformers and shunt reactors** (ตอนที่ 8)

Weekend

34 ชวนเที่ยว “สังขละบุรี” ยลเสน่ห์วิถีมอญแห่งดินแดงฝั่งตะวันตก

Health & Wellness

36 โรคขาดวิตามิน A

37 **Movement**

Power Quality Series

Storm-proofing with ABB Ability™ digital substation

ประสิทธิภาพขั้นสูงสุด ความสามารถในการทนทานต่อพายุของเทคโนโลยีสถานีไฟฟ้าแบบดิจิตัลของ ABB Ability™

เมื่อเกิดพายุขึ้นและพัดเข้าสู่บริเวณใดบริเวณหนึ่ง ซึ่งทำให้เกิดความเสียหาย ระบบการจ่ายพลังงานจะต้องมีความยืดหยุ่น พอที่จะให้ทีมซ่อมแซมเข้าไปแก้ไขโดยเร็วที่สุด เพื่อที่จะให้เกิดแสงสว่างและการใช้งานภาคธุรกิจสามารถเริ่มดำเนินการใหม่ได้อีกครั้ง บริษัท Consolidated Edison, Inc., ได้ตัดสินใจเปลี่ยนสถานีไฟฟ้าแบบดั้งเดิมเป็นสถานีไฟฟ้าแบบดิจิตัลด้วยเทคโนโลยี ABB Ability ของ ABB

นิสิทธิ์ พันธวงศ์เดชา
nisith.panthavongdacha@th.abb.com

พายุเฮอริเคนแซนดี้ได้โจมตีนครนิวยอร์ค ในปี 2012 ซึ่งได้ทำให้เกิดอุทกภัยร้ายแรงและมีระดับน้ำสูงถึง 3.38 เมตร ซึ่งคาดว่าจะเกิดในครั้งหนึ่งในรอบ 260 ปี ซึ่งในความเป็นจริงแล้วระดับความรุนแรงของพายุแซนดี้ นับจัดเป็นระดับสูงสุดนับตั้งแต่ปี ค.ศ. 1700 ซึ่งได้มีการเริ่มต้นบันทึกค่า เมื่อพายุเฮอริเคนแซนดี้เข้าโจมตีนครนิวยอร์กเต็มกำลังทำให้เกิดระดับน้ำท่วมสูงสุดในรอบ 260 ปี

นอกเหนือไปจากเมืองนิวยอร์ก รอบๆ บริเวณอ่าวนิวยอร์กยังมีเมืองอีกสามเมืองซึ่งตั้งอยู่ชายฝั่ง ได้แก่ เมือง Newark, Jersey City และ Hoboken ซึ่งมีพลเมืองรวมกันประมาณ 21 ล้านคน ได้รับกระทบโดยตรง รวมถึงมีผู้เสียชีวิตจากพายุแซนดี้ครั้งนี้ด้วย

พายุเฮอริเคนแซนดี้ทำให้สาธารณูปโภคเสียหายถึง 60,000 ล้านเหรียญ บ้านที่พักอาศัยถูกทำลายถนนหนทาง, อุโมงค์, สถานีรถไฟใต้ดินถูกน้ำท่วม รวมถึงน้ำทะเลได้กัดเซาะสิ่งต่างๆ ทำให้เกิดความเสียหาย บริเวณส่วนใหญ่ในเมือง New York ขาดไฟฟ้า, น้ำประปา, การสื่อสารถูกตัดขาด รวมถึงระบบการระบายน้ำไม่สามารถใช้การได้เป็นเวลาหลายวัน

บริษัท Consolidated Edison, Inc., ซึ่งรู้จักกันทั่วไปแบบย่อว่า Con Edison ซึ่งเป็นบริษัทพลังงานระดับใหญ่ลงทุนโดยเอกชน มีทรัพย์สินประมาณ 47,000 ล้านเหรียญ ซึ่งหนึ่งในสินทรัพย์นั้นได้แก่ สถานีไฟฟ้าซึ่งจ่ายไฟให้แก่เขต Manhattan ส่วนล่างซึ่งรวมถึงบริเวณตลาดหุ้น Wall Street สถานีไฟฟ้าดังกล่าวจัดเป็นหนึ่งในสถานีไฟฟ้าขนาดใหญ่ที่สุดในแบบเดียวกันของอเมริกา และจ่ายไฟให้แก่ผู้ใช้ไฟมากกว่าแสนราย

รูปที่ 1

—
รูปที่ 2
Some of the new measures taken against flooding such as perimeter walls are visible in this aerial view of the Con Edison substation in lower Manhattan.

พนักงานบริษัท Con Edison ยังสามารถจำเหตุการณ์ได้อย่างชัดเจนถึงความเสียหายจากพายุเฮอริเคนแซนดี้ น้ำทะเลจำนวนมหาศาลได้ท่วมไปถึงสถานีไฟฟ้าย่อย และสร้างความเสียอย่างมากแก่สายไฟฟ้าที่ทำจากทองแดง

พายุเฮอริเคนแซนดี้ สร้างความเสียหายแก่สาธารณูปโภคถึง 60,000 ล้านเหรียญ

รวมถึงอุปกรณ์ควบคุมตู้สวิตช์เกียร์ วิศวกรของ Con Edison ได้สังเกตดูการกัดกร่อนที่เกิดขึ้นแก่อุปกรณ์ควบคุมตู้สวิตช์เกียร์ การเชื่อมต่อสาย รวมถึงอุปกรณ์ terminal blocks ต่างๆ ซึ่งดูราวกับว่าอุปกรณ์ดังกล่าวถูกใช้งานมาหลายสิบปี ทั้งๆ ที่เหตุการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นนั้น เกิดขึ้นแค่ไม่กี่ชั่วโมงเท่านั้น

เนื่องจากเหตุการณ์เฮอริเคนแซนดี้ Con Edison ตัดสินใจลงทุนจำนวน 1,000 ล้านเหรียญ เพื่อจัดทำแผนป้องกันภัยจากพายุ เพื่อช่วยให้ระบบสายส่งเหนือหัวและระบบสายส่งใต้ดิน มีความสามารถในการรองรับความเสียหายจากสภาวะแวดล้อมที่รุนแรง ซึ่งแผนการดังกล่าวได้รวมถึงการป้องกันสถานีไฟฟ้าย่อย โดยการสร้างกำแพงล้อมรอบและสร้างประตูและทางระบายน้ำ

น้ำทะเลจำนวนมหาศาลที่ท่วมสถานีไฟฟ้าย่อย ได้สร้างความเสียหายอย่างรุนแรงต่อสายส่งทองแดง และตู้ควบคุมอุปกรณ์สวิตช์เกียร์

องค์ประกอบที่สำคัญอีกส่วนในแผนป้องกันภัยจากพายุของ Con Edison's คือ การติดตั้งเทคโนโลยีสถานีย่อยแบบดิจิตอล โดยใช้เทคโนโลยีแบบ ABB Ability เพื่อช่วยป้องกันการจ่ายพลังงานไฟฟ้าให้แก่สถานี Manhattan ซึ่งเป็นสถานีหลัก โดยหลักการใหญ่ๆ คือ การเปลี่ยนอุปกรณ์ไฟฟ้าแบบดั้งเดิมให้เป็นอุปกรณ์ที่ทำงานในแบบดิจิตัล

สถานีย่อยดิจิตัลแบบ ABB Ability

ด้วยเทคโนโลยีสถานีไฟฟ้าย่อยดิจิตัลแบบ ABB Ability นั้น เป็นองค์ประกอบหลักสำหรับระบบไฟฟ้าแบบอัจฉริยะใน

รูปที่ 2

รูปที่ 3

รูปที่ 4

—
รูปที่ 3
Flood damage prevention measures include high walls and raised conduits.

—
รูปที่ 4
The simplified Con Edison control room makes life easier for operators.

สถานีไฟฟ้าย่อยแบบดิจิตัล การสื่อสารแบบดิจิตัลผ่านสายใยนำแสง จะถูกนำมาทดแทนการส่งข้อมูลผ่านทางสายทองแดงสำหรับสัญญาณควบคุมแบบไบนารี การส่งข้อมูลผ่านเส้นใยนำแสงนี้ จะช่วยเพิ่มความปลอดภัย ความยืดหยุ่น และขีดความสามารถในการไหลผ่านของข้อมูล และช่วยความเสี่ยงรวมถึงต้นทุน และช่วยเพิ่มความยืดหยุ่นในการรับมือกับพายุในกรณีที่มีพายุพัดมาทำความเสียหายอีกในอนาคต

ในทางปฏิบัติ ข้อมูลทั้งหมดที่ใช้ในการควบคุมและค่าต่างๆ ที่ได้จากการวัดจากอุปกรณ์รีเลย์และอุปกรณ์วัดค่า จะถูกส่งผ่านทางระบบสื่อสารแบบเส้นใยนำแสง (Fiber optic) ประโยชน์ที่ได้ นอกจากจะช่วยประหยัดค่าดำเนินงานและค่าบำรุงรักษาแล้วยังช่วยให้ระบบควบคุมและป้องกันมีความยืดหยุ่นและความมั่นคงมากยิ่งขึ้นตัวอย่างเช่น ข้อมูลสถานะของอุปกรณ์จะถูกเก็บข้อมูล โดยระบบสื่อสารแบบดิจิตอลที่ได้มาตรฐาน เพื่อช่วยให้อุปกรณ์ต่างๆ เหล่านี้ สามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด เพื่อช่วยให้สถานีไฟฟ้าย่อยสามารถทำหน้าที่ได้อย่างดีที่สุดและช่วยลดต้นทุน นั่นคือสามารถลดระยะเวลา downtime ของหม้อแปลงและเซอร์กิตเบรคเกอร์ลงได้ถึง 50%

ความสามารถในการแบ่งปันข้อมูลผ่านทางช่องทางดิจิตัลจะช่วยให้การใช้ข้อมูลที่มีอยู่ทั้งที่เป็นข้อมูลที่ถูกบันทึกไว้รวมถึงข้อมูลในปัจจุบันได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งความสามารถดังกล่าว จะช่วยให้ระบบมีความเสถียรมากยิ่งขึ้นและสามารถยืดอายุการใช้งานของอุปกรณ์ต่างๆ ภายในสถานีไฟฟ้าย่อยและในส่วนอื่นๆ

ยิ่งไปกว่านั้น การช่วยยืดอายุการใช้งานยังส่งผลดีในส่วนของการดำเนินงานรวมถึงการซ่อมบำรุงและช่วยในเรื่องขององค์กรโดยรวม

ด้วยเทคโนโลยแบบ ABB Ability นี้จะช่วยให้ Con Edison มีความไดเ้ปรียบในกรณีที่ต้องมีการตัดสินใจเกี่ยวกับอุปกรณ์นั้นในกรณีฉุกเฉินได้รวดเร็วขึ้นจากข้อมูลสภาพของอุปกรณ์รวมถึงข้อมูลทางด้านธุรกิจ เนื่องจากข้อมูลเหล่านี้จะถูกวิเคราะห์ดูแนวโน้มและคาดเดาถึงปัญหาที่อาจเกิดในอนาคต เนื่องจากข้อมูลต่างๆ เหล่านี้ จะเป็นการเปลี่ยนแปลงหลักการบำรุงรักษา จากการบำรุงรักษาตามเวลาไปสู่การบำรุงรักษาตามสภาพอุปกรณ์นั้นๆ

การควบคุมอย่างง่าย

เนื่องจากการทำงานแบบดิจิตัล จะช่วยลดความซับซ้อนในการควบคุมของระบบไปสู่การควบคุมแบบอัตโนมัติในขั้นตอนเดียว ซึ่งจะช่วยให้ขั้นตอนการดำเนินการไม่ซับซ้อนและช่วยปรับปรุงความปลอดภัยและความมั่นคงของระบบ

วิศวกรของ Con Edison ได้มีการปรึกษาและทำงานร่วมกับทีมของ ABB เริ่มตั้งแต่ขั้นตอนการออกแบบไปจนถึงการทดสอบและติดตั้ง ซึ่งช่วยให้โครงการนี้สามารถประสบผลสำเร็จอย่างตรงเวลา ภายในงบประมาณที่กำหนดโดยไม่มีเหตุฉุกเฉินหรืออาการบาดเจ็บของพนักงานแต่อย่างใด

ด้วยมาตรฐานสากลแบบใหม่ สำหรับการสื่อสานในสถานีไฟฟ้าย่อยคือ มาตรฐาน IEC61850 นั้นจะช่วยการทำงานง่ายขึ้นดังนี้ ระบบดำเนินการอัตโนมัติสำหรับการป้องกันและควบคุม (substation automation protection and control system) จะใช้การส่งข้อมูลแบบ GOOSE ซึ่งถูกระบุไว้ในมาตรฐาน IEC61850 สำหรับควบคุมอุปกรณ์เซอร์กิตเบรคเกอร์ในลานไก การใช้งาน IEC61850 จะช่วยให้วิศวกรของ Con Edison สามารถใช้งานการป้องกันแบบ interoperable multivendor ซึ่งเทคโนโลยีแบบดั้งเดิมไม่สามารถใช้งานได้ การสื่อสารระหว่างเบรคเกอร์รีเลย์ป้องกันและการควบคุมระยะไกลสามารถใช้งานผ่านทางเครือข่ายเส้นใยนำแสง

สวิตเกียร์ไฮบริดแบบ PASS

อุปกรณ์หลักอีกอย่างของระบบ ABB Ability digital substation ได้แก่ อุปกรณ์สวิตช์เกีบร์ไฮบริดแบบ PASS (Plug and Switch System) ขนาดแรงดัน 420 kV ซึ่งถูกติดตั้งไว้เหนือกว่าระดับฐานเดิม 10 เมตร ซึ่งการยกระดับความสูงนี้จะช่วยป้องกันการลัดวงจรจากน้ำท่วม และเพิ่มความมีเสถียรภาพโดยการลดจำนวนไฟฟ้าขัดข้อง นวัตกรรมใหม่สำหรับสวิตเกียร์ไฮบริดแบบ PASS นี้จะช่วยประหยัดพื้นที่ลงไปได้ถึง 50% โดยการรวมการใช้งานแบบแรงสูงในรูปแบบกะทัดรัด ซึ่งช่วย

รูปที่ 5

—
รูปที่ 5
The ABB 420 KV PASS switchgear in the Con Edison substation.

—
รูปที่ 6
The PASS hybrid switchgear is 10 m (35 feet) above the original substation level.

—
รูปที่ 7
Overview of the PASS installation. The bushings are rotated out from their transport position to their operational position once on site.

—
References
[1] P. M. Orton et al., "A validated tropicalextra-tropical flood hazard assessment for New York Harbor," Journal of Geophysical Research: Oceans, published online, 31 December, 2016. Available: http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/2016JC011679/epdf
[2] ABB Video, "Digital substation helps New York guard against storm chaos." Available: https://www.youtube.com/watch?v=8AduBjK7lic

ให้การเพิ่มจำนวนวงจรสายส่งสามารถทำได้ง่ายดายขึ้น (เนื่องจากราคาที่ดินบริเวณเมือง New York นั้น มีราคาแพงและสามารถจัดหาได้ยาก) อุปกรณ์แบบ PASS สามารถเคลื่อนย้ายได้โดยง่ายและสามารถติดตั้งได้อย่างรวดเร็วโดยไม่จำเป็นต้องมีการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ส่วนที่จ่ายแรงดันอยู่หรือต้องการการทดสอบแบบแรงดันสูงที่ไซต์งาน

ผลประโยชน์ที่ได้นอกจากจะช่วยลดต้นทุนการดำเนินงาน และการบำรุงรักษาแล้วยังช่วยเพิ่มความยืดหยุ่นและเสถียรภาพให้แก่ระบบ

การติดตั้งที่ง่ายดายและรวดเร็วนั้น จะต้องยกความดีความชอบให้กับการทำงานแบบง่ายปลอดภัยและมีประสิทธิภาพของอุปกรณ์บุชชิ่ง ซึ่งสามารถเปลี่ยนหมุนจากตำแหน่งที่ตั้งไว้สำหรับขนส่งไปสู่ตำแหน่งใช้งานได้ ซึ่งคุณสมบัติดังกล่าวทำให้การติดตั้งอุปกรณ์นี้ที่ไซต์งานทำได้รวดเร็ว และขั้นตอนการคอมมิชชั่นนิ่งก็สามารถทำได้โดยสะดวก

ลดการใช้สายทองแดง

เนื่องจากมีการเปลี่ยนมาใช้ระบบสื่อสารแบบดิจิตัล ซึ่งใช้สายใยนำแสง ความจำเป็นในการใช้สายทองแดงเพื่อส่งข้อมูลสำหรับควบคุมสามารถถูกทดแทนได้ถึง 80% ซึ่งการใช้สายทองแดงที่ลดลงนี้ จะช่วยเพิ่มความปลอดภัยให้แก่ระบบ เนื่องจากทุกๆ การใช้ตัวนำแบบทองแดงก็จะเพิ่มโอกาสในการเกิดการช้อตของวงจรและเพิ่มโอกาสที่บุคลากรที่ปฏิบัติงานในสถานีไฟฟ้าย่อยจะถูกไฟฟ้าช็อตได้

การป้องกันพายุและการป้องกันอื่นๆ

การเปลี่ยนแปลงเข้าสู่การใช้งานแบบดิจิตัล เป็นแกนหลักสำหรับการเชื่อมต่อเข้ากับโลก

ในสถานีไฟฟ้าย่อย การสื่อสารแบบดิจิตัลผ่านทางเส้นใยนำแสง จะถูกนำมาทดแทนการสื่อสารผ่านทางสายทองแดง ซึ่งส่งข้อมูลแบบอนาล็อก

รูปที่ 6

รูปที่ 7

ด้วยเทคโนโลยีแบบ ABB Ability นี้สถานีไฟฟ้าย่อยแบบดิจิตัล จะช่วยให้ระบบการจ่ายไฟมีความเสถียรมากยิ่งขึ้น และช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของบุคลากรให้มีความปลอดภัยมากขึ้นด้วย

นับเป็นเรื่องที่น่าตื่นเต้นอย่างมาก ที่ทางทีมงานของ ABB ได้เป็นพยานและมีส่วนรวมในการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีของสถานีไฟฟ้าของ Con Edison ในมหานคร New York ไปสู่ระบบดิจิตัล การเปลี่ยนแปลงในครั้งที่จะช่วยสถานีไฟฟ้าดังกล่าว สามารถทนทานต่องสภาวะแวดล้อมที่รุนแรง และเพิ่มความยืดหยุ่นและเสถียรภาพให้กับผู้ใช้ไฟฟ้าในย่าน Manhattan ซึ่งเทคโนโลยีดังกล่าว สามารถกล่าวได้ว่าไม่เพียงมีความทนทานต่อสภาพแวดล้อมเท่านั้น แต่เป็นเทคโนโลยีที่ออกแบบมาเพื่ออนาคตอีกด้วย

Power Quality Series

Balance the swing
การแกว่งอย่างสมดุล

การเฝ้าตรวจตามเวลาจริง และการกำจัดการแกว่งทางไฟฟ้าระหว่างพื้นที่ในการต่อเชื่อมระบบไฟฟ้าขนาดใหญ่ร่วมกัน

Mats Larsson, Luis-Fabiano Santos – การแกว่งทางไฟฟ้าแบบความถี่ต่ำระหว่างพื้นที่มักเกิดขึ้นได้เสมอกับการต่อเชื่อมโครงข่ายระบบส่งไฟฟ้าขนาดใหญ่ร่วมกัน การแกว่งนี้ไม่เป็นอันตรายแต่ในสภาพของฟอลต์ที่แน่นอน สามารถสร้างการแกว่งให้เติบโตได้อย่างมั่นคง และนำไปสู่การล่มสลายของระบบไฟฟ้าเป็นบางส่วนหรือทั้งหมดได้ เพื่อหลีกเลี่ยงเหตุการณ์ดังกล่าว ผู้ปฏิบัติการระบบไฟฟ้าควรสามารถเฝ้าตรวจความสามารถในการหน่วงต่อการแกว่งของระบบได้ และควรมีสิ่งอำนวยความสะดวกต่อการลดการจ่ายไฟฟ้าด้วยถ้าเห็นว่าจำเป็น นอกจากนี้ ระบบเฝ้าตรวจควรแสดงข่าวสารสำคัญที่สัมพันธ์กับเหตุการณ์ในส่วนอื่นๆ ของโครงข่ายระบบส่งไฟฟ้าที่ต่อเชื่อมร่วมกัน นั่นคือส่วนที่ไม่ได้ถูกตรวจตราและควบคุมโดยตรงโดยผู้ปฏิบัติการ วิธีการแก้ปัญหาของ ABB ด้วยการวัดแบบซิงโครไนซ์เฟสเซอร์ และการเฝ้าตรวจพื้นที่กว้างที่เรียกว่า PSGuard จึงมีความเป็นไปได้ต่อการเฝ้าตรวจทำสิ่งเหล่านี้ทั้งหมด บทความนี้เป็นบทความหนึ่งของวารสาร ABB Review ซึ่งมองไปยังเทคโนโลยีที่ช่วยรักษาโครงข่ายไฟฟ้าให้อยู่ภายใต้การควบคุม

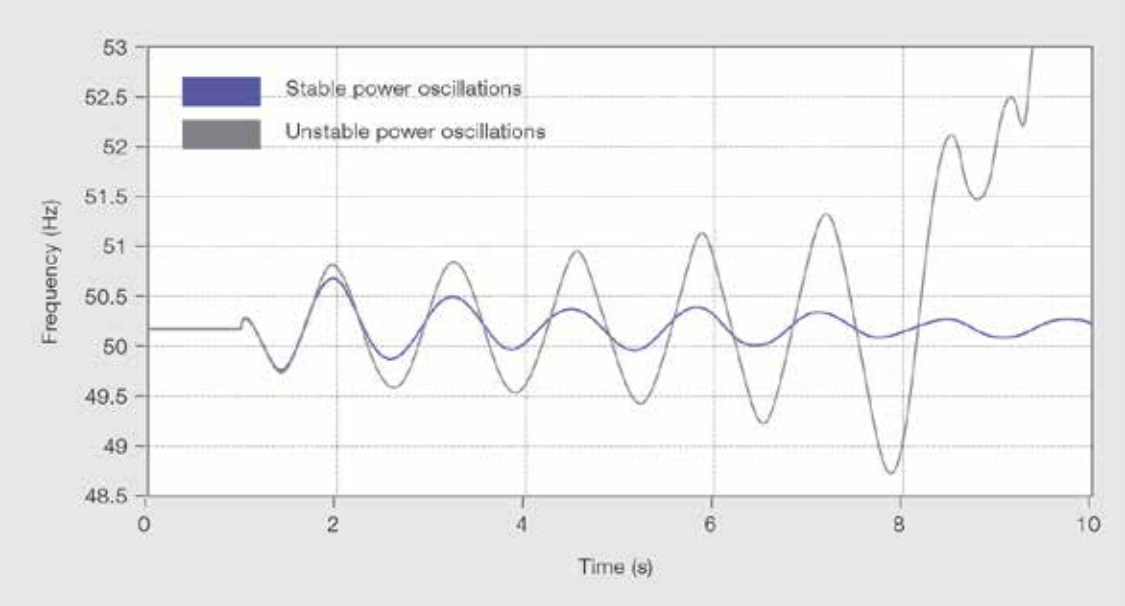
ร.ต.ดร.โตศักดิ์ ทัศนานุตริยะ
ttosak@yahoo.com

ปรากฏการณ์ของการแกว่งระหว่างพื้นที่ (inter-area oscillation) สามารถเกิดขึ้นเมื่อมีการต่อเชื่อมโครงข่ายไฟฟ้าเข้าด้วยกันในโครงข่ายไฟฟ้าขนาดใหญ่ เช่น โครงข่ายไฟฟ้าของยุโรปมีโรงไฟฟ้าหลายพันโรงเดินเครื่องร่วมกัน เพื่อจ่ายโหลดรวมทั้งหมดในโครงข่ายไฟฟ้า เครื่องจักรกลไฟฟ้าในโรงไฟฟ้าเหล่านี้เดินเครื่องที่ความเร็วรอบซิงโครนัสผ่านการเชื่อมโยงกับสายส่งไฟฟ้าแรงสูง เมื่อเครื่องจักรกลไฟฟ้าหน่วยหนึ่งมีความเร็วต่ำกว่าความเร็วเฉลี่ยของเครื่องจักรกลไฟฟ้าในระบบ มันจะดึงพลังงานจากโครงข่ายไฟฟ้าเพื่อนำไปเพิ่มความเร็วให้กลับไปสู่ค่าเฉลี่ยอีกครั้งหนึ่ง ในทางกลับกันถ้าเครื่องจักรกลไฟฟ้ามีความเร็วสูงกว่าความเร็วเฉลี่ย มันจะจ่ายพลังงานเพิ่มพิเศษเข้าสู่โครงข่ายไฟฟ้าเพื่อลดความเร็วลง

แรงบิดที่ถูกใช้กับเพลาของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เนื่องจากผลของการรักษาเสถียรภาพตัวเองเรียกว่า แรงบิดซิงโครไนซิ่ง (synchronizing torque) และเป็นกลไกพื้นฐานที่ทำให้มีความเป็นไปได้สำหรับการต่อเชื่อมโครงข่ายไฟฟ้าเข้าด้วยกัน อย่างไรก็ตามมีความเป็นไปได้ที่กลไกนี้ทำให้การเปลี่ยนแปลงของความเร็วแพร่และกระจายไปทั่วทั้งโครงข่ายไฟฟ้าที่ต่อเชื่อมกัน

ที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้าแต่ละหน่วยมีระบบควบคุมติดรวมเข้าไว้ด้วย เพื่อทำหน้าที่รักษาความเร็วรอบและความถี่ที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้าให้คงที่ โดยทั่วไปการเปลี่ยนแปลงความถี่ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเกิดขึ้นเป็นผลมาจากฟอลต์ในท้องถิ่นดังแสดงในรูปที่ 1 ในช่วงเริ่มต้นความถี่เพิ่มขึ้นเมื่อพลังงานไฟฟ้าไม่สามารถจ่ายเข้าสู่โครงข่ายไฟฟ้าได้เพราะเกิดฟอลต์อยู่เป็นผลให้มีความเร็วสูงกว่า เมื่อฟอลต์หายไปโดยการแยก

—
รูปที่ 1
ความเร็วของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าตอบสนองต่อฟอลต์ในท้องถิ่นที่มีคุณลักษณะของโครงข่ายไฟฟ้าแตกต่างกัน



รูปที่ 1

ส่วนที่เกิดฟอลต์ออกจากระบบทำให้ขีดความสามารถในการถ่ายโอนกำลังไฟฟ้าถูกกู้คืนมา และขณะที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้าทำงานที่ความเร็วสูงกว่าความเร็วพิกัดของเครื่อง จึงสามารถจ่ายกำลังไฟฟ้าเข้าสู่โครงข่ายไฟฟ้าได้ ซึ่งเป็นการหน่วงเครื่องกำเนิดให้มีความเร็วต่ำลง ถ้าระบบควบคุมของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าได้ปรับแต่งมาอย่างดี จะมีสภาพการทำงานเหมือนกับเส้นสีฟ้าในรูปที่ 1 กล่าวคือ การแกว่งถูกหน่วงให้หายไปในช่วงเวลาเป็นวินาที อย่างไรก็ตามถ้าระบบควบคุมปรับแต่งมาไม่ดีหรือทำงานผิดพลาดสามารถทำให้การแกว่งขยายมากขึ้นดังแสดงด้วยเส้นสีเทา จนในที่สุดนำไปสู่การแตกสลายของระบบที่ต่อเชื่อมร่วมกันและเป็นไปได้ที่ทำให้เกิดไฟฟ้าดับเป็นวงกว้าง (blackouts) ได้

การตรวจจับการแกว่งที่มีการหน่วงไม่ดี

ABB ได้พัฒนาเครื่องมือวิเคราะห์ตามเวลาจริงเรียกว่า การเฝ้าตรวจการหน่วงทางไฟฟ้า (Power Damping Monitoring: PDM) ซึ่งสามารถตรวจจับการแกว่งที่มีการหน่วงไม่ดีอิงตามระบบขั้นตอนการระบุโดยใช้หน่วยวัดเฟสเซอร์ (phasor measurement unit: PMU) PMU เป็นอุปกรณ์วัดแรงดันและความถี่ของโครงข่ายไฟฟ้าโดยใช้แหล่งของการซิงโครไนซ์เวลาร่วมกัน

การซิงโครไนซ์เวลาทำให้มีการวัดแรงดันและความถี่ระยะไกลจากหลายๆ จุดได้ตามเวลาจริง PMU สามารถเป็นอุปกรณ์แยกออกมาเฉพาะงานหรือเป็นฟังก์ชั่นรวมอยู่กับรีเลย์ป้องกันก็ได้ PMU รุ่นล่าสุดของ ABB ออกสู่ตลาดเมื่อต้นปี 2015 คือ RES670

ในการประยุกต์ใช้งาน PMD ได้จัดเตรียมข้อมูลไว้ให้ เช่น
- จำนวนโหมดของการแกว่งที่ตรวจจับได้
- ความถี่และการหน่วงของแต่ละโหมด
- ขนาดของการแกว่งแต่ละโหมด และแต่ละสัญญาณการวัด
- การสังเกตเห็นการแกว่งแต่ละโหมด แต่ละสัญญาณการวัด พร้อมด้วยเฟสที่สัมพันธ์กันในแต่ละการวัด

—

คณิตศาสตร์พื้นฐานของอัลกอริทึมได้รับผลจากทดลองการจำลองและการวัดในโครงข่ายไฟฟ้าของสแกนดิเนเวีย แล้วนำมาเทียบเคียงกับอัลกอริทึมของการเฝ้าตรวจการหน่วงอื่นๆ

ระบบเฝ้าตรวจพื้นที่กว้างที่ Swissgrid

เมื่อปี 2004, Swissgrid ได้เฝ้าตรวจโครงข่ายระบบส่งไฟฟ้าของสวิสโดยใช้ PSGuard ซึ่งเป็นระบบเฝ้าตรวจพื้นที่กว้าง (wide-area monitoring system: WAMS) PSGuard สามารถรวม PMU ที่มีอยู่แล้วหรือติดตั้งใหม่เข้ามาในระบบ WAMS ทำให้ข้อมูลเฟสเซอร์ถูกรวบรวมมาเก็บไว้ที่ศูนย์กลาง PSGuard เป็นแพลตฟอร์มของ ABB สำหรับการแก้ปัญหาในพื้นที่กว้างที่อิงตามซิงโครเฟสเซอร์ (synchonizephasor) และทำให้การไฟฟ้านำเทคโนโลยี WAMS มาใช้ทีละขั้นด้วยการลงทุนน้อยที่สุด PSGuard จัดเตรียมระบบแสดงการตรวจตรา แนวโน้ม และเหตุการณ์และรายการแจ้งเตือนให้กับผู้ปฏิบัติการ ระบบของ Swissgrid ประสบความสำเร็จใน

—
รูปที่ 2
ระบบเฝ้าตรวจพื้นที่กว้างที่ Swissgrid

การขยายการใช้งาน และขณะนี้ต่อเชื่อมกับระบบ PSGuard ในประเทศออสเตรียและโครเอเชีย จึงสามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลเฟสเซอร์ตามเวลาจริงกันได้ นอกจากนี้การวัดเฟสเซอร์ได้ถูกแลกเปลี่ยนกับระบบ WAMS จากผู้ขายรายอื่นๆ ในประเทศเดนมาร์ก สโลเวเนีย อิตาลี โปรตุเกส กรีซ และตุรกี ข้อมูลเฟสเซอร์ถูกถ่ายโอนกันโดยใช้มาตรฐานโปรโตคอลซิงโครเฟสเซอร์ (IEEE C.37-118) ทั่วกันทั้งเครือข่ายสื่อสารที่มั่นคงระหว่างผู้ปฏิบัติการระบบส่ง

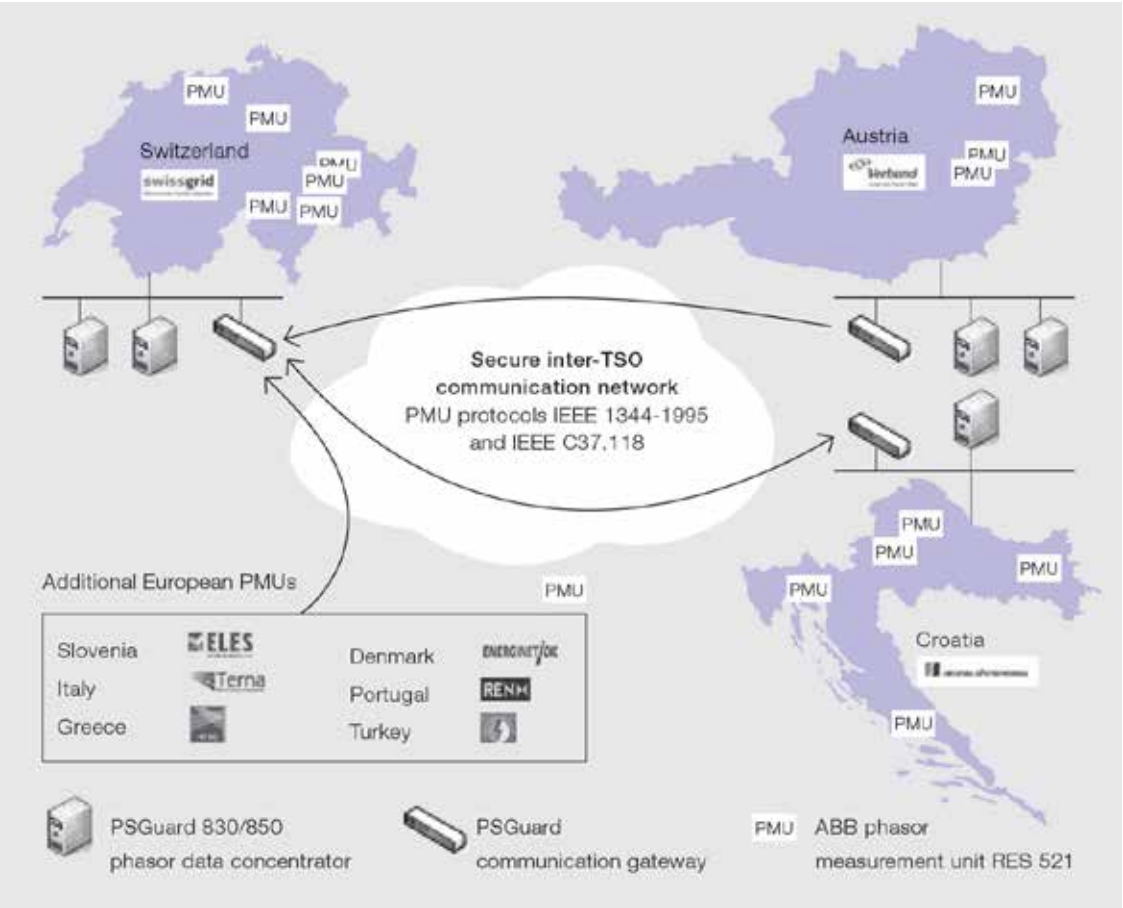
โดยภาพรวมแล้วระบบ WAMS รวบรวมข้อมูลจาก PMU จำนวน 22 หน่วย ด้วยเวลาของความละเอียด 10 Hz ขณะนี้มีความสามารถในการจัดการดีเลิศสำหรับเฝ้าตรวจการแกว่งระหว่างพื้นที่ในระบบ ENTSO-E (European Network of Transmission System Operators for Electricity) Continental European Synchronous Area (CESA) สถาปัตยกรรมโครงสร้างลำดับชั้นของระบบเฝ้าตรวจพื้นที่กว้างที่ Swissgrid ได้แสดงในรูปที่ 2

การแกว่งระหว่างพื้นที่ในระบบไฟฟ้าของ ENTSO-E

การต่อเชื่อมระบบไฟฟ้าให้ขยายพื้นที่ออกไปดังเช่น ENTSO-E CESA ซึ่งมีวงล้อมสุดทิศตะวันตกที่โปรตุเกส ทิศเหนือที่เดนมาร์ก ทิศใต้ที่อิตาลีและทิศตะวันออกที่ตุรกี เป็นโหมดการแกว่งขนาดใหญ่จากโหมดโรงไฟฟ้าในท้องถิ่นที่สัมพันธ์กับความถี่สูง 0.9 ถึง 2 Hz โหมดระหว่างพื้นที่เด่นสัมพันธ์กับความแตกต่างในความเร็วของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่สอดคล้องกันในหนึ่งโครงข่ายไฟฟ้า และเครื่องกำเนิดไฟฟ้าในโครงข่ายไฟฟ้าของพื้นที่อื่นๆ แม้ว่าการประยุกต์ใช้การเฝ้าตรวจการแกว่งจะตรวจจับโหมดในท้องถิ่นได้ด้วย แต่การตรวจสอบข้อเท็จจริงในที่นี้ได้มุ่งไปที่โหมดระหว่างพื้นที่ในเดือนกันยายน 2010 โครงข่ายไฟฟ้าของตุรกีต่อเชื่อมเข้ากับระบบ ENTSO-E CESA เป็นช่วงเวลาสำหรับโหมดการทดลองการเพิ่มเข้ามาของตุรกีเป็นผลให้มีโหมดเด่นใหม่ขึ้นมา

การประยุกต์ใช้การเฝ้าตรวจการแกว่งได้ดำเนินการที่ Swiss-grid ตั้งแต่เดือนธันวาคม 2010 และใช้เฝ้าตรวจการแกว่งและความถี่ของโหมดระหว่างพื้นที่ในระบบ CESA ต่อเนื่องมา การใช้งานนี้ออกแบบมาให้ใช้วัดความถี่ตามเวลาจริงด้วยเวลาของความละเอียด 10 Hz จาก PMU จำนวน 7 แห่งที่จุดแสดงในวงกลมของรูปที่ 3 รูปนี้ยังแสดงโหมดการแกว่งระหว่างพื้นที่ ซึ่งตรวจจับได้โดยการประยุกต์ใช้การเฝ้าตรวจการแกว่งในระบบ CESA

โหมดตะวันออก-ตะวันตกเกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่สอดคล้องกันในโปรตุเกสและสเปน

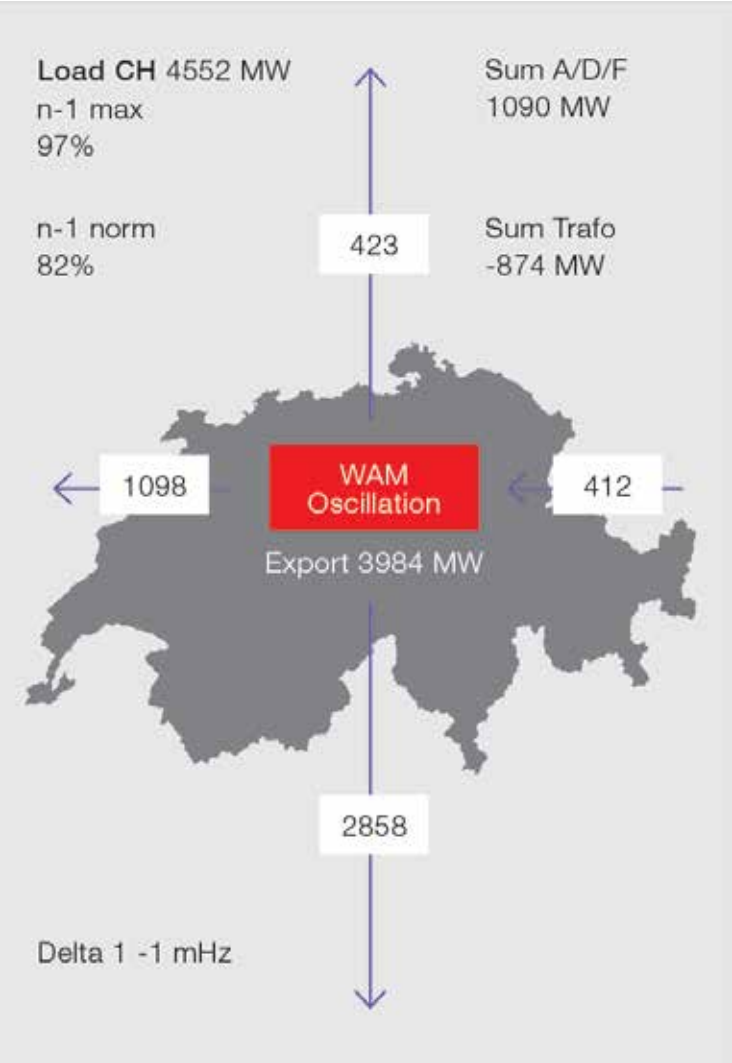


รูปที่ 2

—
รูปที่ 3
ภาคแสดงผลเป็นแผนที่แสดงโหมดระหว่างพื้นที่เด่นในโครงข่ายไฟฟ้าของ ENTSO-E ส่วนวงกลมระบุตำแหน่งของ PMU ที่วัดความถี่

—
รูปที่ 4
ภาพประกอบของระบบ SCADA ระหว่างตรวจจับการแกว่งระหว่างพื้นที่

รูปที่ 3



รูปที่ 4

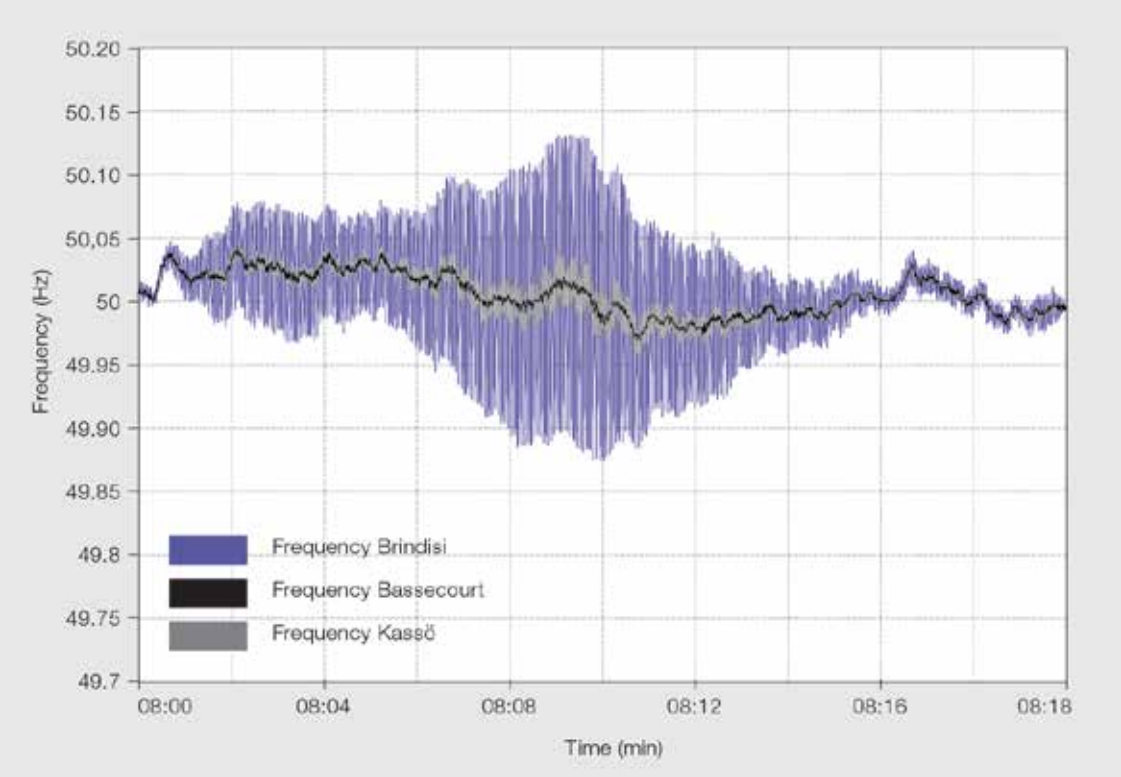
เทียบกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าในตุรกี โดยทั่วไปโหมดนี้แสดงความถี่ 0.13 ถึง 0.15 Hz และมีการต่อเชื่อมของตุรกีติดตามมาภายใต้สภาพการทำงานในสภาวะปกติ นี่คือโหมดเด่นกับมีการแกว่งของพลังงานมากที่สุด ก่อนการต่อเชื่อมได้ทำการศึกษาโดยการจำลองและวัดค่าอย่างละเอียดเพื่อให้แน่ใจถึงการแกว่งในโหมดนี้ล่วงหน้า ตัวอย่างของการวัด รวมถึงการปรับแต่งตัวทำเสถียรภาพของระบบไฟฟ้าใหม่และการเพิ่มอุปกรณ์ชันต์เข้าไป เช่น เครื่องชดเชยแบบสถิตย์ (static compensation: STATCOM) และเครื่องชดเชยวาร์ (static var compensation: SVC) กับโมดูลการหน่วง

—
จากการบันทึกผลหน้างานโดยใช้ระบบ WAMS บ่งบอกได้ว่าการวัดเหล่านั้นมีประสิทธิผลการประมาณการแกว่งในโดเมน เวลาอยู่ในช่วง 45 ถึง 70% ซึ่ง ABB พิจารณาแล้วเห็นว่าเพียงพอ

การตรวจจับและการลดการแกว่งวิกฤต

โหมดเด่นในรูปที่ 3 ถูกเฝ้าตรวจอย่างต่อเนื่อง โดยทำการวิเคราะห์แบบออนไลน์และสัมพันธ์กับพารามิเตอร์ที่มีการระบุไว้ ถ้าระบบการแกว่งสำหรับโหมดหนึ่งที่มีนัยยะแสดงค่า

—
รูปที่ 5
การบันทึกการวัดความถี่โดยระบบ WAMS ที่ Swissgrid จากเหตุการณ์การแกว่งเมื่อวันที่ 19 กุมภาพันธ์ 2554



รูปที่ 5

ต่ำมากและมีขนาดของการแกว่งมากเป็นเวลาที่ยาวกว่าใน 2-3 ไซเกิลของการแกว่ง จะมีการแจ้งเตือนเฉพาะจากระบบ WAMS ไปยังระบบ SCADA (supervisory control and data acquisition) ที่ศูนย์ควบคุมของ Swissgrid หลังจากนั้นผู้ปฏิบัติการได้รับแจ้งผ่านกล่องแดงที่ปรากฏขึ้นมาบนหน้าจอหลักของระบบ SCADA ดังแสดงในรูปที่ 4

ดังเช่นตัวอย่างหนึ่ง ได้เกิดโหมดการแกว่งระหว่างพื้นที่วิกฤตขึ้นเมื่อวันที่ 19 กุมภาพันธ์ 2554 (วันอาทิตย์ช่วงเช้า) เมื่อระบบไฟฟ้าของอิตาลีแกว่งเทียบกับระบบที่เหลือของยุโรป เหตุการณ์นี้เกิดขึ้นในตอนเช้า หลังจากมีการสั่งการผลิตไฟฟ้าใหม่เพื่อรองรับการจ่ายไฟฟ้าเข้าระบบของโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ทางภาคใต้ของอิตาลี ข้อแตกต่างจากโรงไฟฟ้าแบบดั้งเดิมส่วนใหญ่คือ โดยทั่วไปโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ไม่มีระบบควบคุมสำหรับหน่วงการแกว่ง การจ่ายไฟฟ้าเข้ามาในระบบของโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ เป็นผลให้การแกว่งขยายตัวใหญ่ขึ้น (รูปที่ 5)

การแกว่งขนาดใหญ่นี้ถูกตรวจจับได้สำเร็จโดยเครื่องมือวิเคราะห์ PDM และผู้ปฏิบัติการได้รับการแจ้งเตือนทันที จากนั้นผู้ปฏิบัติการสามารถทำคำสั่งการผลิตไฟฟ้าใหม่ โดยให้ลดกำลังไฟฟ้าที่นำเข้าอิตาลีลงในเวลาประมาณ 8 นาที หลังจากนั้น มิฉะนั้นหากการแกว่งนี้เกิดขึ้นต่อไปโดยไม่มีการแจ้งเตือนอาจมีความเป็นไปได้ที่โครงข่ายไฟฟ้าของยุโรปเกิดการแตกสลายขึ้น นี่จึงเป็นการพิสูจน์คุณค่าของเทคโนโลยีซิงโครไนซ์เฟสเซอร์และการประยุกต์ใช้การเฝ้าตรวจแบบใหม่เพื่อเพิ่มความมั่นคงของระบบส่งจ่ายไฟฟ้า

เรียบเรียงจาก
Mats Larsson, Luis-Fabiano Santos,
“Balance the swing,”
ABB Review 4/15, pp. 56-61.

International Standard Series

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

ข้อกำหนดกฎเกณฑ์ตามมาตรฐานอเมริกัน สำหรับตัวเก็บประจุเชื่อมต่อสัญญาณสื่อสารผ่านสายส่งไฟฟ้าและหม้อแปลงแรงดันแบบตัวเก็บประจุเชื่อมต่อ (ซีซีวีที)

สมชัย เจริญศรีเกษม
somchai.char@egat.co.th

5.1.11 Thermal burden rating
(พิกัดเบอร์เดนเชิงความร้อน)

The thermal burden rating of a CCVT shall be specified in terms of the maximum burden that the CCVT can carry continuously at maximum rated voltage without exceeding the temperature rise above a 30 °C ambient permitted by the dielectric materials used in construction.

พิกัดเบอร์เดนเชิงความร้อนของซีซีวีทีจะต้องระบุในพจน์ของเบอร์เดนสูงสุด ที่ซีซีวีทีสามารถจ่ายได้อย่างต่อเนื่อง ณ แรงดันที่กำหนดสูงสุด โดยไม่ทำให้อุณหภูมิเพิ่มขึ้นเกินขีดจำกัด เหนืออุณหภูมิแวดล้อม 30 °C ซึ่งยอมให้เกิดขึ้นได้ของวัสดุไดอิเล็กตริกที่ใช้ในการสร้าง.

Each winding, including the primary winding of a multiple-secondary transformer shall be given a thermal burden rating. If only one thermal burden rating is specified it shall be applicable to any distribution of secondary volt-amperes including the usage of taps.

ขดลวดแต่ละชุด รวมทั้งขดลวดปฐมภูมิของหม้อแปลงที่มีทุติยภูมิหลายชุด จะต้องมีพิกัดเบอร์เดนเชิงความร้อนกำกับไว้. หากระบุพิกัดเบอร์เดนเชิงความร้อนไว้เพียงค่าเดียว จะต้องถือว่าประยุกต์ใช้กับการแจกแจงโวลต์-แอมแปร์ด้านทุติยภูมิทุกๆ กรณี รวมทั้งการใช้งานจุดต่อแยกด้วย.

NOTE — CCVTs must not be operated with the secondary windings in closed delta because excessive current may circulate in the delta.

หมายเหตุ - ซีซีวีทีต้องไม่ถูกใช้งานขณะที่ขดลวดทุติยภูมิต่อเป็นสามเหลี่ยมปิด เพราะว่ากระแสที่สูงมากอาจจะไหลเวียนในสามเหลี่ยมดังกล่าว.

5.1.12 Short-circuit (การลัดวงจร)

The CCVT shall be capable of withstanding for one second the mechanical and thermal stresses resulting from a short circuit on any secondary terminals with maximum rated voltage maintained on the high-voltage terminal. “Capable of withstanding” shall be interpreted to mean that, after being subjected to this duty the CCVT shall show no damage and shall be capable of meeting the requirements of this standard. The temperature of the conductors in the windings of intermediate-voltage transformers and compensating reactors under short-circuit conditions shall be determined from calculations using the methods specified in 6.2.15. The maximum permissible temperature shall not be exceeded for the temperature classes of the transformers. The maximum permissible temperature for 55 °C-rise transformers and reactor shall be 250 °C the maximum permissible temperature for 80 °C-rise transformers and reactors shall be 350 °C

ซีซีวีทีจะต้องสามารถทนความเค้นเชิงกลและเชิงความร้อนจากการลัดวงจรที่ขั้วทุติยภูมิชุดใดๆ ได้นานหนึ่งวินาที โดยรักษาระดับแรงดัน ณ ขั้วต่อสายแรงสูงไว้เท่ากับแรงดันที่กำหนดสูงสุด. คำว่า “สามารถทนได้” จะต้องตีความว่าหมายถึง หลังจากที่ได้รับการทดสอบภารกิจนี้แล้ว ซีซีวีทีจะต้องไม่แสดงให้เห็นความเสียหายใดๆ และจะต้องสามารถผ่านข้อกำหนดกฎเกณฑ์ของมาตรฐานฉบับนี้ได้. อุณหภูมิของตัวนำในขดลวดต่างๆ ของหม้อแปลงแรงดันปานกลาง และรีแอกเตอร์ที่ทำหน้าที่ชดเชยภายใต้สภาวะลัดวงจร จะต้องได้มาจากการคำนวณตามวิธีการที่ระบุในข้อ 6.2.15. อุณหภูมิสูงสุดที่ยอมให้เกิดขึ้นได้จะต้องไม่เกินระดับชั้นอุณหภูมิของหม้อแปลงนั้น. อุณหภูมิสูงสุดที่ยอมให้เกิดขึ้นได้ของหม้อแปลงและรีแอกเตอร์ที่เพิ่มอุณหภูมิได้ 55 ˚C จะต้องเป็น 250 ˚C อุณหภูมิสูงสุดที่ยอมให้เกิดขึ้นได้สำหรับหม้อแปลงและรีแอกเตอร์ที่เพิ่มอุณหภูมิได้ 80 ˚C จะต้องเป็น 350 ˚C.

5.1.13 Ferroresonance suppression (การขจัดเฟอร์โรเรโซแนนซ์)

Meaningful suppression requirements have not been determined at this time. The test method for determining ferroresonance suppression of a CCVT is given in 6.2.16.

เกณฑ์ข้อกำหนดเรื่องการขจัดเฟอร์โรเรโซแนนซ์ที่มีความหมายชัดเจนพอ ยังไม่มีการกำหนดเอาไว้ ณ เวลานี้. วิธีการทดสอบเพื่อตัดสินผลการขจัดเฟอร์โรเรโซแนนซ์ของซีซีวีทีให้ไว้ในข้อ 6.2.16.[๑๖๖ – ๑๗๓]

๑๖๖

ถาม: แผนกหม้อแปลงไฟฟ้า (หมฟ.) กองวิศวกรรมอุปกรณ์ไฟฟ้า (กวอ.) ฝ่ายวิศวกรรมระบบส่ง (อวส.) ซึ่งดูแลเกี่ยวกับข้อกำหนดทางเทคนิคในการจัดซื้อ CC & CCVT ของ กฟผ. เคยมีการพิจารณาเกี่ยวกับ Ferroresonance Suppression Circuit (FSC) บ้างหรือไม่ ?

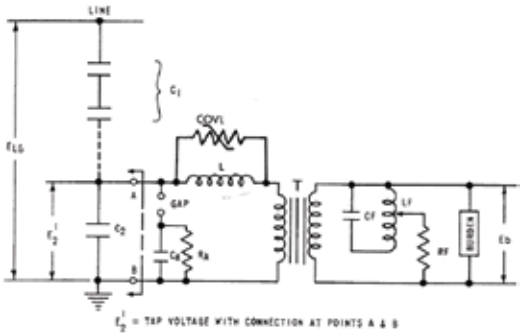
ตอบ: จากการตรวจสอบบันทึกของแผนกหม้อแปลงไฟฟ้า (หมฟ.) พบว่ามีบันทึกจากนายกมลชัย ประดิษฐผลพานิช เรื่อง “Ferroresonance Suppression Device” ลงวันที่ 24 มีนาคม 2541 เพื่อรายงานหัวหน้าแผนกฯ ในขณะนั้น (คุณวิบูลย์ ฤกษ์ศิระทัย) เกี่ยวกับผลการรวบรวมข้อมูลของผู้ผลิต CCVT แต่ละรายที่ กฟผ. จัดซื้อในช่วงนั้น ซึ่งมีใจความสำคัญดังนี้ จากการตรวจสอบพบว่า อุปกรณ์ CCVT ที่ EGAT จัดซื้ออยู่ในปัจจุบันมีอยู่ 4 ยี่ห้อ คือ Ritz (U.S.A), Haefely Trench (Canada), Nissin (Japan) และ Arteche (Spain) ทุกยี่ห้อดังกล่าวใช้ Ferroresonance Suppression Device แบบ Passive Type ซึ่งประกอบด้วย Saturable Reactance ต่ออนุกรมกับ Resistor ซึ่งนิยมใช้ใน CCVT รุ่นใหม่ๆ ส่วนแบบ Active Type (ซึ่งเป็นวงจร RLC) มีใช้เฉพาะใน CCVT รุ่นเก่าๆ เท่านั้น เช่น CCVT ของ Trench Electric Westinghouse หรือ Passonni & Villa เพราะแบบ Passive Type มีคุณสมบัติในการตอบสนองต่อ Transient Response ที่มีกว่า (ดูเอกสารอ้างอิงของบริษัท Haefly Trench) นอกจากนี้ยังมีบางบริษัท เช่น Arteche (Spain) จะใช้ Ferroresonance Suppression Device อยู่ 2 แบบร่วมกันใน CCVT รุ่นใหม่ คือ Passive Type สำหรับ Suppress Ferroresonance at Subharmonic Frequencies และใช้ Electronic Type สำหรับ Suppress Ferroresonance at Fundamental Frequency ซึ่งมีคุณสมบัติที่ดีกว่าการใช้แบบ Passive เพียงอย่างเดียว เพราะ Electronic Circuit จะควบคุมการนำ Burden ค่าต่างๆ เข้าไปในวงจรเมื่อเกิด Ferroresonance Oscillationจึงสามารถควบคุมได้ตามขนาดความรุนแรงของกระแส Oscillation อย่างเหมาะสม

๑๖๗

ถาม: ข้อมูลของ CCVT ยี่ห้อ Westinghouse แบบเก่าๆ ที่แสดงให้เห็น Ferroresonance Suppression Circuit ยังพอจะหาได้อีกหรือไม่ ?

ตอบ: ข้อมูลของ CCVT ยี่ห้อ Westinghouse (U.S.A.) แบบเก่าๆ ยังพอจะหาได้จาก

Instructions for Coupling Capacitor Voltage Transformer Type PCA-8 (IB 39-621-5, Effective February 1979) ซึ่ง Fig.2 Simplified PCA-8 Circuit Diagram เป็นดังนี้



จากวงจรข้างต้น ผู้อ่านจะเห็นได้ว่า Ferroresonance Suppression Circuit (FSC) ที่อยู่ขวามือของหม้อแปลงแรงดัน (T) ประกอบด้วยตัวเก็บประจุ (CF), ตัวเหนี่ยวนำ (LF) และตัวต้านทาน (RF) ต่อรวมกันอยู่ ซึ่งวงจร RLC ลักษณะนี้มักจะเรียกว่าเป็น Active Type

๑๖๘

ถาม: ข้อมูลของ CCVT ยี่ห้อ Passonni & Villa แบบเก่าๆ ที่แสดงให้เห็น Ferroresonance Suppression Circuit ยังพอหาได้อีกหรือไม่ ?

ตอบ: ข้อมูลของ CCVT ยี่ห้อ Passonni & Villa (Italy) แบบเก่าๆ ยังพอจะหาได้จาก Instruction for Capacitor Voltage Transformers (IS.2276, April 1982) ซึ่ง Fig.2 Simplified C2VT Circuit Diagram พร้อมคำบรรยายในส่วนของ FSC เป็นดังนี้

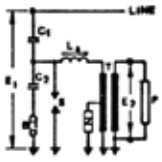


Fig 2 Simplified C2VT circuit diagram

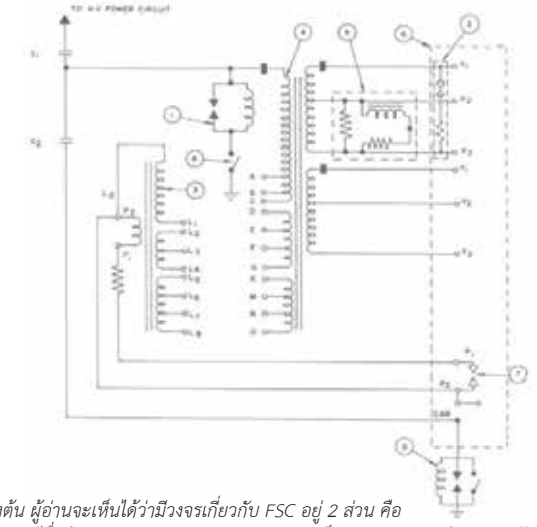
The transformers are also equipped with a damping circuit Z to combat ferroresonance; this has no appreciable effect on the normal functioning of the transformer, and consists of a resonant parallel circuit, arranged in series, with one resistance.
The whole is shunted from a tap on the primary winding of the step-down transformer, and its consumption is kept within negligible limits as long as the operating frequency is the same as rated frequency; as soon as a frequency moves away from its rated value, however, the circuit allows a considerable current to pass through the resistance, with consequent rapid damping of the transients.

จากวงจรพร้อมคำบรรยายข้างต้น ผู้อ่านจะเห็นได้ว่า Ferroresonance Suppression Circuit (FSC) ซึ่งแทนด้วย Z ดังกล่าว ประกอบด้วยวงจรเรโซแนนซ์แบบขนาน (resonant parallel circuit) ต่ออนุกรมกับตัวต้านทาน ซึ่งคำว่าวงจรเรโซแนนซ์แบบขนานนั้น ก็หมายถึง ตัวเก็บประจุกับตัวเหนี่ยวนำที่ต่อขนานกัน และเลือกค่า L กับ C ให้เกิดเรโซแนนซ์ ณ ความถี่ใดๆ ที่กำหนดไว้

๑๖๙

ถาม: ข้อมูลของ CCVT ยี่ห้อ Trench Electric แบบเก่าๆ ที่แสดงให้เห็น Ferroresonance Suppression Circuit ยังพอหาได้อีกหรือไม่ ?

ตอบ: ข้อมูลของ CCVT ยี่ห้อ Trench Electric (Canada) แบบเก่าๆ ยังพอจะหาได้จาก Instruction Manual for Capacitor Voltage Transformers and Coupling Capacitors (Bulletin IM300-05, November 1988) ซึ่ง Fig.7 Schematic Diagram of a Typical CVT with Carrier Accessories เป็นดังนี้

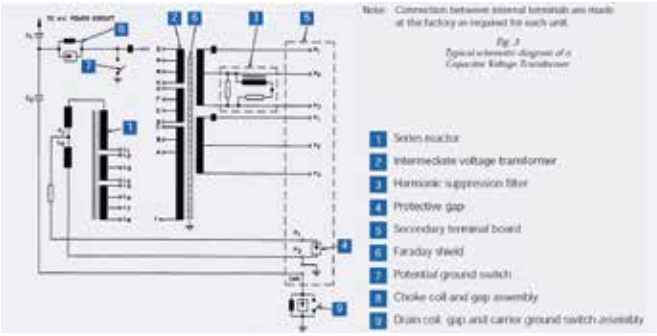


จากวงจรข้างต้น ผู้อ่านจะเห็นได้ว่ามีวงจรเกี่ยวกับ FSC อยู่ 2 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นเลข 2 มีชื่อว่า Ferroresonance Suppressor เป็น Spark Gap ต่ออนุกรมกับตัวต้านทาน และส่วนที่เป็นเลข 5 มีชื่อว่า Harmonic Suppression Filter เป็นตัวต้านทานคงที่ ต่อขนานกับวงจรที่เป็นตัวเหนี่ยวนำแบบอิ่มตัวได้ซึ่งอนุกรมกับตัวต้านทานอีกตัวหนึ่ง

๑๗๐

ถาม: ข้อมูลของ CCVT ยี่ห้อ Haefely Trench ที่ซื้ออยู่ในปัจจุบัน มีส่วนของ Ferroresonance Suppression Circuit เป็นแบบไหน ?

ตอบ: ข้อมูลของ CCVT ยี่ห้อ Haefely Trench (Canada) ที่ซื้ออยู่ในปัจจุบัน หาได้จาก Capacitor Voltage Transformers (Catalog No.E 214.51, 2006) ซึ่ง Fig.3 Typical Schematic Diagram of a Capacitor Voltage Transformer เป็นดังนี้

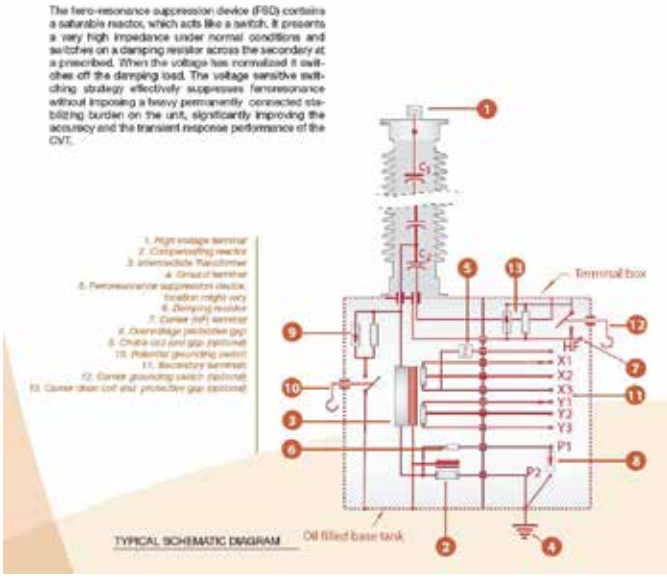


จากวงจรข้างต้น ผู้อ่านจะเห็นได้ว่ามีวงจร FSC คือส่วนที่เป็นเลข 3 ซึ่งมีชื่อว่า Harmonic Suppression Filter เป็นตัวต้านทานคงที่ ต่อขนานกับวงจรที่เป็นตัวเหนี่ยวนำแบบอิ่มตัวได้ ซึ่งอนุกรมกับตัวต้านทานอีกตัวหนึ่ง

๑๗๑

ถาม: ข้อมูลของ CCVT ยี่ห้อ AREVA Ritz ที่ซื้ออยู่ในปัจจุบัน มีส่วนของ Ferroresonance Suppression Circuit เป็นแบบไหน ?

ตอบ: ข้อมูลของ CCVT ยี่ห้อ AREVA Ritz (U.S.A.) ที่ซื้ออยู่ในปัจจุบัน หาได้จาก OTCF Coupling Capacitor Voltage Transformers 72.5 kV to 765 kV (Products_L3_OTCF_ANSI_71508_V1_EN, 2008) ซึ่งมี Typical Schematic Diagram เป็นดังนี้

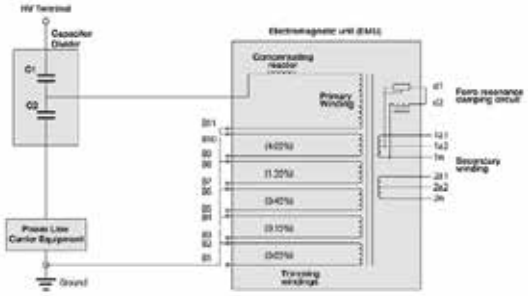


จากวงจรพร้อมคำบรรยายข้างต้น ผู้อ่านจะเห็นได้ว่ามีวงจร FSC หมายเลข 5 ใช้เป็นตัวเหนี่ยวนำแบบอิ่มตัวได้ต่ออนุกรมกับตัวต้านทาน

๑๗๒

ถาม: ข้อมูลของ CCVT ยี่ห้อ ABB ที่ซื้ออยู่ในปัจจุบัน มีส่วนของ Ferroresonance Suppression Circuit เป็นแบบไหน ?

ตอบ: ข้อมูลของ CCVT ยี่ห้อ ABB (Sweden) ที่ซื้ออยู่ในปัจจุบัน หาได้จาก Outdoor Instrument Transformers: Application Guide (Edition 2.1, 2005) ซึ่งมี Fig. 7.1 Principle Diagram for a Capacitor Voltage Transformer เป็นดังนี้



จากวงจรข้างต้น ผู้อ่านจะเห็นได้ว่าวงจร FSC ประกอบด้วยตัวเหนี่ยวนำแบบอิ่มตัวได้ต่ออนุกรมกับตัวต้านทาน

5.1.14 Primary short-circuit transient response (การตอบสนองต่อทรานเซียนต์เมื่อลัดวงจรด้านปฐมภูมิ)

Meaningful primary short-circuit transient response characteristics have not been determined at this time. The test methods for determining transient response of a CCVT are given in 6.2.17.

ลักษณะการตอบสนองต่อทรานเซียนต์เมื่อลัดวงจรด้านปฐมภูมิที่มีความหมายชัดเจนพอ ยังไม่มีการกำหนดเอาไว้ ณ เวลานี้ วิธีการทดสอบเพื่อตัดสินผลการตอบสนองต่อทรานเซียนต์ของซีซีวีทีให้ไว้ในข้อ 6.2.17.[๑๗๔ – ๑๗๘]

๑๗๓

ถาม: หากต้องการศึกษาว่าวงจรการขจัดเฟอร์โรเรโซแนนซ์ (Ferroresonance Suppression Circuit) มีอยู่กี่แบบ ? และแต่ละแบบมีข้อดีข้อเสียยังไงบ้าง ? อยากทราบว่ามีเอกสารหรือบทความดีๆ ที่ไขข้อสงสัยดังกล่าวหรือไม่ ?

ตอบ: ตามความเห็นส่วนตัว ผมขอแนะนำให้ผู้อ่านศึกษาจากบทความของ IEEE ที่ชื่อว่า "Comparison of Performance of Various Ferroresonance Suppressing Methods in Inductive and Capacitive Voltage Transformers," M. Sanaye-Pasand, A. Rezaei-Zare, H. Mohseni, Sh. Farhangi, and R. Iravani, IEEE Power India Conference, 8 pages, June 2006. ซึ่งมีบทคัดย่อดังนี้

Abstract: To avoid or damp out ferroresonance in inductive and capacitive voltage transformers a few ferroresonance damping methods have been proposed and used in these instruments. In this paper some of the suppressing circuits are reviewed. Specifications of these circuits and the effects of various parameters on their performances are discussed. Furthermore, using frequency domain analysis the effects of the suppression circuits on the measured voltage signal and overall characteristics of the voltage transformers in normal operating conditions are investigated. Using time domain simulations, the occurrence of ferroresonance in inductive and capacitive voltage transformers is studied and the effects of the suppressing circuits on the transient performance of these transformers and damping out ferroresonance are investigated and compared to each other.

บทคัดย่อ: เพื่อหลีกเลี่ยงหรือยับยั้งเฟอร์โรเรโซแนนซ์ในหม้อแปลงแรงดันแบบแม่เหล็กเหนี่ยวนำและแบบความจุไฟฟ้า จึงได้มีการเสนอเทคนิค การยับยั้งเฟอร์โรเรโซแนนซ์ขึ้นมาสองสามวิธีและติดตั้งไว้ในอุปกรณ์เหล่านี้. ในบทความฉบับนี้ จะทำการทบทวนวงจรการขจัดเฟอร์โรเรโซแนนซ์บางอย่าง. มีการพิจารณาข้อกำหนดทางเทคนิคของวงจรต่างๆ และผลกระทบของพารามิเตอร์มากมายที่มีต่อการทำงานของพวกมัน. ยิ่งกว่านั้นยังอาศัยการวิเคราะห์บนโดเมนความถี่ เพื่อตรวจสอบผลกระทบของวงจรการกระจัดแบบต่างๆ ที่มีต่อสัญญาณแรงดันที่วัดได้ และคุณลักษณะการทำงานทั้งหมดของหม้อแปลงแรงดันในสภาวะการทำงานปกติด้วย. อาศัยการจำลองด้วยคอมพิวเตอร์บนโดเมนเวลา เพื่อศึกษาการเกิดเฟอร์โรเรโซแนนซ์ในหม้อแปลงแรงดันแบบแม่เหล็กเหนี่ยวนำและแบบความจุไฟฟ้า และศึกษาผลกระทบของวงจรการกระจัดแบบต่างๆ มีต่อการทำงานเมื่อเผชิญกับทรานเซียนต์ของหม้อแปลงเหล่านี้ นอกจากนี้ยังทำการตรวจสอบและทำการเปรียบเทียบระหว่างกันและกันของเทคนิคการยับยั้งเฟอร์โรเรโซแนนซ์ด้วย. จากบทคัดย่อข้างต้น ผู้อ่านจะเห็นว่าบทความฉบับนี้สามารถไขข้อสงสัยของคำถามที่ตั้งไว้ได้อย่างครบถ้วนและเมื่อได้ทำการศึกษาจนจบบทความนี้แล้ว ผู้อ่านควรจะลองตรวจสอบด้วยว่า ผลิตภัณฑ์จริงๆ ของผู้ผลิตแต่ละรายที่จำหน่ายให้กับ กฟผ. นั้น ใช้เทคนิคแบบไหน ?

๑๗๔

ข้อมูลจาก บันทึกองค์ความรู้ฯ วิบูลย์ ฤกษ์ศิระทัย, หน้า 55 อธิบายแนวคิดของการทดสอบ Transient response ไว้ดังนี้ Transient response test ใน CVT เป็นการทดสอบเพื่อดูว่าเมื่อ Applied voltage เกิดเป็นศูนย์ (0) ทันที ขณะที่ Secondary voltage ยังมีแรงดันอยู่ที่ Zero angle หรือ 90° ตัว CVT จะสามารถใช้เวลาตอบสนองนานเท่าไร จึงจะทราบว่า Primary voltage มีค่าเป็นศูนย์ ซึ่งถ้า CVT คุณภาพไม่ดี Transient response จะนานหลาย Cycle หรืออาจจะ Swing ไปเรื่อยๆ โดยไม่ทราบว่าเกิด Fault ทาง Primary

๑๗๕

ถาม: ข้อความ "Meaningful primary short-circuit transient response characteristics have not been determined at this time." ตามข้อกำหนดที่ 5.1.14 หมายความว่าอย่างไร?

ตอบ: ข้อความข้างต้นเป็นบทสรุปจากการศึกษาของคณะทำงาน (Working Group) ที่จัดตั้งขึ้นเมื่อวันที่ 18 กันยายน 1973 (พ.ศ. 2516) เพื่อทำหน้าที่ "บัญญัติการแบ่งระดับการตอบสนองทรานเซียนต์ของซีซีวีทีเพื่อใช้งานกับรีเลย์ป้องกัน (Establish transient response classifications for coupling capacitor voltage transformers for use with protective relays.)" ซึ่งท้ายที่สุดก็ลงความเห็นไว้ใน ANSI C93.2-1976 ว่า "ไม่สามารถกำหนดคุณลักษณะการตอบสนองต่อทรานเซียนต์ที่มีความหมายชัดเจนได้" อันเป็นที่มาของข้อความในคำถามข้างต้น และข้อความดังกล่าวได้ใช้ต่อเนื่องมาจนถึง C93.1-1999 ฉบับปัจจุบัน บทความที่บอกเล่าความเป็นมาของบทสรุปข้างต้น คือ บทความของ IEEE ที่ชื่อว่า "Transient Response of Coupling Capacitor Voltage Transformers IEEE Committee Report" ซึ่ง Transient Response of CCVTs Working Group of the Relay Input Sources Subcommittee of the Power System Relay Committee ลงพิมพ์ในวารสาร IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems Vol. PAS-100, No. 12, December 1981 ความยาว 4 หน้า และมีบทคัดย่อดังนี้

Abstract: The results are presented of the effort to standardize the limits of the transient errors in the output of a CCVT or CVT permitted during a subsidence of the input voltage. Various proposed methods of describing and measuring these deviations are discussed relative to their use with protective relays. The conclusion is that no standard can be written at this time.

บทคัดย่อ: ผลลัพธ์ที่นำเสนอเป็นความพยายามที่จะกำหนดมาตรฐานเกี่ยวกับขีดจำกัดความคลาดเคลื่อนของทรานเซียนต์ด้านขาออกของซีซีวีที หรือซีวีที ที่ยอมให้เกิดขึ้นได้ระหว่างที่เกิดการยุบตัวลงของแรงดันไฟฟ้าขาเข้า. วิธีการต่างๆ ที่มีการเสนอขึ้นมาเพื่อการบรรยายและการวัดความคลาดเคลื่อนเหล่านี้ ได้รับการพิจารณาถึงความสัมพันธ์ในการใช้งานอุปกรณ์ดังกล่าวร่วมกับรีเลย์ป้องกัน. บทสรุปคือยังไม่สามารถเขียนมาตรฐานได้ ณ เวลานี้. สำหรับรายละเอียดอันเป็นที่มาที่ทำให้คณะทำงานหาข้อสรุปไม่ลงตัว ผมจะแจกแจงไว้ในเชิงอรรถต่อจากนี้ไปตามลำดับ

๑๗๖

ข้อมูลจาก บันทึกองค์ความรู้ฯ, วิบูลย์ ฤกษ์ศิระทัย, หน้า 83-84 ย่อบทความ Transient Response of CCVT (IEEE Committee) ซึ่งเป็นบทความฉบับเดียวกับที่ผมกล่าวถึงในเชิงอรรถข้อที่แล้ว เอาไว้ดังนี้

1. Transient response of CT : the ability of the CT to handle the DC component in an asymmetrical current wave.
2. Transient response of CCVT : the ability to control the tendency to create extraneous frequencies in the output.
3. Most CCVT designs give better transient performance for burdens lower than the rated burden.
4. The transient response becomes worse as the power factor decreases, either leading or lagging and generates a low frequency oscillation.
5. The worst CCVT response is obtained when the fault occurs at the zero point on the voltage waveform because the capacitance has maximum stored energy at this time and a longer time constant than the inductance. The inductance stores an equal amount of energy at voltage crest but the discharge time constant is much smaller
6. Higher capacitance CCVTs produce subsidence transients of smaller magnitude but of longer duration.
7. Higher turn ratios produce subsidence transients of smaller magnitude but of longer duration. Higher excitation currents are a source of low frequency oscillations.
8. A low Q is desired for this component to improve the transient respose by dissipation energy.

๑๗๗

ถาม: อยากทราบว่ามีบทความที่น่าเชื่อถือมากๆ ในการวิเคราะห์เจาะลึกเกี่ยวกับ Transient Response ของ CCVT บ้างหรือไม่ ?

ตอบ: บทความที่น่าเชื่อถือมากๆ และมีการนำมาอ้างอิงมากที่สุด ในการวิเคราะห์เจาะลึกเกี่ยวกับ Transient Response ของ CCVT คือ บทความ IEEE ที่มีชื่อว่า "Transient Response Characteristics of Capacitive Potential Devices" ของ Andrew Sweetana (Westinghouse Electric Corporation) ตีพิมพ์ใน IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems, Vol. PAS-90, No. 5, pp. 1989–2001, September 1971 ซึ่งมีบทคัดย่อดังนี้

Abstract: Full voltage line to ground fault tests are performed on typical potential devices and the subsidence transient recorded. To show the worst case of residual voltage faults are initiated while the primary voltage is passing through crest and zero. Thevenin's equivalent circuit tests using the actual not model components operating at rated tap voltage are shown to agree with the full voltage tests. A mathematical analysis solved by computer also concurs with the full voltage and equivalent circuit results. Eight parameters which affect the transient response of capacitive potential devices are identified and analyzed. Finally suggestions are made as to how this information can be utilized by the protective relay users and manufacturers.

บทคัดย่อ: อุปกรณ์แปลงแรงดันได้รับการทดสอบลัดวงจรจากสายส่งลงดินขณะที่จ่ายแรงดันเต็มพิกัด และบันทึกทรานเซียนต์ของแรงดันขณะเกิดการยุบตัวไว้. เพื่อที่จะแสดงกรณีที่แย่ที่สุดของแรงดันตกค้าง จึงเริ่มทำการลัดวงจรขณะที่แรงดันปฐมภูมิกำลังวิ่งผ่านค่าสูงสุดและค่าศูนย์. วงจรสมมูลแบบเทวินินที่ใช้ทดสอบซึ่งเป็นองค์ประกอบจริงๆ ไม่ใช่แบบจำลอง แต่ทำงาน ณ แรงดันปานกลางที่กำหนด แสดงให้เห็นความสอดคล้องกับการทดสอบที่แรงดันเต็มพิกัด. การวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ที่แก้ปัญหาด้วยคอมพิวเตอร์ ก็ให้ผลลัพธ์ที่พ้องกันทั้งแรงดันเต็มพิกัดและวงจรสมมูล. ตัวแปรทั้งแปดตัวที่ส่งผลกระทบต่อการตอบสนองทรานเซียนต์ของอุปกรณ์แปลงแรงดันแบบตัวเก็บประจุได้ถูกกำหนดลงไปและวิเคราะห์ผลไว้ด้วย. ในตอนสุดท้าย ได้ให้คำแนะนำไว้ว่าข้อมูลนี้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างไรทั้งในส่วนของผู้ใช้งานและผู้ผลิตต่างๆ. บทความนี้เป็นหนึ่งในสองบทความหลักที่ IEEE Committee อ้างถึงในการสรุปว่า "ไม่สามารถเขียนมาตรฐานเรื่องนี้ให้ชัดเจนลงไปได้"

5.1.15 Effect of carrier accessories and auxiliary devices on accuracy
(ผลของอุปกรณ์เสริมและอุปกรณ์ช่วยเกี่ยวกับสัญญาณสื่อสารที่กระทบต่อความแม่นยำ)

Any change in circuit configuration such as closing the carrier grounding switch or adding circuit components may cause the accuracy class limits to be exceeded.

การเปลี่ยนแปลงใดๆ ต่อลักษณะการจัดวางของวงจรไฟฟ้า อย่างเช่น การปิดสวิตช์ต่อลงดินของสัญญาณสื่อสาร หรือการเพิ่มส่วนประกอบต่างๆ ของวงจร อาจจะเป็นสาเหตุให้ขีดจำกัดของระดับความแม่นยำถูกละเมิดได้.

5.1.16 Electromagnetic unit carrier-frequency insertion loss
(การสูญเสียที่เกิดจากการเพิ่มหน่วยแม่เหล็กไฟฟ้าในย่านความถี่สัญญาณสื่อสาร)

The carrier-frequency insertion loss caused by the addition of the electromagnetic unit, with the potential grounding switch either open or closed, shall not exceed 0.5 dB over the carrier-frequency range.

การสูญเสียเนื่องจากการใส่แทรกย่านความถี่สัญญาณสื่อสาร ซึ่งเกิดจากการเพิ่มหน่วยแม่เหล็กไฟฟ้า ไม่ว่าสวิตช์ต่อแรงดันปานกลางลงดินจะเปิดหรือปิดก็ตาม จะต้องไม่เกิน 0.5 เดซิเบล ตลอดย่านความถี่สัญญาณสื่อสาร.[๑๗๙, ๑๘๐, ๑๘๑, ๑๘๒]

5.1.17 Protective device ratings
(พิกัดของอุปกรณ์ป้องกัน)

5.1.17.1 Electromagnetic unit gaps, MOVs, and gas discharge devices (ช่องอากาศ ตัวต้านทานจำกัดแรงดันแบบออกไซด์โลหะ และอุปกรณ์ปล่อยประจุที่ใช้แก๊สของหน่วยแม่เหล็กไฟฟ้า)

Gaps and other protective devices operating at the intermediate-voltage level shall not operate at less than twice the intermediate voltage that occurs with the performance reference voltage applied to the high voltage terminal. MOV protective devices shall meet the requirements of ANSI/IEEE C62.11. Gas discharge protective devices shall meet the requirements of ANSI/IEEE C62.31.

ช่องอากาศและอุปกรณ์ป้องกันอื่นๆ ที่ทำงาน ณ ระดับแรงดันปานกลาง จะต้องทำงานที่แรงดันไม่ต่ำกว่าสองเท่าของแรงดันปานกลาง ซึ่งเกิดขึ้นเมื่อป้อนแรงดันอ้างอิงในการทำงานเข้าไปตรงขั้วต่อสายแรงสูง. อุปกรณ์ป้องกันชนิดตัวต้านทานจำกัดแรงดันแบบออกไซด์โลหะจะต้องผ่านเกณฑ์กำหนดของ

๑๗๘
ถาม: การที่ CCVT แต่ละตัวจะสามารถตอบสนองต่อทรานเซียนต์ได้ช้าเร็วแค่ไหนนั้นขึ้นอยู่กับตัวแปรที่สำคัญๆ อะไรบ้าง ?
ตอบ: บทความ “Transient Response Characteristics of Capacitive Potential Devices” ของ Andrew Sweetana กล่าวไว้ว่า
ตัวแปรที่สำคัญๆ ซึ่งควบคุมขีดสามารถในการตอบสนองต่อทรานเซียนต์ของ CCVT แต่ละตัวประกอบด้วย
1. ตำแหน่งบนคลื่น (point-on-wave) ของแรงดันปฐมภูมิในสายส่งไฟฟ้า ณ ตอนที่เกิดการลัดวงจร
2. ขนาดความจุไฟฟ้าของจุดแบ่งแรงดันและของตัวเก็บประจุทั้งชุด
3. อัตราส่วนจำนวนรอบของหม้อแปลงแรงดันที่ต่อกับแรงดันปานกลาง
4. ลักษณะของระบบการขจัดเฟอร์โรเรโซแนนท์
5. ขนาดและตัวประกอบกำลังไฟฟ้าของเบอร์เดนของอุปกรณ์แบ่งแรงดัน
6. ส่วนประกอบและการต่อกันของเบอร์เดน (สำหรับเบอร์เดนที่มีขนาดและตัวประกอบกำลังเหมือนกัน เบอร์เดนนั้นสามารถสร้างขึ้นได้จากการต่อขนานหรืออนุกรมกันของส่วนประกอบต่างๆ ก็ได้)
7. ปริมาณของความต้านทานที่แฝงอยู่ในวงจรของอุปกรณ์แบ่งแรงดัน
8. ขนาดกระแสกระตุ้นแกนเหล็กของหม้อแปลงแรงดันที่ต่อกับแรงดันปานกลาง

ตัวแปรเหล่านี้จะได้รับการกล่าวถึงในรายละเอียดแยกๆ กันทีละตัวในส่วนที่เหลือของบทความดังกล่าว

๑๗๙
การสูญเสียที่เกิดจากการเพิ่มหน่วยแม่เหล็กไฟฟ้าตามข้อกำหนดนี้จะต้องไม่เกิน 0.5 dB ซึ่งเหมือนกับของ C93.2-1976, Section 4.1.12 และ C93.1-1990, Section 5.1.16 สำหรับ NEMA No. SG 11-1955 ไม่พบว่ามีข้อกำหนดใดๆ เกี่ยวกับประเด็นนี้เลย

๑๘๐
ถาม: การจัดซื้อ CC & CCVT ของ กฟผ. มีการกำหนดการสูญเสียที่เกิดจากการเพิ่มหน่วยแม่เหล็กไฟฟ้าไว้เป็นกี่ dB ?
ตอบ: การจัดซื้อ CC & CCVT ของ กฟผ. มีข้อกำหนดการสูญเสียเนื่องจากการใส่แทรกที่เกิดจากการเพิ่มหน่วยแม่เหล็กไฟฟ้า ใน Ratings and Features (RF) หัวข้อ Carrier Drain Coil ซึ่งกำหนดว่าจะต้องไม่เกิน 0.5 dB และถือว่าตรงตามข้อกำหนดของ ANSI C93.1-1999 ฉบับนี้

๑๘๑
ถาม: อยากทราบว่า Insertion Loss (การสูญเสียเนื่องจากการใส่แทรก) มีนิยาม/คำจำกัดความว่าอย่างไร ?
ตอบ: นิยาม/คำจำกัดความของคำว่า Insertion Loss (การสูญเสียเนื่องจากการใส่แทรก) ตาม IEEE Std 100-2000 มีดังนี้
insertion loss: Resulting from the insertion of a transducer in a transmission system the ratio of (A) the power delivered to that part of the system following the transducer before insertion of the transducer to (B) the power delivered to that same part of the system after insertion of the transducer.
Note: If the input or output power or both consist of more than one component such as multifrequency signal or noise then the particular components used and their weighting are specified.
การสูญเสียเนื่องจากการใส่แทรก: การสูญเสียที่เกิดจากการใส่ตัวแปลงสัญญาณแทรกเข้าไปในระบบส่งระบบหนึ่ง คำนวณจากอัตราส่วนระหว่าง (ก) กำลังที่ส่งให้แก่ส่วนของระบบที่ตามหลังตัวแปลง ก่อนการใส่แทรก กับ (ข) กำลังที่ส่งให้แก่ส่วนเดียวกันนี้ของระบบภายหลังการใส่แทรก.
หมายเหตุ: ถ้ากำลังด้านเข้าหรือกำลังด้านออกหรือทั้งคู่ ประกอบด้วยส่วนประกอบมากกว่าหนึ่งส่วน อย่างเช่น เมื่อส่งสัญญาณหลายความถี่หรือมีสัญญาณรบกวน แล้วจะต้องระบุส่วนประกอบที่จำเพาะเจาะจงเหล่านั้น รวมทั้งค่าถ่วงน้ำหนักเอาไว้ด้วย

๑๘๒
ถาม: อยากทราบว่า Impedance at Specified Frequency Range ของ Carrier Drain Coil ตามที่ผู้ผลิตกรอกข้อมูลมาใน Proposal Data นั้น มีค่าเป็น kilo-ohms (kΩ) คงที่ตลอดช่วงความถี่จริงหรือไม่ ?
ตอบ: หากพิจารณาตามความเป็นจริง เมื่อความถี่เพิ่มขึ้นย่อมส่งผลต่อองค์ประกอบความเหนี่ยวนำของขดลวด และความจุไฟฟ้าแอบแฝง (stray capacitance) ให้เปลี่ยนสัดส่วนความสำคัญไปด้วย ดังนั้นย่อมจะต้องส่งผลต่ออิมพีแดนซ์ของ Carrier Drain Coil ด้วย ข้อมูลจากบันทึกองค์ความรู้ฯ, วิบูลย์ ฤกษ์ศิระทัย, หน้า 1 พูดถึงประเด็นเดียวกับคำถามข้างต้นดังนี้ เรื่องของ CCVT Contract 8101 ของ Nissin ใน Technical Characteristics หัวข้อ 4.2.2 เรื่อง Carrier Drain Coil ค่า Impedance ที่ใช้กับ Frequency Range ต่างๆ ทำไมที่ 400-450 kHz จึงมีค่า 15 kΩ แทนที่ตาม Ratings & Features กำหนดให้มีค่า 20 kΩ ตลอด Range ซึ่ง Nissin ให้เหตุผลดังนี้
1. ที่ความถี่ 400-450 kHz ทาง EGAT ยังไม่ได้ใช้
2. ค่า Insertion Loss สำหรับ 15 kΩ บริษัทคำนวณได้ประมาณ 0.002 dB ซึ่งน้อยกว่าที่ทาง EGAT ต้องการจึงเห็นควรยอมรับได้

อีกข้อหนึ่ง เหตุผลที่ว่าความถี่สูงขึ้น (400-450 kHz) ค่า Impedance จึงมีค่า 15 kΩ ทำไมจึงน้อยกว่า 20 kΩ ทาง Nissin ให้คำตอบว่าที่ความถี่สูงขึ้นผลของ Capacitance

ANSI/IEEE C62.11. อุปกรณ์ป้องกันชนิดปล่อยประจุที่ใช้แก๊ส จะต้องผ่านเกณฑ์ข้อกำหนดของ ANSI/IEEE C62.31.[๑๘๓]

5.1.17.2 Carrier air gap MOV and gas discharge tube protective device
(ช่องอากาศ ตัวต้านทานจำกัดแรงดันแบบออกไซด์โลหะและอุปกรณ์ป้องกันแบบท่อปล่อยประจุที่ใช้แก๊สของสัญญาณสื่อสาร)

The carrier protective device breakdown voltage shall not be less than 2.5 kV rms at power frequency not greater than 85% of drain coil BIL for the 1.2 × 50-microsecond impulse voltage. Metal oxide protective devices shall meet the requirements of ANSI/IEEE C62.11. Gas discharge protective devices shall meet the requirements of ANSI/IEEE C62.31.

แรงดันเบรกดาวน์ของอุปกรณ์ป้องกันสัญญาณสื่อสาร จะต้องไม่ต่ำกว่า 2.5 กิโลโวลต์อาร์เอ็มเอส ณ ความถี่ไฟฟ้ากำลังและไม่เกิน 85% ของระดับการฉนวนอิมพัลส์มูลฐานของขดลวดระบายต่อแรงดันอิมพัลส์ 1.2 × 50 ไมโครวินาที. อุปกรณ์ป้องกันชนิดออกไซด์โลหะ จะต้องผ่านเกณฑ์ข้อกำหนดของ ANSI/IEEE C62.11. อุปกรณ์ป้องกันชนิดปล่อยประจุที่ใช้แก๊ส จะต้องผ่านเกณฑ์ข้อกำหนดของ ANSI/IEEE C62.31.

5.1.18 Partial discharge (การปล่อยประจุบางส่วน)

When the capacitor unit is tested in accordance with 6.2.6.2 the value recorded in 6.2.6.2 procedure “c” shall not exceed the value recorded in 6.2.6.2 procedure “a” by more than any recorded variation in the background picocoulomb level.

เมื่อหน่วยตัวเก็บประจุได้รับการทดสอบตามข้อ 6.2.6.2 ค่าที่บันทึกได้ในข้อ 6.2.6.2 ขั้นตอน “c” จะต้องไม่เกินค่าที่บันทึกได้ในข้อ 6.2.6.2 ขั้นตอน “a” มากไปกว่าการแปรผันใดๆ ที่บันทึกได้ของระดับพิโคคูลอมบ์พื้นหลัง.

5.1.19 Mechanical strength (ความแข็งแรงทางกล)

5.1.19.1 Cantilever strength (ความแข็งแรงในการทนแรงดัดเมื่อปลายด้านหนึ่งยึดอยู่กับที่)

A coupling capacitor or CCVT shall be capable of withstanding the nonsimultaneous mechanical cantilever forces equivalent to those produced by winds of 100 mi/h (45 m/s) and the horizontal seismic force resulting from a zero period acceleration of 0.2 g. (see 6.2.4.1)

ตัวเก็บประจุเชื่อมต่อหรือซีซีวีทีจะต้องสามารถทนต่อแรงดัดเมื่อปลายด้านหนึ่งยึดอยู่กับที่ เมื่อแรงดังกล่าวเทียบได้กับแรงที่เกิดจากลมพัดด้วยความเร็ว 100 ไมล์/ชั่วโมง (45 เมตร/วินาที) และแรงที่เกิดจากแผ่นดินไหวในแนวนอนจากช่วงเริ่มต้นของความเร่ง 0.2 g. (ดูข้อ 6.2.4.1) [๑๘๔, ๑๘๕]

5.1.19.2 Tensile Strength
(ความแข็งแรงในการทนแรงดึง)

A coupling capacitor or CCVT intended for suspension mounting shall be capable of withstanding a tension force of 2.5 times its own weight (see 6.2.4.2).

ตัวเก็บประจุเชื่อมต่อหรือซีซีวีทีที่ตั้งใจให้ติดตั้งแบบแขวนจะต้องสามารถทนต่อแรงดึงขนาด 2.5 เท่าของน้ำหนักตัวมันเองได้ (ดูข้อ 6.2.4.2) [๑๘๖, ๑๘๗, ๑๘๘]

(โปรดติดตามต่อฉบับหน้า)

ระหว่าง Turn และระหว่าง Coil กับ Ground จะมี Effect มากขึ้น

๑๘๓
ข้อมูลจาก บันทึกองค์ความรู้ฯ, วิบูลย์ ฤกษ์ศิระทัย, หน้า 1 พูดถึง Gap across Transformer ของ EMU ไว้ดังนี้ เรื่องของ CCVT Contract 8101 ของ Nissin ใน Technical Description หัวข้อ 1.2 คือ Electromagnetic Unit ของ Nissin ได้เอา Gap across Transformer ออก ซึ่งทางบริษัทให้เหตุผลว่าได้ Design Insulation ของ Equipment ให้ทนได้แล้ว จึงไม่จำเป็นต้องมี Gap อีก

๑๘๔
ข้อกำหนดที่บอกว่าให้ แรงที่เกิดจากลมพัดด้วยความเร็ว 100 ไมล์/ชั่วโมง (45 เมตร/วินาที) และแรงที่เกิดจากแผ่นดินไหวในแนวนอนจากช่วงเริ่มต้นของความเร่ง 0.2 g แรงใดแรงหนึ่ง หมายถึง หากแรงแบบไหนมากกว่า ก็ให้ทดสอบตามข้อ 6.2.4.1 ด้วยแรงอันนั้น

๑๘๕
C93.1-1990, Section 5.1.19.1 มีกำหนด cantilever strength เหมือนกับของ C93.1-1999 ทุกอย่าง ส่วน C93.2-1976 Section 4.1.16.1 มีข้อกำหนดตามข้อความว่า “The CCVT shall be capable of withstanding the mechanical cantilever stresses equivalent to those produced by winds of 100 mi/h (44.7 m/s) or seismic forces resulting from a 0.2-g acceleration.” ซึ่งมีความหมายเหมือนกับของ C93.1-1990 & C93.1-1999 ฉบับนี้ เพียงแต่ค่าวงเล็บเป็น 44.7 m/s แทนที่จะเป็น 45 m/s สำหรับ NEMA SG 11-1955 ไม่พบว่ามีข้อกำหนดใดๆ เกี่ยวกับ cantilever strength เลย

๑๘๖
ข้อกำหนดที่บอกว่าให้ ทนต่อแรงดึงขนาด 2.5 เท่าของน้ำหนักตัวมันเองได้ หมายถึง น้ำหนักตัวมันเองซึ่งคิดเป็น 1 เท่า บวกกับแรงดึงที่ใส่เพิ่มเข้าไปอีก 1.5 เท่า จึงกลายเป็น 2.5 เท่า ตามวิธีการทดสอบในข้อ 6.2.4.2 ทั้งนี้ C93.1-1990, Section 5.1.19.2 มีกำหนดตามข้อความว่า “shall be capable of withstanding a tension force of 3000 pounds (13300 N) in addition to its own weight.” หมายความว่า ให้ทดสอบแรงดึงเท่ากับน้ำหนักของตัวมันเอง บวกเพิ่มอีก 3000 ปอนด์ ซึ่งต่างกับ C93.1-1999 ฉบับปัจจุบัน ดังนั้น ผู้ที่ตรวจสอบรายงานผลการทดสอบที่ส่งมา จะต้องพิจารณาด้วยว่าผู้ผลิตได้ทำการทดสอบใหม่ตามมาตรฐานฉบับปัจจุบันหรือไม่ ? หากยังส่งผลการทดสอบที่ทำไว้ก่อนปี 1999 หรืออ้างอิงฉบับปี 1990 อยู่อีก ก็ถือว่าไม่ได้ปรับปรุงตามมาตรฐานฉบับล่าสุด

๑๘๗
ต่อเนื่องจากเชิงอรรถข้อที่แล้ว เมื่อตรวจสอบ C93.2-1976, Section 4.1.16.2 พบว่าใช้ข้อกำหนดตามข้อความว่า “shall be capable of withstanding a tension force of 3000 lbf (13345 N) in addition to its own weight.” ซึ่งดูแล้วก็เหมือนกับของ C93.1-1990, Section 5.1.19.2 เพียงแต่การแปลงหน่วยเป็นนิวตัน (N) ในวงเล็บได้ค่าแตกต่างกันเล็กน้อย

๑๘๘
ต่อเนื่องจากเชิงอรรถสองข้อที่แล้ว เมื่อตรวจสอบ NEMA No. SG 11-1955, Section SG 11-3.15 พบว่าใช้ข้อกำหนดตามข้อความว่า “which is intended for suspension mounting shall have a tensile strength rating not less than 3000 pounds” ซึ่งก็เหมือนกับของ C93.1-1990, Section 5.1.19.2 และ C93.2-1976, Section 4.1.16.2 ที่กล่าวไปแล้ว

Special Power Series

40 ปี เอบีบีบนฐานธุรกิจอันแข็งแกร่งในประเทศไทย

ขับเคลื่อนโลกดิจิทัลสู่อนาคตด้วยเทคโนโลยีและนวัตกรรมที่ล้ำหน้า

จากความสำเร็จตลอด 40 ปี ในฐานะผู้นำเทคโนโลยีสำหรับอุตสาหกรรม บริษัท เอบีบี ประเทศไทย ยังคงเดินหน้าริเริ่มเทคโนโลยีใหม่ๆ อย่างต่อเนื่อง ในด้าน electrification products, robotics and motion, industrial automation และ power grids ที่ให้บริการแก่ลูกค้าทั่วโลกครอบคลุมทั้งในภาคสาธารณูปโภค อุตสาหกรรม การขนส่งและระบบโครงสร้างพื้นฐาน

ปัจจุบัน ABB กำลังสร้างอนาคตใหม่ภายใต้ยุคอุตสาหกรรมดิจิทัลซึ่งครอบคลุมตั้งแต่การผลิตและนำพลังงานไฟฟ้าจากแหล่งพลังงานเบื้องต้นไปสู่ผู้ใช้ไฟฟ้าทุกหนแห่ง รวมถึงการเสริมศักยภาพอุตสาหกรรมด้วยระบบอัตโนมัติตั้งแต่การใช้วัตถุดิบจากแหล่งธรรมชาติจนถึงการผลิตเป็นสินค้าสำเร็จภายใต้กระบวนการขับเคลื่อนสู่การปฏิวัติพลังงานและการปฏิวัติอุตสาหกรรมครั้งที่ 4 (Energy and Fourth Industrial Revolutions) ซึ่งสอดคล้องกับนโยบายของประเทศไทยที่จะมุ่งสู่โมเดลเศรษฐกิจใหม่ ไทยแลนด์ 4.0

—

คุณชัยยศ ปิยะวรรณรัตน์ กรรมการผู้จัดการ บริษัท เอบีบี ประเทศไทย เมียนมาร์ กัมพูชา และลาว เปิดเผยว่า นับเป็นเวลา 40 ปีที่ ABB ได้เข้ามาดำเนินธุรกิจในประเทศไทย ตั้งแต่เมื่อปี พ.ศ. 2521

และตลอดระยะเวลาที่ผ่านมานั้น ABB ก็ได้รับการสนับสนุนจากผู้ที่เกี่ยวข้องในแวดวงอุตสาหกรรมไฟฟ้าและพลังงานมาด้วยดี โดยเมื่อปี พ.ศ. 2533 ABB ได้รับการส่งเสริมการลงทุนจากบีโอไอ จัดตั้งโรงงานแห่งแรกในประเทศไทยเพื่อผลิตระบบเก็บประจุไฟฟ้าแรงดันต่ำ หรือ Low Voltage Capacitors และโรงงานหม้อแปลงไฟฟ้ากำลัง บนพื้นที่กว่า 30 ไร่ ในนิคมอุตสาหกรรมบางปู เพื่อจำหน่ายในประเทศไทยและส่งออกไปยังประเทศในเอเชียใต้ รวมถึงออสเตรเลียและนิวซีแลนด์ นับเป็นก้าวสำคัญในการทดแทนการนำเข้าและสร้างรายได้ให้กับประเทศจากการส่งออกเป็นมูลค่านับพันล้านบาทต่อปี รวมถึงเป็นการถ่ายทอดทักษะและเทคโนโลยีให้กับบุคลากรไทยอย่างต่อเนื่องจนสามารถพูดได้ว่าโรงงานดังกล่าวสามารถบริหารจัดการได้โดยบุคลากรไทยทั้งหมด

นอกจากนั้น ABB ยังมีโรงงานประกอบตู้สวิทช์เกียร์ Robot Application Center และศูนย์บริการรวมทั้งหมด 8 แห่งในประเทศไทย อีกทั้งยังมีสำนักงานตัวแทนการตลาดในประเทศเมียนมาร์ ลาว และกัมพูชา โดยยังคงมีเป้าหมายให้บริการใน 3 ตลาดหลัก ได้แก่ ด้านสาธารณูปโภค (Utility) โรงงานอุตสาหกรรม (Industry) และด้านการขนส่งและโครงสร้างพื้นฐาน (Transport and Infrastructure) ซึ่ง ABB มุ่งเน้นพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรมใหม่ๆ ออกสู่ตลาดอย่างต่อเนื่องเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารจัดการ

พลังงาน เพิ่มผลผลิตและคุณภาพ ลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และให้มีความปลอดภัยสูงขึ้นควบคู่ไปกับการพัฒนาของประเทศ

ภาคสาธารณูปโภค

ABB มีโซลูชั่นส์ในด้านบริหารจัดการพลังงานแบบครบวงจร

ครอบคลุมทั้งกระบวนการผลิต ระบบสายส่งและระบบจำหน่าย (generation, transmission and distribution) แก่ผู้ประกอบการโรงไฟฟ้าทั้งภาครัฐและเอกชน สาธารณูปโภคด้านประปา บำบัดน้ำเสีย รวมถึงระบบชลประทานด้วย โดย ABB ได้พัฒนาดิจิทัลโซลูชั่นส์ภายใต้ common platform ABB Ability™ ที่สามารถเชื่อมโยงการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ ผ่าน ABB Ability™ Platform รวมทั้ง software ที่เกี่ยวข้องเพื่อให้ลูกค้าสามารถพัฒนากระบวนการผลิตให้ทันสมัย ด้วยการให้ข้อมูลเชิงลึกที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการวางแผนและการควบคุมการปฏิบัติการ ซึ่งสามารถตอบสนองได้ทันที (real-time operations) โดยล่าสุด ABB ได้เปิดตัวหม้อแปลงไฟฟ้าระบบดิจิทัลเป็นรายแรกของโลกในงานแสดงสินค้าและนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีระดับโลก Hannover Fair 2018 ที่ประเทศเยอรมัน เมื่อช่วงเดือนเมษายนที่ผ่านมา นับเป็นนวัตกรรมที่นำ digital technology มาใช้ในการทำงานของระบบหม้อแปลงไฟฟ้ากำลังที่จะช่วยให้สามารถตรวจสอบและวิเคราะห์ข้อมูลตัวแปรต่างๆ ได้แบบเรียลไทม์ เพิ่มความแน่นอนและการใช้ประโยชน์ของโครงข่ายไฟฟ้าได้มากขึ้น ขณะเดียวกันในส่วนของการผลิตพลังงานหมุนเวียน ABB ก็มีการพัฒนาโซลูชั่นที่เหมาะสมกับกระบวนการผลิตพลังงานหมุนเวียนซึ่งมีบทบาทมากขึ้นในปัจจุบัน

ภาคอุตสาหกรรม

ลูกค้าในกลุ่มนี้ครอบคลุมทุกภาคอุตสาหกรรมการผลิต ทั้ง process industry รวมถึง discrete manufacturing industry อาทิ อุตสาหกรรมปิโตรเคมี กระดาษ ซีเมนต์ อาหารและเครื่องดื่มและอิเล็คโทรนิคส์ เป็นต้น ซึ่ง ABB มีผลิตภัณฑ์และโซลูชั่นส์ รวมถึงงานเซอร์วิสในระบบการผลิตแบบอัตโนมัติ ที่ทำให้มั่นใจได้ว่าลูกค้าของเราสามารถปรับปรุงและพัฒนากระบวนการผลิตให้ถึงจุดที่มีคุณภาพและมีความแม่นยำในระดับสูงสุด และสามารถลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ตัวอย่างเช่น การนำเสนอมอเตอร์ที่มีประสิทธิภาพสูง (High-efficiency motors) ในคลาส IE3 และ IE4 ที่ถือว่าเป็นมาตรฐานสากลสูงสุด

นอกจากนี้ ABB ยังเป็นผู้นำระดับโลกในด้านอุปกรณ์ควบคุมความเร็วรอบมอเตอร์ไฟฟ้า (variable speed drive: VSD) ซึ่งเป็นอุปกรณ์ควบคุมและปรับความเร็วรอบมอเตอร์ไฟฟ้าให้ทำงานสัมพันธ์ตามความต้องการของโหลดเท่าที่จำเป็น เพื่อประหยัดพลังงาน สำหรับกลุ่มลูกค้าในอุตสาหกรรมยานยนต์ อาหารและเครื่องดื่ม อิเลคทรอนิกส์ และเครื่องจักรกล ต่างก็มีแนวโน้มเติบโตที่ดีเช่นเดียวกัน ซึ่ง ABB ก็มีนวัตกรรมที่สามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพและคุณภาพของอุตสาหกรรมเหล่านี้เช่นกัน อาทิ Robot, Asset Management Software และ IOT Solutions

ภาคธุรกิจโครงสร้างพื้นฐานและการขนส่ง

ธุรกิจบริการเดินรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนมีแนวโน้มเติบโตอย่างต่อเนื่อง จากการขยายเส้นทางเดินรถไฟฟ้าสายใหม่ที่เชื่อมต่อย่านธุรกิจกับเขตรอบนอกกรุงเทพฯ โดยในช่วงที่ผ่านมา ABB ได้ส่งมอบอุปกรณ์ไฟฟ้าให้กับการรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนแห่งประเทศไทย (MRTA) และการรถไฟแห่งประเทศไทย (SRT) สำหรับติดตั้งใช้งานในระบบ Power supply ของสถานีรถไฟฟ้าสายต่างๆ

ขณะเดียวกัน ABB มีการพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อสนับสนุนยานยนต์ที่ขับเคลื่อนด้วยพลังงานไฟฟ้า (E-mobility) ตอบสนองความต้องการใช้รถพลังงานไฟฟ้า หรือ Electric Vehicle ที่เพิ่มสูงขึ้น

แนวโน้มการพัฒนาระบบชาร์จรถยนต์ไฟฟ้า หรือ Electric vehicle ในประเทศไทยนั้น ขณะนี้ได้เริ่มทดลองนำมาใช้งาน โดยที่ผ่านมา ABB ได้สนับสนุนเครื่องชาร์จไฟฟ้าสำหรับรถยนต์ไฟฟ้าในโครงการ The Feasibility Study on Quick Chargers for Electric Vehicles ติดตั้งที่การไฟฟ้านครหลวง เขตบางใหญ่ เพื่อการศึกษาและพัฒนาระบบการให้บริการชาร์จไฟฟ้าแบบเร็วสำหรับรถยนต์ไฟฟ้า ขณะเดียวกัน ABB ยังได้ส่งมอบเครื่องชาร์จไฟฟ้าแบบเร็วสำหรับสถานีชาร์จรถไฟฟ้าที่คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เพื่อการศึกษาวิจัยด้าน Smart Grid และ Smart Mobility

ABB ถือเป็นผู้นำในการพัฒนาเทคโนโลยีชาร์จไฟฟ้าแบบครบวงจรสำหรับรถยนต์ไฟฟ้า รถโดยสารไฟฟ้าและไฮบริด รวมทั้งเทคโนโลยีด้านพลังงานไฟฟ้าสำหรับเรือและรถไฟด้วย โดย ABB ได้เข้าสู่ตลาด EV Charging ตั้งแต่ปี 2553 และมีฐานลูกค้าที่ติดตั้งสถานีชาร์จไฟฟ้าด้วยเทคโนโลยีจาก ABB มากกว่า 6,000 แห่งทั่วโลก และล่าสุด ABB ได้เปิดตัวสถานีชาร์จไฟฟ้ารุ่นใหม่ขนาด 350 kW Terra HP High Power charger เมื่อปลายเดือนเมษายน 2561 เพื่อรองรับ

ความต้องการสถานีชาร์จไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้น โดย EV Charger ตัวใหม่นี้จะใช้เวลาในการชาร์จเพียงแค่ 8 นาที สำหรับการเดินทางได้ถึง 200 กิโลเมตร

นอกจากนี้ ABB ได้ประกาศเข้าร่วมเป็นพันธมิตรครั้งแรกกับ FIA Formula E เพื่อสนับสนุนเทคโนโลยีด้าน E-mobility ให้เกิดการพัฒนาอย่างยั่งยืนในอนาคต โดย ABB FIA Formula E Championship นับเป็นรายการแข่งขันมอเตอร์สปอร์ต FIA ที่ขับเคลื่อนด้วยพลังงานไฟฟ้าอย่างเต็มรูปแบบเป็นครั้งแรกของโลก ซึ่งจะมีการจัดการแข่งขันในเมืองใหญ่ๆ ของโลก เช่น นิวยอร์ค ปารีส ซูริค และซาอุดีอาระเบีย เป็นต้น

ABB รุกอุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่ม

อุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่มมีแนวโน้มเติบโตสูง โดยเป็น 1 ใน 10 อุตสาหกรรมที่รัฐบาลให้การส่งเสริมสนับสนุน เนื่องจากประเทศไทยมีวัตถุดิบภายในประเทศอยู่แล้ว เพียงแต่ทำอย่างไรให้เกิดเป็นมูลค่าเพิ่มเพื่อสร้างประโยชน์ต่อประเทศมากยิ่งขึ้น อย่างไรก็ตาม อุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่มก็ต้องเผชิญกับความท้าทายต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นการขาดแคลนแรงงานฝีมือที่มีความต้องการสูงขึ้น รวมถึงการพัฒนาเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับผู้ผลิต ผู้ค้าปลีก และผู้บริโภค ตลอดจนต้นทุนพลังงาน วัตถุดิบ และการขนส่งที่สูงขึ้น

คุณชัยยศ กล่าวว่า ABB มุ่งเน้นขยายตลาดในภาคอุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่มมากขึ้น โดยภายในปี 2561 นี้ ABB มีแผนงานที่จะเปิดตัวศูนย์ Food & Beverage Ingredient Center บนพื้นที่กว่า 1,000 ตารางเมตร ในนิคมอุตสาหกรรมบางปู ซึ่งคาดหมายว่าจะสามารถเปิดดำเนินการได้ในไตรมาสที่ 3 ของปีนี้ เพื่อเป็นพื้นที่จัดแสดงเทคโนโลยีและนวัตกรรมให้กับกลุ่มผู้ประกอบการในอุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่ม เช่น โรงงานน้ำตาล โรงสีข้าว ได้สัมผัสกับผลิตภัณฑ์เทคโนโลยีและ Digital Solutions ที่สามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิต ทั้งนี้ ABB ถือเป็นหนึ่งในผู้นำเทคโนโลยีสำหรับอุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่มของโลก โดยเมื่อเดือนเมษายน 2560 ABB ได้เข้าซื้อกิจการบริษัท บีแอนด์อาร์ ประเทศออสเตรีย ซึ่งเป็นผู้นำทางด้าน Factory Automation ทำให้ ABB เพิ่มความแข็งแกร่งในภาคอุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่มมากยิ่งขึ้นจากการรวมเอาความเป็นผู้นำในระบบอัตโนมัติของ ABB (DCS) เข้ากับ Factory Automation รวมถึง Internet of Things (IoT) Solutions ของ B&R ภายใต้ ABB Ability™ Platform

หุ่นยนต์...ความท้าทายใหม่ของอุตสาหกรรม

หุ่นยนต์ จะเข้ามามีบทบาทในอุตสาหกรรมนี้มากขึ้นอย่างแน่นอน ซึ่งไม่เพียงแต่จะช่วยแก้ปัญหาการขาดแคลนแรงงานแล้ว หุ่นยนต์ยังช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตเพราะสามารถทำงานได้ตลอด 24 ชั่วโมง และอีกประการที่คนมักจะมองข้ามไปคือ คุณภาพของสินค้าที่มีความสม่ำเสมอ ลดปัญหาความผิดพลาดจากคน (human error) ABB ได้แนะนำหุ่นยนต์แบบสองแขนภายใต้ชื่อ YuMi ที่ได้รับการออกแบบพัฒนาให้สามารถปฏิบัติงานร่วมกับมนุษย์ (collaborative robots) ได้อย่างปลอดภัย นับเป็นนวัตกรรมที่มีความสำคัญและจะมีบทบาทมากยิ่งขึ้นในอนาคต

สำหรับในประเทศไทย ABB ได้เปิดศูนย์ Robotics Application Center ตั้งแต่ปี 2554 ที่นิคมอุตสาหกรรมบางปู ซึ่งมีความพร้อมทั้งด้าน Application ของหุ่นยนต์ที่หลากหลาย และพนักงานที่ได้รับการฝึกฝนเป็นอย่างดีมากกว่า 40 คน เพื่อเผยแพร่ความรู้และให้ข้อมูลแก่ผู้ประกอบการ หน่วยงานภาครัฐ รวมถึงสถาบันการศึกษา ให้เห็นถึงประโยชน์จากการนำหุ่นยนต์มาประยุกต์ใช้ในการเพิ่มประสิทธิภาพ

ของกระบวนการผลิต โดยในปีที่ผ่านมา เอบีบี ได้นำหุ่นยนต์ YuMi เข้าร่วมจัดแสดงเพื่อประชาสัมพันธ์งาน "ดิจิทัลไทยแลนด์บิ๊กแบง 2017" ณ ทำเทียบรัฐบาล

สำหรับปีนี้ คุณชัยยศ กล่าวเพิ่มเติมว่า ABB ได้เข้าร่วมงาน Propak Asia 2018 ซึ่งเป็นงานแสดงสินค้าอุตสาหกรรมและเทคโนโลยีด้านกระบวนการผลิต การแปรรูป และบรรจุภัณฑ์แห่งภูมิภาคเอเชีย ครั้งที่ 26 ระหว่างวันที่ 13-16 มิถุนายน 2561 ณ ไบเทค บางนา โดยเทคโนโลยีหุ่นยนต์สำหรับระบบการผลิตแบบอัตโนมัติจะเป็นไฮไลท์ที่ ABB ต้องการนำเสนอ อาทิเช่น หุ่นยนต์สำหรับงานหยิบจับ การบรรจุ และการจัดเรียง (picking, packaging and palletizing) สำหรับอุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่ม ซึ่งปัจจุบันหุ่นยนต์ของ ABB ถือเป็น Connected Robot โดยระบบทำงานของหุ่นยนต์อยู่บนพื้นฐานของคลาวด์ เพื่อให้ลูกค้าสามารถใช้ประโยชน์จาก Big Data, predictive maintenance ในการบริหารจัดการให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น นอกจากนี้ ABB ยังมีผลิตภัณฑ์ทางด้านซอฟท์แวร์ (MES) ซึ่งเป็นนวัตกรรมที่สำคัญที่จะช่วยในเรื่องระบบติดตามสินค้า (product tracking) และการวางแผนการผลิต (production planning) ซึ่งจะส่งผลต่อคุณภาพความปลอดภัยของอาหาร ด้วยขณะที่ระบบการบริหารจัดการพลังงานก็เป็นอีกส่วนสำคัญสำหรับอุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่มเช่นเดียวกัน

ABB หนุนขับเคลื่อนสมาร์ทซิตี้

เพื่อตอบโจทย์การใช้ชีวิตของคนเมืองในยุคปัจจุบัน ABB มีโซลูชั่นที่นำเสนอระบบอัตโนมัติมากมายภายใต้แนวคิด Smart Mobility, Smart Home และ Smart Building ที่ช่วยสนับสนุนการพัฒนาคุณภาพชีวิตให้มีความสะดวกสบายมากขึ้น ช่วยให้ใช้พลังงานได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุดและมีความปลอดภัยสูงขึ้น โดย ABB มีระบบควบคุมบ้านอัจฉริยะ free@home ที่สามารถช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถควบคุมและปรับแต่งฟังก์ชั่นต่างๆ ภายในบ้านได้เพียงปลายนิ้วสัมผัสผ่านแอพพลิเคชั่นบนสมาร์ทโฟนหรือแท็บเล็ต เช่น ระบบควบคุมแสงไฟ (Light Control) อย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้ผู้ใช้งานสามารถเลือกเปิด-ปิดไฟเฉพาะในแต่ละห้องหรือไฟทุกดวงภายในบ้านได้ รวมถึงระบบควบคุมประตูเข้า-ออกอัตโนมัติ (Door Entry System) ที่ช่วยให้เจ้าของบ้านหรืออาคารสามารถเห็นภาพและสนทนากับผู้มาติดต่อได้บนหน้าจอสัมผัสแม้ในขณะนั้นจะไม่ได้อยู่ภายในบ้านก็ตาม รวมไปถึงสมาร์ทเซอร์กิตเบรกเกอร์ที่มีฟังก์ชั่น Power Controller ซึ่งเป็นเทคโนโลยีล่าสุดที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ และเทคโนโลยี Solar Rooftop ที่จะช่วยให้เจ้าของบ้านหรืออาคารสำนักงานสามารถใช้ประโยชน์จากพลังงานแสงอาทิตย์ได้อย่างสูงสุด

—

นอกจากบ้านพักอาศัยแล้ว ABB ยังสามารถตอบสนองความต้องการของอาคารอัจฉริยะ (Smart Building) ได้ครบวงจร โดยเฉพาะอย่างยิ่งโครงการอสังหาริมทรัพย์แบบผสมผสานที่ทำงาน ที่อาศัย แหล่งช้อปปิ้ง (Mixed-use project) ที่กำลังขยายตัวอย่างมากในประเทศไทย ABB มีโซลูชั่นที่ทำให้สามารถบริหารจัดการพลังงานได้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพทั้งโครงการ ไม่ว่าจะเป็นที่พักอาศัย สำนักงาน รวมไปถึงร้านค้า

40 ปี เอบีบี ประเทศไทย

คุณชัยยศ กล่าวทิ้งท้ายว่า ในปี 2561 นี้ นับเป็นปีที่ บริษัท เอบีบี จำกัด ได้ดำเนินธุรกิจอยู่ในประเทศไทยมาครบ 40 ปี โดยตลอดระยะเวลาที่ผ่านมานั้น ABB ได้ทำงานร่วมกับบุคคล หน่วยงาน และองค์กรต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง โดยเฉพาะลูกค้าทั้งในภาคสาธารณูปโภค ภาคอุตสาหกรรม รวมถึงภาคการขนส่งและระบบโครงสร้างพื้นฐานต่างๆ มากมาย ส่งมอบเทคโนโลยีและโซลูชั่นส์ต่างๆ ที่ช่วยให้ลูกค้าของเราสามารถที่จะพัฒนาศักยภาพของตนเอง ซึ่งนั่นทำให้เราได้ร่วมเติบโตไปพร้อมๆ กับลูกค้าของเรา และจากวันนี้ต่อเนื่องไปในอนาคต ABB จะยังคงมุ่งมั่นที่จะช่วยให้ลูกค้าของเรายกระดับขีดความสามารถในการแข่งขันให้เติบโตและก้าวต่อไปข้างหน้าอย่างยั่งยืน

คุณชัยยศ กล่าวเพิ่มเติมอีกว่า ABB เดินหน้าคิดค้นพัฒนานวัตกรรมอย่างต่อเนื่อง เพื่อตอบสนองความต้องการของอุตสาหกรรมที่กำลังเปลี่ยนผ่านโมเดลธุรกิจให้สามารถใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีระบบ Digitalization ที่เข้ามามีบทบาทสำคัญในการเพิ่มประสิทธิภาพการบริหารจัดการพลังงานและการดำเนินงานที่รวดเร็ว ทั้งนี้ ABB มีเป้าหมายพัฒนาเทคโนโลยีสำหรับอุตสาหกรรมจาก Automated Operation ไปสู่ระบบที่สามารถทำงานได้อย่างอิสระ Autonomous Operation โดยใช้เทคโนโลยี Internet of Things (IoT) ระบบปัญญาประดิษฐ์หรือ Artificial Intelligence (AI) และ Machine Learning ซึ่ง ABB มี partners ที่มีความรู้ความเชี่ยวชาญแต่ละด้าน เช่น Microsoft Azure, IBM, Watson ที่สามารถให้บริการลูกค้าได้อย่างครบวงจร

Special Power Series

Self generation

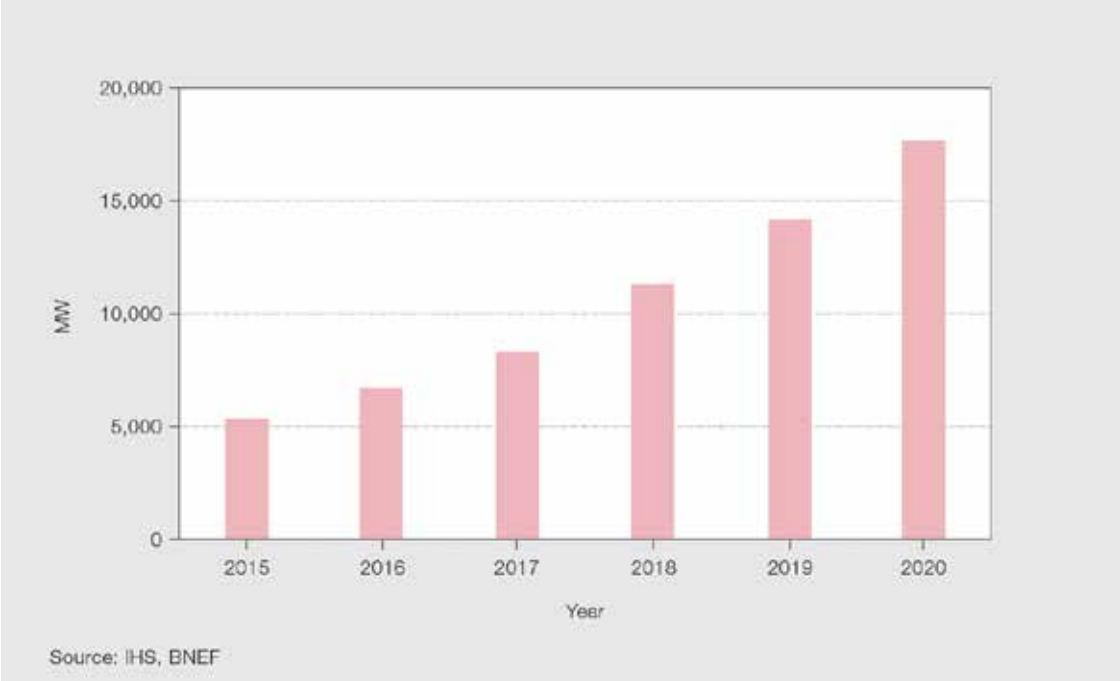
การผลิตด้วยตัวเอง

ไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์มีบทบาทสำคัญในเทคโนโลยี Active Site ของ ABB

ดร.วรวุฒิ แซ่ก๊ก
worawut.sae-kok
@th.abb.com

วิธีที่ดีที่สุดในการเชื่อมต่อแผงเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคาคืออะไร และผู้ใช้สามารถปรับใช้ได้อย่างดีที่สุดได้อย่างไร? เทคโนโลยีไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ได้ผ่านการแปลงสภาพอย่างรวดเร็ว ทั้งในแง่ของประสิทธิภาพและค่าใช้จ่าย และกำลังเข้าถึงระดับที่สามารถแข่งขันกับการผลิตไฟฟ้าแบบทั่วไปได้ การติดตั้งใช้งานก็ทำได้โดยไม่ต้องใช้เงินอุดหนุนและสิ่งจูงใจ และแม้ว่าจะมีการลดหรือยกเลิกเงินอุดหนุนที่คุ้มครองในหลายประเทศก็ตาม ส่วนนี้ยังคงเติบโตอย่างต่อเนื่อง อย่างไรก็ตาม การเปลี่ยนจากการผลิตไฟฟ้าแบบเดิมไปเป็นการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ไม่ใช่แค่การเปลี่ยนแหล่งพลังงานจากแหล่งหนึ่งไปยังอีกแหล่ง ยังคงเกี่ยวกับการเปลี่ยนจากแบบรวมศูนย์เป็นแบบกระจาย ด้วยพื้นที่เชิงพาณิชย์ ชุมชนและอุตสาหกรรมที่ใช้และผลิตไฟฟ้ารวมถึงการกักเก็บในพื้นที่ พื้นที่เหล่านี้จะพัฒนาไปสู่ไมโครกริด (Microgrid) มากขึ้น ไมโครกริดเหล่านี้จำเป็นต้องได้รับการจัดการอย่างเหมาะสมและเชื่อมต่อกับแมคโครกริด (Macrogrid) หรือระบบขนาดใหญ่ นี่คือบทบาทของเทคโนโลยี Active Site ของ ABB เทคโนโลยีนี้ให้การสนับสนุนที่กว้างขวางและครอบคลุม สำหรับความต้องการที่เกิดขึ้นใหม่ของตลาด ABB ได้ให้โซลูชั่นทางอุดมคติสำหรับการเชื่อมต่อและจัดการไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ (PV) ณ สถานที่ติดตั้งโดยใช้อินเวอร์เตอร์แบบสตริงสามเฟสทันสมัยที่สุดซึ่งมีช่วงกว้าง รวมถึงอุปกรณ์ขนาดกะทัดรัดและใช้กลางแจ้งและ Maximum power point tracking (MPPT)

—
รูปที่ 1
PV เชิงพาณิชย์และอุตสาหกรรมที่ไม่ได้รับการสนับสนุนเงินที่ถูกติดตั้งต่อปี



รูปที่ 1

การอุดหนุนสำหรับไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ในตลาดยุโรปหลัก ได้กลายเป็นเรื่องที่ไม่อาจทำต่อได้และถูกลดขนาดลง ตลาดอื่นที่โตเต็มที่แล้วก็จะมีแนวโน้มเช่นเดียวกัน แต่ก็ไม่ใช่ข่าวร้ายสำหรับการผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ การลดต้นทุนอย่างมีนัยสำคัญและการเพิ่มขึ้นของค่าไฟฟ้าที่เพิ่มสูงขึ้น ได้ทำให้ PV ซึ่งเริ่มต้นจากการเป็นเทคโนโลยีที่ได้รับการอุดหนุนและเพิ่งเริ่มได้กลายเป็นแหล่งพลังงานหลักและมีราคาที่แข่งขันได้ ไม่เพียงแต่ผู้ใช้เชิงพาณิชย์เท่านั้น แต่ยังรวมถึงครัวเรือนที่อยู่อาศัยก็กำลังติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคาเพื่อลดค่าใช้จ่ายไฟฟ้า รูปแบบการใช้ด้วยตนเองทำให้ผู้อยู่อาศัยสามารถกลายเป็น "pro-sumer" ซึ่งหมายถึงการที่สามารถใช้พลังงานที่ได้ถูกผลิตขึ้นในบริเวณของตัวเอง ในขณะที่ยังสามารถขายส่วนเกินหรือซื้อพลังงานเพิ่มเติมได้ตามที่ต้องการ ในปัจจุบันการติดตั้งดังกล่าวสามารถทำได้โดยปราศจากการอุดหนุนและสามารถบรรลุผลด้วยอัตราผลตอบแทน (IRR) ได้มากกว่า 6 เปอร์เซ็นต์ และโดยที่ระยะเวลาคืนทุนต่ำกว่า 10 ปี (โดยที่อายุการใช้งานเป็นสองเท่า) ตัวเลขนี้จะยิ่งส่งเสริมสำหรับอาคารพาณิชย์และนิคมอุตสาหกรรมที่ซึ่ง IRR สามารถเพิ่มขึ้นสูงกว่า 10 เปอร์เซ็นต์และระยะเวลาคืนทุนต่ำกว่า 7 ปี ซึ่งทำให้เป็นตัวเลือกที่ดีที่สุดในการใช้เทคโนโลยี Active Site “Active Site” สามารถควบคุมและปรับเปลี่ยนไมโครกริดให้เหมาะสมและเชื่อมต่อไปยังแมคโครกริด เพื่อให้แน่ใจในการทำให้การใช้พลังงานและค่าใช้จ่ายเหมาะสม ในขณะที่ให้ไมโครกริดได้มีส่วนร่วมอย่างเต็มที่ในระบบไฟฟ้าอัจฉริยะ (Smart grid)

ในตลาดที่โตแล้วเช่น ยุโรปและสหรัฐอเมริกา รูปแบบการใช้ด้วยตัวเองดูเหมือนจะทำงานได้ดีมีความคุ้มค่าทางการเงินและมีความยั่งยืนในตังเองโดยภาพรวม การวิเคราะห์และการศึกษาวิจัยคาดการณ์ว่าความต้องการใช้ไฟฟ้ามากกว่า 20 เปอร์เซ็นต์จะถูกแทนที่ด้วยไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ที่ผลิตด้วยตัวเองภายในปี 2020 ในประเทศเหล่านี้ ซึ่งต้องขอบคุณการติดตั้งบนหลังคาที่ไม่ได้รับการสนับสนุนมากกว่า 60 GW ที่ถูกวางแผนให้เกิดขึ้นภายในระยะเวลานี้ (ดูรูปที่ 1)

ในสถานการณ์นี้ ด้วยความต้องการของผู้ใช้ที่ถึงระดับความซับซ้อนที่สูงกว่าที่เคยเป็นมา ความสามารถในการแข่งขันจะยิ่งเป็นความท้าทายสำหรับผู้ให้บริการด้านพลังงานรวมถึงหน่วยงานทางไฟฟ้าหลัก ที่ซึ่งบทบาทจะเปลี่ยนจากการเป็นผู้จัดหาพลังงาน ไปเป็นบริษัทที่ให้บริการด้านพลังงานแบบครอบคลุม (ดูรูปที่ 2) ความสามารถในการทำให้การเปลี่ยนแปลงนี้เป็นปัจจัยสำคัญในการประสบความสำเร็จในตลาด

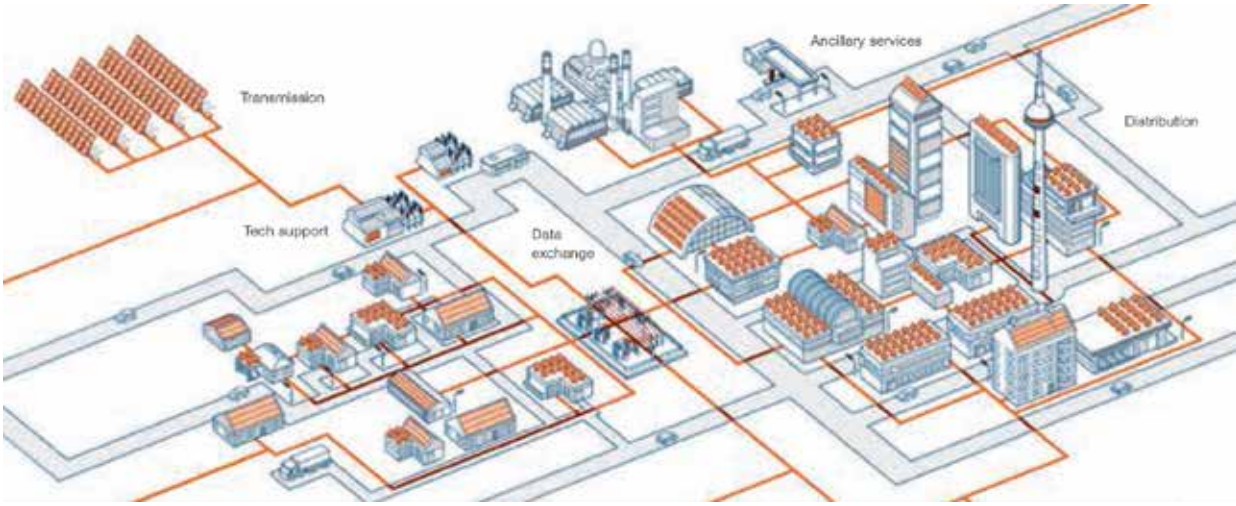
ปัจจัยที่สนับสนุนมีดังต่อไปนี้:

- ความสามารถในการกระจายแบบอัจฉริยะ (ความสามารถในการควบคุมความซับซ้อนทางเทคโนโลยีของระบบไฟฟ้าที่พัฒนาไป)
- ความเชี่ยวชาญในการจัดการพลังงาน (ประสบการณ์ในการจัดการระบบไฟฟ้าและเครื่องมือฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ที่จำเป็น)
- ความสามารถทางเทคนิค (ความเชี่ยวชาญ ความเป็นมืออาชีพและประสบการณ์ตลอดจนการรับรู้โดยลูกค้าและผู้ใช้)

การผลิตแบบกระจายด้วย PV

ค่าไฟฟ้าเป็นค่าใช้จ่ายที่สำคัญในทุกระดับการใช้ ตั้งแต่จากอพาร์ตเมนต์เดี่ยวไปจนถึงแหล่งอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ การที่สามารถจัดการและควบคุมการใช้พลังงานเป็นปัจจัยสำคัญในการควบคุมต้นทุน ในบริเวณที่มีการค้าหรืออุตสาหกรรม

—
รูปที่ 2
สภาพแวดล้อมการให้บริการด้านพลังงานได้แสดงศักยภาพที่ยิ่งใหญ่สำหรับหน่วยงานทางไฟฟ้า



รูปที่ 2

จะมีรูปแบบของโหลดที่แตกต่างกันมากมาย ซึ่งกำหนดโดยแต่ละอาคารและวัตถุ โปรไฟล์เหล่านี้ ได้รับอิทธิพลอย่างมากจากปัจจัยต่างๆ เช่น สภาพอากาศ รูปแบบการใช้รายชั่วโมง เป็นต้น เพื่อที่จะจัดการเรื่องนี้ ผู้ใช้จะต้องดำเนินกระบวนการเพื่อที่จะวัด วิเคราะห์และกำหนดรูปแบบความต้องการและการใช้ในระดับอุปกรณ์ ซึ่งสามารถเป็นไปได้โดยการควบคุมมิเตอร์พลังงาน เซ็นเซอร์และส่วนประกอบการวัดอื่นๆ ที่มีมากมายภายในระบบอัตโนมัติของอาคาร

—

การรวมข้อมูลนี้ไม่เพียงแต่สามารถให้ภาพรวมแม่นยำและลงรายละเอียดของรูปแบบของโหลดในปัจจุบัน แต่ยังช่วยให้การคาดการณ์ในอนาคตได้ดีขึ้น ด้วยข้อมูลที่ลงรายละเอียดที่มีอยู่นี้และถูกรวมกับข้อมูลที่เกี่ยวข้องอื่นๆ เกี่ยวกับสถานที่ การหาความสามารถในการผลิต On-site ที่ดีที่สุดเป็นขั้นตอนที่ค่อนข้างเล็กในระดับถัดไป

เพื่อที่จะใช้ตัวอย่างจริง โรงงานอุตสาหกรรมขนาดเล็กในประเทศอิตาลีได้รับการประเมิน (ดูรูปที่ 3) โรงงานดังกล่าวที่ผลิตกล่องหุ้มพลาสติกกำลังพยายามปรับปรุงประสิทธิภาพพลังงานโดยการติดตั้งระบบ PV บนหลังคา หลังจากการวิเคราะห์รายละเอียดความต้องการและการใช้ไฟฟ้าด้วยการใช้พลังงานรายปีเกินกว่า 10.6GWh รูปแบบได้ถูกกำหนดดังในรูปที่ 3b

รูปร่างของเส้นโค้งเป็นการแสดงที่ดีของเวลาการเปิดใช้โหลดและตรงกับความพร้อมของแสงอาทิตย์อย่างสมบูรณ์ (ดูรูปที่ 3a) จากการจำลองและการวิเคราะห์ตัวแปรต่างกันทั้งหมด ABB ได้พบว่าโซลูชั่นที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดคือการติดตั้ง PV ขนาด 700kW โซลูชั่นนี้ได้ทำให้สถานที่ดังกล่าวใช้พลังงานได้ 1.1GWh ต่อปีและสมมติว่าอัตราค่าไฟฟ้าซึ่งรวมภาษีเป็น 17 เซ็นต์ต่อ kWh (0.156 EUR/kWh) ทำให้ประหยัดมากกว่า 150,000 เหรียญต่อปี (140,000 ยูโรต่อปี) ด้วยระยะเวลาคืนทุนมากกว่า 6 ปีเล็กน้อยและ IRR ที่ 11.5 เปอร์เซ็นต์ โซลูชันของ ABB เพื่อการบรรลุเป้าหมายนี้คือการรวม TRIO-27.6-S2X จำนวน 24 ยูนิตและระบบตรวจสอบ VSN-700-05 หนึ่งชุดพร้อมกับเซ็นเซอร์ทางด้านสิ่งแวดล้อม เบรกเกอร์ไฟฟ้าแรงต่ำและการป้องกันเพิ่มเติม

ปัญญาท้องถิ่นและโรงไฟฟ้าเสมือน
(Local Intelligence and Virtual Power Plant)

การผลิตไฟฟ้าโดยใช้โมดูลขนาดเล็กและมีความยืดหยุ่นภายในระบบไฟฟ้าเป็นสิ่งสำคัญ เพื่อให้ได้ระบบไฟฟ้าแบบกระจายอย่างแท้จริง Active Site ที่มีคุณลักษณะการผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบกระจาย เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด เพื่อให้บรรลุเป้าหมายนี้ ภายใต้เงื่อนไขที่แน่นอนบางอย่าง การติดตั้งดังกล่าวสามารถกลายเป็นโรงไฟฟ้าเสมือน (Virtual Power Plant - VPPs) ซึ่งมีการแลกเปลี่ยนข้อมูลอย่างต่อเนื่องระหว่าง Microsites และระบบไฟฟ้า VPP สามารถให้บริการระบบในระบบส่งและจ่ายไฟฟ้า (เช่น ควบคุมกำลังไฟฟ้าซึ่งถูกเรียกว่า “ความจุสำรองเล็กน้อย") ที่ถูกกำหนดโดยการรวมโหลดจากอุปกรณ์จากการใช้กับหน่วยผลิตไฟฟ้าฉุกเฉินและการผลิตไฟฟ้าแบบกระจาย VPP ได้รวบรวมเอาท์พุททางไฟฟ้าจากหลากหลายอุปกรณ์และทำให้แหล่งจ่ายนี้สามารถใช้ได้กับระบบจ่ายไฟฟ้า เมื่อได้รับการร้องขอ VPP จะควบคุมการจ่ายไฟฟ้าแบบทันทีให้กับโรงไฟฟ้าที่ถูกเชื่อมต่อ เพื่อทำให้ได้เสถียรภาพของระบบไฟฟ้า

อินเวอร์เตอร์แบบสตริงสามเฟสของ ABB ที่ถูกติดตั้งในเขตอุตสาหกรรมและในอาคารพาณิชย์ได้มีบทบาทสำคัญในการนำ Active Site ไปใช้กับระดับ VPP ซึ่งต้องขอบคุณคุณสมบัติ MPPT อินเวอร์เตอร์เหล่านี้สามารถเพิ่มการผลิตได้มากที่สุด

—
รูปที่ 3
ตัวอย่างจริงจากโรงงานในประเทศอิตาลี

เมื่อพิจารณารายละเอียดเกี่ยวกับข้อกำหนดของระบบไฟฟ้า อุปกรณ์อินเวอร์เตอร์ของ ABB แบบ PVI, TRIO และ PRO จะให้ช่วงที่กว้างของกำลังไฟฟ้ารีแอ็คทีฟและฟังก์ชัน Fault ride through เมื่อใช้ควบคู่ไปกับการควบคุมการจัดการความถี่และแรงดันไฟฟ้าจะทำให้มีส่วนสำคัญต่อเสถียรภาพของระบบไฟฟ้า ประโยชน์ของ VPP สำหรับผู้ให้บริการด้านพลังงานได้รวมสิ่งต่อไปนี้

- ตัวเลือกของ "การเล็ม (Trimming)" ยอดของความต้องการไฟฟ้า เพื่อให้ได้ระดับเสถียรภาพที่สูงขึ้นสำหรับโรงไฟฟ้าซึ่งจะให้การประหยัดที่คงเส้นคงวาโดยอ้อมในแง่ของค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมที่จำเป็นต้องใช้ในการจัดการยอดความต้องการไฟฟ้าในช่วงเวลาที่สั้น
- ลดความจำเป็นสำหรับสำรอง เนื่องจากการใช้ลดลงและได้การจัดการการไหลของพลังงานที่ดีขึ้น ทำให้สามารถปิดโรงไฟฟ้าแบบเก่าได้ (ลด CAPEX)
- หลีกเลี่ยงการเปลี่ยนโรงไฟฟ้าเก่าและ (หรือ) ที่ล้าสมัยด้วยโรงไฟฟ้าใหม่ (การหลีกเลี่ยง CAPEX) ซึ่งเป็นสิ่งที่สำคัญในหลายประเทศที่การลงทุนขนาดใหญ่เป็นทางเลือกหลัก
- ลดค่าใช้จ่ายในระบบไฟฟ้าเดิมด้วยการใช้ประโยชน์จาก Internet of Things (IOT) โดยใช้แอปพลิเคชัน (apps) ผ่านแท็บเล็ตและสมาร์ทโฟน แอปพลิเคชันดังกล่าวจะช่วยลดความพยายามโดยทั่วไปและการจัดการดูแลระบบ
- ความสามารถพิเศษในการตรวจสอบแบบเรียลไทม์ เมื่อมีความผิดพร่องเกิดขึ้นด้วยโอกาสที่จะดำเนินการแทรกแซงที่เป็นประโยชน์ ซึ่งช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา (OPEX)

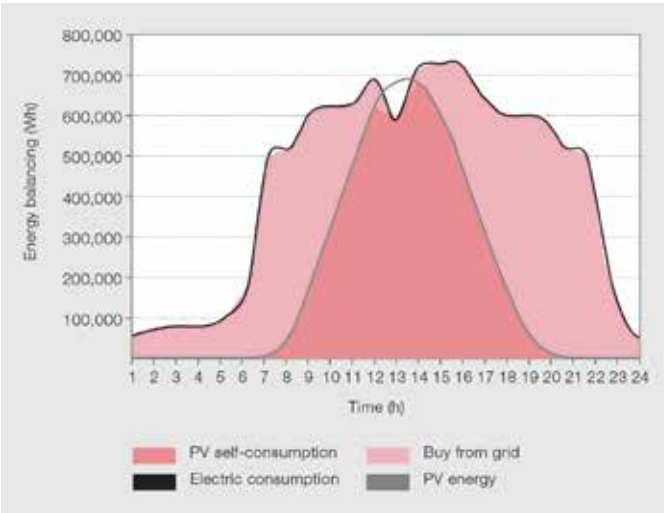
การสื่อสาร (Communications)

การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานในตัวเองเป็นวิธีที่จะสร้างไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ส่วนใหญ่ แต่การทำเช่นนี้ต้องใช้การแลกเปลี่ยนข้อมูลอย่างต่อเนื่องและเชื่อถือได้ระหว่างผู้มีส่วนร่วมในระบบไฟฟ้าแบบกระจาย ซึ่งได้แก่ เครื่องกำเนิดไฟฟ้า โหลดและระบบไฟฟ้า สถาปัตยกรรม Active Site ของ ABB ใช้การสื่อสารกับโปรโตคอลหลายรูปแบบเพื่อให้แน่ใจว่า อินพุททั้งหมดที่เป็นไปได้จะถูกวิเคราะห์และจัดการโดยระบบควบคุม Active Site การสื่อสารของระบบจะเชื่อมต่อกับโหลด สวิตซ์ เซ็นเซอร์ มิเตอร์ และเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบกระจาย อัลกอริทึมและรูปแบบการทำงานที่ดำเนินการโดยผู้ให้บริการระบบไฟฟ้า ได้ทำให้การจัดการพลังงานสมดุลด้วยจุดประสงค์เพื่อลดการสูญเสียและจัดการความผันผวนของระบบอินเวอร์เตอร์ไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ของ ABB สามารถสื่อสารโดยใช้ช่วงโปรโตคอล ซึ่งรวมถึง ModBus TCP/IP และ RS 485 และเกตเวย์แบบเปิด ซึ่งจะถูกผนวกรวมอย่างเต็มที่ในระบบอัตโนมัติของอาคารและสามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลได้อย่างต่อเนื่องกับระบบการจัดการพลังงานโดยรวมของ Active Site

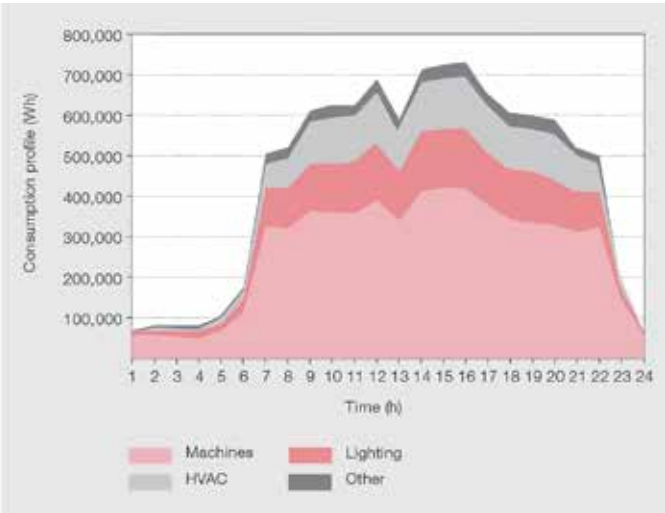
—

การติดตั้ง PV เป็นส่วนสำคัญของแนวคิด Active Site ของ ABB ควบคู่ไปกับการกักเก็บพลังงานและเทคโนโลยีด้านอาคารแบบอัตโนมัติ การติดตั้ง PV จะมีส่วนสำคัญในการสร้างความเป็นอิสระและความยั่งยืนด้านพลังงาน

เรียบเรียงจาก
Leonardo Botti, Philip Juneau,
“Self Generation”,
ABB Review – Solar Power (2/2015),
page 60-63



3a: การปรับสมดุลพลังงานรายวันด้วย PV



3b: รูปแบบการใช้พลังงานรายวัน

รูปที่ 3

Power Transformers Series

Testing of power transformers and shunt reactors (ตอนที่ 8)

ปานทิพย์ ประสงค์ไทย
pantip.prasongthai
@th.abb.com

6. การวัด no-load loss (กำลังไฟฟ้าที่สูญเสียขณะที่หม้อแปลงยังไม่มีโหลดความต้านทาน) และ no-load -current (กระแสไฟฟ้าขณะที่หม้อแปลงยังไม่มีโหลดความต้านทาน)

6.1 มาตรฐานที่ใช้ในการอ้างอิง

• IEC 60076-1 (2000) clause: 10.1: “ข้อกำหนดทั่วไปสำหรับการทดสอบแบบ routine test type test และ special test” clause 10.5: “การวัด no-load loss และกระแสไฟฟ้า”

• IEC 60076-8 (1997) clause: 10 “แนวทางในการวัดหาค่า loss ในหม้อแปลงไฟฟ้า”

• IEEE Std C57.12.90-1999 clause: 8 “no-load loss และ excitation current (กระแสกระตุ้น)”

หมายเหตุ: การวัด no-load loss และ no-load current คือการทดสอบแบบ routine test ตามข้อกำหนดของมาตรฐาน IEC Standard และ IEEE Standard

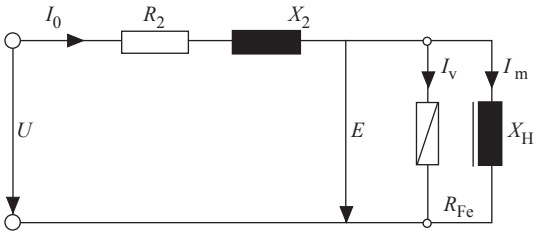
6.2 วัตถุประสงค์ของการวัด

no-load loss ถูกพัฒนาขึ้นโดยการกระตุ้นหม้อแปลง และยังถูกนำมาใช้เป็นส่วนสำคัญในการแสดงถึงปริมาณพลังงานตลอดอายุการใช้งานของหม้อแปลงอีกด้วย โดยปกติแล้ว ค่าตัวเลข loss ที่เกิดขึ้นจริงจะต้องถูกรับรองโดยบริษัทผู้ผลิต ค่า no-load loss ที่วัดมาอย่างถูกต้องจึงเป็นสิ่งที่สำคัญ

6.3 ข้อมูลทั่วไป

6.3.1 หม้อแปลงที่ไม่มีโหลดความต้านทาน

หม้อแปลงที่ไม่มีความต้านทานจะมีการป้อนกระแสไฟฟ้าสามารถมองเป็นแกนโลหะ (iron core) ของขดลวดเหนี่ยวนำได้เช่นกัน ไดอะแกรมวงจรสมมูลของตัวเหนี่ยวนำนี้ (หม้อแปลงที่ไม่มีขดลวดทุติยภูมิที่ทำงานในแบบไม่มีความต้านทาน) จะแสดงอยู่ในรูปภาพประกอบที่ 6.1



รูปที่ 6.1

—
รูปที่ 6.1
ไดอะแกรมวงจรสมมูลขณะที่หม้อแปลงยังไม่มีความต้านทาน

—
รูปที่ 6.2
เวคเตอร์ไดอะแกรมขณะหม้อแปลงยังไม่มีความต้านทาน

—
รูปที่ 6.3
ลูปแม่เหล็ก

R_2 = ค่าความต้านทานขดลวดแรงดันต่ำ
X_2 = ค่าความต้านทานเบี่ยงเบนของขดลวดแรงดันต่ำ
R_{Fe} = ค่าความต้านทานแกนโลหะสมมูล
X_H = ค่าความต้านทานหลัก
I_0 = ค่ากระแสไฟฟ้า no-load current
E = ค่าแรงดันเปิดวงจร

เฟเซอร์ไดอะแกรมในรูปภาพประกอบที่ 6.2 เกิดขึ้นมาจากไดอะแกรมวงจรสมมูล

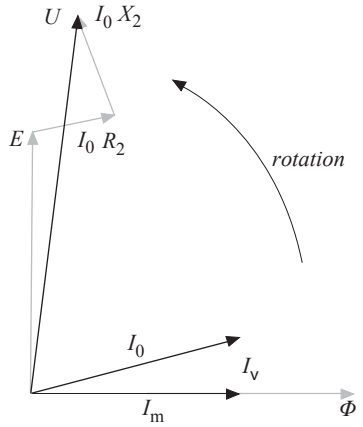
ลักษณะเฉพาะของแกนโลหะที่มีสภาวะเป็นแม่เหล็กจะแสดงออกมาเป็นลูปที่รู้จักกันเป็นอย่างดี หรือก็คือเส้นโค้งฮิสเตอร์เรซิสนั่นเอง สามารถดูตัวอย่างได้จากรูปภาพประกอบที่ 6.3

พื้นที่ภายในพลวัตหรือลูปของกระแสไฟฟ้าสลับ (AC) คือค่าที่ได้จากการวัดพลังงานที่ต้องใช้ในการแปรผันฟลักซ์จำนวนหนึ่งรอบ หรือก็คือช่วงเวลาที่กำหนด:

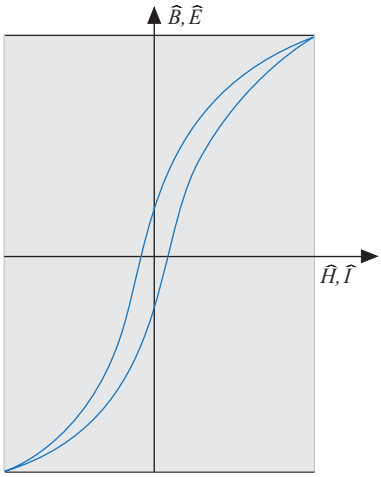
$$P_{Fe} = \frac{E^2}{R_{Fe}}$$

โดยที่:

P_{Fe} = loss ที่เกิดขึ้นในสภาวะแม่เหล็ก
E = ค่าแรงดันไฟฟ้าที่ใช้
R_{Fe} = ค่าความต้านทานสมมูล



รูปที่ 6.2



รูปที่ 6.3

$\hat{B}$ = ค่าเหนี่ยวนำแม่เหล็กสูงสุด
$\hat{H}$ = ค่าความเข้มแม่เหล็กสูงสุด

ด้วยการใช้กฎของฟาราเดย์ สามารถแปรออกมาเป็นสูตรได้ดังนี้

$$u = -\frac{\partial \Phi}{\partial t}$$

โดยที่:

u = ค่าของแรงดันไฟฟ้าชั่วขณะ

$$\Phi = \hat{\Phi} \cdot \cos \omega t$$

หมายเหตุ: โดยปกติแล้ว ฟลักซ์แม่เหล็กและความหนาแน่นฟลักซ์จะถูกแสดงโดยค่าพีคของตัวมันเอง ดังนั้น Φ_0 จึงถูกกำหนดให้ กับค่า $\hat{\Phi}$ จึงทำให้ออกมาเป็นสมการ:

$$u = \omega \cdot \Phi_0 \cdot \sin \omega t$$

โดยการใช้:

$$\hat{\Phi}_H = \hat{B}_{Fe} \cdot A$$

$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot f$$

โดยที่:

$\hat{B}$ = ค่าความเข้มของฟลักซ์ในแกนเหล็ก (ค่าพีค) ในช่วงเวลา T ซึ่งโดยปกติแล้วมักจะหมายถึง B

A = พื้นที่หน้าตัดของแกนขดลวด

ω = ค่าความถี่เชิงมุม 1/s

f = ความถี่กำลังไฟฟ้าในหน่วย Hz

ซึ่งจะทำให้ออกมาเป็นสมการ:

$$u = \omega \bullet \hat{B} \bullet A \bullet N \bullet \sin \omega t$$

โดยที่:

N = จำนวนรอบของฟลักซ์ $\hat{B} \bullet A$

แรงดันกระแสไฟฟ้าตรง $\bar{U}$ จะเท่ากับ:

$$\bar{U} = 4.0 \bullet f \bullet \hat{B} \bullet A \bullet N$$

สำหรับค่า r.m.s. สูตรหม้อแปลงที่นิยมใช้ในการหาค่าปริมาณไซนูซอยด์คือ:

$$U_e = 4.44 \bullet f \bullet \hat{B} \bullet A \bullet N$$

โดยที่:

$\bar{U}$ = ค่าเฉลี่ยของแรงดันไฟฟ้าในหน่วยโวลต์

U_e = ค่า r.m.s. ของแรงดันไฟฟ้าในหน่วยโวลต์

6.3.2 No-load loss

no-load loss หรือค่า P_0 ประกอบไปด้วยส่วนต่างๆ ดังต่อไปนี้:

a) iron loss (กำลังไฟฟ้าสูญเสียที่เกิดขึ้นในแกนเหล็ก):

$$P_{Fe} = P_h + P_w = k_h \bullet f \bullet \hat{B}^x + k_w \bullet \delta^2 \bullet f^2 \bullet B^2$$

โดยที่:

P_h = ค่ากำลังไฟฟ้าสูญเสียฮีสเตอริซีส (hysteresis loss)

P_w = ค่ากำลังไฟฟ้าสูญเสียจากกระแสวน (eddy loss)

k_h k_w = ค่าสัมประสิทธิ์ของ hysteresis loss และ eddy loss

δ = ความหนาของแผ่นโลหะ

x = ค่าเอกซ์โพเนนเชียล – ค่าฟังก์ชั่นของการเหนี่ยวนำ

b) ค่ากำลังไฟฟ้าสูญเสียไดอิเล็คตริก (dielectric loss):

$$P_c = U^2 \bullet \omega C \bullet \tan \delta$$

c) ค่ากำลังไฟฟ้าสูญเสียในขดลวด (winding loss):

$$P_j = I_0^2 \bullet R_2$$

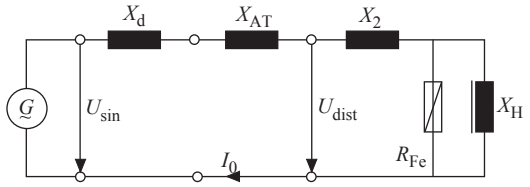
ในหม้อแปลงไฟฟ้าปกติทั่วไป ค่า dielectric loss และ Joule loss สามารถที่จะไม่นำมาคิดได้ เนื่องจากมีค่าระดับขนาดหรือ order of magnitude ที่น้อยกว่า

$$P_{Fe} \gg P_c + P_j$$

นั่นหมายความว่า ค่า no-load loss P_0 จะเท่ากับค่า iron loss P_{Fe} ยกเว้นก็แต่การเริ่มต้นการทำงานของหม้อแปลงโดยใช้ช่องว่างอากาศ (air gap) หรือใช้ขดลวดที่ได้รับการออกแบบมาเพื่อใช้งานในระยะเวลาสั้นๆ

6.3.3 ความสัมพันธ์ระหว่าง no-load loss (กำลังไฟฟ้าที่สูญเสียขณะที่หม้อแปลงยังไม่มีความต้านทาน) กับ voltage distortion (ความพร่าเพี้ยนของแรงดันไฟฟ้า)

สำหรับการวัดหาค่า no-load ในห้องแล็ปที่ทำการทดลองค่าแรงดันไฟฟ้าของหม้อแปลงที่อยู่ภายใต้การทดสอบมักจะเกิดความพร่าเพี้ยน อันเนื่องมาจากค่าความต้านทานภายในของแหล่งกำเนิดแรงดันไฟฟ้า ค่าความพร่าเพี้ยนของแรงดันไฟฟ้ามีสาเหตุมาจากกระแสไฟฟ้า no-load current แบบ non-sinusoidal ของหม้อแปลงที่อยู่ภายใต้การทดสอบ ซึ่งจะส่งผลทำให้ค่าแรงดันไฟฟ้าที่อยู่ในค่าความต้านทานภายในของตัวจ่ายไฟ เครื่องกำเนิดไฟฟ้า และหม้อแปลงแบบ matching transformer ลดลง ดูเพิ่มเติมได้จากรูปที่ 6.4



รูปที่ 6.4

X_d = ค่าความต้านทานเครื่องกำเนิดไฟฟ้าซิงโครนัส

X_{AT} = ค่าความต้านทาน short-circuit ของหม้อแปลงแบบ matching

X_2 = ค่าความต้านทานของขดลวดแรงดันต่ำ

R_{Fe} = ค่าความต้านทานแกนโลหะสมมูล

X_H = ค่าความต้านทานหลัก

U_{sin} = แรงดันไฟฟ้าแหล่งกำเนิดที่ยังไม่มีความพร่าเพี้ยน

U_{dist} = แรงดันไฟฟ้าที่มีความพร่าเพี้ยนที่ช่วงเวลา TT

I_0 = ค่ากระแสไฟฟ้า no-load current

ในวิธีการวัดแบบทั่วไป ให้สมมติว่าค่า hysteresis loss หรือค่า P_h คือ ฟังก์ชั่นของค่าพีคของการเหนี่ยวนำ และยังเป็นฟังก์ชั่นของค่าเฉลี่ยของแรงดันไฟฟ้าที่เข้ามา

ในอีกด้านหนึ่ง eddy loss หรือค่า P_w จะเป็นฟังก์ชั่นผลคูณยกกำลังสองของแรงดันไฟฟ้า r.m.s. เช่นเดียวกับ loss ที่เกิดขึ้นในตัวต้านทานกระแสตรง (DC) อย่างไรก็ตาม ค่า r.m.s. จะได้รับผลกระทบจากความพร่าเพี้ยนของแรงดันไฟฟ้าเช่นเดียวกับ eddy loss

สำหรับ waveform ของแรงดันไฟฟ้า sinusoidal

ตัวประกอบค่าพีคของแรงดันไฟฟ้า:

$$k_s = \frac{\hat{U}}{U} = \sqrt{2}$$

form-factor ของแรงดันไฟฟ้า:

$$k_f = \frac{U}{\bar{U}} = 1.11$$

สำหรับ waveform ที่มีความพร่าเพี้ยน form-factor จะเกิดการเปลี่ยนในฐานะที่เป็นส่วนหนึ่งของคลื่น sine wave คลื่นที่มีการพีคสูงสุด $(k_f > 1.11)$ ที่มีค่า r.m.s สูงกว่าที่ระดับค่าแรงดันไฟฟ้าเฉลี่ยเดียวกัน (เช่น ที่มีค่าความเหนี่ยวนำสูงสุดเหมือนกัน) จะส่งผลทำให้เกิด loss เพิ่มขึ้น สำหรับคลื่นที่ตื้นกว่า $(k_f < 1.11)$ ที่มีค่า r.m.s น้อยกว่าในค่าแรงดันเฉลี่ยเดียวกันจะส่งผลทำให้เกิด loss ที่ต่ำกว่า

แรงดันไฟฟ้าที่เกิดความพร่าเพี้ยนเหล่านี้ มักจะไม่เกิดขึ้นในระหว่างการทำงาน เนื่องจากค่าความต้านทานของระบบจ่ายไฟจะต่ำกว่าค่าความต้านทานของตัวเหนี่ยวนำหลักของหม้อแปลงอยู่มาก ซึ่งก็คือค่า X_H ด้วยเหตุนี้ และเพื่อให้สามารถเปรียบเทียบค่า loss ของหม้อแปลงที่ต่างกัน ค่า no-load loss จึงต้องถูกรับรองโดยใช้ตัวจ่ายไฟแบบ sinusoidal ค่า loss ที่มีแรงดันไฟฟ้าที่เกิดความพร่าเพี้ยนที่วัดได้จึงต้องนำมาคำนวณอีกครั้ง

6.3.4 การแก้ไข form-factor สำหรับ no-load loss

สมการต่อไปนี้ใช้สำหรับ no-load loss ที่วัดโดยมีแรงดันไฟฟ้าที่เกิดความพร่าเพี้ยน:

$$P_{0m} = P_h + P_w \bullet \left(\frac{k_f}{1.11}\right)^2$$

โดยที่:

P_{0m} = ค่า no-load loss ที่วัดโดยมีแรงดันไฟฟ้าที่เกิดความพร่าเพี้ยน

P_h = ค่า hysteresis loss

P_w = ค่า eddy loss

k_f = form-factor ของแรงดันไฟฟ้า

หารโดยใช้ค่า P_0 (= loss สำหรับแรงดันไฟฟ้าแบบ sinusoidal) ซึ่งจะทำ ให้ได้ออกมาเป็นสมการดังนี้:

$$\frac{P_{0m}}{P_0} = \frac{P_h}{P_0} + \frac{P_W}{P_0} \bullet \left(\frac{k_f}{1.11}\right)^2$$

IEC 60076-1 [1]

สมการที่ใช้ในการแก้ไขให้ถูกต้องจะออกมาเป็น:

$$P_0 = P_{0m} \bullet (1 + d)$$

โดยที่:

$$d = \frac{\bar{U} \bullet 1.11 - U}{\bar{U} \bullet 1.11}$$

ความพร่าเพี้ยนของแรงดันไฟฟ้าที่เกิดขึ้นในระหว่างการทดสอบ $(\bar{U} \bullet 1.11 - U)$ อนุญาตให้เกิดขึ้นได้สูงสุดไม่เกิน 3% ถ้าเกินไปกว่านั้น จะต้องทำการตรวจสอบและปรับปรุงวงจรที่กำลังวัดอีกครั้ง

IEEE Std C57.12.90 [51]

IEEE ได้นิยามส่วนประกอบของ loss ที่มีความสัมพันธ์กันเอาไว้ โดย no-load loss จะต้องแก้ไขดังต่อไปนี้:

$$\frac{P_h}{P_0} = P_1 \text{ และ } \frac{P_w}{P_0} = P_2$$

ซึ่งจะออกมาเป็นสมการ:

$$P_0 = \frac{P_{0m}}{P_1 + P_2 \bullet \left(\frac{U}{\bar{U} \bullet 1.11}\right)^2} = \frac{P_{0m}}{P_1 + P_2 \bullet \left(\frac{k_f}{1.11}\right)^2}$$

$$= \frac{P_{0m}}{P_1 + P_2 \bullet k}$$

ถ้าทราบค่าที่แท้จริงต่อหน่วยของ P_1 และ P_2 อยู่แล้วจะสามารถทำการคำนวณค่า no-load loss สำหรับ sinusoidal waveform ที่แท้จริงออกมาได้ แต่ถ้าไม่ทราบให้ใช้ค่า 0.5 ต่อหน่วยทั้งคู่ (ค่าคุณภาพของแกนโลหะ grain oriented core) ถ้าค่าที่ถูกต้องของ no-load loss ที่วัดได้ สูงกว่า 5% โดยใช้การคำนวณนี้ จะต้องทำการตรวจสอบและปรับปรุงวงจรที่กำลังวัดอีกครั้ง

ค่า P_1 และ P_2 ต่อหน่วย สามารถพิจรณาจากการวัดได้เช่นกัน อ่านรายละเอียดเพิ่มเติมได้จาก clause ที่ A 6.2

6.3.5 ความสัมพันธ์ของ no-load loss และอุณหภูมิโลหะ

โดยพื้นฐานแล้ว ความสัมพันธ์ของอุณหภูมิ no-load loss จะสามารถสังเกตุเห็นได้ก็ต่อเมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิที่สูงมากเท่านั้น

IEE 60076-1 [1]

หม้อแปลงควรได้รับการทดสอบในห้องแล็ปที่อุณหภูมิโดยรอบ ทั้งนี้จะไม่ได้มีการกำหนดค่าอุณหภูมิที่ใช้ในการอ้างอิงหรือสูตรคำนวณที่ใช้ในการแก้ไขเอาไว้

IEEE Std C57.23.90 [51]

อุณหภูมิที่ใช้ในการอ้างอิงสำหรับ no-load loss คือ +20 °C ดูรายละเอียดเพิ่มเติมได้จาก IEEE C57.12.00 clause ที่ 5.9

การแก้ไขค่า no-load loss ที่วัดออกมาได้ไม่จำเป็นต้องทำถ้าตรงตามเงื่อนไขดังต่อไปนี้:

a) อุณหภูมิน้ำมันโดยเฉลี่ย (อุณหภูมิที่แท้จริงของโลหะโดยเฉลี่ย) อยู่ระหว่าง ±10 °C ของคุณหภูมิอ้างอิง

—
รูปที่ 6.5
ไดอะแกรมสภาวะความเป็นแม่เหล็ก

—
รูปที่ 6.6
ไดอะแกรม Oscillographic

—
รูปที่ 6.7
การเชื่อมต่อหม้อแปลงแบบเฟสเดียวสำหรับ การทดสอบ no-load loss; จ่ายไฟแบบแรงดันเฟส $L_1 - N$

b) ความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดของน้ำมันไม่เกิน 5 °C

แต่ถ้าไม่ตรงตามเงื่อนไขด้านบน ค่า no-load loss ที่วัดได้สามารถใช้อุณหูมิ 20 °C ที่กล่าวมาแล้วด้านบนในการอ้างอิงได้ โดยใช้ในสูตรสมการเอมพิริคัลดังต่อไปนี้:

$$P_0 = P_{0m} \cdot (1 + (\Theta - 20) \cdot K)$$

ที่อุณหภูมิอ้างอิง 20 °C
โดยที่:

P_0 = ค่า no-load loss ที่อุณหภูมิ 20 °C และอุณหภูมิโดยเฉลี่ยของน้ำมัน (อุณหภูมิโลหะ)

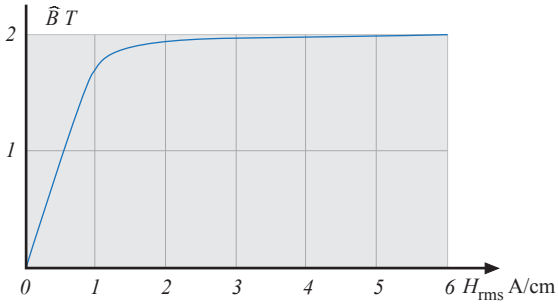
P_{0m} = ค่า no-load loss ที่อุณหภูมิน้ำมันโดยเฉลี่ย (อุณหภูมิโลหะ) ในระหว่างการทดสอบ

m = อุณหภูมิน้ำมันโดยเฉลี่ย (อุณหภูมิโลหะ) ในระหว่างการทดสอบ

K = ค่าสัมประสิทธิ์ของสมการเอมพิริคัล ให้ใช้ค่าคุณภาพของแกนโลหะ grain-oriented core ที่ 0.00065 ถ้าไม่มีค่าจริงให้ใช้

6.3.6 กระแสไฟฟ้าขณะที่หม้อแปลงยังไม่มีโหลดความต้านทาน

เนื่องจากลักษณะเฉพาะของสภาวะแม่เหล็กแบบ non-linear ของแกนในหม้อแปลงดังรูปภาพประกอบที่ 6.5 และค่า loss ของแกนโลหะที่สอดคล้องกับพื้นที่ภายใต้ลูป ดังรูปภาพประกอบที่ 6.3 จึงส่งผลทำให้ค่ากระแส no-load current เกิดความผิดเพี้ยนขึ้นอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้เมื่อมีแรงดันไฟฟ้า sinusoidal เข้ามาดังรูปภาพประกอบที่ 6.6 สำหรับหม้อแปลงที่มีขนาดเล็กกว่า ค่าของกระแส no-load current จะอยู่ที่ประมาณ 1% ถึง 5% ของค่ากระแสไฟฟ้าที่กำหนดเอาไว้ สำหรับหม้อแปลงขนาดใหญ่ จะอยู่ที่ 0.1% ถึง 0.3%

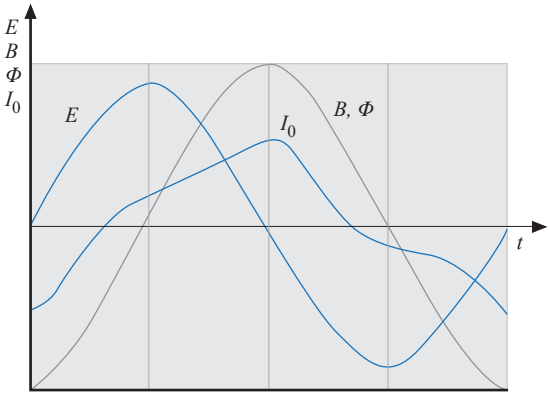


รูปที่ 6.5

$\hat{B}$ = ค่าเหนี่ยวนำแม่เหล็กสูงสุด

H_{rms} = ค่าความเข้มแม่เหล็ก

no-load current คือค่า r.m.s. ของกระแสไฟฟ้าที่วัดได้ในขณะที่กำลังทำการทดสอบ no-load loss



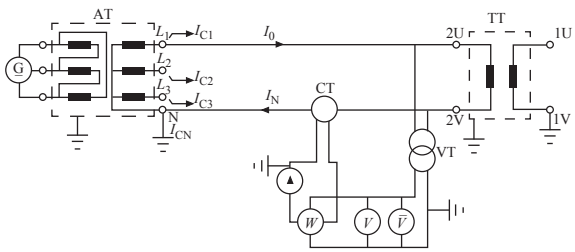
รูปที่ 6.6

กระแสไฟฟ้าที่ป้อนให้กับหม้อแปลงจะเป็นผลรวมของกระแสไฟฟ้าที่จำเป็นต่อการทำให้แกนโลหะมีสภาวะเป็นแม่เหล็กและค่ากระแส capacitive current ที่แสดงให้เห็นถึงความสามารถในการประจุกระแสไฟฟ้าของขดลวด สำหรับสภาวะความเป็นแม่เหล็กที่ต่ำ ค่า capacitive current จะเหนือกว่าโดยเฉพาะอย่างยิ่งในหม้อแปลงแรงดันสูง และผลที่ตามมายังทำให้กระแส no-load current ลดลงจนถึงค่าต่ำสุดเมื่อมีการเพิ่มแรงดันไฟฟ้า เมื่อใดก็ตามที่แรงดันไฟฟ้าเหนือกว่าค่ากระแสไฟฟ้าต่ำสุด ค่ากระแส no-load current ก็จะเพิ่มขึ้น

6.4 การวัดวงจร

6.4.1 หม้อแปลงไฟฟ้าแบบเฟสเดียว

ตำแหน่งของกราวด์ในวงจรอาจจะส่งผลทำให้ค่าของ no-load loss ที่วัดได้จากหม้อแปลงไฟฟ้าแบบเฟสเดียวเกิดความผิดพลาดขึ้นได้ จุดที่ทำให้เกิดความผิดพลาดคือกระแส capacitive earth current ซึ่งมีสาเหตุมาจาก parasitic capacitance หรือการเก็บประจุระหว่างลวดที่สายไฟ รวมไปถึงที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้าและที่ขดลวดของหม้อแปลงแบบ matching transformer ทางเดินของวงจรไปยังกราวด์สำหรับกระแสแต่ละชุดจะถูกต่อขั้วกราวด์เอาไว้บนตัวจ่ายไฟ ดูรายละเอียดเพิ่มเติมได้จากรูปภาพประกอบที่ 6.7 และรูปภาพประกอบที่ 6.9



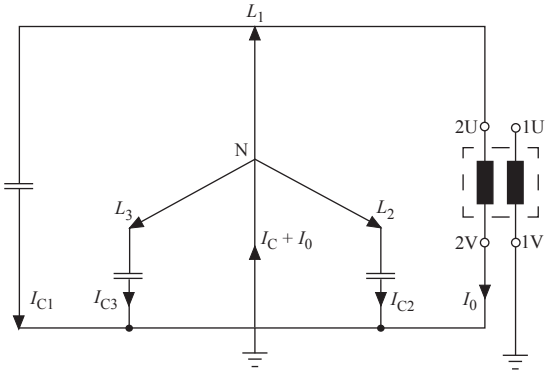
รูปที่ 6.7

—
รูปที่ 6.8
อิทธิพลของกระแสไฟฟ้า capacitance current; จ่ายไฟแบบแรงดันเฟส $L_1 - N$; ไดอะแกรมสมมูลของวงจรในรูปภาพประกอบที่ 6.7

—
รูปที่ 6.9
การต่อหม้อแปลงแบบเฟสเดียวสำหรับการทดสอบ no-load loss; จ่ายแรงดันไฟ $L_1 - L_3$

—
รูปที่ 6.10
อิทธิผลของกระแส capacitive current; จ่ายแรงดันไฟ $L_1 - L_3$; เป็นวงจรสมมูลของวงจรที่อยู่ในรูปภาพประกอบที่ 6.9

AT = หม้อแปลงแบบ matching
TT = หม้อแปลงที่อยู่ภายใต้การทดสอบ
CT = หม้อแปลงกระแส
VT = หม้อแปลงแรงดัน
$\bar{V}$ = r.m.s. โวลต์มิเตอร์
V = mean value โวลต์มิเตอร์
I_0 = กระแส no-load current
I_N = กระแส neutral current
$I_{C,C1\cdots3}$ = กระแส capacitive current



รูปที่ 6.8

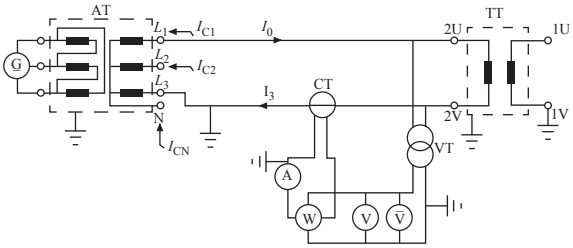
วงจรที่แสดงอยู่ในรูปภาพประกอบที่ 6.7 และไดอะแกรมวงจรสมมูลที่สัมพันธ์กันในรูปภาพประกอบที่ 6.8 ต่างก็แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์เมื่อมีการใช้เฟสที่ตัวจ่ายไฟแบบ neutral supply (L_1 - N)

ในบางกรณี ค่ากระแส no-load current I_0 จะได้รับผลกระทบจากผลของค่ากระแส capacitive current I_C โดยปกติแล้ว ค่ากระแส capacitive current ทั้งสามชุด ซึ่งก็คือ I_{C1} , I_{C2} และ I_{C3} มักจะมีขนาดที่ใกล้เคียงกัน และมีเฟสที่ต่างกันอยู่ 120° ในกรณีนี้ ผลลัพท์ของการรวมกระแสไฟฟ้าที่ได้จะออกมาเป็นศูนย์

ถ้าแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายเข้ามาไม่ได้มีศักย์ไฟฟ้าเดียวกับกราวด์ จะทำให้เกิดกระแสไฟฟ้ารั่วที่มีค่า I_c กระแสไฟฟ้าที่รั่วออกมานี้ สามารถส่งผลต่อค่ากระแส no-load current ทั้งนี้จะขึ้นอยู่กับตำแหน่งของขั้วกราวด์ สาเหตุของความผิดพลาดที่เกิดขึ้นสามารถป้องกันได้โดยการวางตำแหน่งของกราวด์เอาไว้ก่อนหม้อแปลงกระแสในส่วนของภาคจ่ายไฟ สำหรับวงจรที่ใช้ในการวัด จะแสดงอยู่ในรูปภาพประกอบที่ 6.9

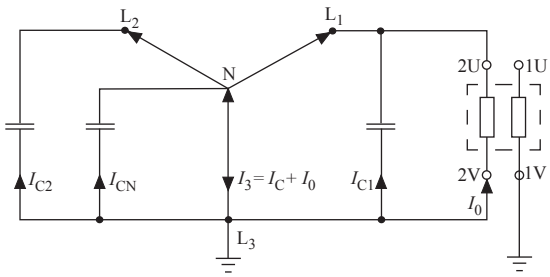
หม้อแปลงแบบ matching transformer จะทำหน้าที่ในการจ่ายแรงดันไฟฟ้าแบบ line-to-line เฟส L_1 และ L_3 ให้กับหม้อแปลงที่อยู่ภายใต้การทดสอบ สำหรับวงจรสมมูลที่สอดคล้องกัน ให้เปรียบเทียบกับรูปภาพประกอบที่ 6.10 ซึ่งจะแสดงผลกระทบของผลลัพท์กระแส I_c ที่อยู่บนกระแส no-load current I_0

แนวทางดังต่อไปนี้จะสามารถนำไปใช้ได้เมื่อทำการวัดกระแสแบบ no-load บนหม้อแปลงแบบเฟสเดียวที่มีขั้วต่อกราวด์อยู่บนด้านจ่ายไฟ หลังจากนั้นหม้อแปลงกระแสจะถูกต่อเข้ากับด้านที่ไม่มีกราวด์ ถ้าไม่สามารถทำได้อันเนื่องมาจากค่าแรงดันไฟฟ้าที่ใช้ในการทำงานของหม้อแปลง เราสามารถที่จะทำการเชื่อมต่อในสายเคเบิ้ลจ่ายไฟที่ต่อกราวด์เอาไว้อยู่แล้วแทนได้ ถ้ากราวด์ถูกต่อเอาไว้ก่อนหม้อแปลงเหมือนที่เห็นในฝั่งของตัวจ่ายไฟ



รูปที่ 6.9

I_3 = กระแสไฟฟ้าที่เป็นผลลัพท์
$I_{C, CN, C1...3}$ = กระแส capacitive current



รูปที่ 6.10

(โปรดติดตามต่อฉบับหน้า)

Weekend

ชวนเที่ยว "สังขละบุรี" ยลเสน่ห์วิถีมอญ แห่งดินแดงฝั่งตะวันตก

"กาญจนบุรี" เป็นจังหวัดที่มีพื้นที่ขนาดใหญ่เป็นอันดับสามของประเทศ อยู่ห่างจากกรุงเทพฯ ไปทางทิศตะวันตกประมาณ 129 กิโลเมตร เป็นพื้นที่ที่มีธรรมชาติป่าเขาเขียวขจีอันงดงาม รวมถึงสถานที่ท่องเที่ยวสำคัญทางประวัติศาสตร์ที่น่าสนใจหลากหลายแห่ง

เมื่อมาถึงกาญจนบุรีแล้วจะต้องไม่พลาดไปเยือน "สังขละบุรี" ซึ่งเป็นอำเภอหน้าด่าน เมืองชายแดนที่ล้อมรอบด้วยขุนเขาและป่าไม้เขียวขจี ขึ้นชื่อว่าเป็นเมืองที่ผสมผสานชาติพันธุ์ต่างๆ เข้าไว้ด้วยกันอย่างกลมกลืน ก็คือ ชาวไทยและชาวมอญ ซึ่งชาวมอญสังขละบุรีนี้ได้อพยพย้ายถิ่นฐานมาจากฝั่งพม่าตั้งรกรากอยู่ที่สังขละบุรี กระทั่งมีการสร้างเขื่อน ชาวมอญจึงต้องย้ายจากเมืองสังขละเก่าที่ถูกน้ำในเขื่อนท่วม ขึ้นมาอยู่ยังเมืองสังขละจวบจนถึงปัจจุบัน

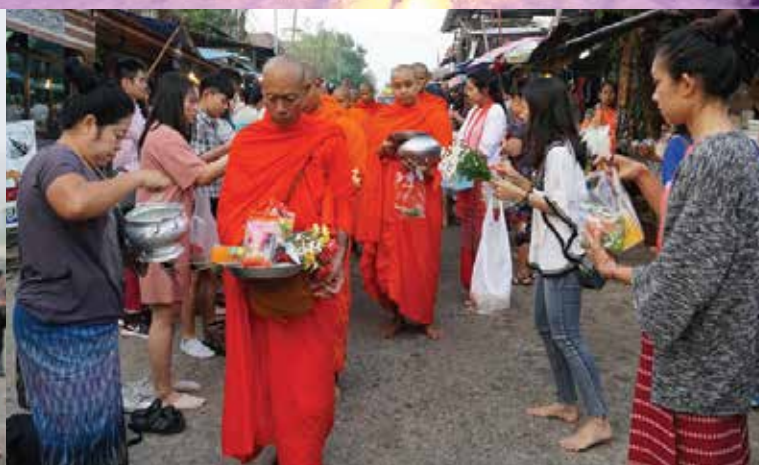
นักท่องเที่ยวที่มาสังขละบุรีจะได้มีโอกาสสัมผัสกับวิถีชีวิตและขนบธรรมเนียมดั้งเดิมของหลายชนชาติ เช่น มอญและกระเหรี่ยง และจะได้เพลิดเพลินไปกับเส้นทางที่ปกคลุมไปด้วยป่าไม้ และช่วงนี้กำลังชุ่มฉ่ำไปด้วยสายฝน เป็นช่วงฤดูที่มีทั้งความฉ่ำเย็นและมีสายหมอกอันน่าหลงใหลปกคลุมเมืองอันสงบงามแห่งนี้

สำหรับจุดไฮไลท์ที่น่าสนใจเมื่อได้มาเที่ยวที่นี่ก็คือ "สะพานอุตตมานุสรณ์" หรือที่เรารู้จักกันก็คือ "สะพานมอญ" ที่สร้างขึ้นในปี พ.ศ. 2538 เพื่อให้ชาวบ้านใช้เป็นสะพานข้ามแม่น้ำซองกาเลีย เดินทางไปมาหาสู่กันระหว่างฝั่งไทยและฝั่งมอญ โดยมีหลวงพ่ออุตตมะเป็นผู้ดำเนินการสร้าง ซึ่งตัวสะพานมีความยาว 850 เมตร นับว่าเป็นสะพานไม้ที่ยาวที่สุดในประเทศไทย

ความงดงามของสะพานที่ทอดยาวไปยังอีกฝั่ง ถือเป็นมนต์เสน่ห์ที่ชวนหลงใหลให้ได้มาสัมผัสกันสักครั้ง เมื่อใครได้มาเที่ยวแล้วก็มักจะแวะถ่ายรูปกับมุมสวยๆ ให้เห็นทั้งสะพานไม้ บ้านเรือน ป่าเขา และสายน้ำ ไหนๆ ก็ได้มาชมความงดงามของสะพานมอญแล้ว หากจะให้ได้บรรยากาศเพิ่มมากขึ้นไปอีก ขอแนะนำให้ซื้อหรือหาเช่าชุดมอญมาถ่ายรูปบนสะพานไม้ เพื่อเพิ่มความกลมกลืนให้เข้ากับวิถีชีวิตความเป็นอยู่ และสร้างความประทับใจจดจำไว้ในภาพถ่ายอีกด้วย

บริเวณสะพานไม้ในฝั่งมอญ เป็นจุดที่มีนักท่องเที่ยวมารอใส่บาตรกันเป็นจำนวนมาก และพ่อค้าแม่ค้าแถวนั้นก็จัดเตรียมชุดใส่บาตรอันประกอบด้วยขันใส่ข้าว ผลไม้ น้ำดื่ม และดอกไม้ไว้ให้ซื้อหาใส่บาตรพระด้วยเช่นกัน

นอกจากสะพานมอญที่ถือเป็นแลนด์มาร์กสำคัญของสังขละบุรีแล้ว ต้องไม่พลาดการนั่งเรือหรือนั่งแพไปชม "วัดเก่า" หรือ "วัดวังก์วิเวการาม" (หลังเก่า) ซึ่งตั้งอยู่ใกล้กับบริเวณที่เรียกว่า "สามประสบ" ซึ่งหมายถึงจุดที่แม่น้ำ 3 สายไหลมารวมกัน ได้แก่ แม่น้ำซองกาเลีย แม่น้ำรันตี และแม่น้ำบีคลี่ แม่น้ำทั้งสามสายไหลรวมต่อกันไปเป็นแม่น้ำแควน้อย ที่ปัจจุบันถูก



กั้นด้วยเขื่อนเขาแหลม โดยหลังจากการสร้างเขื่อนและปล่อยน้ำเข้าเขื่อนในปี 2527 ทำให้วัดเก่าจมอยู่ใต้น้ำและหลวงพ่ออุตตมะได้ขึ้นมาสร้างวัดใหม่บนเนินเขาที่ตั้งปัจจุบัน ส่วน "วัดวังก์วิเวการาม" ที่สร้างขึ้นในปัจจุบัน ถือเป็นศูนย์รวมความศรัทธาของผู้คนหลากหลายเชื้อชาติ สร้างขึ้นโดยหลวงพ่ออุตตมะ พระเกจิชื่อดังที่ทั้งชาวไทย กระเหรี่ยง มอญ ให้ความเคารพนับถือเสมอมา โดยท่านได้ร่วมมือกับชาวบ้าน สร้างวัดนี้ขึ้นตามแบบศิลปะพม่าในปี พ.ศ.2496

ภายในบริเวณวัดยังมีสถานที่น่าสนใจหลายแห่ง เช่น พระพุทธรูปหินอ่อนสีขาวสวยงาม ที่ชาวบ้านเรียกว่า หลวงพ่อขาว และมีการโชว์ภาพถ่ายเล่าเรื่องราวของชาวมอญ รวมถึงภาพสะพานมอญในอดีตให้ได้ชมกันอย่างเพลิดเพลิน

นอกจากนั้นยังมี "เจดีย์พุทธคยา" บนฝั่งมอญ เจดีย์องค์นี้เป็นเจดีย์ขนาดใหญ่ บนยอดเจดีย์ประดับด้วยฉัตรทองคำหนัก 400 บาท ซึ่งภายในนั้นประดิษฐานพระบรมสารีริกธาตุที่หลวงพ่ออุตตมะอัญเชิญมาจากประเทศศรีลังกา เจดีย์องค์นี้จึงสร้างโดยจำลองแบบมาจากเจดีย์ที่พุทธคยา ลักษณะฐานเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัส ตัวเจดีย์สีทองอร่าม มีลวดลายปูนปั้นและพระพุทธรูปปางต่างๆ วางเรียงรายอยู่โดยรอบองค์เจดีย์ ภายในบรรจุพระบรมสารีริกธาตุส่วนที่เป็นกระดูกนิ้วหัวแม่มือด้านขวา เจดีย์พุทธคยาองค์นี้ เป็นที่เคารพสักการะของชาวมอญสังขละเป็นอันมาก และยังมีนักท่องเที่ยวเข้ามาสักการะและชมความงามของเจดีย์ไม่ขาดสาย โดยพื้นที่ว่างด้านหน้าองค์เจดีย์ที่เป็นลานกว้าง เป็นสถานที่ประกอบกิจกรรมสำคัญทางศาสนา อาทิ งานรดน้ำต้นโพธิ์ในช่วงวันวิสาขบูชา รวมไปถึงเป็นลานกิจกรรมประเพณีของชาวมอญสังขละอีกด้วย

และใกล้กันยังเป็นแหล่งรวมร้านค้าที่ชาวมอญนำสินค้าท้องถิ่นเข้ามาขาย ไม่ว่าจะเป็นผ้าทอ แป้งพม่า เครื่องไม้ ในราคาย่อมเยา ให้นักท่องเที่ยวได้เลือกซื้อเป็นของฝาก ของที่ระลึกกลับไปฝากเพื่อนฝูงหรือคนในครอบครัวด้วย

หากใครได้มาท่องเที่ยวที่สังขละบุรีแล้ว จะต้องหลงใหลกับความงดงามของสถานที่ท่องเที่ยว บรรยากาศ รวมถึงความเป็นอันเรียบง่ายของผู้คนชาวมอญ จนอยากจะกลับไปเที่ยวอีกครั้งอย่างแน่นอน

ที่มา : http://mgronline/travel

Health & Wellness

โรคขาดวิตามิน A

วิตามินเป็นสารประกอบอินทรีย์ ซึ่งเป็นสารอาหารสำคัญที่สิ่งมีชีวิตต้องการในปริมาณเล็กน้อย มีหน้าที่ช่วยการทำงานของระบบต่างๆ ในร่างกาย ช่วยขับเคลื่อนให้ร่างกายทำงานได้ตามปกติ เมื่อเราบริโภคอาหารซึ่งมีวิตามินเป็นส่วนประกอบ อาหารจะถูกดูดซึมเข้าสู่ร่างกาย และถูกนำไปใช้เสริมสร้างและซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอ นอกจากนี้ วิตามินยังช่วยให้ระบบประสาทสั่งงานไปยังอวัยวะต่างๆ ได้เป็นอย่างดี หากการสั่งงานจากระบบประสาทใช้งานไม่ได้ การทำงานของอวัยวะต่างๆ จะสูญเสียไป

วิตามินเอ จัดเป็นวิตามินชนิดหนึ่งที่สามารถละลายในไขมันได้ มีบทบาทสำคัญต่อระบบการมองเห็น การเจริญเติบโต การสร้างภูมิคุ้มกันโรค รวมทั้งการเปลี่ยนแปลงของเซลล์เยื่อบุผิวต่างๆ แหล่งอาหารที่มีวิตามินเอสูงได้แก่ ตับ ไข่แดง นม เนื้อสัตว์ ผักใบเขียวเข้ม ผักผลไม้สีเหลืองและสีส้ม เช่น ฟักทอง มะเขือเทศ มะละกอสุก พริก เป็นต้น

โรคขาดวิตามินเอ มักพบบ่อยในเด็ก สาเหตุของการขาดวิตามินเอส่วนใหญ่มาจากการขาดอาหาร โดยเฉพาะผู้ที่ไม่นิยมทานผักผลไม้ รวมถึงผู้ที่ขาดวิตามินเอโดยไม่ตั้งใจจากโรคท้องร่วงเรื้อรัง โรคตับอ่อนอักเสบ และท่อน้ำดีอุดตันร่วมด้วย และเมื่อร่างกายไม่ได้รับการเติมวิตามินเอตามที่ควรจะเป็น จึงส่งผลให้เกิดอาการดังนี้

1. มองไม่เห็นในที่แสงน้อย หรือที่เรียกว่า อาการตาบอดสีในเวลากลางคืน แม้ว่าโดยธรรมชาติของคนเราจะสามารถปรับสายตาให้เข้ากับความมืดได้ แต่ในกรณีนี้จะทำให้สายตาไม่คมชัดเท่าเดิม เรียกว่า ตาฟางก็ไม่ผิด

2. เยื่อบุตาแห้ง หรืออาการตาแห้ง อาจมีเมือกเหนียวในตาหรือรอบดวงตา มีอาการระคายเคือง กรณีที่เยื่อบุตาแห้งอย่างรุนแรง จะส่งผลให้ตาขาวแห้งและมีรอยย่น ซึ่งแม้ว่าจะสามารถมองเห็นได้ตามปกติ แต่จะสุ่มเสี่ยงต่อการติดเชื้อได้ง่ายกว่าปกติเช่นกัน

3. อาการตาวุ้น พบได้หลังระยะตาแห้งไปแล้ว โดยจะมีอาการลักษณะตาขุ่น เหลว เนื่องจากดวงตาได้รับการติดเชื้อหรือติดเชื้อได้ง่ายและไวกว่าอาการตาแห้ง ควรเข้ารับการรักษาในทันที

4. โรคผิวหนัง เนื่องจากวิตามินเอมีส่วนสำคัญในการรักษาสภาพเยื่อบุผิวหนัง การขาดวิตามินเอจึงทำให้ผิวพรรณขาดความชุ่มชื้นและหยาบกร้านได้ โดยเฉพาะผิวหนังบริเวณข้อศอก ตาตุ่มและข้อต่อต่างๆ อาจนำไปสู่โรคทางผิวหนัง เช่น สิวและการติดเชื้อทางผิวหนังได้

5. ภูมิต้านทานต่ำ การขาดวิตามินเอ ทำให้เกิดโรคติดเชื้อในระบบทางเดินหายใจได้ง่าย และทำให้เกิดการอักเสบในโพรงจมูก ช่องปาก คอ และที่ต่อมน้ำลายได้ ทั้งยังส่งผลให้ติดเชื้อไวรัส ทำให้เป็นหวัดง่าย

ความรุนแรงของภาวะขาดวิตามินเออาจส่งผลให้ตาบอดได้ ดังนั้น เมื่อทราบวิธีดูแลรักษาแล้ว ควรพยายามถนอมและหมั่นบำรุงสายตาด้วยวิตามินชนิดต่างๆ โดยเฉพาะวิตามินเอ เพื่อลดความเสื่อมของสายตาที่มาก่อนอายุขัยอันควร อีกทั้งการลดพฤติกรรมติดหน้าจอ เช่น งดมองหน้าจอในที่มืด ลดความสว่างหน้าจอ ไม่จดจ่อกับหน้าจอนานเกิน 8 ชั่วโมง

ที่มา : www.thaihealth.or.th

Movement

01 ABB ร่วมงานสัมมนาวิชาการ Energy Symposium 2018

เอบีบี ร่วมจัดแสดงนิทรรศการนวัตกรรม Energy Fair ในงานสัมมนาวิชาการประจำปี Energy Symposium 2018 ซึ่งจัดขึ้นโดยสถาบันพลังงานเพื่ออุตสาหกรรม สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย เพื่อให้ผู้ประกอบการภาคอุตสาหกรรมและผู้ที่สนใจทั่วไปได้รับทราบถึงนโยบายนวัตกรรมด้านพลังงาน ในการเพิ่มศักยภาพและโอกาสทางการแข่งขันต่อไป โดยเอบีบีได้นำเสนอ ABB Ability นวัตกรรมด้านพลังงานเพื่อตอบสนองความต้องการของอุตสาหกรรมที่กำลังเปลี่ยนผ่านโมเดลธุรกิจให้สามารถใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีระบบ Digitalization ที่เข้ามามีบทบาทสำคัญในการเพิ่มประสิทธิภาพการบริหารจัดการพลังงานและการดำเนินงานที่รวดเร็ว ทั้งนี้ได้รับเกียรติจาก ดร. ศิริ จิระพงษ์พันธ์ รัฐมนตรีว่าการกระทรวงพลังงานมาเป็นประธานเปิดงานและได้ให้เกียรติเยี่ยมชมนวัตกรรมของบริษัทฯ ณ ห้องวิภาวดีรูม โรงแรมเซ็นทารา แกรนด์ แอท เซ็นทรัลพลาซ่า ลาดพร้าว

02 ABB จัดงาน Food & Beverage Industry Revolution 4.0

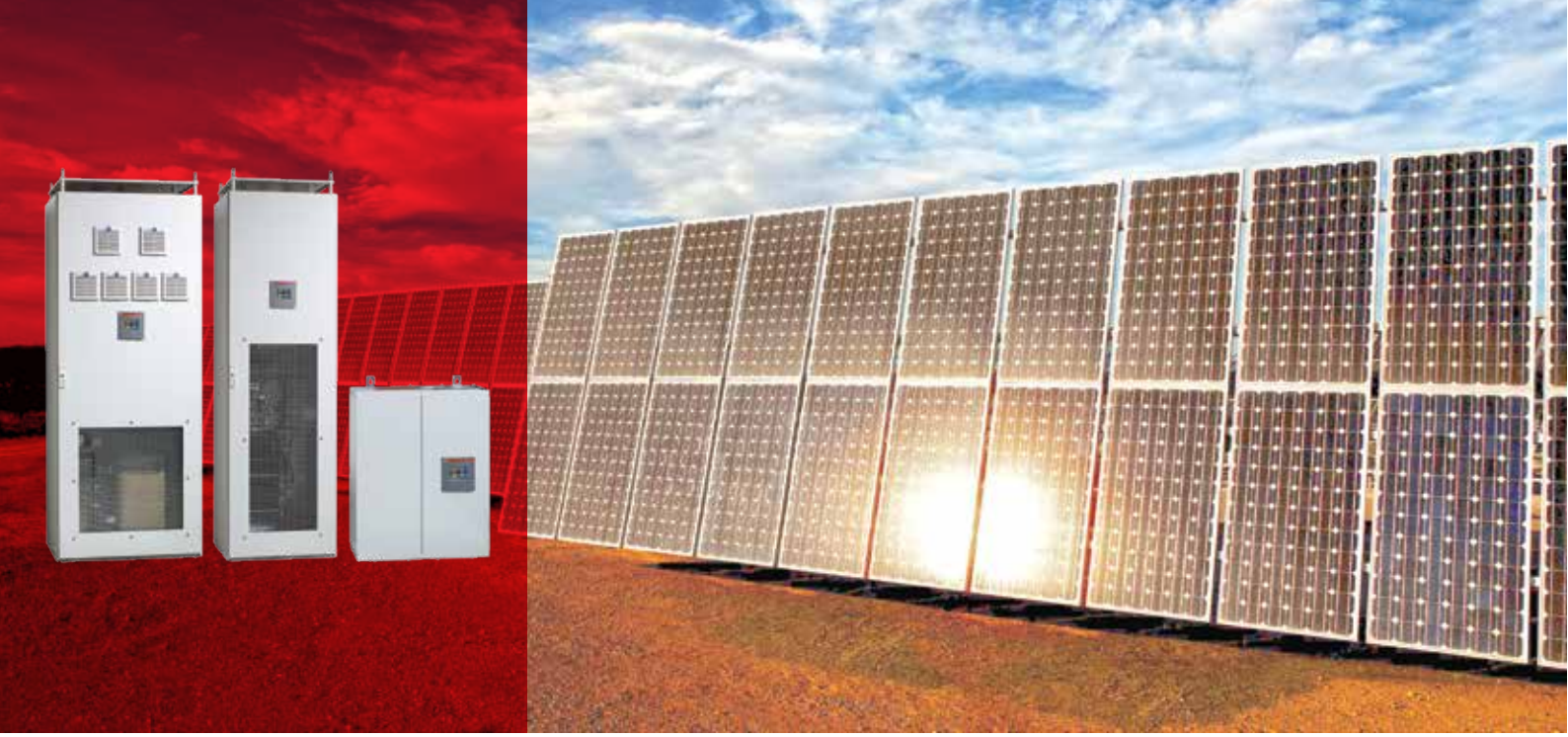
เอบีบี จัดงาน Food & Beverage Industry Revolution 4.0 by ABB Digitalization Technology and Innovation ณ The Hall, City park จังหวัดอยุธยา โดยมีผู้ที่อยู่ในกลุ่มอุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่มให้ความสนใจ และเข้าร่วมงานสัมมนากว่า 350 คน ภายในงาน เอบีบีได้นำนวัตกรรมที่เหมาะกับอุตสาหกรรมการผลิตอาหารและเครื่องดื่มในยุค 4.0 มาจัดแสดงพร้อมกับวิศวกรผู้เชี่ยวชาญมาให้ความรู้และคำปรึกษากันอย่างใกล้ชิด นอกจากนี้ยังมีการจัดสัมมนาให้ความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีและแนวทางการเติบโตของอุตสาหกรรมทางด้านอาหารและเครื่องดื่ม ด้วยนวัตกรรมและเทคโนโลยีในยุคดิจิทัล

03 ABB มอบรางวัล Top Sales Award 2017

เอบีบี โดยคุณกำชัย เลิศธีระกุล Vice President, Power Grids Division ให้เกียรติมอบรางวัล Top Sales Award 2017 ให้แก่ผู้ที่สร้างยอดขายคาแพซิเตอร์สูงสุดประจำปี 2017 จากแคมเปญ ABB Sales Competition ภายใต้ชื่อโครงการ “Ms./Mr.Capacitors Program – EP/CNABB ซึ่งหน่วยงาน Capacitors & Filters ประเทศไทย จัดการแข่งขันขึ้นในประเทศจีน เพื่อสร้างความร่วมมืออันดีในการส่งออกผลิตภัณฑ์คาแพซิเตอร์ที่ผลิตจากโรงงานเอบีบีประเทศไทย ไปขายยังประเทศจีน ซึ่งผู้ได้รับรางวัลทั้งหมดยังได้รับสิทธิ์ในการเยี่ยมชมโรงงานผลิต พร้อมได้รับการฝึกอบรมเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์คาแพซิเตอร์ที่ประเทศไทยอีกด้วย

04 ABB สนับสนุนการจัดงานประชุมวิชาการ IEEE PES GTD ASIA 2019

เอบีบี ประกาศให้การสนับสนุนอย่างเป็นทางการ ร่วมเป็นส่วนหนึ่งของงานประชุมวิชาการและนิทรรศการระดับนานาชาติ IEEE PES Generation Transmission and Distribution (GTD) Grand International Conference and Exposition Asia 2019 (IEEE PES GTD ASIA 2019) ซึ่งจะจัดขึ้นระหว่างวันที่ 19-23 มีนาคม พ.ศ. 2562 ณ ศูนย์นิทรรศการและการประชุมไบเทค โดยงานดังกล่าว จะเป็นการรวมการจัดงาน Power Generation (PG Asia) งาน Transmission and Distribution (T&D Asia) และงาน Renewable Energy (RE Asia) โดยมีหัวข้อในการประชุมวิชาการที่ครอบคลุมทั้งระบบผลิต ระบบส่ง และระบบจำหน่ายไฟฟ้า การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนและอุตสาหกรรมที่เกี่ยวเนื่อง รวมทั้งการจัดแสดงนิทรรศการด้านเทคโนโลยีในหัวข้อเดียวกันจากบริษัทและองค์กรชั้นนำ ซึ่งจะเป็นการกระตุ้นการพัฒนางานวิจัยและนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีไฟฟ้าและพลังงานของประเทศให้ก้าวสู่ระดับสากลอย่างเป็นรูปธรรม



Energy Storage Inverters

A reliable partner for your storage device.

Energy Storage Inverters (ESI) เป็นอุปกรณ์แปลงกระแสไฟฟ้าแบบสองทิศทาง โดยสามารถแปลงกระแสไฟฟ้าสลับ (AC) เป็นกระแสไฟฟ้าตรง (DC) เพื่อเก็บพลังงานในแบตเตอรี่ (charging) หรือใช้พลังงานจากแบตเตอรี่ (discharging) โดยแปลงกระไฟฟ้าตรง (DC) จากแบตเตอรี่เป็นกระแสไฟฟ้าสลับ (AC) เพื่อจ่ายให้อุปกรณ์ไฟฟ้าหรือระบบไฟฟ้า

คุณสมบัติเด่น

- เป็นอุปกรณ์แปลงกระแสไฟฟ้าแบบสองทิศทาง (Bidirectional Inverter)
- เป็นอุปกรณ์แปลงกระแสไฟฟ้าที่สามารถเพิ่มคุณภาพไฟฟ้าได้ โดยสามารถกำจัดฮาร์มอนิก, ควบคุมกำลังไฟฟ้าในแต่ละเฟส (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
- มีขนาดมาตรฐานที่สามารถต่อร่วมกันได้หลายตัว หากต้องการเพิ่มขนาดกำลังไฟฟ้า **abb.co.th**