

power quality

Special|2017
Integrating renewables



-
- 06 – 13 **Capital questions**
 - 40 – 45 **Energy storage**
 - 46 – 51 **Consulting the grid code**
 - 64 – 69 **Optimizing energy flows**



Energy storage

ประโยชน์ที่เหนือกว่าการเชื่อมโยง
พลังงานหมุนเวียน

Virtual reality

เสมือนจริง



Symphony orchestrates

ซีมโฟนี ออร์เคสตรา



Absolut zero invasion

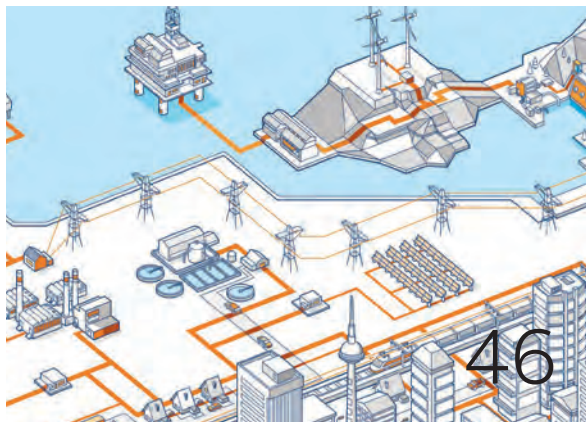
การวัดอุณหภูมิแบบไม่รุกรานของบริษัท



Regulating life's ups and downs

การคุมค่าขึ้นและลงของแรงดัน





Consulting the grid code

ที่ปรึกษาจากกฎระเบียบการเชื่อมโยงโครงข่ายไฟฟ้า

Optimizing energy flows

การไหลของพลังงานอย่างเหมาะสมที่สุด



06 Capital questions

พูดคุยเกี่ยวกับเงินทุน

14 Symphony orchestrates

ซิมโฟนี ออร์เคสตรา

19 Changing wind

การเปลี่ยนแปลงของพลังงานลม

24 Virtual reality

เสมือนจริง

28 Potential improvement

การปรับปรุงศักยภาพ

34 Regulating life's ups and downs

การคุมค่าขึ้นและลงของแรงดัน

40 Energy storage

ประโยชน์ที่เหนือกว่าการเชื่อมโยงพลังงานหมุนเวียน

46 Consulting the grid code

ที่ปรึกษาจากกฎระเบียบการเชื่อมโยงโครงข่ายไฟฟ้า

52 Balance the swing

การแกว่งอย่างสมดุล

58 Absolut zero invasion

การวัดอุณหภูมิแบบไม่รุกรานของบริษัท Absolut

64 Optimizing energy flows

การไหลของพลังงานอย่างเหมาะสมที่สุด

การจัดสมดุลระหว่างแหล่งจ่ายและความต้องการพลังงาน
ที่แปรเปลี่ยนไปย่อมมีความท้าทายอยู่เสมอ แต่ในหลายๆ
ประเทศการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนกำลังเติบโต
และได้เป็นส่วนของการผลิตไฟฟ้าโดยรวมทั้งหมด จึงเป็นการ
ยิ่งเพิ่มความท้าทายนี้ด้วย การสนองตอบต่อสิ่งนี้ ABB ได้ช่วย
สนับสนุนลูกค้าโดยตลอดทั้งห่วงโซ่คุณค่าของระบบไฟฟ้า
โดยสมบูรณ์ จากการเป็นที่ปรึกษาการผลิตไฟฟ้าและการ
ต่อเชื่อมกับระบบส่ง การเฝ้าตรวจและควบคุม พร้อมทั้งการ
บำรุงรักษาและการปฏิบัติการณ์อย่างเหมาะสมที่สุด



บรรณาธิการ

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

การบูรณาการพลังงานหมุนเวียน

ท่านผู้อ่านที่รัก
เป็นที่ประจักษ์แล้วว่าในทศวรรษที่ผ่านมาได้มีการเปลี่ยนแปลงไปสู่การใช้พลังงานหมุนเวียน จากเมื่อก่อนยังเป็นการผลิตไฟฟ้าในรูปแบบการทดลองและเป็นอุดมคติที่ได้เปลี่ยนเป็นการยอมรับ และขณะนี้ไม่เพียงมีสัดส่วนในการผลิตไฟฟ้าทั้งหมดมากขึ้น แต่ยังสามารถมีราคาที่แข่งขันในตลาดพลังงานได้ด้วย

การรองรับพลังงานหมุนเวียนเป็นสิ่งสำคัญของเอเปคที่ได้ให้ปฏิญญาไว้ (โดยนายอูลริช สพิทโฮเฟอร์, ประธานเจ้าหน้าที่บริหาร, ABB) เพื่อช่วย “โลกให้ดำรงอยู่โดยไม่เบียดบังทรัพยากร” ในมุมมองของเรา อัตราการเติบโตของพลังงานหมุนเวียนในอนาคตขึ้นอยู่กับสองเสาหลัก

เสาแรกคือ ต้นทุนที่มีประสิทธิภาพ ถ้าพลังงานหมุนเวียนขยายมากยิ่งขึ้น ย่อมต้องการการดึงดูดเงินทุนอย่างต่อเนื่อง นั่นหมายความว่านักลงทุนต้องเล็งเห็นผลตอบแทนที่แข่งขันได้ การเสนอข้อเสนอมี่ความดึงดูดเชิงเศรษฐศาสตร์ไม่เพียงทำให้ได้ราคาการจัดซื้อขั้นต้นที่เหมาะสม แต่ยังคงครอบคลุมไปถึงค่าใช้จ่ายทั้งหมดตลอดวงจรชีวิตของอุปกรณ์และระบบ รวมถึงแง่มุมอื่นๆ เช่น การบริการ ความเชื่อถือได้และการหลีกเลี่ยงเหตุขัดข้องจนต้องหยุดการทำงานที่ไม่อยู่ในแผนงาน

เสาหลักที่สองคือ การบูรณาการพลังงานหมุนเวียนเข้าสู่โครงข่ายไฟฟ้า ซึ่งโครงข่ายไฟฟ้าต้องจัดการกับแหล่งพลังงานใช้ผลิตไฟฟ้าที่ไม่แน่นอน (โดยเฉพาะในกรณีของลม) และยังคงส่งพลังงานจากบริเวณที่โครงข่ายไฟฟ้าไม่ได้จัดเตรียม

แผนรองรับกับปริมาณพลังงานเหล่านี้ ABB มีความเชี่ยวชาญในการบูรณาการโครงข่ายไฟฟ้า มีประสบการณ์อย่างดีมาโดยตลอด 100 ปี ในการพัฒนาและปรับปรุงโครงข่ายไฟฟ้าระบบส่งและจำหน่าย

วารสารฉบับนี้มีบทความกล่าวถึงทั้งสองเสาหลักดังกล่าว บทความหลักคือการสัมภาษณ์ Gerard Reid พันธมิตรผู้ก่อตั้ง Alexa Capital ซึ่งท่านได้ให้สัมภาษณ์เกี่ยวกับการเติบโตของพลังงานหมุนเวียนและการท้าทายที่ไม่หยุดยั้ง โดยเฉพาะในแง่ของความสัมพันธ์เงินทุนและกฎระเบียบ

ทางด้านการสนับสนุนการผลิตของพลังงานหมุนเวียน เรามองไปที่การควบคุมและทิศทางการผลิตให้ได้อย่างเหมาะสมที่สุด ครอบคลุมไปถึงความมั่นคงของโครงข่ายไฟฟ้าพร้อมกับการใช้ระบบสะสมพลังงานแก้ไขปัญหาค่า และข้อกำหนดในการเชื่อมต่อโครงข่ายไฟฟ้า

ต่อจากเรื่องที่เกี่ยวข้องกับพลังงานหมุนเวียนโดยตรง ฉบับนี้ยังตีพิมพ์บทความเกี่ยวกับการแกว่งโดยกล่าวถึงการแกว่งระหว่างพื้นที่ในโครงข่ายไฟฟ้า เรายังมีเรื่องราววิธีการวัดแบบไม่รุกรานในโรงกลั่นสุราออกก้า และการจัดรูปแบบการไหลของพลังงานในโรงงานเหล็ก

ขอให้สนุกเพลิดเพลินไปกับการอ่าน

แนะนำผู้แปลบทความ

เรืออากาศตรี ดร.โตศักดิ์ ทัศนานุตริยะ สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีทางด้านวิทยาศาสตร์ สาขาคอมพิวเตอร์ และวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า (ไฟฟ้ากำลัง) ปริญญาโทและปริญญาเอกทางด้านวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า เข้ารับการศึกษา อบรม และดูงานเพิ่มเติมอีกหลากหลายหลักสูตรในประเทศต่างๆ ทั้งในทวีปอเมริกา ยุโรป ออสเตรเลีย และเอเชียรวมกว่า 30 ประเทศ มีประสบการณ์การทำงานด้านการวางแผน วิศวกรรม พัฒนาระบบ และที่ปรึกษาทั้งระบบผลิต ส่ง และจำหน่ายไฟฟ้าให้กับภาคไฟฟ้าในประเทศและการไฟฟ้าในต่างประเทศ เป็นผู้บุกเบิกธุรกิจผลิตไฟฟ้า ณ จุดใช้งาน ทั้งระบบโคเจนเนอเรชัน และระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนให้กับ กฟน. มีบทความงานวิจัยที่ได้นำเสนอในการประชุมวิชาการนานาชาติและตีพิมพ์ในวารสารระดับนานาชาติมากกว่า 30 บทความ อีกทั้งเป็นผู้เขียนตำราทางด้านวิศวกรรมไฟฟ้า 5 เล่ม และเป็นอาจารย์พิเศษบรรยายทางด้านวิศวกรรมไฟฟ้าใน

มหาวิทยาลัย และวิทยากรรับเชิญบรรยายทางด้านไฟฟ้าและพลังงานให้องค์กรภาครัฐและเอกชน ตลอด 10 ปีที่ผ่านมาได้ร่วมทำงานในองค์กรวิชาชีพทางวิศวกรรมโดยเป็นกรรมการบริหารสถาบันวิศวกรไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์แห่งประเทศไทย (IEEE Thailand Section) และ IEEE Power and Energy Society – Thailand รวมถึงเป็นกรรมการบริหารและประธานคณะกรรมการวิชาการ สมาคมอุตสาหกรรมไฟฟ้าแห่งประเทศไทย (TESIA) ในการผลักดันให้เกิดการถ่ายทอดความรู้และประสบการณ์ทางด้านไฟฟ้าและพลังงานให้กับคนในชาติเป็นผลสำเร็จ ปัจจุบันได้พัฒนานวัตกรรมเพื่อรองรับระบบโครงข่ายไฟฟ้าอัจฉริยะ (Smart Grid) โดยได้รับทุนอุดหนุนโครงการนวัตกรรม ในโครงการ “แปลงเทคโนโลยีเป็นทุน” ของสำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ ซึ่งนวัตกรรมนี้สามารถใช้ประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ 10 - 30% และได้ผลิตในเชิงพาณิชย์แล้วโดยได้ต่อยอดเป็นนวัตกรรมใหม่

Capital questions

พูดคุยเกี่ยวกับเงินทุน

ทำไมอนาคตของพลังงานหมุนเวียนจึงขึ้นอยู่กับ
มูลค่าการลงทุน และคำถามอื่นๆ เกี่ยวกับ
พลังงานหมุนเวียน

ABB Review ได้สัมภาษณ์ Gerard Reid พันธมิตร
ผู้ก่อตั้ง Alexa Capital และ Jochen Kreusel
หัวหน้าภาคอุตสาหกรรมสมรรถนะกริดของ ABB เกี่ยวกับ
พลังงานหมุนเวียนและโมเดลของธุรกิจใหม่ๆ ในภาคพลังงาน

ABB Review (AR): การเปลี่ยนแปลงของพลังงานหมุนเวียน
ที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วตามรูปที่ 1 มีอะไรเป็นตัวขับเคลื่อน
ของการพัฒนา?

Gerard Reid (GR): จริงๆ แล้วเราจะได้เห็นการมีบทบาท
ของพลังงานหมุนเวียนไปทั่วโลก หากปราศจากข้อบังคับของ
รัฐบาล โดยเฉพาะในยุโรปนี่คือปัจจัยหลักในการขับเคลื่อน
ดังแสดงในรูปที่ 2

มีสองปัจจัยอื่นๆ ที่สำคัญ หนึ่งในนั้นคือ ราคาของเทคโนโลยี
เราจะเห็นการลดลงอย่างรวดเร็วในต้นทุน โดยเฉพาะเซลล์
แสงอาทิตย์และกังหันลม ด้วยเทคโนโลยีของพลังงานหมุน
เวียนกำลังมีราคาถูกลงอย่างรวดเร็วตามรูปที่ 3

ส่วนอีกปัจจัยหนึ่งคือ ความก้าวหน้าทางกลยุทธ์ของเทคโนโลยี
ไม่ได้หมายถึงเพียงเฉพาะเทคโนโลยีพลังงานหมุนเวียน แต่จะ
มีการบูรณาการรวมเป็นระบบได้อย่างไร ในสิบปีที่ผ่านมา
ประชาชนในเยอรมนีส่วนใหญ่กล่าวว่า เป็นไปไม่ได้ที่จะมี
พลังงานหมุนเวียนเข้ามาในระบบถึง 10% แต่ปัจจุบันมี
มากถึง 30% ส่วนในไอร์แลนด์มีประมาณ 25%

ปัจจัยขับเคลื่อนเหล่านั้นยังคงเป็นเช่นนั้น แต่ความสมดุล
จะเปลี่ยนไป เราจะได้เห็นความสำคัญเปลี่ยนจากข้อบังคับ

ของรัฐบาลมุ่งไปสู่ราคาและเทคโนโลยี

Jochen Kreusel (JK): ทั้งเทคโนโลยีและราคาของ
เทคโนโลยีเป็นสิ่งที่ทำให้อุตสาหกรรมนี้มีความยืดหยุ่น ใน
เมื่อความต้องการไฟฟ้ากำลังเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วและต้อง
ลดการปล่อยก๊าซ CO₂ ไปด้วย ซึ่งสองสิ่งนี้เป็นสิ่งตรงข้ามกัน
แต่สามารถทำให้ไปด้วยกันได้ โดยเทคโนโลยีของพลังงาน
หมุนเวียนเองและใช้เทคโนโลยีที่สัมพันธ์กันเป็นส่วนเสริม
ความรู้เชิงลึกของเทคโนโลยีผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียน
และประสบการณ์

การติดตั้งเทคโนโลยีเหล่านี้ทั่วโลก
ยังเป็นสิ่งที่ต้องการเพื่อรองรับ
อุตสาหกรรมพลังงานหมุนเวียน
ความเข้าใจในสิ่งนี้เป็นสิ่งสำคัญมากกับ
ความต่อเนื่องของธุรกิจพลังงานหมุนเวียน
และวิวัฒนาการอย่างรวดเร็วของมัน

AR: ถ้าอย่างนั้นข้อบังคับของรัฐบาลมีที่มาจากไหน? ความ
ห่วงใยต่อสิ่งแวดล้อม?



GR: ใช่ครับ ถ้าท่านใช้กรณียุโรปที่นั่นประชาชนสร้างพลังงานหมุนเวียนโดยที่ไม่มีการเคลื่อนไหวของความเป็นสีเขียว โดยมีความเกี่ยวข้องกับการออกกฎหมายในเรื่องมลภาวะและการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

AR: ในเมื่อเทคโนโลยีใหม่ๆ มีราคาไม่แพง เรายังคงต้องการสนับสนุนของรัฐบาลในยุโรปอย่างต่อเนื่องอีกหรือไม่?

GR: ใช่ ยังคงต้องการครับ เท่าที่เราทราบกันดีตลาดไฟฟ้านั้นถูกแยกออกจากกันจะไม่มีการผลิตไฟฟ้าประเภทใดๆ เกิดขึ้น

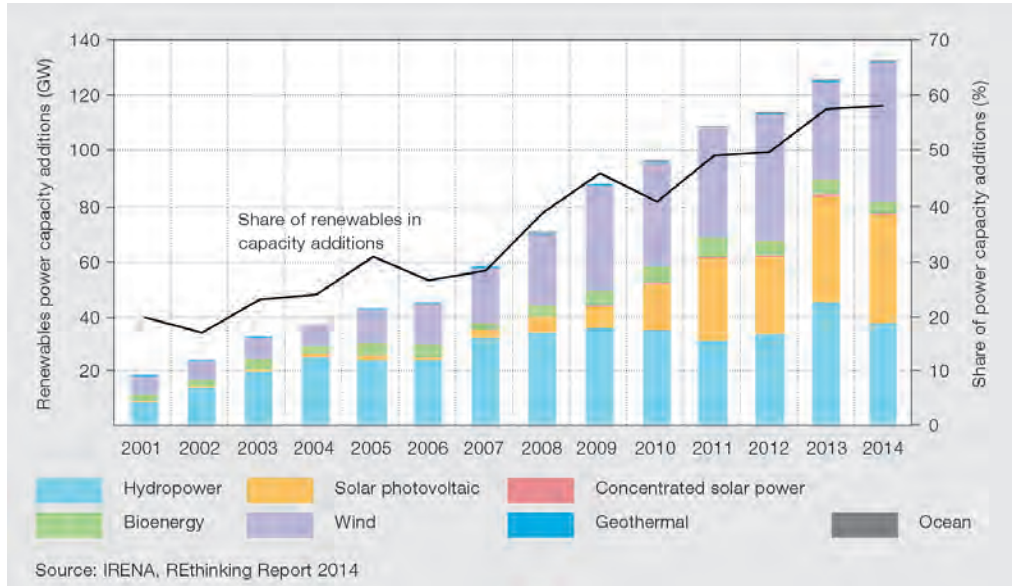
หากกฎระเบียบไม่มีความชัดเจน ด้วยเหตุผลนี้ ในยุโรปท่านจึงยังไม่เคลื่อนไหวเพื่อให้ได้ผลตอบแทนการลงทุนอาจากเว้นในสหราชอาณาจักร

เมื่อไม่มีผลตอบแทนจึงยังไม่มีการลงทุนในการผลิตไฟฟ้า นี่คือนสิ่งที่พลังงานงานหมุนเวียนจึงต้องการสนับสนุนหรือกลไกของตลาด

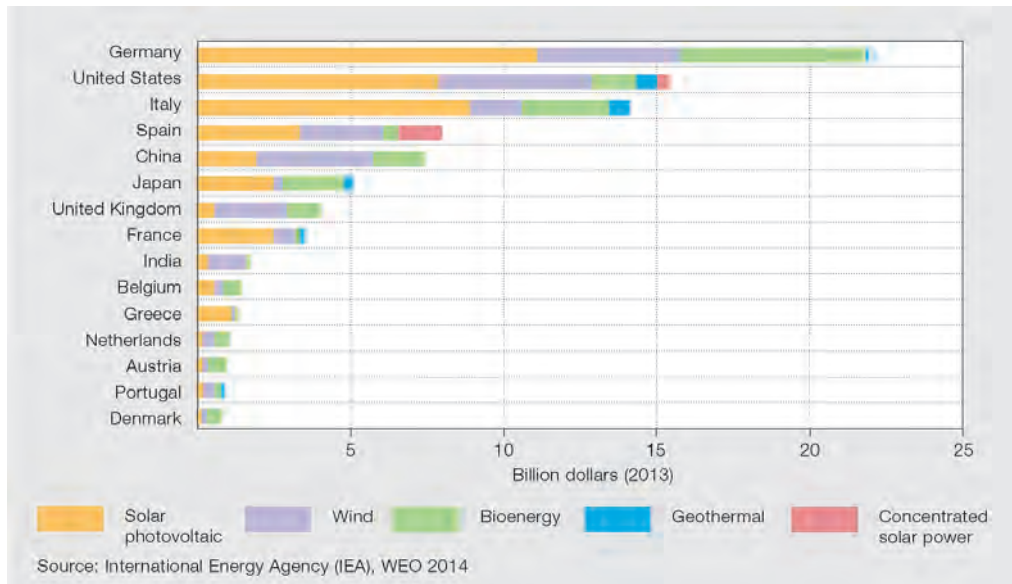
จากมุมมองของตลาดไฟฟ้า มีปรากฏการณ์ใหม่ของพลังงานหมุนเวียนกล่าวคือ การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนมี

รูปที่ 1
การเพิ่มกำลังผลิตรายปี
ของพลังงานหมุนเวียนตาม
เทคโนโลยี (2001 - 2014)

รูปที่ 2
เงินอุดหนุนพลังงานหมุนเวียน
ตามแหล่งพลังงาน
ใน 15 ประเทศที่มีการ
อุดหนุนสูงสุด



รูปที่ 1



รูปที่ 2

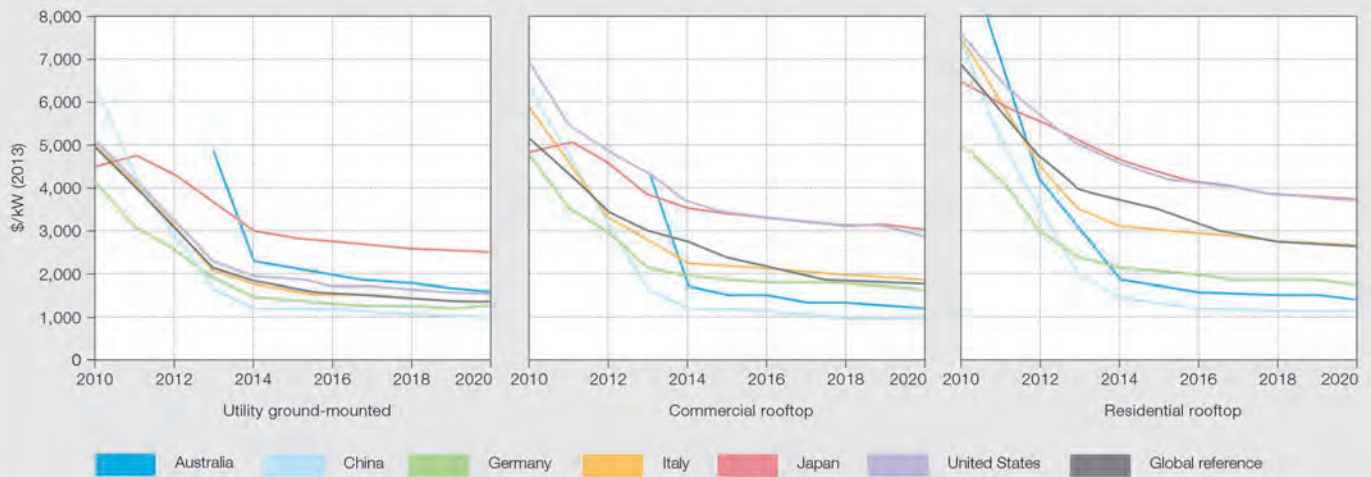
ต้นทุนที่เพิ่มขึ้นเป็นศูนย์ ในเมื่อไม่มีต้นทุนของเชื้อเพลิงและต้นทุนในการเดินเครื่องโรงไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียนก็ต่ำมาก ซึ่งแตกต่างจากโรงไฟฟ้าก๊าซหรือถ่านหินที่ต้องใช้เชื้อเพลิงทุกๆ หน่วยผลิตไฟฟ้า และต้องใช้คนปฏิบัติงานในการเดินเครื่องโรงไฟฟ้าอีกเป็นจำนวนมาก สำหรับพลังงานหมุนเวียนจะตรงกันข้าม ถ้าการไฟฟ้ามีทรัพย์สินของโรงไฟฟ้าทั้งหมดที่นำมาใช้ได้เมื่อต้องตัดสินใจว่าจะใช้โรงไฟฟ้าใด ดูเหมือนว่ามีความโน้มเอียงไปทางพลังงานหมุนเวียน เนื่องจากต้นทุนผันแปรที่น้อยนั่นเอง หากเราเพิ่มพลังงานหมุนเวียนเข้าไปในโครงข่ายไฟฟ้าให้มากขึ้นในที่สุดอะไรจะเกิดขึ้น ราคาขายส่งไฟฟ้าจะมีแนวโน้มเป็นศูนย์

โดยสามารถเห็นได้จากประเทศเยอรมนี ราคาค่าไฟฟ้าในเยอรมนีอยู่ที่ 30-35 ยูโร/MWh (33-39 เหรียญสหรัฐฯ/MWh) จะไม่มีใครก่อสร้างโรงไฟฟ้าแบบดั้งเดิมที่ราคาดังกล่าว

เพราะไม่สามารถครอบคลุมต้นทุนผันแปรได้ เฉพาะเงินลงทุนอย่างเดียวและนั่นเป็นโอกาสงามๆ ของพลังงานหมุนเวียนเกิดขึ้นในตลาดไฟฟ้า

JK: ABB มองสมการราคาส่วนใหญ่ของพลังงานหมุนเวียนและตลาดไฟฟ้าด้วยผลิตภัณฑ์ที่ทำให้เกิดการบูรณาการปริมาณการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนจำนวนมากเข้ากับโครงข่ายไฟฟ้าให้มีความคุ้มค่า ผมกำลังคิดว่าระบบอัตโนมัติและระบบควบคุมสำหรับการผลิตไฟฟ้าให้มีความยืดหยุ่น HVDC, FACTS และเทคโนโลยีอื่นๆ ที่เกิดขึ้นด้านหนึ่งและอีกด้านหนึ่งคือ การออกแบบตลาดให้ยืดหยุ่นและความสามารถในการเดินเครื่องในราคาที่พอไปได้

AR: ท่านพูดว่าต้นทุนผันแปรกำลังเข้าไปสู่ศูนย์ แล้วต้นทุนคงที่ล่ะครับจะเป็นอย่างไร?



Source: International Energy Agency (IEA), Renewable Energy Medium Term Market Report 2014

รูปที่ 3

—
รูปที่ 3
เงินลงทุนสำหรับเซลล์
แสงอาทิตย์จากอดีตถึง
อนาคตที่เวลาต้นปี

GR: ในเทอมของค่าใช้จ่ายในการลงทุน (CAPEX) คนอาจกล่าวว่าต้นทุนพลังงานแสงอาทิตย์ 1 ล้านเหรียญสหรัฐฯ ต่อเมกะวัตต์ และก็พูดต่อไปว่าตัวเลขพอๆ กับโรงไฟฟ้าก๊าซ ดังนั้นจึงสมมติให้เท่ากันแต่มันไม่จริง เพราะเราต้องดูค่าใช้จ่ายในการลงทุนต่อเมกะวัตต์ชั่วโมง (MWh) ถ้าโรงไฟฟ้าก๊าซเดินเครื่องที่ 60 เปอร์เซ็นต์ของเวลา ในขณะที่โซลาร์ฟาร์มเดินเครื่องที่ 15 เปอร์เซ็นต์ของเวลา ค่าใช้จ่ายในการลงทุนต่อหน่วยผลิตไฟฟ้าของโซลาร์ฟาร์มจะสูงกว่าเป็น 4 เท่า ถ้าเราต้องการให้พลังงานหมุนเวียนเข้ามาสู่ระบบ เราต้องทำให้ค่าใช้จ่ายต่ำลงมา ค่าใช้จ่ายในการลงทุนจะเป็นตัวกำหนดการเกิดขึ้นของพลังงานหมุนเวียนในโครงข่ายไฟฟ้า

เรื่องนี้สามารถมีความแตกต่างกันในแต่ละภูมิภาคเช่น ค่าใช้จ่ายในการลงทุนในอินเดียมีค่าสูงกว่าเกือบ 2 เท่า ในเยอรมนี อย่างไรก็ตามในอินเดียมีแสงอาทิตย์มากกว่าเกือบ 2 เท่า ดังนั้นค่าใช้จ่ายของการผลิตไฟฟ้าจะมากหรือน้อยพอๆ กันในทั้งสองประเทศ

เราไม่เคยมีโครงการแบบนี้กับโรงไฟฟ้าแบบดั้งเดิม เพราะว่าเราชดเชยค่าใช้จ่ายในการลงทุน โดยส่งผ่านไปกับค่าไฟฟ้าและอัตราค่าไฟฟ้าถูกกำหนดโดยต้นทุนส่วนเพิ่มต่อหน่วย ดังนั้น ถ้าค่าเชื้อเพลิงเพิ่มขึ้นค่าไฟฟ้าก็เพิ่มขึ้นตามซึ่งมีผลต่อการเพิ่มค่าไฟฟ้ากับทุกๆ คน

ในขณะที่พลังงานหมุนเวียนไม่ได้หมดไปกับโลกนี้ ด้วยต้นทุนส่วนเพิ่มต่อหน่วยที่ต่ำของพลังงานหมุนเวียนการไฟฟ้าหรือผู้ผลิตไฟฟ้าสามารถเสนอสัญญาซื้อขายไฟฟ้าด้วยการตั้ง

ราคาสำหรับ 20 ปีข้างหน้าได้ ซึ่งไม่มีการไฟฟ้าไหนจะทำเช่นนี้กับก๊าซหรือถ่านหิน อย่างไรก็ตามในตลาดที่มีการแข่งขันผู้ใช้ไฟฟ้าสามารถเลือกสลับผู้ผลิตไฟฟ้าได้อย่างรวดเร็ว จึงเลือกการทำสัญญาช่วงเวลาระยะสั้น ซึ่งไม่ใช่แนวทางของพลังงานหมุนเวียนที่นักลงทุนต้องการความเสถียรของราคาค่าไฟฟ้าให้คุ้มกับค่าใช้จ่ายในการลงทุน นี่เป็นความต้องการในการเปลี่ยนแปลงพื้นฐานที่เราเฝ้าดูอยู่ที่ตลาดซื้อขายไฟฟ้า

AR: ต้องปฏิรูปตลาดซื้อขายไฟฟ้าอย่างไร เพื่อให้รองรับกับวิธีการที่แตกต่างนี้?

GR: ผมคิดว่าวิธีที่ดีที่สุดที่ต้องทำคือ ยอมให้ค่าไฟฟ้ากำหนดทุกๆ สิ่งแทนที่ค่าไฟฟ้าในช่วงเวลา 15 นาที เราอาจต้องการค่าไฟฟ้าในช่วงเวลา 1 นาที ถ้าค่าไฟฟ้าบนฐานช่วงเวลา 1 นาที ท่านได้รับความผันผวนในค่าไฟฟ้าอย่างมาก แต่นั่นต้องหมายถึงผู้ผลิตไฟฟ้าสามารถชดเชยค่าใช้จ่ายผ่านความผันผวนนั้น

JK: ในความเห็นของผมวิธีการนี้อาจช่วยให้เกิดแรงจูงใจสำหรับมาตรการตอบสนองความต้องการหรือการสั่งเดินเครื่องโรงไฟฟ้าชนิดอื่น แต่ผมยังไม่เห็นว่ามันจะช่วยพลังงานหมุนเวียนอย่างไร เหตุผลที่สนับสนุนกลไกตลาดปัจจุบันที่ทำให้ค่าไฟฟ้าถูกกำหนดโดยต้นทุนส่วนเพิ่มต่อหน่วยก็คือ มันส่งค่าใช้จ่ายปฏิบัติการที่ต่ำสุด เพื่อไปเดินเครื่องกลุ่มของโรงไฟฟ้าเป็นงานเฉพาะของตลาดซื้อขายทันทีเพื่อกำหนดการเดินเครื่องให้ได้ประโยชน์สูงสุด งานนี้จะเลิกไปในระบบที่มีต้นทุนส่วนเพิ่มต่อหน่วยเป็นศูนย์ ดังนั้นตลาดระยะสั้นจะไม่เป็นกลไกที่เพียงพออีกต่อไป เราได้เห็นตลาดอื่นที่แตกต่างกันมาแล้วเป็นตลาดที่ใช้ราคาคงที่ เช่น ไทคอมมาคมเราเห็น

อัตราค่าที่และแรงจูงใจสำหรับการลงทุนในสัญญาระยะยาว ในกรณีนี้การแข่งขันถูกกำหนดขึ้น โดยมูลค่าการลงทุนอย่างแท้จริง

GR: วิธีการอื่นทางการตลาดคือ การให้การคุ้มครองผลตอบแทนให้กับเจ้าของสินทรัพย์พลังงานหมุนเวียน ซึ่งในบางกรณีเกิดขึ้นแล้ว แต่ก็ยังต้องการหนทางหนึ่งหรือทางอื่นที่ปรับเปลี่ยนอย่างมาก เมื่อเร็ว ๆ นี้ มีความพยายามที่ปรับเปลี่ยนตลาดที่เป็นไปอย่างลวกๆ เราต้องการปรับเปลี่ยนโครงสร้างให้มากกว่านั้น

AR: เราพูดคุยกันในเรื่องเกี่ยวกับพลังงานแสงอาทิตย์กันมาแล้ว แล้วพลังงานหมุนเวียนอย่างอื่นเป็นอย่างไรบ้าง?

GR: สำหรับผมพลังงานแสงอาทิตย์มีการเปลี่ยนแปลงขนานใหญ่และพลังงานลมไม่เป็นเช่นนั้น มันแค่มีวิวัฒนาการ เรามีการใช้พลังงานลมมาแล้ว 50 ปี และมันได้มีการพัฒนาที่ดีขึ้นเรื่อยๆ และยังคงเป็นส่วนหนึ่งในระบบพลังงานของเราในไอร์แลนด์เรากำลังผลิตไฟฟ้าต่ำกว่าราคาขายส่งไฟฟ้า ดังนั้นมันเป็นตัวเปลี่ยนเกมส์ ปัญหาใหญ่ที่สุดของพลังงานลมคือความยากในการพยากรณ์ แม้ในประเทศอย่างเยอรมนีที่ผู้ขายไฟฟ้ามีความพยายามพยากรณ์พลังงานลมเป็นรายวันก็ตามแต่ก็ยังได้ผลไม่ถูกต้องนัก พลังงานแสงอาทิตย์มีการพยากรณ์ง่ายกว่ามาก นอกจากนี้ด้วยความยืดหยุ่นจึงทำให้พลังงานแสงอาทิตย์เป็นที่น่าสนใจ

—
 ท่านสามารถใส่เซลล์แสงอาทิตย์ในเครื่องคิดเลขติดตั้งไว้บนหลังคาก่อสร้างเป็นโซลาร์ฟาร์ม และการติดตั้งก็ทำได้เร็ว มันจึงไม่เกิดผลกระทบทางทัศนวิสัยเหมือนกังหันลม และการติดตั้งก็ไม่แพงกับการกีดขวางในระดับเดียวกัน

เราไม่เคยมีเทคโนโลยีอย่างเซลล์แสงอาทิตย์ที่ท่านสามารถทำบางอย่างได้ในท้องถิ่นตนเอง ราคาถูก รวดเร็วและมีประสิทธิภาพ พลังงานหมุนเวียนอื่นๆ เช่น ชีวมวล ความร้อนใต้พิภพและคลื่นในทะเลเป็นเทคโนโลยีที่ค่อยเป็นค่อยไปทั้งหมดกรุณายืนยันว่าผมผิด เทคโนโลยีเหล่านั้นยิ่งใหญ่แต่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงขนานใหญ่เหมือนพลังงานแสงอาทิตย์ เมื่อ 10 ปี ที่ผ่านมามีตลาดโลกสำหรับพลังงานแสงอาทิตย์อยู่ที่ 1 GW แต่มาขยายเพิ่มขึ้นถึงปีนี้น้อยกว่าอยู่ที่

50 GW เมื่อดูที่ราคาตามโรดแมปในอนาคตของบริษัทผู้ผลิตจะลดลงไป 40 เปอร์เซ็นต์ ใน 5 ปีข้างหน้า ในขณะที่พลังงานลมศักยภาพการลดลงของราคาอาจจะ 5 เปอร์เซ็นต์ ไม่ถึง 10 เปอร์เซ็นต์ต่อปี

AR: ราคาพลังงานแสงอาทิตย์ที่ต่ำกว่าหมายถึง มันจะเติบโตอย่างต่อเนื่องในพลังงานหมุนเวียน แล้วมีผลกระทบอะไรที่ท่านสังเกตเห็นสำหรับพลังงานหมุนเวียนอื่นๆ?

GR: มีเพียงเงิน feed-in tariff เรื่องเดิมๆ และเป็นปัจจัยหลักของพลังงานแสงอาทิตย์ ในเยอรมนีมีความสามารถเพิ่มกำลังผลิตใหม่โดยพลังงานแสงอาทิตย์ได้ 7 GW ทุกปี สำหรับ 3 ปีติดต่อกันมาพลังงานลมไม่สามารถทำได้มากขนาดนั้น ผมคิดว่าพลังงานลมมีบทบาทมากมายในการผลิตไฟฟ้า แต่คิดว่าเซลล์แสงอาทิตย์กำลังเป็นคู่แข่งกับกังหันลมนอกชายฝั่งทะเลที่ระดับของเงินลงทุน ทำหรือไม่? ถ้าราคาของกังหันลมนอกชายฝั่งทะเลไม่ลดลงเลย ในตรงกันข้ามมันมีแต่จะเพิ่มขึ้น

JK: ผมเห็นด้วยว่าพลังงานแสงอาทิตย์มีการเปลี่ยนแปลงขนานใหญ่ในการผลิตไฟฟ้าไปสู่การสร้างโอกาสใหม่ๆ แต่มีความท้าทายด้วย โดยเฉพาะต่อระบบจำหน่ายไฟฟ้า อย่างไรก็ตามผมคิดว่าเราไม่ควรดูแคลนศักยภาพที่มากมายของพลังงานลมที่ยังคงมีให้ใช้อยู่ พลังงานลมกลายเป็นทางเลือกสำหรับการผลิตไฟฟ้าใหม่ที่มีค่าใช้จ่ายต่ำในหลายประเทศ และเป็นตลาดใหม่ในเอเชีย แอฟริกาและลาตินอเมริกา ที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องในปีที่แล้ว นอกจากนี้ถ้าเรายกตัวอย่างที่พบในหนังสือ IEA World Energy Outlook 2014 เราสามารถคาดหวังได้ว่าขนาดกำลังผลิตติดตั้งจากพลังงานลมเพิ่มเป็น 3 เท่า ในปี 2040 ดังนั้นผมเชื่อว่าความน่าสนใจของการพัฒนาพลังงานลมจะเป็นไปอย่างต่อเนื่อง

AR: ใครคือผู้ลงเงินสำหรับกำลังผลิตไฟฟ้าใหม่จากพลังงานหมุนเวียน? จะเป็นนักลงทุนเดิมที่ป้องกันตลาดของตนเองและครองความเป็นผู้นำหรือมีนักลงทุนใหม่เข้ามาและค่อยๆ รุกคืบตลาด?

GR: หากมองไปที่ตลาดโทรคมนาคมเรายังคงพบว่าเป็นนักลงทุนเดิมๆ ทั้งสิ้น ไม่ว่าจะเป็น British Telecom, Deutsche Telekom เป็นต้น บางรายมีการควบรวมกิจการ บางรายเปลี่ยนชื่อ แต่เขายังคงอยู่ แต่เราก็มีบริษัทใหม่เข้ามาด้วย ปัญหาอยู่ที่ว่านักลงทุนเก่าแก่ หลังจาก 100 ปีที่ยังทำอะไรเหมือนเดิม คงจะเผชิญกับความท้าทายในการปรับเปลี่ยนขนานใหญ่อย่างทันทีทันใด

JK: ถ้าคุณมองไปที่บริษัทโทรคมนาคมอย่างที่คุณพูด นักลงทุนรายเก่ายังคงอยู่ แต่เงินส่วนใหญ่ในการเพิ่มคุณค่าของบริษัทโทรคมนาคมนั้นมาจากผู้เล่นรายใหม่ๆ นักลงทุนยังคงเป็นผู้ให้บริการสาธารณูปโภค แต่เงินถูกจ่ายโดยผู้ใช้สาธารณูปโภคนั้น หรือในอีกกรณีหนึ่งโดยผู้ผลิตอุปกรณ์สื่อสาร คุณคาดหวังว่าการพัฒนาในตลาดไฟฟ้าจะเหมือนกันอย่างนั้นหรือ?

GR: ผมคิดว่ามันเป็นการเปรียบเทียบที่ดี ส่วนการเปรียบเทียบอื่นๆ นั้น ผมมองไปที่อุตสาหกรรมรถยนต์ที่กำลังมีการปรับเปลี่ยนใหญ่ดังเช่น ไฟฟ้าและน้ำมัน ไปเข้าใกล้กับการไฟฟ้า เหตุผลหลักอย่างหนึ่งสำหรับกรณีนี้คือ ราคาของแบตเตอรี่ที่กำลังลดลง เมื่อมองไปที่ผู้ผลิตรถยนต์ ผมถามตัวเองว่าพวกเขาจะเป็นอย่างไรในช่วงเวลา 10 ปี ผมคิดว่าบางรายจะเป็นบริษัทให้บริการ บางรายอาจใช้รถยนต์เป็นฐานแต่จะเป็นผู้ให้บริการด้านพลังงานและรวบบริการอื่นๆ ทั้งหมดมาเป็นของตน นี่คือการที่ผมจึงคิดว่าผู้เล่นเหล่านั้นควรเตรียมพร้อมที่จะเป็นอย่าง Apple และ Google หลังจากบริษัทเหล่านี้ได้ดำเนินงานในอุตสาหกรรมโทรคมนาคมแล้ว เขากำลังจะไปสู่อุตสาหกรรมรถยนต์และไฟฟ้าและดูไปที่ข้อมูลทั้งหมดด้วย เขาสามารถกล่าวว่า “เราพร้อมแล้วกับข้อมูลและพร้อมแล้วกับบ้าน ลุยไปเลยกับรถยนต์ไฟฟ้าติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์และเชื่อมต่อทั้งหมดเข้าด้วยกัน”

ดังนั้นในอนาคตมันไม่เพียงที่เราเกี่ยวข้องกับตลาดไฟฟ้า แต่ตลาดไฟฟ้าจะถูกเชื่อมโยงกับอุตสาหกรรมอื่นๆ ที่มีการคู่เข้าหากันสองหรือไม่กี่สามอุตสาหกรรม

GR: ถ้าแผงเซลล์แสงอาทิตย์และแบตเตอรี่ในอนาคตกำลังกลายเป็นสินค้าแล้วมูลค่าเพิ่มในตลาดพลังงานหมุนเวียนอยู่ที่ไหน?

AR: ผมเห็นด้วยที่แผงเซลล์แสงอาทิตย์จะกลายเป็นสินค้าโภคภัณฑ์ ผมตั้งคำถามว่าแล้วแบตเตอรี่จะเป็นสินค้าโภคภัณฑ์ด้วยหรือมีความซับซ้อนมากในแบตเตอรี่และมีทรัพย์สินทางปัญญาในตัวมัน นอกจากนี้แบตเตอรี่ที่นำมาอัดประจุใหม่ แบตเตอรี่มือสองทั้งหมดถูกนำเข้ามาขายในตลาดไฟฟ้าเพื่อเป็นระบบสะสมพลังงาน โครงการสะสมพลังงานทั้งหมดกำลังเปลี่ยนไป

JK: ผมไม่คิดอย่างนั้น แบตเตอรี่ที่นำมาอัดประจุใหม่กำลังมีผลกระทบมากต่อตลาดไฟฟ้าจนราคาของแบตเตอรี่ลดลงอย่างต่อเนื่อง ทำให้แบตเตอรี่ใหม่ที่มีสมรรถนะสูงกว่าถูกกว่าแบตเตอรี่ที่ใช้แล้ว ผมคิดว่าแบตเตอรี่สะสมพลังงานในระบบไฟฟ้าจะใช้แบบที่ผลิตตามวัตถุประสงค์มากกว่า แบตเตอรี่มือสองครับ

GR: เราอาจจะไม่ได้เห็นแบตเตอรี่มือสองมาใช้สำหรับงานที่วิกฤติก็ได้ เช่น ตลาดสะสมพลังงาน แต่ผมเชื่อว่าเราจะได้เห็นการใช้แบตเตอรี่มือสองในบ้านและธุรกิจของเรา ข้อดีของแบตเตอรี่ใหม่คือ การยืดรอบการของการอัดประจุซ้ำของแบตเตอรี่ได้นานขึ้นและสามารถทำเงินได้มากขึ้น ถึงทุกวันนี้แบตเตอรี่มือสองมีราคาครึ่งหนึ่งของแบตเตอรี่ใหม่

AR: เทคโนโลยีจะไม่แตกต่างไปจากความราบเรียบ มีเพียงบางจุดของเทคโนโลยีมุ่งสู่การให้ประโยชน์สูงสุดในการผลักดันให้แบตเตอรี่ไปอยู่ในมุมสินค้าโภคภัณฑ์?

GR: ใช่ครับ เราลองดูที่ธุรกิจโทรทัศน์ ผมคิดว่าขณะนี้ผู้ผลิตโทรทัศน์ระดับโลกสามรายที่บางจุดเขาทั้งหลายทำได้อย่างยิ่งใหญ่จนไม่มีใครสามารถเข้าไปแข่งขันได้ ผมคิดเช่นเดียวกันที่กำลังเกิดกับแบตเตอรี่และลามไปถึงผู้ผลิตสามารถป้องกันตัวเองอย่างไร เพื่อต้านกับสินค้าโภคภัณฑ์ที่มีเล็กน้อย ในทางตรงกันข้ามทั่วโลกมีผู้ผลิตแผงเซลล์แสงอาทิตย์ประมาณ 40 รายที่แข่งขันกันในตลาดเดียวกันและนั่นนำไปสู่การเป็นสินค้าโภคภัณฑ์

คุณกำลังอยู่กับการบริหารจัดการ

ความซับซ้อน และรวมมันเข้ากับบางสิ่งบางอย่างที่ลูกค้าต้องการ ความแตกต่างอยู่ที่ซอฟต์แวร์และการบริการ

JK: การพูดถึงเกี่ยวกับสินค้าโภคภัณฑ์เปรียบเทียบกับตัวอย่างอุตสาหกรรมโทรทัศน์ การรวมกันสามารถทำให้อุตสาหกรรมนั้นไม่เป็นสินค้าโภคภัณฑ์ได้ นี่สามารถเกิดขึ้นได้เช่นกันกับผู้ผลิตแผงเซลล์แสงอาทิตย์

GR: ในที่สุดเราอาจจะได้เห็นการรวมตัวกันในตลาดพลังงานแสงอาทิตย์ดังที่เราได้เห็นในธุรกิจโทรทัศน์ แต่ผมไม่คิดว่าสิ่งเหล่านี้จะเกิดขึ้นจนกว่าการเติบโตของตลาดพลังงานแสงอาทิตย์ในโลกเป็นไปได้ช้า และผมคิดว่าบางที 5 ถึง 10 ปี นับจากที่มีการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์รายปีสูงสุด

AR: บริษัทที่เข้ามาใหม่เป็นผู้ที่ทราบดีที่สุดในความสามารถของตัวเอง เพื่อจำกัดความใหม่ของตลาดกับเทคโนโลยีที่พลิกโครงสร้างทางธุรกิจอุตสาหกรรมและสังคม ท่านสามารถพูดเกี่ยวกับเทคโนโลยีดังกล่าวในภาคพลังงานได้บ้างไหม?

GR: คงไม่พูดถึงแค่เทคโนโลยีที่พลิกโครงสร้างทางธุรกิจอุตสาหกรรมและสังคมหรอกครับ แต่ขอพูดถึงเกี่ยวกับเทคโนโลยี

ที่พลิกโครงสร้างทางธุรกิจอุตสาหกรรมและสังคมรวมทั้งโมเดลธุรกิจด้วย ถ้าเราดูที่เรียกว่าธุรกิจพลิกโครงสร้างทางธุรกิจอุตสาหกรรมและสังคม มันคืออะไรที่ผสมกันของเทคโนโลยีและโมเดลธุรกิจ

ถ้าลูกค้าของคุณมีแบตเตอรี่ในรถของเขา คุณสามารถรวบรวมแบตเตอรี่เหล่านั้นและนำมาขายในตลาดไฟฟ้า แนวคิดดูเหมือนบ้าบอแต่มันก็เข้าใจได้ในมุมมองของผู้ผลิตแบตเตอรี่หรือผู้ผลิตรถยนต์ เขาต้องการความมั่นใจการควบคุมการอัดประจุแบตเตอรี่ เขาต้องการการควบคุมการอัดประจุโดยให้คำแนะนำเป็นชุดบริการ ดังนั้นเขาอาจกล่าวว่า “นี่เป็นราคาเหมาะสำหรับแบตเตอรี่ของคุณ คุณสามารถไปเสียปลีกอัดประจุที่ไหนๆ ก็ได้ตามต้องการ และมีค่าใช้จ่าย 35 เหรียญสหรัฐฯ ต่อเดือน” เขามีข้อมูลทั้งหมดเกี่ยวกับคุณ เขารู้ว่าคุณอยู่ที่ไหน เขาเห็นได้จริงว่าคุณอยู่ที่สนามบินและกำลังเดินทางไปฝรั่งเศส 2 วัน ดังนั้นเขาเอาแบตเตอรี่นั้นรวมกันทั้งประเทศเข้ามาในตลาดไฟฟ้า นั่นเป็นการเปลี่ยนแปลงขนาดใหญ่ ทั้งผู้ผลิตและผู้บริโภคจะสมัครเข้าร่วมในข้อตกลงนี้เพราะมันเป็นสิ่งอยู่ในความสนใจของเขา

คุณกำลังได้ลูกค้าเข้าร่วมในข้อตกลงการซื้อขายระยะยาว หลายๆ คนเขาไม่ต้องการออกไปแล้วซื้อสมาร์ตโฟนในราคาเครื่องละ 500 เหรียญสหรัฐฯ แต่ยอมรับเมื่อค่าใช้จ่ายถูกซ่อนไว้ในใบเสร็จค่าโทรศัพท์มือถือ

JK: โดยทั่วไปการเปลี่ยนแปลงขนาดใหญ่มักเริ่มต้นกับวิวัฒนาการ โดยเกิดที่บางจุดแล้วรวมกันเข้าจนเป็นโมเมนตัม การเปลี่ยนแปลงขนาดใหญ่ครั้งล่าสุดก็เกิดขึ้นในภาคพลังงาน ในความเห็นของผมเป็นการเริ่มของไฟฟ้า ผมเชื่อว่าผู้คนไม่ได้มองไปไกลหรือจินตนาการถึงความรวดเร็ว หรือการแพร่หลายที่มันจะเป็นไปอย่างไร แต่อาจยกเว้นคนส่วนน้อยที่มองเห็นถึงเรื่องนี้

GR: ผมเห็นด้วย แต่มองไปที่ส่วนอื่นในภาคพลังงานที่น้ำมันและก๊าซ เราพบเห็นการเปลี่ยนแปลงขนาดใหญ่ว่าเกิดอะไรขึ้นกับเซลล์ก๊าซ ใครเคยทำนายไหมว่าสหรัฐอเมริกาจะเป็นผู้ผลิตน้ำมันและก๊าซรายใหญ่ที่สุดของโลก? นี่ไม่เคยปรากฏมาก่อนในพลังงานของโลกเป็นเวลานานมาแล้ว

AR: เราพูดเกี่ยวกับความสำคัญของแบตเตอรี่ในยานยนต์ แต่เมื่อมองไปที่การเคลื่อนย้ายด้วยระบบไฟฟ้าในบริบทของพลังงานหมุนเวียน แนวโน้มอะไรที่ท่านมองเห็น?

JK: มีแนวโน้มหนึ่งที่เป็นรูปเป็นร่างแล้วและมีผู้เล่นเข้ามาในห่วงโซ่ของการเคลื่อนย้ายด้วยระบบไฟฟ้าด้วยพลังงาน

หมุนเวียนมากขึ้นเรื่อยๆ นี่เป็นการนำมันไปสู่ความท้าทายเราเองต้องมั่นใจว่า เรามีผลิตภัณฑ์ที่ใช้ได้อย่างถูกต้องเหมาะสม และเราสามารถทำให้มันสะดวกและปลอดภัยสำหรับทั้งลูกค้าและโครงข่ายไฟฟ้าเอง การดัดแปลงอย่างรวดเร็วและนำไปใช้ในผลิตภัณฑ์ใหม่ และในทางปฏิบัติกล่าวอีกอย่างหนึ่งได้ว่าการเพิ่มความยืดหยุ่นจะเป็นแนวโน้มหลัก

GR: มุมมองผมคือ ทุกสิ่งกำลังมุ่งสู่ไฟฟ้าและทุกสิ่งกำลังมุ่งสู่ดิจิทัล ผู้บริโภคกำลังเริ่มเปลี่ยนพฤติกรรมของเขาด้วยเช่นกัน ผู้บริโภครุ่นใหม่ไม่ต้องการเป็นเจ้าของรถรุ่นท็อปล่าสุด เขาค่อนข้างจะมีความสุขกับการเช่ารถและยังหมายถึงเขาสามารถเช่ารถที่ดีที่สุดสำหรับงานมากกว่ามีขนาดเดียวกับรถทุกคัน

ผมได้ยินมาว่า ผู้ผลิตรถบางรายมีรายได้จากรถเพิ่มเป็น 2 เท่าโดยเขาใช้วิธีแบ่งกันใช้รถ เขาปลื้มกับกำไร แต่แน่นอนมันมาได้ช่วยเขาในเชิงปริมาณตามที่เขากำลังประกอบการกักรถทั้งหมด แต่มันทำให้ชัดเจนมากขึ้นว่าเขากำลังเปลี่ยนความคิดในรูปแบบการเป็นเจ้าของ เป็นรูปแบบการบริการ นี่เป็นกลยุทธ์ที่อาจหาญมาก แต่ในการเปลี่ยนแปลงขนาดใหญ่คุณต้องมีความกล้า คุณไม่สามารถทำนายอนาคตได้แต่คุณสามารถพยายามกำหนดทิศทางมันได้

AR: เมื่อบริการรูปแบบใหม่เป็นออนไลน์ มีการเก็บและแลกเปลี่ยนข้อมูลขนาดใหญ่ๆ ในปริมาณมากๆ สภาพอุปกรณ์ออนไลน์มีความอ่อนไหวต่อการถูกโจมตีทางไซเบอร์ ถ้าท่านเจาะเข้าไปในระบบบ้านหรืออาคารอัตโนมัติได้ ท่านสามารถควบคุมบ้านหรือโรงงานได้ เรามีทางที่จะลดปัญหาเหล่านี้ได้อย่างไร?

GR: การไฟฟ้ากำลังต้องการทราบว่าอะไรคือสิ่งที่ตัวเองทำในบ้าน แน่นอนว่ามีประเด็นความเป็นส่วนตัวเกี่ยวกับเรื่องนี้ แต่ดูที่ปริมาณข้อมูลที่ Google เก็บและประชาชนส่วนใหญ่ก็ยังไม่สนใจนัก

ความมั่นคงทางไซเบอร์ยังไม่ใช่อะไรใหญ่นัก แต่มันกำลังมาแรงเรื่องหนึ่ง ถึงกระทั้งขณะนี้โลกยังไม่ได้ต้องการซอฟต์แวร์มากมาย แต่สิ่งนี้กำลังจะเปลี่ยนไป ดังนั้นมีอุปสรรคหนึ่งไม่เพียงเกิดกับการไฟฟ้าและผู้ใช้ไฟฟ้า แต่เกิดกับผู้ผลิตฮาร์ดแวร์ด้วย อย่างไรก็ตามผมไม่คิดว่าการเข้าสู่ความเป็นดิจิทัลจะหยุดลง แต่การยอมรับถึงความมั่นคงจะกลายเป็นความท้าทายที่ใหญ่กว่ามาก

AR: เราคุยกันมากเกี่ยวกับสถานการณ์ของตลาดและการบริการ แต่เมื่อเริ่มต้นของการสัมภาษณ์ท่านกล่าวถึง

เทคโนโลยีขั้นสูง สำหรับระบบบูรณาการเป็นที่ปัจจัยหลักในการสามารถทำให้ใช้งานพลังงานหมุนเวียนในอนาคตได้ ท่านมองเห็นผลกระทบของเทคโนโลยีดังกล่าวต่อการพัฒนาระบบไฟฟ้าในอนาคตอย่างไร?

GR: ผมคิดว่า มีการชิงดีระหว่างโครงข่ายไฟฟ้าและระบบสะสมพลังงานกับการที่มีแบตเตอรี่กระจายเพิ่มมากขึ้นในโครงข่ายไฟฟ้า ทำให้โครงข่ายไฟฟ้าเองจะถูกลดสถานการณ์ความต้องการไฟฟ้าสูงสุดลง ซึ่งต้องการไฟฟ้าสูงสุดนี้ อ้างอิงทั้งโหลดและการป้อนเข้าระบบสะสมพลังงานเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นใหม่ที่เป็นทางเลือกต่อระบบส่งกลับไป เปรียบเทียบกับการสื่อสารของเรา โครงข่ายโทรศัพท์แม้ยังคงมีความสำคัญแต่ไม่เป็นแกนหลักที่แพร่หลายทั่วไปอย่างที่มีแนวโน้มอีกต่อไป

JK: ผมคิดว่ามีความแตกต่างที่สำคัญ กล่าวคือ เครือข่ายเคลื่อนที่เข้ามามีส่วนทำหน้าที่แทนโทรศัพท์บ้าน ในโครงข่ายไฟฟ้ามีความท้าทายของการจัดเตรียมไฟฟ้าในภูมิภาคด้วยการเปลี่ยนแปลงของฤดูกาล เช่น ฤดูหนาวของซีกโลกด้านเหนือ แบตเตอรี่สามารถเลื่อนโหลดได้เป็นวัน แต่คุณไม่สามารถเลื่อนโหลดได้ตลอดเดือนให้ประหยัดโดยการใช้แบตเตอรี่

ผมเห็น 2 วิธีที่ทำเช่นนั้น วิธีแรกไม่ต้องไปไกล 50 เปอร์เซนต์ใช้พลังงานหมุนเวียน อีกวิธีหนึ่งเป็นการต่อเข้าระบบส่งพื้นที่ของแหล่งพลังงานลมและแสงอาทิตย์ก็มีตำแหน่งที่ห่างไกลออกไป การต่อแหล่งพลังงานเหล่านี้จะต้องการวิธีการที่มีประสิทธิภาพ เพื่อส่งกำลังไฟฟ้าปริมาณมากๆ ไปยังศูนย์กลางโหลด การต่อเชื่อมสายส่งต้องเสริมสร้างให้สะดวกต่อการใช้ให้ได้ประโยชน์สูงสุดสำหรับพลังงานหมุนเวียนและการสมดุลโหลด

GR: ก็มีเหตุผลดี แต่กระนั้นผมเห็นว่าความต้องการหลักของการลงทุนอยู่ในระบบจำหน่ายไฟฟ้า เรามองข้ามระบบจำหน่ายไฟฟ้าไปและนี่คือความเปลี่ยนแปลงที่จะเกิดขึ้น

ผมยังคิดอีกด้วยว่าเราจะเห็นความยืดหยุ่นทางด้านโหลดการไฟฟ้าจะใช้โมเดลการขับเคลื่อนด้านราคาเพื่อขายไฟฟ้าให้ผู้ไฟฟ้า ผมทราบว่าสิ่งเกิดขึ้นแล้วกับผู้ไฟฟ้าประเภทธุรกิจหรือที่อยู่อาศัยถ้าคุณกำลังใช้เครื่องทำความร้อนแบบสะสมพลังงาน คุณให้ออกาสกับผู้ใช้ไฟฟ้าเพื่อซื้อได้ราคาถูกที่สุด

AR: ขอบขอบคุณสำหรับการพูดคุยที่น่าสนใจและมีคุณค่าในครั้งนี้ ABB Review ตีพิมพ์บทความด้านเทคโนโลยีพลังงานหมุนเวียนเป็นประจำ ดังนั้น จึงเป็นการดีที่ขยายขอบเขตของ

เราให้ทราบถึงโมเดลธุรกิจและการลงทุนด้วย เราสามารถทราบว่าเป็นไปอย่างรวดเร็วในธุรกิจหลักของพลังงานหมุนเวียนทั้งพลังงานแสงอาทิตย์และลม ทำให้แน่ใจและทราบว่าความมาของพลังงานเหล่านี้มีความสำคัญอย่างไรแน่นอนที่สุดเราตระหนักถึงการเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศที่รับรู้กันดีว่า เมื่อการสนับสนุนโดยตรงจากรัฐบาลลดลง การอุดหนุนเงินเชื่อของภาคเอกชนจะเป็นสิ่งที่สำคัญมากและความยืดหยุ่นและว่องไวจะกลายเป็นคุณสมบัติหลัก

—
สิ่งที่ปรากฏขึ้นด้วย คือ ความสมดุลระหว่าง ต้นทุน เงินทุนและต้นทุน ส่วนเพิ่มต่อหน่วย มีความสำคัญอย่างไร และโดยนัยะนี้ จะกำหนดทิศทางของการพัฒนาเทคโนโลยี ในอนาคต

ขณะนี้ ABB รองรับลูกค้าตลอดทั้งห่วงโซ่คุณค่าทางไฟฟ้าในการวางแผนผลิตเชื่อมโยงระบบส่งไฟฟ้าตรวจสอบและควบคุมกำลังไฟฟ้า จากการติดตั้งพลังงานหมุนเวียน รวมทั้งการดูแลและใช้งานให้เกิดประโยชน์สูงสุด และมันมีความกระจางจากการพูดคุยของเราว่าทุกขอบเขตของเทคโนโลยีเป็นวิกฤตต่ออนาคตของพลังงานหมุนเวียน

ผู้ที่ทำการสัมภาษณ์ครั้งนี้คือ Andreas Moglestue หัวหน้าบรรณาธิการของ ABB Review
โปรดสอบถามข้อมูล โดยตรงที่ Norma Guentert
ผู้จัดการด้านสื่อสารองค์กร
สำหรับ ABB Smart Grids and Wind
Power Industry Sector Initiatives:
norma.guentert@ch.abb.com

Symphony orchestrates

ซิมโฟนี ออร์เคสตรา

Symphony Plus ระบบอัตโนมัติที่ส่งมอบความยืดหยุ่น
และคุณค่าที่เหมาะสมที่สุดสำหรับโรงไฟฟ้าแบบดั้งเดิม
และแบบพลังงานหมุนเวียน



Adrian Timbus, Mark Bitto – การเปลี่ยนแปลงกำลังขาออกของ
เครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียน มีความท้าทายไม่เฉพาะกับ
ปฏิบัติการในโรงไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียนเท่านั้น แต่รวมถึงปฏิบัติการ
ในโรงไฟฟ้าแบบดั้งเดิมด้วย ผู้ที่ต้องทำให้มีการตอบสนองอย่าง
ยืดหยุ่นต่อการเปลี่ยนแปลงของโหลดที่เป็นเหตุจากความเปลี่ยนแปลง
กำลังขาออกนั้น ดังนั้นระบบควบคุมโรงไฟฟ้าสมัยใหม่ต้องมีความสามารถ
จัดการกับจำนวนกิจกรรมและปริมาณข้อมูลที่มากกว่าระบบควบคุม
แบบดั้งเดิม พร้อมทั้งเข้ากับกฎระเบียบของโครงข่ายไฟฟ้าแห่งชาติ
ที่เข้มงวดได้ด้วย และยังต้องร่วมกับระบบอัตโนมัติของโรงไฟฟ้า
โดยเป็นฐานของระบบที่ปรับปรุงประสิทธิภาพ พลผลิต
และการดำเนินการให้บรรลุเป้าหมาย นอกจากนั้น เมื่อถูกใช้เป็นระบบจัดการ
ระยะไกลต้องใช้งานให้เกิดประโยชน์สูงสุดกับหลายๆ โรงไฟฟ้าด้วย

การกระเพื่อมและความไม่แน่นอนเป็นธรรมชาติของโรงไฟฟ้า
พลังงานหมุนเวียน เช่น พลังกังหันลม พลังแสง เซลล์แสงอาทิตย์
การส่งพลังงานเหล่านี้ เข้าโครงข่ายไฟฟ้าเป็นการเพิ่มความ
ท้าทายให้บรรลุถึงประสิทธิภาพของค่าใช้จ่ายที่มากกว่า
การปรับปรุงการเข้ากันได้กับสภาพแวดล้อมและการปฏิบัติ
การของโรงไฟฟ้าที่ดีกว่าและยืดหยุ่นมากกว่า ความผันแปร
ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียน ยังสร้างความ
ต้องการต่อโรงไฟฟ้าแบบดั้งเดิมอีกด้วย ซึ่งต้องมีความยืด
หยุ่นที่ตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงตามสภาพโหลดที่เป็น

เหตุจากความแปรผันดังกล่าว ความสามารถต่อการตอบ
สนองที่รวดเร็วและต้นทุนที่มีประสิทธิภาพต่อความต้องการ
ของโหลดที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วคือ สิ่งสำคัญสำหรับ
เครื่องกำเนิดไฟฟ้า

ปัจจุบันระบบควบคุมของโรงไฟฟ้าต้องมีความสามารถจัด
การกับจำนวนตัวแปรและกิจกรรมและปริมาณข้อมูลกับความ
ซับซ้อนของข้อมูลที่มากกว่าระบบควบคุมของโรงไฟฟ้า
แบบดั้งเดิม ระบบยังต้องเข้ากับกฎระเบียบของโครงข่าย



ไฟฟ้าแห่งชาติที่เข้มงวดได้ด้วย และเมื่อถูกใช้เป็นระบบบริหารจัดการระยะไกล ระบบควบคุมเหล่านี้ ต้องใช้ในการปฏิบัติการและการผลิตให้เกิดประโยชน์สูงสุดจากหลายๆ โรงไฟฟ้า

กล่าวได้อีกนัยหนึ่งว่า ระบบควบคุมยุคใหม่ต้องทำงานแบบอัตโนมัติให้ได้อย่างสมบูรณ์ โดยการจัดเตรียมแพลตฟอร์มของระบบที่เพิ่มประสิทธิภาพพลังงานปรับปรุงผลิตผลทางวิศวกรรมและรองรับปฏิบัติการของโรงไฟฟ้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ ยืดหยุ่น เชื่อถือได้ พร้อมกับการเสริมกลยุทธ์การบริหารจัดการพลังงานและการบำรุงรักษา การเฝ้าตรวจระยะไกลของข้อมูลตามเวลาจริง เป็นสิ่งสำคัญที่ต้องมีมาก่อนสำหรับการปฏิบัติการด้านเสถียรภาพและเศรษฐศาสตร์

ความต้องการระบบควบคุมสมัยใหม่

ระบบควบคุมสมัยใหม่ ต้องการสถาปัตยกรรมระบบที่ยืดหยุ่น เพื่อให้ตรงกับรูปแบบที่แตกต่างกันของโรงไฟฟ้าในปัจจุบันนี้ โดยการเผาเชื้อเพลิงฟอสซิลแบบดั้งเดิมหรือโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมถูกกำหนดรูปแบบเป็นสถาปัตยกรรมแบบบล็อก ขณะที่โรงไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียนต้องการระบบอัตโนมัติเพื่อประสานการควบคุมหน่วยควบคุมเล็กๆ เป็นจำนวนหลายร้อยหรือหลายพันหน่วย เช่น กังหันลม การติดตามดวงอาทิตย์ RTU หรืออุปกรณ์รับรู้สัญญาณของท่อ ซึ่งกระจายอยู่ในพื้นที่ต่างๆ เป็นบริเวณกว้าง หน่วยต่างๆ เหล่านี้ ต้องการนำมาทำงานร่วมกันเป็นลำดับขั้นเพื่อให้เกิด

ความชัดเจนและการควบคุมได้ทั้งโรงไฟฟ้าหรือทั้งโครงข่าย

ระบบควบคุมอย่างเช่นระบบอัตโนมัติ

Symphony Plus ของ ABB

รับเอาแนวคิดกระบวนการควบคุมในอนาคตมาใช้ประกอบด้วยเทคโนโลยีสมรรถนะสูง

วิธีการและเครื่องมือที่ต่อเชื่อมระบบอัตโนมัติเข้าด้วยกันและทำให้เกิดระบบอัตโนมัติทั้งโรงไฟฟ้ากับการเพิ่มหน้าที่และความเชื่อถือได้มากขึ้น อุปกรณ์มีขนาดเล็กกว่า ใช้กำลังไฟฟ้าน้อยกว่า สำหรับการทำงานที่หน้างานและสามารถทำงานในสภาพแวดล้อมที่ผิดปกติได้อย่างมีประสิทธิภาพ การปรับปรุงความพร้อมใช้งาน ความเชื่อถือได้ ความเข้าซึ่กัน การเฝ้าตรวจระยะไกลและการสื่อสารคือสิ่งจำเป็นที่รวมไว้ด้วย การบูรณาการมาตรฐานอุตสาหกรรมล่าสุดของการสื่อสารเข้าไปในระบบควบคุมสมัยใหม่ ทำให้ข้อมูลเพิ่มขึ้นมากกว่าระบบดั้งเดิม นวัตกรรมและเทคโนโลยีอัจฉริยะทำให้มั่นใจว่าข้อมูลได้ถูกกระจายและจัดเตรียมพร้อมไว้ให้ผู้ปฏิบัติงานในห้องควบคุมวิศวกร บำรุงรักษา วิศวกรวางแผนการผลิตและผู้จัดการโรงไฟฟ้าผ่านทางระบบแวดล้อมทั่วไป

ความสามารถของระบบควบคุมในการรองรับข้อมูลได้มากกว่า และถ่ายโอนข้อมูลไปเป็นสารสนเทศผ่านอุปกรณ์อินเทอร์เน็ต

รูปที่ 1
ชุด SD
เป็นผลิตภัณฑ์ล่าสุดที่รวม
อยู่ในตระกูล Symphony Plus
S+ ของ ABB



รูปที่ 1

(HMI) ที่มีสมรรถนะสูง จึงนำไปสู่การรับรู้ข้อมูลได้มากกว่า ตอบสนองได้เร็วกว่าและท้ายที่สุดทำให้ตัดสินใจได้ดียิ่งกว่า

ในอดีตกระบวนการงานและระบบสถานีไฟฟ้าย่อยอัตโนมัติได้แยกออกจากกันและไม่สามารถสื่อสารถึงกันและกัน การทำข้อมูลให้พร้อมใช้งานจากองค์ประกอบทางไฟฟ้าแยกจากกัน จากเครื่องมือวัดและระบบแรงดันต่ำ แรงดันปานกลางและแรงดันสูง ไปจนถึงกระบวนการระบบควบคุมที่มีปัญหาและค่าใช้จ่าย แต่ระบบมีการสื่อสารผ่านโปรโตคอลที่แตกต่างกันและมีสายสื่อสารแยกขนานกัน ดังนั้นการบูรณาการกระบวนการงานและระบบสถานีไฟฟ้าย่อยอัตโนมัติจึงเป็นสิ่งจำเป็นเพื่อให้พร้อมใช้งานในระดับสูง ความชัดเจนของผู้ปฏิบัติงานและการทำงานที่มีความเชื่อถือได้

Symphony Plus

Symphony Plus ของ ABB คือ ยุคล่าสุดของระบบควบคุมแบบกระจาย (DCS) ตระกูล Symphony ที่พัฒนาขึ้นมาให้ตรงกับความต้องการของอุตสาหกรรมผลิตไฟฟ้าและน้ำ

Symphony Plus จัดเตรียมการเข้าถึงข้อมูลได้ง่ายและยืดหยุ่น เพื่อสะดวกต่อการตัดสินใจในการปฏิบัติงาน ปฏิบัติการ S+, ระบบ HMI ที่มีความสามารถเตรียมการให้ผู้ใช้งานกับกระบวนการที่มีอยู่ แก้ปัญหาที่เกิดขึ้นร่วมกับระบบควบคุมอัตโนมัติ การใช้กราฟิกสมรรถนะสูงทำให้ผู้ใช้งานเข้าถึงภาคแสดงผลได้โดยตรง จึงง่ายต่อการใช้งาน แสดงข้อมูลได้ชัดเจน แจ่มเจี้ยนและเฝ้าตรวจเหตุการณ์ (สอดคล้องกับ EEMUA 191 guidelines) และรายงานต่างๆ ที่สามารถนำไปใช้ให้ระบบได้สมรรถนะสูงสุด

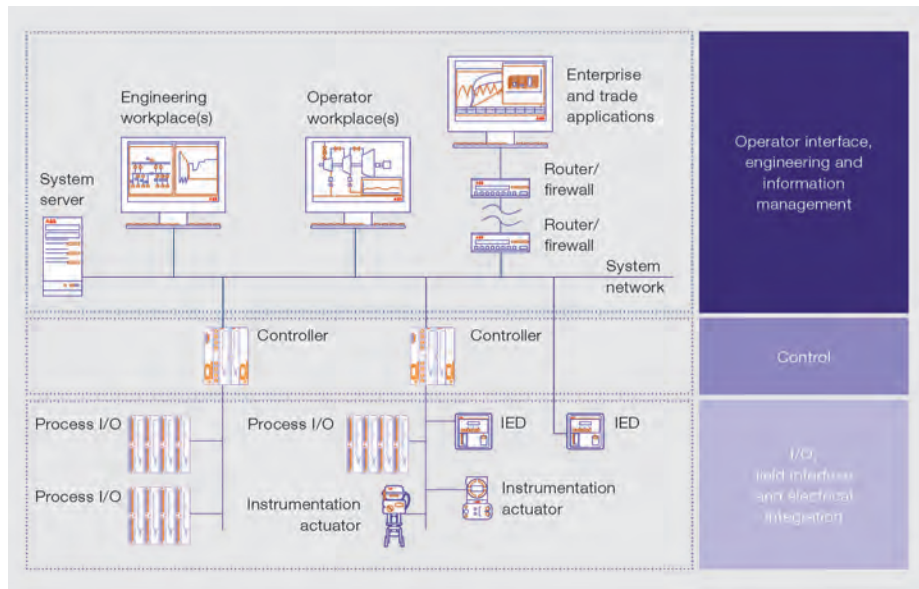
มีการทำให้เกิดปฏิบัติการร่วมโดยผ่านการบูรณาการของ

มาตรฐานโปรโตคอลการสื่อสาร เช่น IEC 61850, IEC 60870-5/101/103/104, OPC และ Modbus TCP เมื่อใช้มาตรฐานเหล่านี้ ทำให้การเข้าถึงข้อมูลของโรงไฟฟ้าเป็นไปได้ด้วยความเชื่อถือได้สูงกว่าและมากกว่าและเป็นวิธีที่มีค่าใช้จ่ายน้อยกว่าอินเทอร์เน็ตเฟสแบบเดิมและมีการต่อเชื่อมด้วยสายตัวนำ การทำงานภายใต้สภาพแวดล้อมร่วมกันและการแจ้งเตือนร่วมกัน ทำให้ผู้ปฏิบัติงานรับทราบสถานะการผลิตได้ดีกว่าและเกิดประโยชน์โดยรวมได้อย่างแท้จริง สำหรับวิศวกรบริการกำหนดการบำรุงรักษาทำให้เกิดประโยชน์สูงสุดผ่านการรายงานตามช่วงเวลาของสภาพอุปกรณ์และการพยากรณ์ความเสี่ยงในสมรรถนะของอุปกรณ์

การออกแบบและบำรุงรักษาระบบอัตโนมัติของโรงไฟฟ้าทั้งหมด ได้รับการดำเนินการผ่านหน่วยงานด้านวิศวกรรมที่เป็นเอกภาพ ประสิทธิภาพเชิงวิศวกรรม รูปแบบการจัดการความปลอดภัย การทดสอบการทำงานของระบบและการบำรุงรักษาอุปกรณ์ใดๆ ของระบบ (จากหน่วยงานสนามและอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ควบคุม I/O สถานที่ทำงานของผู้ปฏิบัติการและอินเทอร์เน็ตเฟสการสื่อสาร) ถูกดำเนินการผ่านเครื่องมือทางวิศวกรรมคือ ระบบ S+ เครื่องมือมีลักษณะเด่นที่ใช้ได้กับผู้ใช้งานหลายคน กระจายงานและแยกงานวิศวกรรมออกได้หลายกิจกรรม จากกิจกรรมใช้งานและจัดเตรียมการเข้าถึงตามหน้าที่ของผู้ใช้งานโดยผ่านทางอินเทอร์เน็ตเฟสที่ดูได้ง่ายๆ และกระแสนงานปฏิบัติการบนฐานข้อมูลแบบธรรมดา มีรูปแบบของข้อมูลที่ป้อนเข้าแบบจุดเดียว เพื่อจัดเตรียมการทำเอกสารและการสำรองข้อมูลสอดคล้องตามมาตรฐานของท้องถิ่นนั้น

Symphony Plus ทำงานร่วมกันได้กับตระกูล Symphony ในยุคก่อนหน้า โดยยอมให้ยกระดับและปรับปรุง DCS มาใช้งานร่วมกันได้ ดังนั้น จึงทำให้ได้ช่วงเวลาการผลิตสูงสุด

รูปที่ 2
หน้าที่การทำงานของ
Symphony Plus



รูปที่ 2

และมั่นใจว่าโครงการจะสมบูรณ์ด้วยค่าใช้จ่ายที่มีประสิทธิภาพ

ชุด SD

ชุด SD ของ Symphony Plus ได้รับการพัฒนาขึ้นมาเป็นพิเศษเพื่อจัดการกับหลักเกณฑ์สำหรับปรับปรุงสมรรถนะและให้บรรลุความต้องการของกระบวนการประยุกต์ใช้งานที่กระจายไปตามสภาพภูมิศาสตร์

ชุด SD ใช้ชุดตัวควบคุมกระบวนการสมรรถนะสูง สามารถต่อขยายเพื่อรองรับการควบคุมตามความต้องการทั้งหมดของโรงไฟฟ้า มีการประมวลผลแบบแยกส่วนและต่อเนื่องตามการใช้งานที่ต้องควบคุมดังรูปที่ 1 โดยมี I/O รองรับครอบคลุมตลอดช่วงการทำงาน ชุด SD ส่งมอบวิธีการแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพและมีประโยชน์หลายอย่างสำหรับการใช้งานในโรงไฟฟ้าทุกประเภทและทุกขนาด ตัวควบคุมร่วมทำงานเพื่อควบคุมการใช้งานทั้งข้อมูลและโปรแกรมทางเลือกของความซับซ้อนทำได้ทุกระดับของการควบคุม I/O และการสื่อสารเป็นผลให้เกิดความยืดหยุ่นและความพร้อมใช้งานสูงสุด

การใช้ชุดต่อขยายของ ABB มีการทำงานของอัลกอริทึมมาตรฐานที่พิสูจน์แล้วในภาคสนามและเครื่องมือออกแบบกราฟิกเชิงวิศวกรรม S+ เพื่อพัฒนากลยุทธ์ การควบคุมปฏิบัติการ S+ และการใช้งานอื่นๆ ติดต่อสื่อสารกับชุดควบคุม SD และ I/O ด้วยเครือข่ายที่มีความเร็วสูง ปริมาณงานมากและความปลอดภัยสูง ยอมให้ทำงานร่วมกับอุปกรณ์สนาม กระบวนการและระบบไฟฟ้าและระบบธุรกิจขององค์กรในลักษณะที่ง่าย ต่อขยายได้ ปลอดภัยและยั่งยืน (รูปที่ 2)

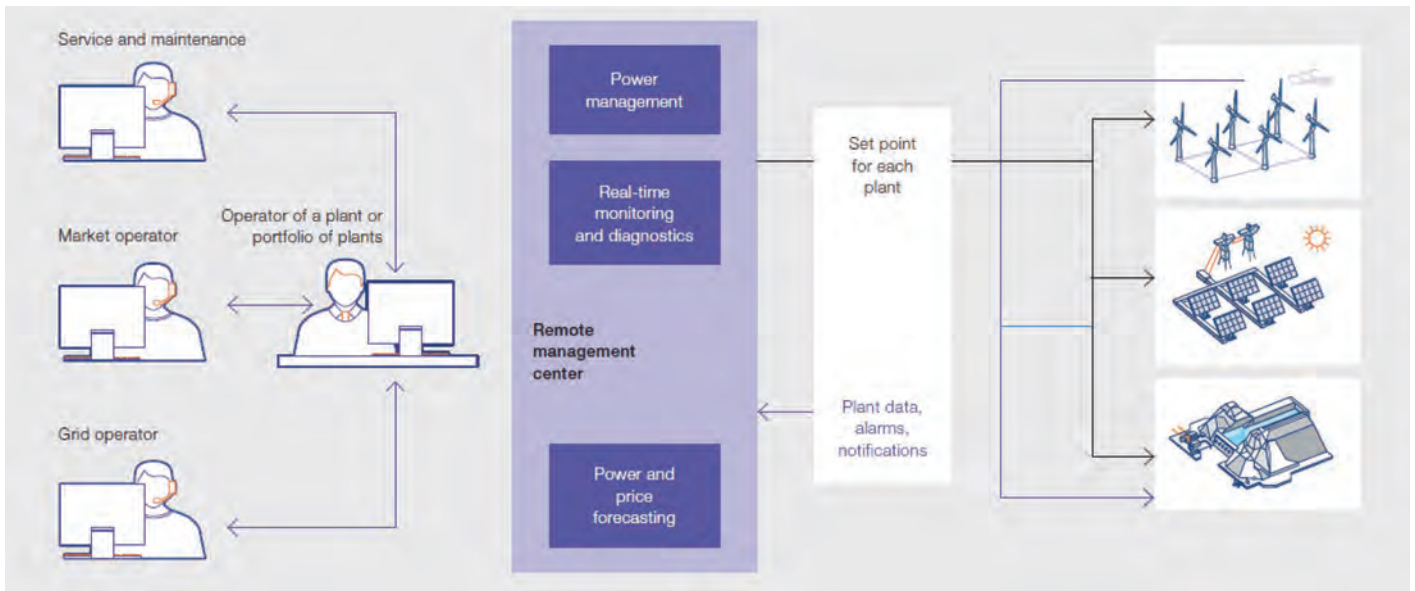
ตัวควบคุมชุด SD บูรณาการกับอุปกรณ์อัจฉริยะในสนาม

รวมถึงเครื่องส่งสัญญาณ ตัวกระตุ้นชุดควบคุมมอเตอร์และอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะ (IED) การใช้มาตรฐานโปรโตคอล IEC 61850, IEC 60870-5-104, Modbus TCP, PROFIBUS DP, และ HART เป็นผลให้ลดการใช้สายตัวนำและพื้นที่ติดตั้งเครื่องและลดค่าใช้จ่ายในการติดตั้งด้วย

ผลิตภัณฑ์ชุด SD มีเป็นหน่วยแยกต่างๆ ออกแบบให้มีความหนาแน่นสูงและมีสถาปัตยกรรมที่ทันสมัย ทำให้ลดความต้องการฮาร์ดแวร์ของการควบคุมและ I/O และพื้นที่ตู้ จึงทำให้ค่าใช้จ่ายในการออกแบบ การติดตั้งและการปฏิบัติการต่ำกว่า

ด้วยพิสัยอุณหภูมิระหว่าง -20°C ถึง +70°C และเคลือบด้วย G3 ผลิตภัณฑ์เหล่านี้จึงถูกออกแบบให้ทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่เลวร้ายด้วย ซึ่งทำให้นำไปใช้งานได้เหมาะสมสำหรับเป็น I/O ระยะไกล เช่น พบในการใช้งานผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียน

มีประสิทธิภาพสูงกว่าในแง่ใช้กำลังไฟฟ้าต่ำกว่า (ผลิตภัณฑ์ชุด SD ใช้กำลังไฟฟ้าน้อยกว่า 50% เมื่อเปรียบเทียบกับ DSC และ I/O ของผลิตภัณฑ์อื่น) การแพร่ความร้อนต่ำกว่า และลดอุปกรณ์ระบายความร้อน เช่น พัดลมระบายความร้อน ช่องระบายอากาศ เครื่องกรองอากาศและระบบไล่ก๊าซ จึงทำให้ไม่จำเป็นต้องใช้ส่วนประกอบที่มีผลกระทบต่อความเชื่อถือได้และผลิตภัณฑ์ลดอุปกรณ์ในพื้นที่ติดตั้งและมีค่าใช้จ่ายในการติดตั้งต่ำกว่า



รูปที่ 3

—
รูปที่ 3
Symphony Plus สำหรับ
บริหารการปฏิบัติการระยะไกล
ของโรงไฟฟ้า

ประโยชน์ของการบูรณาการทางไฟฟ้า

- การใช้ระบบอัตโนมัติสมัยใหม่ อย่างเช่น Symphony Plus ที่มีการบูรณาการกับมาตรฐานการสื่อสารล่าสุดอย่างเต็มรูปแบบนั้น โรงไฟฟ้าจะได้รับประโยชน์จากการดำเนินการดังนี้
- ใช้ระบบควบคุมอัตโนมัติเพียงระบบเดียว สำหรับการติดตั้งทั้งหมด
 - อุปกรณ์ออกแบบให้มีขนาดเล็กกว่าและความซับซ้อนน้อยกว่า
 - ระยะเวลาสำหรับงานวิศวกรรมการติดตั้งและทดสอบระบบก่อนใช้งานสั้นกว่า
 - รายการอะไหล่พร้อมกับกิจกรรมบำรุงรักษาไม่ยุ่งยาก
 - ลดความต้องการในการฝึกอบรม
 - ลดความเสี่ยงของโครงการเมื่อทำงานร่วมกับทีมงานของโครงการ
 - มีความเหมาะสมกับค่าใช้จ่ายทั้งวงจรชีวิตของระบบ
 - มีค่าใช้จ่ายด้านพลังงานต่ำกว่าผ่านการบริหารจัดการพลังงานให้มีประสิทธิภาพ เช่น การซื้อและผลิตไฟฟ้าให้เหมาะสม

การหาค่าการผลิตที่เหมาะสมที่สุดของโรงไฟฟ้า

การหาค่าระบบควบคุมที่เหมาะสมที่สุดเป็นสิ่งเบื้องต้นสำหรับการหาค่าการผลิตที่เหมาะสมที่สุดของโรงไฟฟ้าแบบดั้งเดิมและแบบพลังงานหมุนเวียน ความสมบูรณ์ของระบบอัตโนมัติในโรงไฟฟ้า พร้อมด้วยแพลตฟอร์มการควบคุมเดียวและ I/O กลายเป็นจุดหลักที่ต้องพึ่งพาในการสนับสนุนให้สมรรถนะของสินทรัพย์ให้มีประสิทธิภาพ

ระบบอัตโนมัติของโรงไฟฟ้าได้จัดเตรียมแพลตฟอร์มการปฏิบัติงานร่วมกัน สำหรับการควบคุมทั้งกระบวนการและระบบไฟฟ้าที่จะทำได้การเพิ่มระดับของการผลิตและช่วงเวลาให้บริการของระบบสูงสุด ข้อมูลสารสนเทศของการ

ปฏิบัติงานทั้งหมดจัดเก็บไว้ในฐานข้อมูล เพื่อให้สามารถนำมาใช้ได้กับผู้จัดการโรงไฟฟ้าและผู้ใช้งานใดๆ ที่เกี่ยวข้องเมื่อต้องการ ดังนั้นผลผลิตทั้งหมดของโรงไฟฟ้าถูกรวบรวมโดยระบบกระบวนการควบคุมที่เหมาะสมเพียงหนึ่งเดียว

การเฝ้าตรวจระยะไกลและโรงไฟฟ้าเสมือน

ความสามารถในการเฝ้าตรวจระยะไกลของระบบอัตโนมัติสมัยใหม่ แสดงให้เห็นได้ทั้งปฏิบัติการของแต่ละโรงไฟฟ้าและบริหารการจัดการพลังงานในระดับสูงของปฏิบัติการในโรงไฟฟ้า การเตรียมเครื่องมือสำหรับการตัดสินใจ จะช่วยผู้ปฏิบัติการเดินเครื่องโรงไฟฟ้าได้อย่างเหมาะสมที่สุด ตรวจสอบจับความผิดปกติใดๆ ที่เกิดขึ้นและรักษาประสิทธิภาพของการใช้พลังงาน ผู้ปฏิบัติการได้ประโยชน์จากการปรับปรุงการทำงานและการบำรุงรักษา ผลต่อเนื่องมาคือ การลดค่าใช้จ่ายของการดำเนินงานนำไปสู่การเพิ่มกำไรของธุรกิจนั่นเอง

การเพิ่มจำนวนผู้ผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กจากพลังงานแสงอาทิตย์และพลังงานลมที่ส่งพลังงานไฟฟ้าขายเข้าโครงข่ายไฟฟ้ามากขึ้น ทำให้มีการเพิ่มความต้องการในการสร้างโรงไฟฟ้าเสมือน (virtual power plants: VPPs) และสมาร์ทกริด การเฝ้าตรวจโรงไฟฟ้าเสมือนส่วนกลาง ทำให้การผลิตไฟฟ้าจากหลายๆ โรงไฟฟ้าที่อยู่ห่างไกลกัน สามารถรวมกันเข้ามาได้ ผู้ปฏิบัติการของโรงไฟฟ้าเสมือนที่เป็นผู้มีส่วนร่วมในตลาดซื้อขายไฟฟ้าอาจสามารถขายไฟฟ้าได้ราคาที่ดีกว่า ปรับปรุงการสมดุลโหลดและจัดการผลิตและการใช้ไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าให้เหมาะสมที่สุดดังแสดงในรูปที่ 3

ในท้ายที่สุดนี้ ระบบอัตโนมัติ Symphony Plus ของ ABB ให้ความมั่นใจในการทำให้ปฏิบัติการของโรงไฟฟ้าเสมือนมีความเหมาะสมที่สุดจนได้รับผลสำเร็จ

Changing wind

การเปลี่ยนแปลงของพลังงานลม

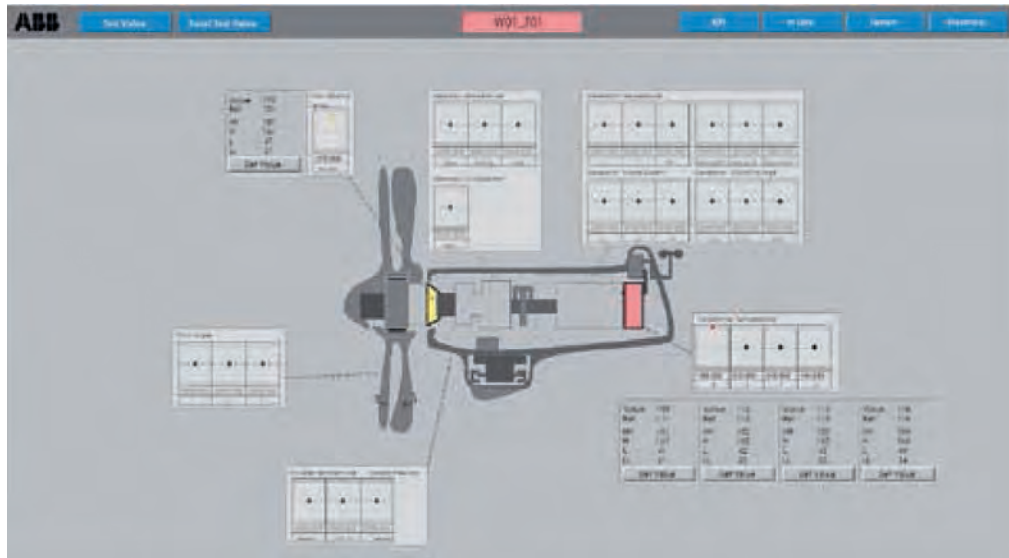
เทคโนโลยีใหม่สำหรับการควบคุมกังหันลมและทุ่งกังหันลม

Adrian Timbus – มนุษย์มีความปรารถนาอย่างแรงกล้ามาตลอดเวลาในการใช้ประโยชน์จากพลังงานลมมาผลิตไฟฟ้า อย่างไรก็ตามการนำพลังงานลมมาแปลงให้เป็นพลังงานรูปแบบอื่นนั้นย่อมมีความท้าทายไม่น้อย ตัวอย่างในปัจจุบันคือ การใช้พลังงานลมมาหมุนกังหันลมเพื่อผลิตไฟฟ้าการทำงานของทุ่งกังหันลม (wind farms) และกังหันลม (wind turbines) ให้ได้ประสิทธิภาพอย่างเหมาะสมนั้น ย่อมต้องการนวัตกรรมเทคโนโลยีการควบคุมที่ล้ำสมัยด้วย โดยระบบอัตโนมัติ Symphony Plus ของ ABB มีการเฝ้าตรวจและควบคุมการทำงานของพลังงานลมดังกล่าวได้อย่างดี จึงเป็นการเพิ่มคุณค่าของการใช้พลังงานลม

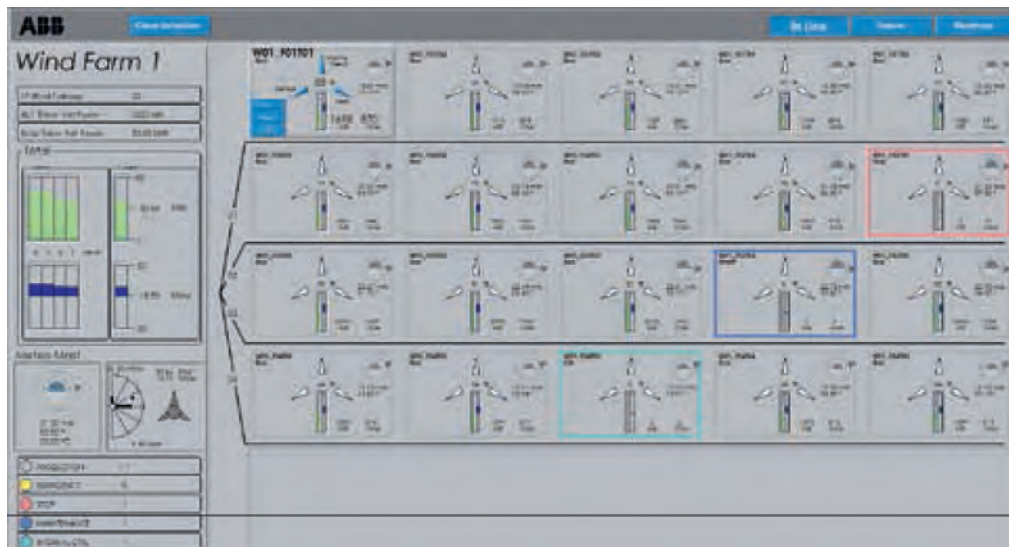


รูปที่ 1 (ก)
การยศาสตร์ของข้อมูล
ห้องเครื่องกังหันลมที่สัมพันธ์
กับจุดทำงานภาวะปกติและ
ระดับสูงและต่ำกว่า

รูปที่ 1 (ข)
ภาพรวมการผลิตไฟฟ้า
ของกังหันลมและสถานะ
และกำลังการผลิตของ
กังหันลมแต่ละต้น



รูปที่ 1 (ก)



รูปที่ 1 (ข)

เมื่ออุตสาหกรรมไฟฟ้ามีการเปลี่ยนจากตลาดที่ให้การอุดหนุน
อิงตามอัตราค่าไฟฟ้าแบบ feed-in ไปเป็นการมีส่วนร่วม
มากขึ้นในตลาดขายส่งพลังงานและสัญญาซื้อขายไฟฟ้า
ระยะยาว เทคโนโลยีในปัจจุบันจึงต้องเสริมให้การผลิตไฟฟ้า
จากพลังงานลมภายในตลาดที่มีการแข่งขันสำหรับพลังงาน
หมุนเวียน

เพื่อดำเนินงานดังกล่าว จึงต้องการเทคโนโลยีใหม่ๆ เพื่อให้
สะดวกต่อการเชื่อมโยงกับโครงข่ายไฟฟ้าได้อย่างเหมาะสม
โดยปรับปรุงสมรรถนะและความเชื่อถือได้ในการทำงานของ
กังหันลม ลดค่าใช้จ่ายของการผลิตไฟฟ้า และปรับปรุงการ
พยากรณ์ผลผลิตและบริหารจัดการกำลังไฟฟ้าที่ผลิตให้ได้
ตลอดวงจรอายุการใช้งานของกังหันลม

เป็นที่เข้าใจแล้วว่า ทั้งสภาพสิ่งแวดล้อมที่มามีการทำงานของ
กังหันลมและความต้องการอันมากล้นที่กดดันต่อผู้ปฏิบัติ
งานในกังหันลม เป็นสิ่งสำคัญยิ่งกับความสำเร็จในระดับ

ที่ปรารถนาของการปรับปรุง

ด้วยเหตุนี้ จึงต้องพัฒนาระบบควบคุมที่ทันสมัยและอุปกรณ์
เช่นเซอร์โวมอเตอร์ ขึ้นมาให้ถูกต้องตรงตามความต้องการของ
ผู้ปฏิบัติงานในทุกๆ กังหันลม การควบคุมอัตโนมัติจึงต้องมี
อินเทอร์เฟซระหว่างคน-เครื่องจักร (human-machine
interface: HMI) เตรียมให้ผู้ปฏิบัติงานได้เข้าถึงพารามิเตอร์
ของการทำงานและข้อมูลการผลิตที่ใช้ได้ถูกเวลา เพื่อทำ
ให้มั่นใจว่าการผลิตไฟฟ้าของกังหันลมทำได้อย่างเหมาะสม
ที่สุด

ความต้องการของตลาด

ABB ใช้ประสบการณ์มากมายเพิ่มจากความสำเร็จในการ
ทำงานกับโรงไฟฟ้าแบบดั้งเดิม มาจัดทาระบบควบคุมอัตโนมัติ
ให้สามารถทำงานเข้ากันได้ เพื่อให้ได้การผลิตไฟฟ้าจาก
กังหันลมมีความเหมาะสมที่สุด เป็นแหล่งจ่ายที่มีความ
ยืดหยุ่นและมั่นคง เพื่อให้มั่นใจว่ามีการรักษาคุณภาพไฟฟ้า

รูปที่ 2
เทคโนโลยี SpIDAR
ที่ใช้สำหรับการวัดพายุกรณัมลม
และประเมินสถานที่ตั้ง



รูปที่ 2

ผ่านระบบควบคุมที่เหมาะสม มีการผลิตไฟฟ้าให้ได้ตรงกับ
การพยากรณ์และแผนงาน และจัดเตรียมกำลังผลิตขายออกได้
ตรงตามความต้องการของระบบ

กฎระเบียบของโครงข่ายไฟฟ้า (Grid Codes)

เครื่องกำเนิดไฟฟ้าต้องยอมปฏิบัติตามกฎระเบียบการปฏิบัติ
การของโครงข่ายไฟฟ้าในแต่ละประเทศ กฎระเบียบของ
โครงข่ายไฟฟ้าได้กำหนดเงื่อนไขทางเทคนิคและกระบวนการ
ต่างๆ สำหรับให้การทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเป็นไปตาม
การวางแผน การเชื่อมโยงและการปฏิบัติการ ความต้องการ
ที่สำคัญของกฎระเบียบของโครงข่ายไฟฟ้าคือ ความมั่นใจใน
พฤติกรรมของโรงไฟฟ้าพลังงานลมว่า เหมือนกับโรงไฟฟ้า
แบบดั้งเดิม และจัดเตรียมสิ่งจำเป็นเพื่อรองรับการทำหน้าที่
ของโครงข่ายไฟฟ้าด้วย

ระบบควบคุมสมัยใหม่และเทคโนโลยีใหม่
ต้องรองรับกับความท้าทายในการบูรณาการ
กับโครงข่ายไฟฟ้าและตัวแปร กังวล
แตกต่างกันในพารามิเตอร์ของการทำงาน
สำหรับเข้าได้กับกฎระเบียบของโครงข่าย
ไฟฟ้าทั่วโลก

การก้าวพ้นกฎระเบียบของโครงข่ายไฟฟ้า

ระบบอัตโนมัติของ ABB สำหรับอุตสาหกรรมพลังงานลม
กล่าวคือ Symphony Plus สำหรับพลังงานลมมีรูปแบบ
ฟังก์ชันการควบคุมที่ปฏิบัติตามกฎระเบียบการปฏิบัติการ

ของโครงข่ายไฟฟ้าโดยใช้คลังควบคุมตามความต้องการ
ของลูกค้า (bespoke control libraries) ทำงานในชุด
ควบคุมสมรรถนะสูง เทคโนโลยีล่าสุดนี้ มีการจำกัดช่วงการ
เปลี่ยนแปลงของความเร็วโดยการผสมผสานกำลังจริง และ
ควบคุมแรงดันในสภาวะอยู่ตัวโดยการเปลี่ยนแปลงกำลัง
รีแอกทีฟ สิ่งสำคัญในการดูแลทุกกังหันลมให้เป็นดังเช่นโรง
ไฟฟ้าและสถานีไฟฟ้าคือ การเชื่อมโยงเข้าไปในระบบไฟฟ้าด้วย

ระบบควบคุมที่ทำงานได้อย่างเหมาะสมมีการพิจารณาความ
สามารถการผลิตกำลังรีแอกทีฟของกังหันลมแต่ละชุด ตรวจสอบ
ระดับกำลังรีแอกทีฟลงมาถึงสถานีไฟฟ้า อินเตอร์เฟสกับ
ตัวเปลี่ยนจุดแยกของหม้อแปลงกำลัง เพื่อช่วยคุมค่าแรงดัน
ภายในทุกกังหันลม พิจารณาระดับแรงดันภายในทุกกังหันลม
ที่เชื่อมโยงบกับโครงข่ายไฟฟ้า (collector grid) และ
ควบคุมแหล่งจ่ายกำลังรีแอกทีฟ เพื่อลดการสูญเสียในจุด
เชื่อมโยงกับโครงข่ายไฟฟ้า เพื่อรักษาระดับแรงดันให้อยู่
ภายในช่วงจำกัดได้ตามเงื่อนไขที่กำหนด

การจัดการแรงดันและกำลังรีแอกทีฟภายในทุกกังหันลมเป็น
การลดความเสี่ยงของการถูกปลดออกจากระบบ และลดการ
สูญเสียในจุดเชื่อมโยงกับโครงข่ายไฟฟ้า

ระบบอัตโนมัติที่เป็นหนึ่งเดียว

Symphony Plus สำหรับพลังงานลมได้พัฒนาเป็นพิเศษ
เพื่อเชื่อมโยงการผลิตไฟฟ้าจากกังหันลมกับโครงสร้างพื้นฐาน
ทางไฟฟ้า (เช่น สถานีไฟฟ้า ชุดควบคุม STATCOM
เป็นต้น) ในระบบเฝ้าตรวจและความคุมเดียวสำหรับโรงไฟฟ้า
การบูรณาการกระบวนการของโรงไฟฟ้าและสถานีไฟฟ้าย่อย

รูปที่ 3
เทคโนโลยี iSPin
สำหรับการวัดตัวแปรลม
ได้แม่นยำ



รูปที่ 3

อัตโนมัติเข้าด้วยกัน เป็นผลให้มีระดับความพร้อมจ่ายไฟฟ้า สภาพการมองเห็นได้ของผู้ปฏิบัติการและความเชื่อได้สูงกว่า

การใช้โปรโตคอลมาตรฐาน เช่น IEC 61850, Modbus TCP และ IEC 104 ทำให้จำนวนระบบควบคุมทั้งหลายทั่วทั้งโรงไฟฟ้า และความซับซ้อนของงานด้านวิศวกรรม การติดตั้ง และการทดสอบก่อนจ่ายไฟฟ้าเชิงพาณิชย์ของแต่ละระบบ ควบคุมลดลงไปได้ ข้อมูลข่าวสารสามารถกระจายไปยัง ผู้ปฏิบัติงานในห้องควบคุม วิศวกรบำรุงรักษา และวิศวกรในโรงไฟฟ้าผ่านระบบบริหารจัดการฐานข้อมูลร่วมได้อย่างทั่วถึง เมื่อสินทรัพย์ทั้งหมดบูรณาการเข้ากับระบบควบคุมเดียว จึงเป็นการผลิตไฟฟ้าจากโรงไฟฟ้าพลังงานลมได้อย่างเหมาะสมในที่สุด

การผลิตไฟฟ้าจากโรงไฟฟ้าพลังงานลมได้อย่างเหมาะสม

โดยทั่วไปโรงไฟฟ้าพลังงานลมมีการตอบสนองเร็วกว่าโรงไฟฟ้าแบบดั้งเดิม อย่างไรก็ตามมีความท้าทายกับตัวแปรหลักที่มีนัยสำคัญที่สุดคือ ความพร้อมจ่ายของพลังงานลมและระดับกำลังผลิตขาออก

โดยการเฝ้าตรวจทั้งกำลังขาออกของกังหันลมแต่ละต้นและกำลังขาออกสะสมรวมของกังหันลมอย่างต่อเนื่อง มีการรวบรวมข้อมูลการทำงานเป็นจำนวนมาก เช่น ความเร็วและทิศทางของลมและความเร็วโรเตอร์ แล้วนำมาแปลงเป็นข้อมูลการผลิต เช่น กำลังจริง/กำลังรีแอกตีฟ จึงทำให้มีความมั่นใจว่ากังหันลมแต่ละต้นและกังหันลมโดยรวมทั้งหมดทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและที่ประสิทธิภาพดีที่สุด มีการผสมผสานกำลังขาออกของกังหันลมได้ตรงกับความต้องการของโหลด

การเอาชนะปรากฏการณ์รบกวนของลม (wake effect) ในกังหันลมคือ ประสิทธิภาพและเป็นหนทางรอดเพื่อเพิ่มรายได้จากกังหันลม ซึ่งสามารถประเมินได้ไม่กี่เปอร์เซ็นต์ของกำลังไฟฟ้านั้นขึ้นอยู่กับสถานที่ตั้งของกังหันลม เมื่อเปรียบเทียบกับกรณีไม่เกิดปรากฏการณ์รบกวนที่มีสภาพสายลมพัดผ่านได้อย่างอิสระ อากาศพลศาสตร์กระทำระหว่างกังหันลมเป็นวิกฤตสำหรับพลังงานลม เพื่อเพิ่มข้อได้เปรียบในตลาดพลังงานหมุนเวียนด้วย

Symphony Plus สำหรับพลังงานลมจำลองภาวะอากาศพลศาสตร์กระทำระหว่างกังหันลม และคำนวณผลกระทบปรากฏการณ์รบกวนของลมต่อกำลังไฟฟ้าขาออก เพื่อให้ได้กำลังผลิตของกังหันลมสูงสุดผ่านปรากฏการณ์รบกวนของลมอย่างเหมาะสมที่สุด การใช้กลไกออนไลน์หาค่าที่เหมาะสมที่สุดอย่างเต็มที่ จะทำให้ได้รับกำลังจริงของกังหันลมแต่ละต้นอย่างเหมาะสม เพื่อว่ากำลังผลิตทั้งหมดจากโรงไฟฟ้ามีค่าสูงสุด พร้อมทั้งควบคุมกำลังรีแอกตีฟเพื่อทำให้การสูญเสียโดยรวมทั้งหมดที่จุดเชื่อมโยงต่ำสุด

อุปกรณ์เซ็นเซอร์ใหม่

ด้วยยุทธศาสตร์การลงทุนใน 2 บริษัท (บริษัท Pentulum Technologies และบริษัท ROMO wind) มีผลิตภัณฑ์ออกมาเพื่อปรับปรุงสมรรถนะและการทำงานของกังหันลม โดยวัดสภาพลมจริงด้วยความเที่ยงตรงมาก ขณะที่ ABB เสนอเทคโนโลยีล่าสุดในระบบควบคุมพลังงานลม เมื่อบูรณาการเทคโนโลยีของบริษัท Pentulum และ ROMO wind กับ Symphony Plus สำหรับพลังงานลม จึงเป็นการเปิดโฉมหน้าใหม่ของการควบคุมกังหันลมและกังหันลมที่สูงขึ้นไปอีกระดับหนึ่ง

นวัตกรรม LIDAR (light detection and ranging) ของ Pentalum ภายใต้ชื่อ SpiDAR เป็นเทคโนโลยีตรวจจับเวกเตอร์ของลมที่หนักแน่น เพื่อทำการจัดวางตำแหน่งกังหันให้เหมาะสมกับกระแสลมที่ไหลเข้ามา เทคโนโลยีนี้ยังใช้สำหรับพยากรณ์ลมและประเมินสถานที่ตั้งและถูกออกแบบให้เพิ่มประสิทธิภาพของกังหันลมให้ต้นทุนต่อโครงการต่ำกว่าการวัดด้วยเทคโนโลยีอื่นๆ เช่น เครื่องวัดทิศทางลม (wind-vane) ซึ่งมีประสิทธิภาพน้อยกว่าเมื่อใช้การตรวจจับการไหลของอากาศจากด้านหลังของกังหันลม

SpiDAR ยังระบุปรากฏการณ์รบกวนของลมและบริเวณของปรากฏการณ์รบกวนเมื่อบูรณาการเข้ากับ Symphony Plus สำหรับพลังงานลมแล้ว ผู้ปฏิบัติงานจะได้รับข้อมูลกับเวลาที่สัมพันธ์กันทั้งหมด เพื่อจะได้ตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศที่สามารถสร้างผลกระทบร้ายแรงต่อปฏิบัติการของโรงไฟฟ้าพลังงานลมได้อย่างเหมาะสม

ส่วนเทคโนโลยี iSPin ของ ROMO wind จัดเตรียมการวัดตัวแปรลม เช่น ความเร็ว ทิศทางและความปั่นป่วน (turbulence) ได้อย่างแม่นยำ

การทำงานร่วมกันของ iSPin และ Symphony Plus สำหรับพลังงานลม สามารถวิเคราะห์สมรรถนะจากการใช้ข้อมูลออนไลน์และข้อมูลในอดีตของกังหันลมและกังหันลมแต่ละต้น จากนั้นผู้ปฏิบัติงานสามารถดำเนินโปรแกรมปรับปรุงประสิทธิภาพที่จำเป็น เพื่อเพิ่มความสามารถในการทำไรต่อไปสามารถคำนวณและเฝ้าตรวจความผิดพลาดของการหมุนหาลม ประสิทธิภาพโรเตอร์ การติดตาม จุดกำลังสูงสุดและเส้นโค้งกำลัง เพื่อตรวจจบบรรยากาศการด้อยสมรรถนะใดๆของกังหันลมได้ สำหรับซอฟต์แวร์ประยุกต์จะใช้ข้อมูลของ iSPin และกังหันลมมากำหนดและทำรายงานตัวชี้วัดสมรรถนะของกังหันลมกับเป้าหมายที่ชัดเจน เพื่อสร้างสมรรถนะของกังหันให้สูงสุด

ระบบควบคุมสมัยใหม่

การบูรณาการอุปกรณ์เซ็นเซอร์ใหม่ เช่น SpiDAR, iSPin และ Symphony Plus สำหรับพลังงานลมทำให้กังหันลมและกังหันลมสามารถผลิตไฟฟ้าได้เหมาะสมยิ่งขึ้นไปอีก

ด้วยการประยุกต์ใช้งานเฉพาะอย่างและการเฝ้าตรวจตามเวลาจริง พารามิเตอร์ที่วัดโดยอุปกรณ์เซ็นเซอร์หน้างาน ข้อมูลเหล่านี้ นำมาใช้พยากรณ์และผลิตไฟฟ้าจากกังหันลมให้ได้อย่างเหมาะสมที่สุด และกำหนดราคาค่าพลังงานที่ดีที่สุด ข้อมูลหน้างานยังใช้เพื่อจัดเตรียมการวินิจฉัยและทำนายการทำงานของกังหันลม แจ้งเตือนผู้ปฏิบัติการและทีมงานบำรุงรักษาเมื่อมีอุปกรณ์ทำหน้าที่ผิดปกติด้วย

Symphony Plus สำหรับพลังงานลมถูกพัฒนาด้วยสถาปัตยกรรมเชิงลำดับขั้น สำหรับจัดระดับอุปกรณ์ในโรงไฟฟ้าและระบบศูนย์กลางระยะไกลใช้เทคโนโลยี S+ Operations จึงสามารถใช้เหมือนฟังก์ชันบริหารจัดการไฟฟ้าได้อย่างสมบูรณ์ ทำให้ปรับแต่งโรงไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียนให้เป็นการผลิตไฟฟ้าที่เชื่อถือได้

โปรโตคอลการสื่อสารที่ได้มาตรฐานยอมให้เชื่อมต่อโรงไฟฟ้าหลายๆ โรงเข้าด้วยกัน เพื่อว่าสินทรัพย์ที่สัมพันธ์กันทั้งหมดถูกอินเตอร์เฟสกับระบบอื่นๆ กลายเป็นระบบศูนย์กลางบริหารสินทรัพย์แห่งเดียวสามารถมีสถานที่ตั้งอยู่ห่างไกลจากโรงไฟฟ้าทั้งหลายได้

ในท้ายที่สุดนี้ Symphony Plus สำหรับพลังงานลมจัดเตรียมระบบแพลตฟอร์มที่มีประสิทธิภาพในการเพิ่มประสิทธิภาพพลังงาน ปรับปรุงผลผลิตทางวิศวกรรมและรองรับปฏิบัติการของโรงไฟฟ้าที่มีความยืดหยุ่นและเชื่อถือได้มากขึ้นและกลยุทธ์การบำรุงรักษาโดยรวม

เรียบเรียงจาก
Adrian Timbus, “Changing Wind,”
ABB Review 4/15,
pp. 18-23.

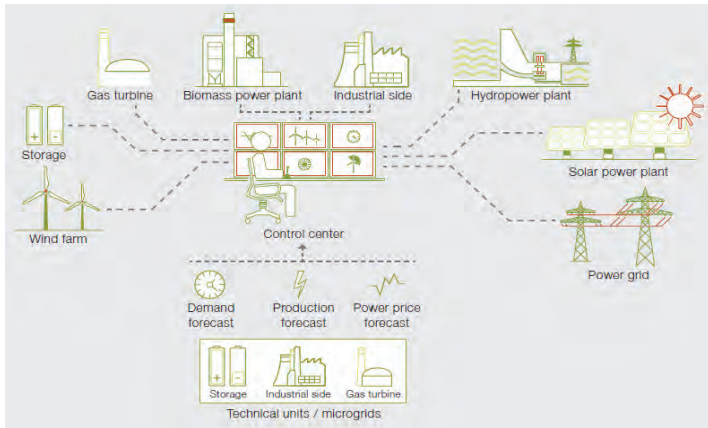
Virtual reality

เสมือนจริง

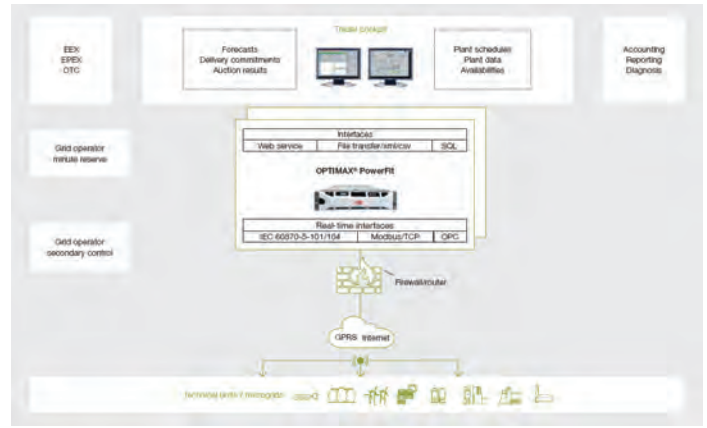
ระบบควบคุมแบบศูนย์กลางและการหาค่าเหมาะสมที่สุดของ ABB
ทำให้สามารถเดินเครื่องโรงไฟฟ้าเสมือนได้อย่างคุ้มค่า

Sleman Saliba – โรงไฟฟ้าเสมือน (virtual power plant: VPP) คือ การรวมกันของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า อุปกรณ์สะสมพลังงานไฟฟ้าและการใช้ไฟฟ้าอย่างยืดหยุ่น ด้วยการควบคุมโดยระบบควบคุมแบบศูนย์กลาง เครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนขนาดเล็กและขนาดกลางในตลาดซื้อขายไฟฟ้า หรือเชื่อมโยงไว้บริการอยู่ในโครงข่ายไฟฟ้า เช่น การทำสมดุลไฟฟ้า สามารถมีส่วนร่วมอยู่ในโรงไฟฟ้าเสมือนได้ ดังนั้นจึงมีการเพิ่มเข้ามาของพลังงานหมุนเวียนและเพิ่มรายได้จากพลังงานหมุนเวียนอย่างมีนัยยะ ระบบควบคุมโรงไฟฟ้าเสมือนศูนย์กลางและการหาค่าเหมาะสมที่สุดของ ABB ไม่เพียงแต่ทำให้ปฏิบัติการเดินเครื่องโรงไฟฟ้าเสมือนได้ตามเวลาจริงเท่านั้น แต่ยังสามารถทำให้โรงไฟฟ้าทำงานด้วยต้นทุนที่เหมาะสมสอดคล้องกับความต้องการ





รูปที่ 1



รูปที่ 2

—
รูปที่ 2
การบูรณาการของระบบ
ควบคุมโรงไฟฟ้าเสมือนแบบ
ศูนย์กลางและการหาค่า
เหมาะสมที่สุดเข้ากับ
ภูมิภาพเทคโนโลยีสารสนเทศ

โรงไฟฟ้าเสมือนเป็นสินทรัพย์ด้านการผลิตไฟฟ้า ประกอบด้วยเทคโนโลยีการผลิตไฟฟ้าเข้าไว้เกือบทั้งหมด: ก๊าซชีวภาพ ชีวมวล การผลิตไฟฟ้าและความร้อนร่วม (CHP) CHP ขนาดเล็ก พลังลม แสงอาทิตย์ พลังน้ำ เครื่องยนต์ดีเซล และเชื้อเพลิงฟอสซิล โดยทั่วไปโรงไฟฟ้าเสมือนจะได้รับการผลิตไฟฟ้าจากโรงไฟฟ้า พลังงานหมุนเวียนทั้งขนาดเล็กและขนาดกลางร่วมกันเป็นร้อยละ 10 โรงกลายเป็นโรงไฟฟ้าเสมือนขนาดใหญ่ 1 โรง ที่มีขนาดและความยืดหยุ่นต่อการเข้ามามีส่วนร่วมในตลาดซื้อขายไฟฟ้า โดยเฉพาะการบริการเสริม (ancillary services) ของโครงข่ายไฟฟ้าที่สร้างผลประโยชน์ได้อย่างมาก

นอกจากนี้โรงไฟฟ้าเสมือนสามารถสร้างได้จากการใช้ระบบสะสมพลังงานในรูปแบบต่างๆ เช่น แบตเตอรี่ การสะสมความร้อน การอัดอากาศ หรือการสูบน้ำกลับ (pumped storage) จนในที่สุดผู้ใช้ไฟฟ้าสามารถกลายเป็นส่วนหนึ่งของโรงไฟฟ้าเสมือนด้วย ตัวอย่างเช่น การเปลี่ยนแปลงกระบวนการให้เหมาะสมกับเศรษฐศาสตร์ทางไฟฟ้าทั่วไป หรือโดยการเลื่อนเวลาการใช้โหลดในกระบวนการผลิต (รูปที่ 1)

กล่าวโดยทั่วไปเป้าหมายของโรงไฟฟ้าเสมือนประกอบด้วย 3 ส่วน ได้แก่ เพื่อให้ได้ราคาการผลิตพลังงานในตลาดซื้อขายไฟฟ้าที่ดีกว่า เพื่อมีส่วนร่วมการจัดสมดุลไฟฟ้าในตลาดซื้อขายไฟฟ้าและทำให้การผลิตและการใช้ภายในเป็นไปอย่างเหมาะสมที่สุด

ตลาดซื้อขายไฟฟ้า

ความท้าทายหลักอย่างหนึ่งที่เกี่ยวข้องในปฏิบัติการของโรงไฟฟ้าเสมือนคือ ความพร้อมจ่ายไฟฟ้าที่ตลาดซื้อขายไฟฟ้าต่างๆ เพื่อให้ได้ผลตอบแทนสูงสุด ขั้นตอนแรกในการบรรลุเป้าหมายนี้คือ การวางแผนกำลังการผลิตในโรงไฟฟ้าเสมือน การพยากรณ์ การผลิตของพลังงานหมุนเวียนความต้องการไฟฟ้าและข้อตกลงระยะยาว หลังจากนั้นส่งผ่านไปยังระบบที่หาค่าการตลาดที่เหมาะสมที่สุด เพื่อกระจายขนาดกำลังผลิต

พร้อมจ่ายจากโรงไฟฟ้าเสมือนไปที่ตลาดซื้อขายไฟฟ้าต่างๆ

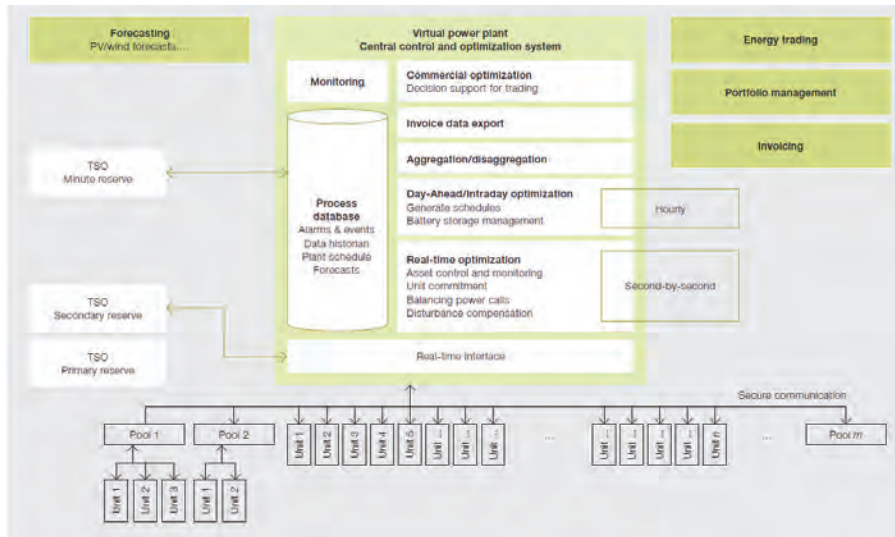
—
การซื้อขายไฟฟ้ากระทำการกันในตลาด 3 ประเภท ได้แก่ ตลาดสมดุล (balancing market) ตลาดซื้อขายทันที (spot market) และตลาดซื้อขายไฟฟ้าวงหน้า (derivatives market) นอกจากนี้ ยังมีการซื้อขายไฟฟ้าระยะกว้างพันธมิตรกันโดยตรง (over-the-counter: OTC)

บทความนี้กล่าวถึงโอกาสที่เกิดขึ้นสำหรับโรงไฟฟ้าเสมือนในตลาดพลังงานเสรีและอ้างอิงกับตลาดพลังงานในประเทศเยอรมนีและตลาดแลกเปลี่ยนพลังงานของยุโรป เป็นแนวคิดที่ใช้กับโครงข่ายไฟฟ้าและตลาดซื้อขายไฟฟ้าระดับสากล

ตลาดซื้อขายไฟฟ้าสมดุล

สิ่งที่ต้องมีมาก่อนสำหรับปฏิบัติการของโครงข่ายไฟฟ้าให้มีความเสถียรคือ การสมดุลระหว่างการผลิตและการใช้ไฟฟ้า การเรียกว่าสมดุลนั้นคือ กำลังไฟฟ้าจะถูกเพิ่มหรือลดหากมีความแตกต่างระหว่างสองสิ่งนี้ขึ้น เป้าหมายของการสมดุลไฟฟ้าคือ การคงความถี่ 50 Hz ให้อยู่ภายในขีดความถี่ที่กำหนดไว้และมีการชดเชยเมื่อการผลิตและการใช้ไฟฟ้าเกิดแตกต่างกัน เพื่อให้บรรลุเป้าหมายดังกล่าว จึงมีการสมดุลไฟฟ้าแบบพลวัต 3 ประเภทคือ การสมดุลไฟฟ้าปฐมภูมิ การสมดุลไฟฟ้าทุติยภูมิและการสมดุลไฟฟ้าตติยภูมิ การสมดุลไฟฟ้าทำได้จากผู้ให้บริการเสริมของโครงข่ายไฟฟ้าที่ตอบสนองต่อข้อเสนอ ซึ่งข้อเสนอนี้ออกโดยผู้ปฏิบัติการระบบส่ง (transmission system operator) ก่อนที่ผู้ปฏิบัติการของโรงไฟฟ้าเสมือน (VPP operator) สามารถให้ราคาในตลาดซื้อขายไฟฟ้าสมดุลนี้ เครื่องกำเนิดไฟฟ้าแต่ละหน่วยต้องผ่านการตรวจสอบคุณสมบัติจากผู้ปฏิบัติการของระบบส่งก่อน

รูปที่ 3
โมดูลของระบบควบคุม
โรงไฟฟ้าเสมือนและ
การหาค่าเหมาะสมที่สุด



รูปที่ 3

ตามที่ปฏิบัติกันมา โรงไฟฟ้าแบบดั้งเดิมเป็นแหล่งผลิตไฟฟ้าสำหรับการสมดุลพลังงาน อย่างไรก็ตามปัจจุบันนี้โรงไฟฟ้าเสมือนสามารถเชื่อมต่อเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กกว่าจำนวนหลายๆ หน่วยเข้าด้วยกัน เพื่อให้ได้ขนาดต่ำสุดที่สามารถเสนอราคาในตลาดซื้อขายไฟฟ้าสมดุลได้ โดยทั่วไปผู้ปฏิบัติการของโรงไฟฟ้าเสมือนเสนอปริมาณการสมดุลกำลังไฟฟ้าที่แน่นอน และผู้แทนตลาดเป็นผู้วางตำแหน่งข้อเสนอเหล่านั้นในตลาดซื้อขายไฟฟ้า

ตลาดซื้อขายไฟฟ้าทันทีของยุโรป

ตลาดซื้อขายไฟฟ้าทันทีของยุโรป (EPEX) มีข้อเสนอให้ 2 ทางเลือกสำหรับซื้อขายไฟฟ้าระยะสั้นคือ ตลาดล่วงหน้า 1 วัน และตลาดระหว่างวัน ในอดีตการซื้อขายไฟฟ้าทำกันในวันรุ่งขึ้นเป็นบล็อกรายชั่วโมงหรือบล็อกของชั่วโมง การประมูลกำหนดไว้ที่เที่ยงวัน เจ็ดวันต่อสัปดาห์ ตลอดทั้งปีรวมถึงวันหยุด ต่อมาภายหลังการซื้อขายไฟฟ้าทำกันในวันเดียวกันหรือวันรุ่งขึ้นในชั่วโมงเดียว รายคาบ 15 นาที หรือบล็อกของชั่วโมง

ตลาดซื้อขายไฟฟ้าล่วงหน้า

ตลาดประเภทที่ 3 คือ ตลาดซื้อขายไฟฟ้าล่วงหน้า European Energy Exchange (EEX) ในตลาดนี้ นายหน้าสามารถจัดการด้านการเงินสำหรับการซื้อขายไฟฟ้าล่วงหน้า ตลาดซื้อขายไฟฟ้าล่วงหน้ามักใช้เพื่อลดความเสี่ยงต่อความผันผวนของราคาในตลาดซื้อขายไฟฟ้าทันที

การปฏิบัติการที่เหมาะสมที่สุดของโรงไฟฟ้าเสมือน

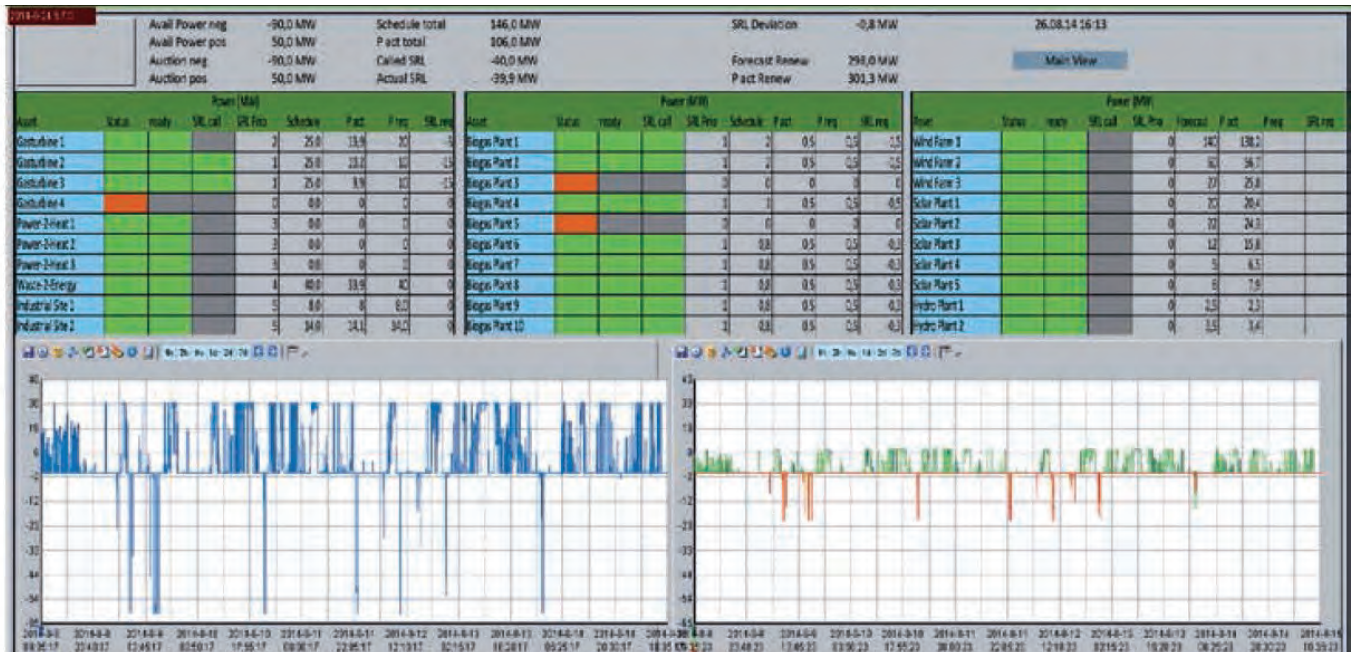
จากการที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น ผู้ปฏิบัติการของโรงไฟฟ้าเสมือนไม่เพียงต้องมีความชัดเจนในเรื่องความรู้และการควบคุมสินทรัพย์ของโรงไฟฟ้าเท่านั้น แต่ต้องทำการบริหารจัดการในเชิงพาณิชย์ขององค์กรให้มีความคุ้มค่าด้วย (รูปที่ 1) ระบบควบคุมโรงไฟฟ้าเสมือนแบบศูนย์กลางและการหาค่าเหมาะสม

ที่สุดของ ABB จัดเตรียมพื้นฐานสำหรับโรงไฟฟ้าเสมือนให้บรรลุความสำเร็จทั้งสองจุดมุ่งหมายนี้ ระบบจะเชื่อมต่อสินทรัพย์ที่กระจายกันอยู่เข้าด้วยกัน และทำให้มีการปฏิบัติการวางแผนและการพิจารณาในเชิงพาณิชย์ให้มีความเหมาะสมที่สุด (รูปที่ 2)

ระบบควบคุมต้องการให้มีความพร้อมจ่ายไฟฟ้าสูง เพื่อให้เข้ากับกฎเกณฑ์ที่เข้มงวดของการใช้บริการโครงข่ายไฟฟ้าได้ และผลการปฏิบัติกรอย่างเหมาะสม ทั้งหมดต้องเอามาใช้ประโยชน์ตามเวลาจริง ผู้ปฏิบัติการของโรงไฟฟ้าเสมือนมักเผชิญกับความท้าทายของฐานการติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่เติบโตอย่างรวดเร็ว ดังนั้นจึงต้องใช้ระบบระบบควบคุมแบบศูนย์กลางและการหาค่าเหมาะสมที่เพิ่มหรือลดความสามารถได้ โดยสามารถเติบโตจากไม่กี่หน่วยไปจนถึงสองสามพันหน่วยในระยะเวลาสั้นๆ หนึ่งใน การติดตั้งของ ABB ลูกค้ามีฐานการติดตั้งจาก 20 หน่วย เพิ่มขึ้นมากกว่า 2,800 หน่วย ภายในเวลา 3 ปี การเพิ่มฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ทั้งหมดปรับเปลี่ยนโดยไม่ต้องหยุดการทำงานของเครื่อง ABB สามารถเพิ่มทุกหน่วยโดยไม่ขัดขวางการปฏิบัติการ

การติดต่อสื่อสารกับสินทรัพย์ที่กระจายไปในสถานที่ต่างๆ จะใช้การสื่อสารไร้สาย ดังนั้น การใช้มาตรฐานความปลอดภัยทางไซเบอร์ขั้นสูงสุด สำหรับการส่งคำสั่งตั้งค่าและการสมดุลไฟฟ้า จากระบบควบคุมไปยังเครื่องกำเนิดไฟฟ้าหน่วยต่างๆ จึงสำคัญมาก สิ่งเหล่านี้ทำได้โดยจัดหาสินทรัพย์หรือรวมกลุ่มสินทรัพย์ในท้องถิ่นนั้นๆ พร้อมด้วย RTU (remote terminal units) ใช้โพรโทคอล VPN (virtual private network tunnels) เพื่อส่งสัญญาณ แล้วใช้ GSM หรือการเข้ารหัสในการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต (รูปที่ 2)

ในการหาค่าที่เหมาะสมที่สุดเชิงพาณิชย์ของระบบควบคุมนั้นให้นำค่าการพยากรณ์ความต้องการผลิตไฟฟ้าจากพลังงาน



รูปที่ 4

รูปที่ 4
การร้องขอให้สมดุลไฟฟ้า
กระจายไปยังหน่วยที่
พร้อมจ่าย การร้องขอให้
สมดุลไฟฟ้าทั้งหมด
(ภาพบนซ้าย) และการ
ร้องขอให้เพิ่มเป็นสีเขียว
และการร้องขอให้ลดสีแดง
(ภาพบนขวา)

หมุนเวียน ข้อตกลงระยะยาว ความต้องการไฟฟ้าและขนาดกำลังความพร้อมจ่ายไฟฟ้ามารวมกัน วิธีการนี้ผู้ปฏิบัติการของโรงไฟฟ้าเสมือนได้รับขนาดกำลังพร้อมจ่ายและราคาซื้อขายไฟฟ้า ด้วยข้อมูลนี้ กลยุทธ์การประมูลที่เหมาะสมสำหรับตลาดซื้อขายไฟฟ้าต่างๆ ถูกนำเสนอสำหรับฝ่ายซื้อขายไฟฟ้า ซึ่งจัดส่งข้อเสนอไปยังตลาดซื้อขายไฟฟ้า เมื่อการประมูลเสร็จสิ้นขนาดกำลังไฟฟ้าและข้อตกลงการบริการของโครงข่ายไฟฟ้าถูกส่งกลับไปให้ระบบควบคุมและการหาค่าเหมาะสมที่สุด เพื่อทำการผลิตสำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและพิจารณาข้อจำกัดและการรบกวนที่มีอยู่ทั้งหมด (รูปที่ 3)

นอกจากนี้ถ้ามีการร้องขอให้แต่ละรายการผลิตเข้าร่วมทำการสมดุลไฟฟ้าเข้ามาอย่างกันที่กันใด จะมีการจัดตั้งค่าจุดที่เหมาะสมสำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าหน่วยที่สัมพันธ์กันทั้งหมดด้วย (รูปที่ 4)

การอินเตอร์เฟซแบบมาตรฐานเปิดของ ABB ทำให้ง่ายสำหรับผู้ปฏิบัติการของโรงไฟฟ้าเสมือนในการบูรณาการระบบควบคุมเข้ากับภูมิภาคเทคโนโลยีสารสนเทศและทำข่าวสารให้เป็นอัตโนมัติและทำให้สัญญาณไหลจากระดับอุปกรณ์ที่หน้างานไปสู่ระดับบริหารจัดการพลังงาน (รูปที่ 2)

ABB ใช้โปรแกรมการหาค่าเหมาะสมที่สุดทางคณิตศาสตร์เพื่อกระจายการจัดตั้งค่าจุดที่เหมาะสมสำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าตามเวลาจริง คุณสมบัติของโรงไฟฟ้า เช่น ขีดจำกัดของ

กำลังไฟฟ้า การรบกวนหรือการเบี่ยงเบนของรายการผลิตถูกตรวจวัดแบบออนไลน์และใช้เป็นตัวประกอบโดยตรงในการควบคุมสินทรัพย์ วิธีการนี้โปรแกรมการหาค่าเหมาะสมที่สุดทำให้มั่นใจได้ว่าโรงไฟฟ้าเสมือนถูกเดินเครื่องในรูปแบบที่ดีสุดเท่าที่เป็นไปได้เสมอ

ด้วยวิธีการแก้ปัญหาที่ผ่านมาของ ABB ครอบคลุมทุกแง่มุมและความต้องการสำหรับผู้ปฏิบัติการของโรงไฟฟ้าเสมือน โดยเฉพาะระบบควบคุมแบบศูนย์กลางและการหาค่าเหมาะสมที่สุดทำงานบนเครื่องให้บริการ (server) ที่ตั้งในศูนย์ข้อมูลกระจายไปตามสภาพภูมิศาสตร์ วิธีการนี้ ABB สามารถทำให้แน่ใจถึงความพร้อมใช้งานอย่างสูง ซึ่งเป็นคุณลักษณะการทำงานที่สำคัญของระบบควบคุมในสภาพแวดล้อมที่มีความวิกฤติสูง

เมื่อโลกนี้ได้นำแหล่งพลังงานหมุนเวียนมาใช้ประโยชน์มากขึ้น โรงไฟฟ้าเสมือนจะเพิ่มบทบาทของการผลิตไฟฟ้าอย่างยั่งยืนมากขึ้นอย่างมีนัยยะ การเติบโตอย่างซับซ้อนของการผลิตไฟฟ้าในวิธีการที่เหมาะสมที่สุดตรงกับความต้องการและตลาดซื้อขายไฟฟ้า ทำให้เกิดความคุ้มค่าที่สูงสุดนั้น ระบบควบคุมแบบศูนย์กลางและการหาค่าเหมาะสมที่สุดของ ABB จะเป็นเครื่องมือที่สำคัญสำหรับผู้ปฏิบัติการของโรงไฟฟ้าเสมือนต่อไป

เรียบเรียงจาก
Sleman Saliba, "Virtual reality,"
ABB Review 4/15, pp. 24-28.

Potential improvement

การปรับปรุงศักยภาพ

เทคโนโลยีระบบส่งกำลังไฟฟ้าสำหรับรองรับ
การบูรณาการพลังงานหมุนเวียน

Rolf Grunbaum, Simon Vogelsanger, Anders Gustafsson,

Janissa Arevalo – เมื่อไม่กี่ปีมานี้ ได้มีการนำเสนอโครงข่าย

ระบบส่งกำลังไฟฟ้าแรงสูงด้วยความท้าทายที่ไม่เคยเกิดขึ้นมาก่อน

โดยมีต้นกำเนิดมาจากการแปรรูปกิจการไฟฟ้า มีการถ่ายโอนกำลังไฟฟ้าระหว่างการไฟฟ้าเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วและอุปสรรคต่อการก่อสร้างระบบส่งใหม่ เนื่องจากเงื่อนไขทางด้านเศรษฐศาสตร์และสิ่งแวดล้อม นอกจากนี้ยังมีความยุ่งยากของการควบคุมการไหลของกำลังไฟฟ้าและการรักษาเสถียรภาพของระบบไฟฟ้า โดยเฉพาะเมื่อมีการบูรณาการพลังงานหมุนเวียนปริมาณมากๆ เช่น กังหันลมจากนอกชายฝั่งทะเลเข้ามาในโครงข่ายไฟฟ้าในช่วงที่มีลมแรงหรือแสงแดดเจดจ้ามากๆ และโหลดน้อยๆ สามารถสร้างปัญหารุนแรงขึ้นได้ความท้าทายเหล่านี้ สามารถจัดการได้โดยเทคโนโลยีที่เป็นผลิตภัณฑ์ของ ABB เช่น FACTS (Flexible Alternating Current Transmission system) และ HVDC (High Voltage Direct Current) ซึ่งทำให้การถ่ายโอนกำลังไฟฟ้าได้มากขึ้นด้วย ความยืดหยุ่นควบคุมได้และมีความเสถียร

รูปที่ 1



ในทางทฤษฎีขีดจำกัดความสามารถในการส่งกำลังไฟฟ้าหรือการควบคุมการไหลของกำลังไฟฟ้าสามารถแก้ไขได้โดยการเพิ่มสายส่งวงจรใหม่และหรือโรงไฟฟ้าใหม่ อุปกรณ์ FACTS ของ ABB ช่วยทำให้บรรลุความสำเร็จในเป้าหมายเดียวกันโดยไม่ต้องเพิ่มระบบหลักดังกล่าวและเทคโนโลยี HVDC เป็นแนวคิดในการเพิ่มเติมเพื่อจัดการกับความต้องการเพิ่มการส่งกำลังไฟฟ้าให้มากขึ้น

วิธีการแก้ปัญหาด้วย FACTS ได้ถูกต้องเมื่อมีความต้องการตอบสนองอย่างรวดเร็ว การเปลี่ยนแปลงความถี่ขาออกหรือการปรับกำลังขาออกให้เรียบ อุปกรณ์หลักในตระกูล FACTS

ได้แก่

- เครื่องชดเชยวาร์แบบสถิต (static var compensator: SVC)
- คาปาซิเตอร์อนุกรม (series capacitor: SC)
- อุปกรณ์ชดเชยแบบสถิต (static compensator: STATCOM) SVC Light และ PCS 6000

เครื่องชดเชยวาร์แบบสถิต (Static Var Compensator: SVC)

SVC สามารถคุมค่าแรงดันโวลต์และนำค่าแรงดันกลับสู่จุดที่ตั้งค่าไว้ได้อย่างรวดเร็ว หลังจากเกิดเหตุการณ์ขึ้นในระบบ



—
รูปที่ 1
คาปาซิเตอร์อนุกรม
400 kV ที่ Asmunti
ประเทศฟินแลนด์

ไฟฟ้า เช่น การลัดวงจรสายส่งหรือเครื่องกำเนิดไฟฟ้าถูกปลดออกจากระบบ SVC จะจ่ายกำลังรีแอกทีฟเพื่อตอบสนองเชิงไดนามิกอย่างรวดเร็ว นอกจากนี้ SVC ยังสามารถเพิ่มขีดความสามารถในการถ่ายโอนกำลังไฟฟ้า ลดการสูญเสีย ลดการแกว่งของกำลังจริงและป้องกันแรงดันเกิน ขณะที่ระบบมีการสูญเสียโหลดไปขีดความสามารถของการจ่ายวาร์ปได้อย่างรวดเร็วทำให้ SVC เหมาะสมสำหรับการทำงานต่อไปนี้

- ควบคุมแรงดันในสภาวะไดนามิกและอยู่ตัวเพื่อให้มีการส่งกำลังไฟฟ้าได้เพิ่มขึ้นและลดการเปลี่ยนแปลงของแรงดัน
- ปรับปรุงเสถียรภาพของเครื่องจักรกลเชิงโรตารี เพื่อเพิ่มมุมของสภาวะเสถียรภาพและปรับปรุงการหน่วงการแกว่งของกำลังไฟฟ้า
- ปรับปรุงคุณภาพไฟฟ้าในโครงข่ายไฟฟ้าที่จ่ายให้กับโหลดในอุตสาหกรรมหนัก

เมื่อไม่นานมานี้มีการใช้ SVC ของ ABB จำนวน 2 ชุด แต่ละชุดมีขนาด ± 250 Mvar ในระบบส่งแรงดัน 420/300 kV ของประเทศนอร์เวย์ โดย SVC เหล่านี้ ติดตั้งที่สถานีไฟฟ้า Viklandet และ Tunnsjødal เพื่อเพิ่มขีดความสามารถการนำเข้ากำลังไฟฟ้าในภูมิภาคนี้ได้สูงถึง 400 MW

คาปาซิเตอร์อนุกรม (Series Capacitor: SC)

การชดเชยแบบอนุกรมในวงจรสายส่งไฟฟ้าด้วยคาปาซิเตอร์ มีประโยชน์หลายประการดังนี้

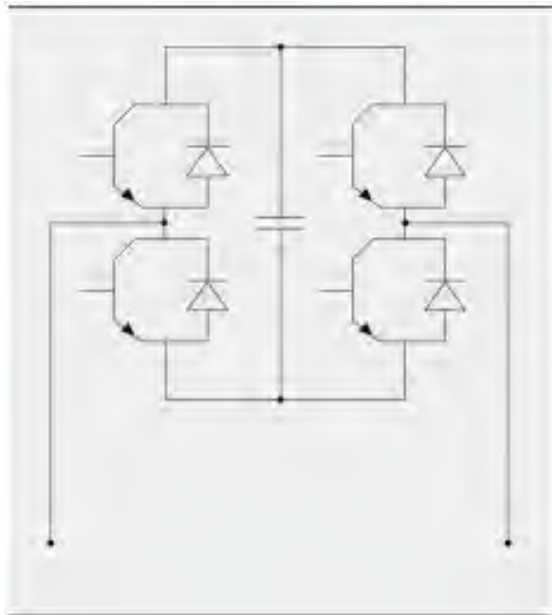
- เพิ่มการส่งกำลังจริงโดยปราศจากการละเมิดเสถียรภาพของแรงดันหรือมุม
- เพิ่มเสถียรภาพของแรงดันและมุมสำหรับระดับของการส่งกำลังไฟฟ้าที่กำหนด
- ลดการสูญเสียในระบบส่งไฟฟ้าได้ในหลายๆ กรณี
- ลดความต้องการจำนวนวงจรของสายส่งไฟฟ้าลง

SC ต้องการการควบคุมป้องกันและการตรวจตรา เพื่อให้มันสามารถทำงานเป็นส่วนหนึ่งของระบบไฟฟ้าได้ เมื่อ SC กำลังทำงานที่ระดับแรงดันเดียวกันกับระบบ SC จึงต้องการการฉนวนเต็มที่จากศักย์ดิน อุปกรณ์ป้องกันหลักใน SC คือ วาริสเตอร์ (Varistor) ชนิดซิงค์ออกไซด์ (ZnO) ใช้จำกัดแรงดันตกคร่อมคาปาซิเตอร์ให้อยู่ในค่าที่ปลอดภัยและป้องกันกระแสลัดวงจรใดๆ อุปกรณ์ป้องกันที่ทำงานรวดเร็ว มักใช้สำหรับบายพาส SC เมื่อวาริสเตอร์ไม่สามารถรับกระแสฟลัดส่วนเกินได้

ฟินกริด (Fingrid) ผู้ปฏิบัติการระบบส่งของประเทศฟินแลนด์ ร่วมกับ ABB ติดตั้ง SC จำนวน 2 ชุด (ขนาด 301 และ 369 Mvar) เพื่อช่วยให้สายส่งมีขีดความสามารถตรงกับความต้องการปรับปรุงเสถียรภาพของโครงข่ายไฟฟ้าและยกระดับการส่งกำลังไฟฟ้าออกไปประเทศสวีเดนได้ 200 MW (รูปที่ 1)

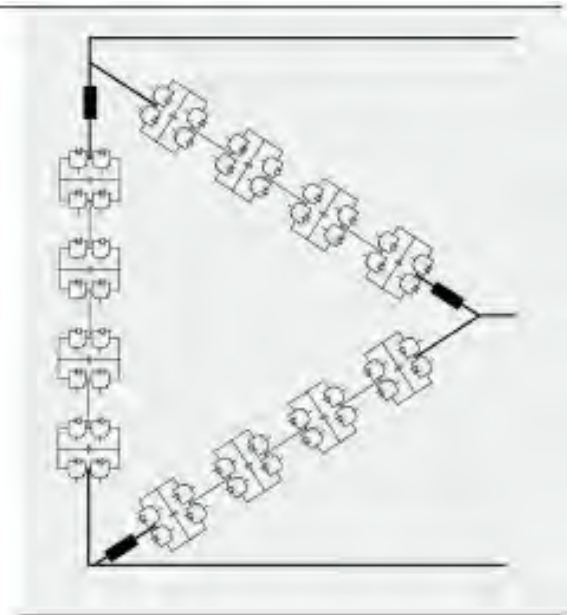
รูปที่ 2
การจัดตั้งคอนเวอร์เตอร์แบบห่วงโซ่หลายระดับ

รูปที่ 3
หน่วยแยกส่วนของ H บริดจ์



รูปที่ 2

(ก) H บริดจ์ใช้ IGBT (ชุดเดียวใน 1 เฟส)

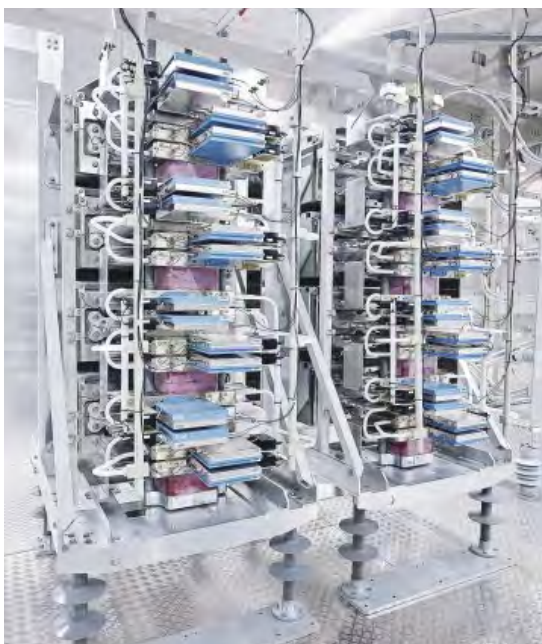


(ข) H บริดจ์แบบห่วงโซ่ 3 เฟส

SVC Light

SVC Light เป็นอุปกรณ์ประเภท STATCOM อิงตามแนวคิดห่วงโซ่แยกส่วน (Chain-link Modular) คอนเวอร์เตอร์แบบแหล่งจ่ายแรงดัน (Voltage Source Converter: VSC) หลายระดับที่ดัดแปลงมาประยุกต์ใช้กับระบบไฟฟ้า SVC Light สามารถส่งกำลังรีแอคทีฟไปยังโครงข่ายไฟฟ้าด้วยการตอบสนองเชิงไดนามิกที่สูง ตัวอย่างเช่น SVC Light สามารถรองรับโครงข่ายไฟฟ้าที่อ่อนแอ ปรับปรุงทุ่งกังหันลมขนาดใหญ่ให้พร้อมรับภายใต้สภาพการเปลี่ยนแปลงของโครงข่ายไฟฟ้าและลดภาระของโครงข่ายไฟฟ้าในประเทศร้อนที่มีโหลดเป็นเครื่องปรับอากาศเป็นจำนวนมาก

IGBT (Insulated-Gate Bipolar Transistors) คือ ส่วน



รูปที่ 3

ประกอบสำคัญของ SVC Light วิธีการแก้ปัญหาห่วงโซ่หลายระดับได้ด้วยการสร้างการต่อเชื่อม H บริดจ์แยกส่วนแบบอนุกรมให้เป็นหนึ่งเฟสของสาขา VSC (รูปที่ 2)

SVC Light พร้อมใช้กับระบบแรงดันสูงถึง 69 kV และคอนเวอร์เตอร์มีพิกัดสูงถึง ± 360 Mvar (รูปที่ 3) สำหรับแรงดันที่สูงกว่านี้ให้ใช้หม้อแปลงแรงดันลงเพื่อต่อ SVC Light เข้ากับโครงข่ายไฟฟ้า

Transelec S.A. เป็นเจ้าของและผู้ปฏิบัติการระบบส่งในประเทศชิลี ตัดสินใจติดตั้ง SVC Light เพื่อเพิ่มเสถียรภาพเชิงไดนามิกและขีดความสามารถของโครงข่ายไฟฟ้า อุปกรณ์มีพิกัดกำลังที่ 65 Mvar (อินดักทีฟ) ถึง 140 Mvar (คาปาซิทีฟ) ที่แรงดัน 220 kV โดยติดตั้งที่สถานีไฟฟ้า Cerro Navia ใน Santiago de Chile เป็นพื้นที่บริเวณโหลดหนาแน่นด้วยการเพิ่มขีดความสามารถ SVC Light ปรับค่าและควบคุมแรงดันของโครงข่ายไฟฟ้า 220 kV ภายใต้สภาวะอยู่ตัวและฉุกเฉิน ตอบสนองกำลังรีแอคทีฟหลังระบบเกิดเหตุการณ์ได้อย่างรวดเร็ว

PCS 6000 STATCOM

และการส่งกำลังไฟฟ้านอกชายฝั่งทะเล

เนื่องจากกระแสลมในทะเลแรง โดยเฉพาะช่วงบ่ายเป็นเวลาที่มีการใช้ไฟฟ้ามาก จึงมีการก่อสร้างทุ่งกังหันลมบริเวณชายฝั่งทะเลเพิ่มมากขึ้น ทุ่งกังหันลมชายฝั่งทะเลส่งกำลังไฟฟ้าผ่านหม้อแปลง เพื่อแปลงแรงดันให้สูงขึ้นและผ่านสายเคเบิลขึ้นฝั่งเพื่อจ่ายไฟฟ้าเข้าโครงข่ายไฟฟ้า ด้วยเครื่องกำเนิดไฟฟ้าของกังหันลมอยู่ห่างไกลจากส่วนหลักของโครงข่ายไฟฟ้า ประเด็นเสถียรภาพและความเชื่อถือได้จึงถูกหยิบยกขึ้นมา ซึ่งเป็นที่มาของผู้ปฏิบัติการระบบส่งจึงความเข้มงวด

รูปที่ 4
การทดสอบเฉพาะแบบสำหรับ
สายเคเบิลของระบบ HVDC

ต่อกฎระเบียบสำหรับเชื่อมโยงโครงข่ายไฟฟ้า (grid code) จำเพาะที่สัมพันธ์กับกำลังรีแอคทีฟ การควบคุมแรงดันและขีดความสามารถของการรับฟอลต์

FACTS สามารถจัดเตรียมการควบคุมแรงดันเชิงไดนามิกได้อย่างรวดเร็วเป็นไปตามความต้องการของกฎระเบียบสำหรับเชื่อมโยงโครงข่ายไฟฟ้า ขณะที่กลไกดั้งเดิมที่เป็นองค์ประกอบของการสวิตช์กำลังรีแอคทีฟ เช่น ชุดคาปาซิเตอร์และชุดรีแอคเตอร์ไม่สามารถทำได้

ส่วนยอดของการใช้รีแอคแทนซ์ของโครงข่ายไฟฟ้านั้น หม้อแปลงของทุ่งกังหันลมและสายเคเบิลเพิ่มรีแอคแทนซ์ ซึ่งแปรไปกับกำลังจริงขาออก การเพิ่มแหล่งจ่ายกำลังรีแอคทีฟที่มีการเปลี่ยนแปลงเหล่านี้จึงต้องการให้มีการชดเชยด้วย ซึ่งการชดเชยสามารถทำได้ โดยใช้ PCS 6000 STATCOM ของ ABB

PCS 6000 มีการทำงานเป็นไปตามกฎเกณฑ์ของโครงข่ายไฟฟ้าและการชดเชยกำลังเชิงไดนามิกสำหรับทุ่งกังหันลมถูกออกแบบให้กะทัดรัด เป็นระบบแยกส่วนสำหรับการใช้งานได้กำลังสูงถึง 38 Mvar ต่อหน่วย หากต้องการกำลังที่สูงกว่านี้ สามารถทำได้โดยการขนาน PCS 6000 หลายๆ หน่วยเข้าด้วยกัน มีการใช้งาน PCS 6000 มากกว่า 20 หน่วยในทุ่งกังหันลมหลายแห่งเรียบร้อยแล้ว

SVC คาปาซิเตอร์อนุกรมและ STATCOM เป็นอุปกรณ์ช่วยเสริมระบบส่งไฟฟ้ากระแสสลับ ส่วนเทคโนโลยี HVDC ทำให้ระบบส่งไฟฟ้ากระแสตรงมีความง่ายขึ้น

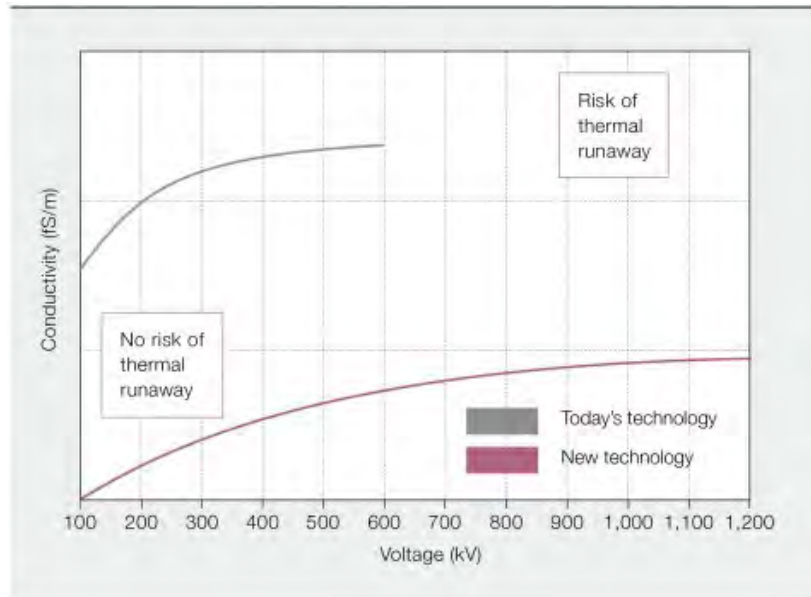
HVDC Light (เทคโนโลยี VSC)

โดยทั่วไป HVDC เป็นเทคโนโลยีที่มีประสิทธิภาพต่อค่าใช้จ่ายสำหรับการส่งไฟฟ้าปริมาณมากๆ มีระยะทางมากกว่า 600 km ด้วยสายส่งในอากาศและประมาณ 50 ถึง 100 km ในกรณีเป็นสายใต้ดินหรือสายเคเบิลใต้ทะเล อย่างไรก็ตาม หลายปัจจัยทำให้เทคโนโลยี HVDC (โดยเฉพาะ HVDC อิงตาม VSC เช่น HVDC Light ของ ABB) มีส่วนเติมเต็มสำหรับโครงข่ายไฟฟ้ากระแสสลับที่กำลังวิวัฒนาการ ตัวอย่างเช่น ระบบ HVDC Light สามารถมีสภาพเป็นกลางสำหรับสนามเหล็กไฟฟ้า สายเคเบิลไม่ใช้น้ำมันด้วยน้ำมันและสถานีคอนเวอร์เตอร์เล็กกะทัดรัด ยิ่งกว่านั้นยังช่วยจัดบูรณาการการเพิ่มเข้ามาของพลังงานหมุนเวียนด้วยการควบคุมกำลังจริงและกำลังรีแอคทีฟ (อิสระต่อกัน) ได้อย่างรวดเร็ว จัดเตรียมการรองรับแรงดันและการปรับปรุงคุณภาพไฟฟ้าข้อดีอื่นๆ เช่น ความสามารถในการเริ่มต้นเครื่องโรงไฟฟ้ากลับสู่ระบบ (back start) และความสามารถในการต่อกับโครงข่ายไฟฟ้ากระแสสลับที่อ่อนแอ จึงทำให้ HVDC Light เป็นที่น่าสนใจสำหรับการต่อเชื่อมโครงข่ายไฟฟ้าร่วมกันและการ



รูปที่ 4

รูปที่ 5
การเปรียบเทียบความนำกับ
แรงดันสำหรับระบบขนาน
สายเคเบิลของ HVDC
ใหม่และก่อนหน้า



จัดเตรียมกำลังไฟฟ้าให้กับระบบแยกโดดหรือพื้นที่เขตเมืองหนาแน่น การต่อเชื่อมระบบส่งให้แข็งแกร่งช่วยลดความไม่เสถียรและเพิ่มความแม่นยำในการพยากรณ์การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียน เนื่องจากผลของความราบเรียบของสภาพภูมิศาสตร์ตลอดพื้นที่ผืนใหญ่

HVDC Light – แรงดันสูงสุดและสายเคเบิลยาวที่สุด

เมื่อไม่นานมานี้ ABB ตั้ง HVDC Light ที่ระดับแรงดัน 500 kV (ระบบ Skagerrak) แรงดันสูงเป็นสถิติโลกเชื่อมโยงระหว่างประเทศนอร์เวย์และเดนมาร์ก ABB ส่งมอบทั้ง 4 ระบบ Skagerrak ของการเชื่อมโยง: Skagerrak 1 และ 2 เกิดขึ้นในช่วงทศวรรษ 1970 Skagerrak 3 ในปี 1993 และปัจจุบันคือ Skagerrak 4 ระบบ มีความยาว 240 km และจัดเตรียมขีดความสามารถในการส่งไฟฟ้าได้ 1700 MW เพื่อใช้โรงไฟฟ้าพลังน้ำในนอร์เวย์ ทำการสมดุลกับการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลมในเดนมาร์ก

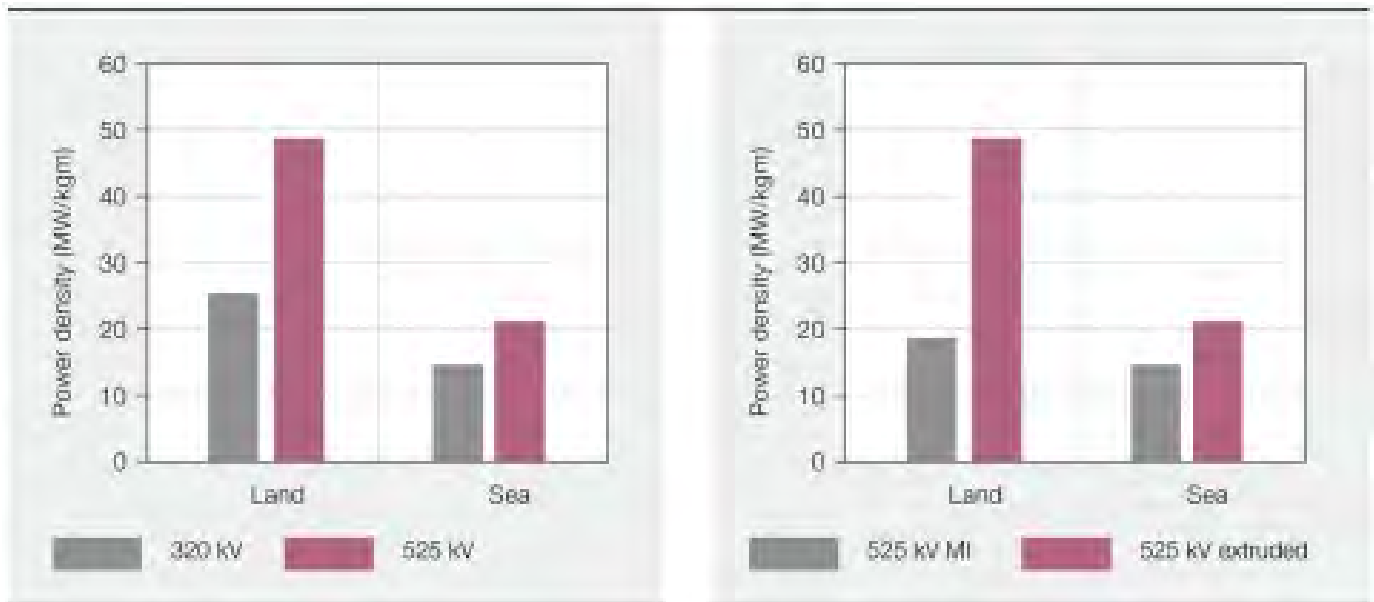
—

Skagerrak 4 ประกอบด้วย VSC ขนาด 700 MW จำนวน 2 สถานี การเชื่อมโยงชุดใหม่ทำงานในโหมดสองขั้ว (bipolar mode) โดยเชื่อมโยงกับ Skagerrak 3 ซึ่งใช้เทคโนโลยี HVDC แบบดั้งเดิม (line-commutated converter) นี่เป็นครั้งแรกที่นำเสนอเทคโนโลยีมาต่อเชื่อมกันในการจัดการแบบสองขั้ว ระบบควบคุม advanced MACH ของ ABB ถูกใช้เพื่อเป็นพหุผลการแลกเปลี่ยนกำลังไฟฟ้าที่มีวิธีการแตกต่างกันระหว่างสองเทคโนโลยี

ABB จะส่งมอบนอร์ดบาลต์ (NordBalt) สายเคเบิลของ HVDC ที่มีความยาวที่สุดในโลกด้วย เชื่อมโยงระหว่างประเทศสวีเดนและลิทัวเนีย นอร์ดบาลต์ (300 kV/700 MW) ประกอบด้วยคู่ของสายเคเบิลด้วยระยะทาง 53 km บนพื้นดินและ 400 km ได้ทะเลบอลติก เส้นทางของสายเคเบิลผ่านพื้นที่วางทุ่นระเบิดในอดีตและพื้นที่ที่ถูกระเบิด พร้อมทั้งผ่าน Natura 2000 เป็นพื้นที่รักษาสัตว์หายากด้านลิทัวเนีย สายเคเบิลมีความแข็งแกร่งในการจ่ายไฟฟ้าและความมั่นคงด้านพลังงานทั้งสองฝั่งของทะเลบอลติกและรวมตลาดซื้อขายไฟฟ้าบอลติกที่เกิดขึ้นใหม่เข้ากับตลาดนอร์ดิก

ระบบสายเคเบิลใหม่ มากไปด้วยความแข็งแกร่ง

เทคโนโลยีระบบสายเคเบิลของ HVDC เหมาะสำหรับการส่งกำลังไฟฟ้าให้มีประสิทธิภาพผ่านพื้นที่ประชากรหนาแน่นหรืออ่อนไหวต่อสิ่งแวดล้อม หรือการใช้งานในน่านน้ำชายฝั่งและทะเลเปิด ABB พัฒนาและประสบความสำเร็จกับการทดสอบระบบสายเคเบิลกระแสตรงแรงดัน 525 kV ด้วยพิกัดกำลังมากกว่า 2 GW สำหรับการใช้งานใต้ทะเลและใต้ดิน นวัตกรรมของระบบนี้ใช้วัสดุฉนวนไฟฟ้ากระแสตรงเป็นครอสลิงค์โพลีเอทิลีน (crosslinked poly-ethylene: XLPE) แบบใหม่ ส่วนบุชชิงจุดต่อเคเบิลภาคพื้นดินและจุดต่อเคเบิลแบบยึดหยุ่นใต้ทะเล อิงตามเทคโนโลยีของ ABB ซึ่งเป็นชนิดปลอดภัยจากน้ำมันและกระเบื้องเคลือบ ระบบสายเคเบิล HVDC แรงดัน 525 kV รุ่นใหม่นี้เปิดตัวสำหรับการส่งกำลังไฟฟ้าในอนาคตและเป็นการก้าวเข้าสู่วิสัยทัศน์โครงข่ายไฟฟ้ากระแสตรงสำหรับการบูรณาการของตลาดซื้อขายไฟฟ้าและการใช้งานพลังงานหมุนเวียนมากขึ้น (รูปที่ 4) คู่ของสายเคเบิล HVDC แรงดัน 525 kV สามารถส่งกำลังไฟฟ้าจากทุ่นกังหันลมชายฝั่งทะเลเพื่อจ่ายให้ที่อยู่อาศัย 2 ล้านครัวเรือนได้อย่างเพียงพอ



รูปที่ 6

(ก) สายเคเบิลกระแสตรง 320 kV เป็นการเปรียบเทียบสำหรับ 1.5 GW หรือน้อยกว่า (525 kV อลูมิเนียม, 320 kV ทองแดง)

(ข) สายเคเบิล MI (ตัวนำอลูมิเนียม)

รูปที่ 6

การเปรียบเทียบความหนาแน่นของกำลังต่อน้ำหนักและความยาวของสายเคเบิล 525 kV

วัสดุของสายเคเบิลของ HVDC ที่ติดตั้งมีความนำไฟฟ้ากระแสตรงต่ำเพื่อหลีกเลี่ยงการสูญเสียเชิงความร้อน ความนำของวัสดุของเพิ่มขึ้นตามสนามไฟฟ้าและอุณหภูมิ ดังนั้นความนำที่สูงกว่า ย่อมเพิ่มความเสี่ยงของความร้อนที่ควบคุมไม่อยู่และการล้มเหลวทางไฟฟ้ารูปที่ 5 เปรียบเทียบความนำของสายเคเบิลใหม่กับสายเคเบิลอื่นๆ สายเคเบิลเก่ามีความเสี่ยงต่อความร้อนที่ควบคุมไม่อยู่เพิ่มเมื่อแรงดันทดสอบเฉพาะแบบ (type test) เกิน 600 kV ในอดีตได้ละเลยความเสี่ยงนี้ มาให้ความสนใจต่อเมื่อระดับแรงดันสูงมากกว่าเดิมมากขึ้น

อุปกรณ์ส่วนปลายสุดของเคเบิลรุ่นใหม่อิงตามเทคโนโลยีบุชชิงของ HVDC ในปัจจุบันของ ABB ถูกด้วยส่วนผสมโพลีเมอร์ให้ความปลอดภัยมากที่สุด ปราศจากความเสี่ยงของชิ้นส่วนที่แหลมคมจากการระเบิด ความปลอดภัยนี้ได้จากสารที่มีคุณสมบัติยืดหยุ่นแบบยางธรรมชาติ (adapters and stress cone) รวมถึงวัสดุที่มีคุณสมบัติไม่เป็นเชิงเส้นทางไฟฟ้าและองค์ประกอบเชิงเลขาคณิต

ระบบสายเคเบิลกระแสตรงแรงดัน 525 kV สามารถส่งไฟฟ้าตลอดระยะทางได้มากกว่าวิธีการเดิมถึง 50% (เช่น ระบบสายเคเบิลกระแสตรงแรงดัน 320 kV) เทคโนโลยีสามารถทำให้น้ำหนักของสายเคเบิลต่อเมกะวัตต์ของขีดความสามารถในการส่งไฟฟ้าได้ต่ำสุด และแรงดันที่สูงกว่าทำให้ระบบส่งมีความเชื่อถือได้และพลังงานสูญเสียต่ำ

เปรียบเทียบกับระดับแรงดัน 320 kV การส่งกำลังไฟฟ้ากำหนดเป็น MW/kgm (กำลังไฟฟ้าต่อกิโลกรัมของเคเบิลยาวหนึ่งเมตร) มีค่าประมาณ 2 เท่า สำหรับสายเคเบิลที่อยู่ภาคพื้นดินและมากกว่า 50% สำหรับสายเคเบิลใต้ทะเล (รูปที่ 6 (ก)) เมื่อเปรียบเทียบกับสายเคเบิลของ HVDC แบบดั้งเดิม

ที่มีฉนวนประกอบด้วยกระดาษชุบน้ำมันความหนืดสูง (MI cables) ปรากฏว่าสายเคเบิลกระแสตรงฉนวนด้วย XLPE มีข้อดีที่เหนือกว่าในเทอมของ MW/kgm (รูปที่ 6 (ข)) และการต่อเชื่อมสายเคเบิลกระแสตรงฉนวนด้วย XLPE ใช้เวลาน้อยกว่าสายเคเบิล MI อย่างมีนัยยะด้วย

แนวโน้มการเพิ่มโรงไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียนจะมีมากขึ้นและขนาดใหญ่ขึ้นอย่างชัดเจน เทคโนโลยีของ FACTS และ HVDC จะช่วยรองรับการเชื่อมต่อระหว่างโครงข่ายไฟฟ้าร่วมกันให้มีความยืดหยุ่นและเชื่อถือได้ มินิวตกรรมและผลิตภัณฑ์หลายๆ สิ่ง พร้อมทั้งจะช่วยให้พ้นจากความท้าทายในการบูรณาการพลังงานหมุนเวียนเข้าสู่ระบบไฟฟ้าและเสริมให้ระบบไฟฟ้ามีความยืดหยุ่นและประสิทธิภาพได้ตามต้องการสนองต่อการเติบโตของความต้องการพลังงานทั่วโลกได้อย่างน่าพึงพอใจ ความเป็นไปได้ใหม่ๆ จะถูกเปิดออกด้วยเทคโนโลยีและผลิตภัณฑ์ที่ออกมาใหม่ เช่น สถานีคอนเวอร์เตอร์แบบ VSC แรงดัน 500 kV หรือสายเคเบิลของ HVDC แรงดัน 525 kV ของ ABB ข้อดีเหล่านี้เป็นการสะท้อนถึงความรับผิดชอบของ ABB ที่ยังคงเป็นผู้นำในการพัฒนาและใช้เทคโนโลยีระบบส่งกำลังไฟฟ้า

เรียบเรียงจาก

Rolf Grunbaum, Simon Vogelsanger, Anders Gustafsson, Janissa Arevalo, "Potential improvement," ABB Review 4/15, pp. 29-33.

Regulating life's ups and downs

การคุมค่าขึ้นและลงของแรงดัน

Martin Carlen, Adam Slupinski, Frank Cornelius

– นายโอเช่ กอนชาเลส กล่าวว่า “ผมเห็นปัญหาในอนาคต ผมรู้ว่าผมคิดถูก” และอาจเป็นต้นเหตุในบางสถานการณ์ เครื่องคุมค่าแรงดันในสายตัวนำ

(line voltage regulator: LVR) ของ ABB

ป้องกันปัญหาในอนาคต โดยปรับแรงดันอย่างอัตโนมัติให้อยู่

ที่ระดับปกติและทำให้โครงข่ายจำหน่ายไฟฟ้า “อัจฉริยะขึ้น”

หลายประเทศมีเป้าหมายสำคัญในการเพิ่มปริมาณการผลิต

ไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียน โดยเฉพาะจุดสนใจมุ่งไปที่

พลังงานลมและแสงอาทิตย์ ด้วยการเปลี่ยนจากการผลิต

ไฟฟ้าแบบรวมศูนย์อย่างดั้งเดิม เป็นการผลิตไฟฟ้าในท้องถิ่น

แบบกระจายตัว จึงทำให้สภาพของโครงข่ายไฟฟ้าถูกเปลี่ยน

ไปด้วย โครงข่ายจำหน่ายไฟฟ้าไม่เพียงแต่ประสบกับแรงตก

เนื่องจากโหลดแต่ประสบกับแรงดันเพิ่ม (voltage rise)

จากสาเหตุการผลิตไฟฟ้าในท้องถิ่นด้วย และอาจเกิดการ

เปลี่ยนแปลงของแรงดันอย่างมากเช่นกัน เครื่องคุมค่าแรงดัน

ในสายตัวนำจัดการกับการเปลี่ยนแปลงของแรงดันเหล่านี้

รวมไปถึงการเข้ามาของพลังงานหมุนเวียนในโครงข่ายไฟฟ้า

ด้วย นี่หมายความว่า นายกอนชาเลส คิดผิด

สิ้นปี 2014 ขนาดกำลังผลิตไฟฟ้าติดตั้งในประเทศเยอรมนี รวมประมาณ 195 GW มีขนาดกำลังผลิตจากพลังลมและเซลล์แสงอาทิตย์ (photovoltaic: PV) ช่วยจ่ายเข้าระบบ อย่างละ 38 GW ใกล้เคียง 20% ของกำลังผลิตรวม ในช่วง สิ้นปีปี 2014 ที่มีแสงแดดมากและลมแรงปริมาณไฟฟ้า 80% ผลิตมาจากแหล่งพลังงานหมุนเวียน ประเทศเยอรมนีตั้งเป้า



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

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

ตรงกันข้ามกับโรงไฟฟ้าศูนย์กลางขนาดใหญ่ เครื่องกำเนิดไฟฟ้าของพลังงานหมุนเวียนจำนวนมากจ่ายไฟฟ้าเข้ากับโครงข่ายจำหน่ายไฟฟ้าท้องถิ่น ไม่ว่าที่ระดับแรงดันต่ำซึ่งส่วนใหญ่มาจาก PV หรือที่ระดับแรงดันปานกลางซึ่งส่วนใหญ่มาจากพลังลม โครงข่ายจำหน่ายไฟฟ้าดั้งเดิมออกแบบไว้

สำหรับรองรับกับการจ่ายไฟฟ้าให้โหลดปัจจุบันและการเพิ่มโหลดในอนาคตเท่านั้น ไม่ได้ออกแบบให้รองรับสำหรับการจ่ายไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบกระจายตัว ซึ่งบางครั้งสามารถมีค่าสูงกว่ากำลังของโหลด

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

มีวิธีการแก้ปัญหาแรงดันเกินที่แตกต่างกันหลายวิธี เช่น ขยายโครงข่ายไฟฟ้า ติดตั้งเครื่องคุมค่าแรงดันหรือใช้กำลังรีแอคทีฟ ซึ่งวิธีแก้ปัญหาที่ได้ประสิทธิภาพและประหยัดที่สุดขึ้นอยู่กับแต่ละกรณีไป



—
รูปที่ 1
ช่วงแรงดันในโครงข่าย
จำหน่ายไฟฟ้าแรงดัน
ปานกลางและแรงดันต่ำ
ใช้สำหรับแรงดัน
ตกหรือแรงดันเพิ่ม

—
รูปที่ 2
การจ่ายไฟฟ้าของเครื่อง
กำเนิดไฟฟ้าท้องถิ่นเป็นเหตุ
ให้แรงดันเพิ่ม และมีการ
ลดแรงดันลงโดย LVR

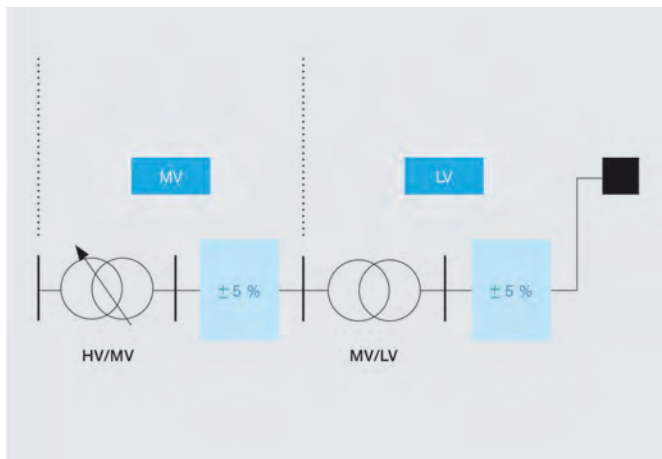
ข้อกำหนดแรงดันของโครงข่ายไฟฟ้าในยุโรป

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

อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาในรายละเอียดของวิธีการในปัจจุบันสำหรับออกแบบโครงข่ายจำหน่ายไฟฟ้า ปรากฏว่าที่ระดับแรงดันต่างๆ มีความมั่นคงควบคุมได้และแต่ละระดับโครงข่ายไฟฟ้าไม่มีแบนด์วิดท์ของแรงดันให้ใช้ได้ หม้อแปลงลูกข่ายสุดท้ายสามารถปรับค่าแรงดันได้เป็นหม้อแปลงในสถานีไฟฟ้าย่อย แบนด์วิดท์ของแรงดันรวมต้องถูกกระจายระหว่างโครงข่ายไฟฟ้าแรงดันปานกลางและแรงดันต่ำ การลดแรงดันเป็นผลจากแรงดันเพิ่มที่มีสาเหตุจากการผลิตไฟฟ้าในท้องถิ่นนั่นเอง

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

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



รูปที่ 1

ยาวสายตัวนำ 45 เมตร

การปรับค่าแรงดันซ้ำ

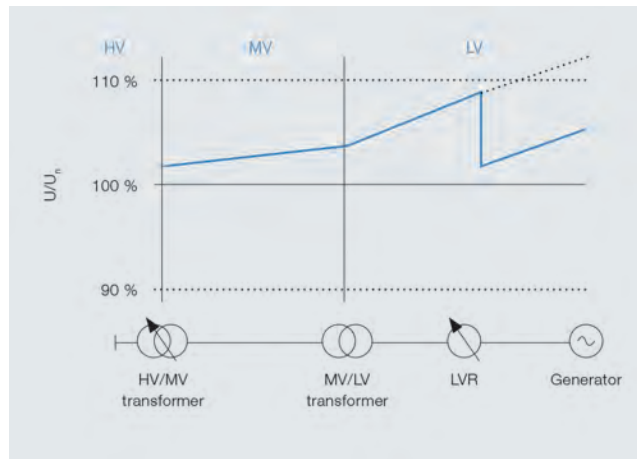
การใช้เครื่องคุมค่าแรงดันในสายตัวนำ (LVR) ทำให้ช่วงกว้างของแรงดันเพิ่มขึ้น และสามารถเพิ่มการจ่ายกำลังไฟฟ้าเข้าโครงข่ายไฟฟ้าได้ โดยไม่ทำให้เกินช่วงกว้างของแรงดันที่ยอมรับได้ LVR สามารถปรับเปลี่ยนแรงดันหรือปรับค่าระดับแรงดันซ้ำ (recalibrate) ในส่วนของโครงข่ายไฟฟ้าที่ต่อจาก LVR (รูปที่ 2) กรณีตัวอย่างนี้คือ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

—
LVR สามารถถูกติดตั้งที่ตำแหน่งใดๆ ในโครงข่ายไฟฟ้าขึ้นอยู่กับติดตั้งนี้ทำเพื่อสายป้อน (feeder) วงจรเดียวหรือเพื่อ巴士ที่มีหลายสายป้อนในการคุมค่าแรงดันสายป้อนเดียวหรือทุกสายป้อน

การปรับเปลี่ยนแรงดันโดยตัวเปลี่ยนจุดแยกของหม้อแปลงกำลัง HV/MV มีอิทธิพลต่อโครงข่ายไฟฟ้าแรงดันปานกลางและแรงดันต่ำที่อยู่ด้านทุติยภูมิของหม้อแปลง แม้ว่าแรงดันตกหรือเพิ่มในแต่ละสายป้อนสามารถเปลี่ยนแปลงแตกต่างกัน เช่นเดียวกับการคุมค่าแรงดันของหม้อแปลงจำหน่าย MV/LV เมื่อมีการปรับเปลี่ยนแรงดันจะมีอิทธิพลต่อโครงข่ายไฟฟ้าแรงดันต่ำทั้งหมด ในกรณีสายป้อนที่มีปริมาณการผลิตไฟฟ้ามากๆ LVR ดัดสัมพันธ์กันจากส่วนที่เหลือของโครงข่ายไฟฟ้า การลดแรงดันลงทำให้ไปเพิ่มขีดความสามารถในการทำงานให้อยู่ภายในแถบช่วงกว้างของแรงดัน (รูปที่ 3)

วิธีการทำงานของ LVR

LVR สร้างส่วนเพิ่มของแรงดันบนแรงดันไลน์ U_L ส่วนเพิ่ม



รูปที่ 2

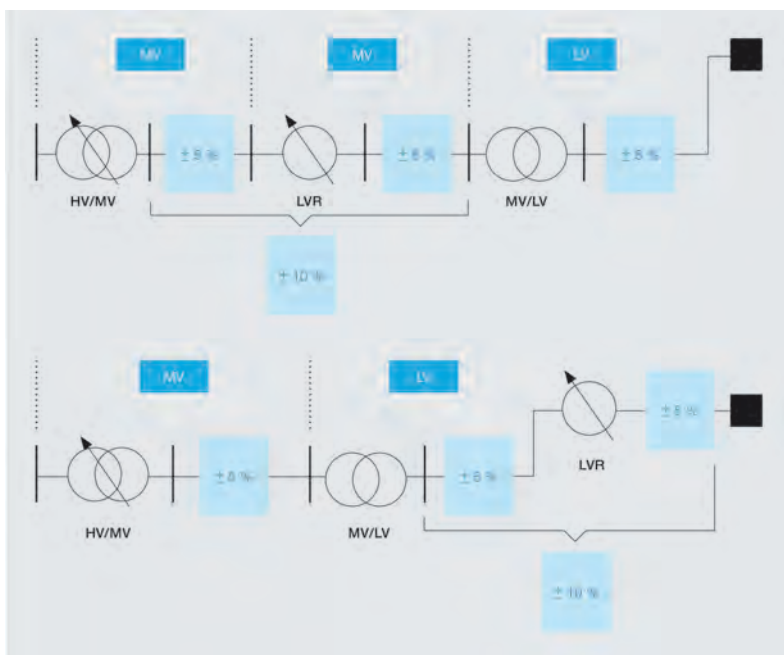
—
รูปที่ 3
สายจำหน่ายแรงดันปานกลาง
(บน) และแรงดันต่ำ (ล่าง)
ประกอบกับ LVR ให้แรงดัน
อยู่ในช่วงขีดจำกัด

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

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

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

LVR ของ ABB ไม่สร้างการแบ่งแยกทางไฟฟ้า ในสายป้อนและเพิ่มค่าอิมพีแดนซ์เพียงเล็กน้อยเข้ามาเท่านั้น ในทางตรงข้ามวงจรปรับค่าแรงดันจากแหล่งจ่ายต่างหากที่ถูกแยกจากสายป้อน คุณลักษณะนี้จึงทำให้ LVR เหมาะสำหรับการใช้กับการต่อลงดิน การต่อลงดินผ่านอิมพีแดนซ์หรือโครงข่ายไฟฟ้าแยกต่างหาก



รูปที่ 3

—
LVR ยังประกอบด้วยสวิตช์ตัดตอนและ/หรือสวิตช์ต่อลงดิน ทั้งด้านขาเข้าและขาออก เป็นเซอร์สำหรับวัดค่าแรงดันและกระแสพร้อม กับสวิตช์สัดผ่าน (bypass switch) หลักการทำงานใช้ได้ทั้งแรงดันต่ำและแรงดันปานกลาง

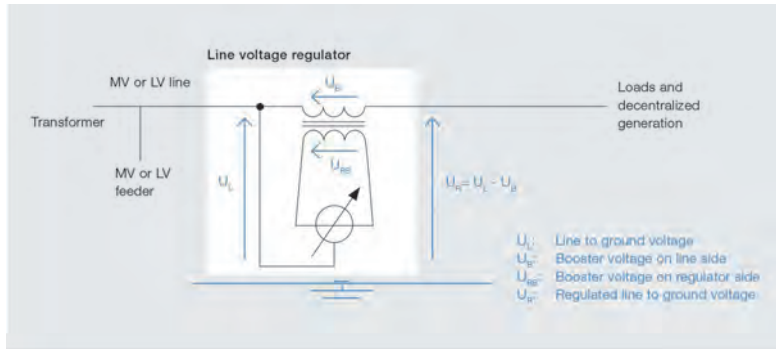
การติดตั้ง LVR แรงดันปานกลางในเยอรมนี

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

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

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

การตั้งค่าควบคุมใช้วิธีแตกต่างกันได้ โดยเป็นไปได้อัตโนมัติ การตั้งค่าสามารถปรับเปลี่ยนผ่านทางระบบควบคุมระยะไกล หรืออิงตามการวัดค่าแรงดันที่ตำแหน่งที่ตั้งต่างๆ LVR ของ Westnetz ทำงานโดยการใช้เส้นโค้งควบคุมซึ่งเป็นฟังก์ชันของกำลังไฟฟ้าและทิศทางกระแสไหลในสายป้อน



รูปที่ 4

รูปที่ 4
หลักการทำงานของ LVR

รูปที่ 5
LVR แรงดันปานกลางติดตั้ง
ในสถานีย่อยขนาด
กะทัดรัด

รูปที่ 6
การวัดแรงดันและกำลังจริง
ในช่วงเวลา 1 สัปดาห์
ของเดือนมีนาคม 2558

กราฟในรูปที่ 6 (ก) แสดงแรงดันขาเข้า (ไม่ได้คุมค่า) และแรงดันขาออก (คุมค่า) ของ LVR และแรงดันที่สถานีไฟฟ้าย่อย HV/MV กราฟแสดงให้เห็นว่า ในช่วงที่มีการผลิตไฟฟ้าในท้องถิ่นมาก แรงดันขาเข้าของ LVR มีค่าเกินแรงดันที่สถานีไฟฟ้าย่อย ขณะที่ช่วงกลางคืนจะกลับกัน การตั้งค่าแรงดันสำหรับ LVR ตั้งไว้ที่ 20.5 kV แรงดันที่คุมค่ายังคงอยู่ภายในแถบของการควบคุมแรงดันซึ่งตั้งที่ $\pm 1.5\%$ ของค่านี้ ขณะที่แรงดันขาเข้าของ LVR และแรงดันที่สถานีไฟฟ้าย่อยมีค่าเกิน 21 kV หากไม่มี LVR และมีกำลังไฟฟ้าจ่ายเข้ามาสูงสุดที่ 5 MW แรงดันส่วนปลายของโครงข่ายไฟฟ้าที่ห่างออกไป 26 km จะเพิ่มมากกว่านี้มาก

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

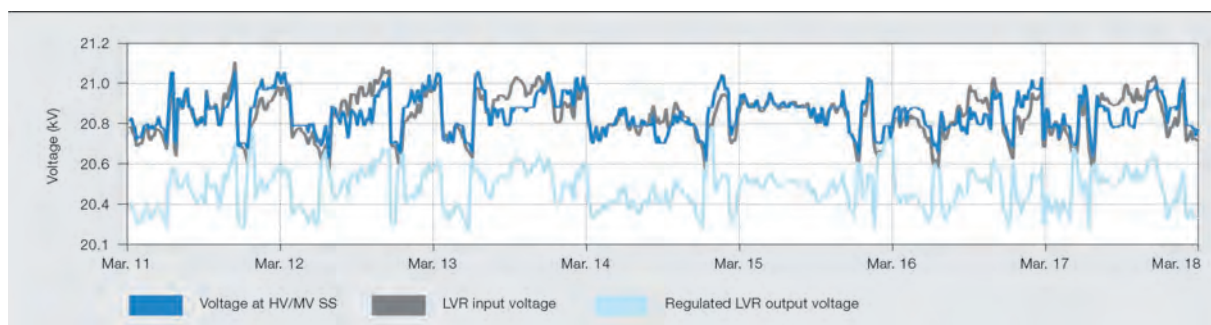


รูปที่ 5

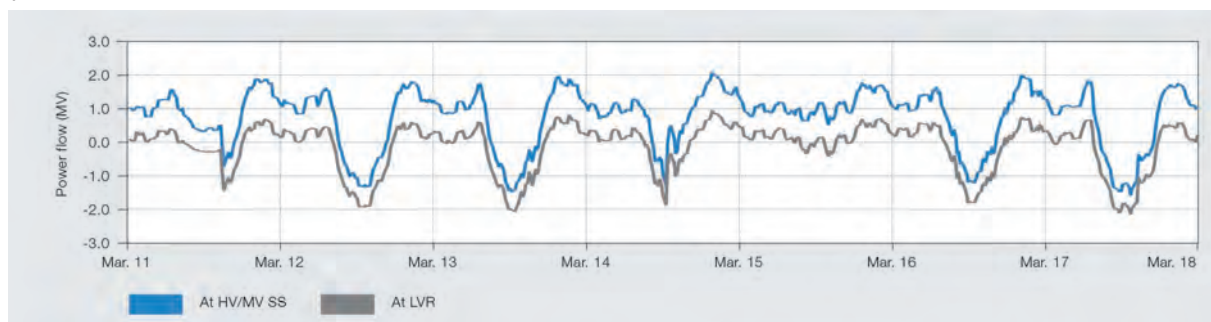
การติดตั้ง LVR แรงดันต่ำในสวีตเซอร์แลนด์

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

LVR สามารถคุมค่าแรงดันของการจ่ายกำลังไฟฟ้าได้สูงถึง



รูปที่ 6a แรงดัน



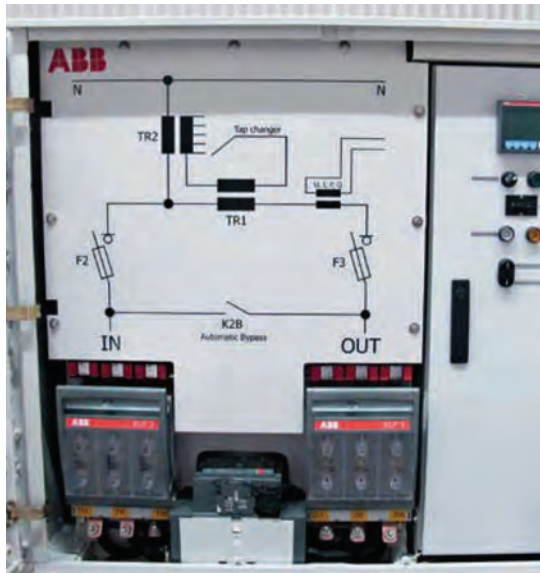
รูปที่ 6b กำลังจริง

รูปที่ 7

สภาพภายในของ LVR
แรงดันต่ำ

รูปที่ 8

การวัดแรงดันและกำลังจริง
ช่วงระยะเวลา 8 วัน
ของเดือนพฤษภาคม 2557



รูปที่ 7

250 kVA มาตรฐานของช่วงการคุมค่าแรงดันคือ $\pm 6\%$ หรือ $\pm 8\%$ มีการปรับแรงดันขึ้นลง 1.2 หรือ 1.6% ความแตกต่างของกำลังไฟฟ้ารายวันแสดงตามโพรไฟล์ในรูปที่ 8 ตามสภาพอากาศที่แตกต่างกันไป ในช่วงหัววันแรกส่วนใหญ่มีแสงแดดมาก ส่วนวันที่เจ็ดแทบจะไม่มีแสงแดดเลย โดยเฉพาะวันที่สาม สี่ และห้า การเปลี่ยนแปลงของแรงดันบ่งบอกถึงมีกลุ่มเมฆมาปกคลุมเป็นช่วงๆ และเวลากลางคืนมีโหลด 20 kW ต่ออยู่ตามปกติ

การแก้ปัญหา

โครงข่ายจำหน่ายไฟฟ้าแบบดั้งเดิม ได้รับการออกแบบมาเพื่อจ่ายกำลังไฟฟ้าให้กับโหลดปัจจุบันและโหลดในอนาคต ขณะที่การจ่ายไฟฟ้าเข้ามาของการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนกำลังเพิ่มมากขึ้น ค่ายอดของกำลังผลิตสามารถ

กลายเป็นเท่าทวีคูณของค่ายอดของโหลด ทำให้โครงข่ายจำหน่ายไฟฟ้าเกิดข้อจำกัดขึ้นได้ ในหลายๆ กรณี แפקเตอร์ขีดจำกัดไม่ใช่ขีดความสามารถของการจ่ายไฟฟ้า แต่เป็นแรงดันที่อยู่ต้องอยู่ภายในช่วงของแรงดันที่กำหนด

LVR สามารถแก้ไขปัญหานี้ได้โดยง่าย LVR ทำการปรับเปลี่ยนแรงดันของสายจำหน่ายแรงดันต่ำหรือแรงดันปานกลางอย่างอัตโนมัติให้อยู่ภายในช่วงที่แน่นอนตามค่าที่ตั้งไว้และป้องกันการเสียค่าใช้จ่ายไปกับการขยายโครงข่ายจำหน่ายไฟฟ้า

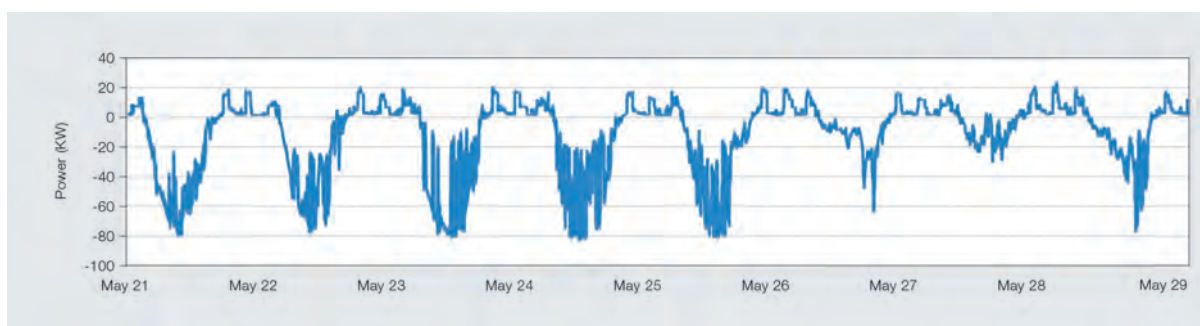
LVR แรงดันต่ำของ ABB ติดตั้งในตู้สายจำหน่ายแรงดันต่ำ ส่วนใหญ่การไฟฟ้าไม่จำเป็นต้องได้รับอนุญาตเป็นพิเศษในการติดตั้ง และการติดตั้ง LVR แรงดันต่ำสามารถทำได้รวดเร็ว สำหรับ LVR แรงดันปานกลางติดตั้งในสถานีไฟฟ้าย่อยคอนกรีต โดยติดตั้งเสร็จพร้อมกับการทดสอบ มีเพียงสายเคเบิลแรงดันปานกลางที่ต้องต่อร่วมกับสวิตช์เกียร์แรงดันปานกลาง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

เรียบเรียงจาก

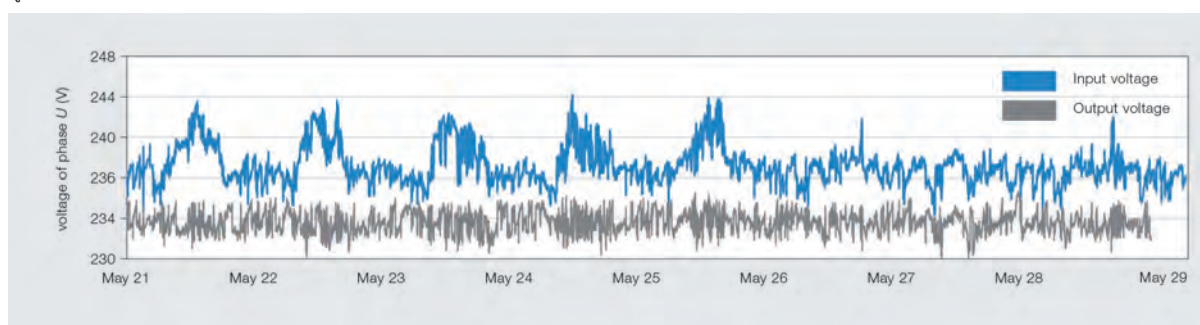
Martin Carlen, Adam Slupinski, Frank Cornelius,

"Regulating life's ups and downs,"

ABB Review 4/15, pp. 34-41.



รูปที่ 8a แรงดัน



รูปที่ 8b กำลังจริง

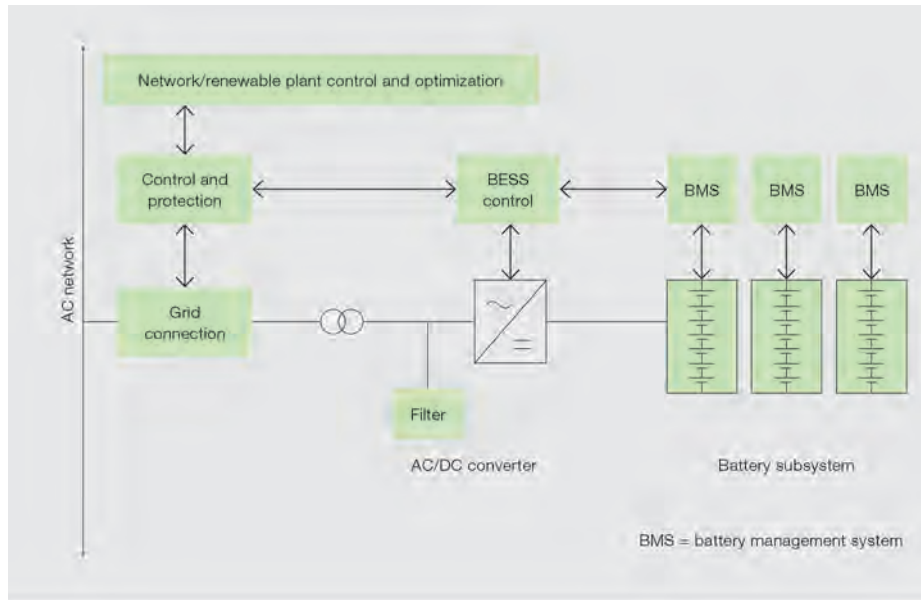
Energy storage

ประโยชน์ที่เหนือกว่าการเชื่อมโยง พลังงานหมุนเวียน

Pat Hayes, Janissa Arevalo – ปัจจุบันหลายๆ ประเทศอยู่ในขั้นเริ่มต้นของการปฏิบัติพลังงานหมุนเวียน อย่างไรก็ตามขนาดของการผลิตไฟฟ้าที่อิงตามพลังงานแสงอาทิตย์และลมต่อเข้ามาในโครงข่ายไฟฟ้าทะยานขึ้นอย่างมาก ผู้ปฏิบัติการกำลังพบกับความยุ่งยากต่อการรักษาเสถียรภาพและความเชื่อถือได้ของโครงข่ายไฟฟ้า ด้วยสองเหตุผลหลักสำหรับการนี้คือ การผันแปรระยะสั้นและความคาดคะเนได้ยากต่อความเป็นไปโดยธรรมชาติของแหล่งพลังงานหมุนเวียน ระบบสะสมพลังงาน (energy storage system: ESS) สามารถจัดการปัญหาในประเด็นเหล่านี้ได้ และเป็นส่วนสนับสนุนที่สำคัญต่อวิวัฒนาการของโครงข่ายไฟฟ้า อย่างไรก็ตามระบบสะสมพลังงานสามารถทำงานได้ยิ่งไปกว่านั้นอีก การบรรจกระบบสะสมพลังงานไว้ในยุทธศาสตร์ของการไฟฟ้าสามารถเสนอวิธีการใหม่ๆ สำหรับส่งเสริมการจัดหาและราคาของพลังงานไฟฟ้า พร้อมกับการบริการด้วย และจัดเตรียมวิธีการเพื่อใช้ประโยชน์ระบบไฟฟ้าทั้งหมดได้อย่างเหมาะสมที่สุด



รูปที่ 1
ไดอะแกรมการทำงานของ
ระบบสะสมพลังงาน
ชนิดแบตเตอรี่



รูปที่ 1

การสะสมพลังงานไฟฟ้าประกอบไปด้วยเทคโนโลยี แบตเตอรี่ ไฟล์วีลส์ ระบบสูบน้ำกลับ ระบบสะสมพลังงานเชิงความร้อน และระบบอัดอากาศ รถยนต์ไฟฟ้าสามารถนำมาใช้เป็นระบบสะสมพลังงานได้เช่นกัน

ปัจจุบันนี้ การไฟฟ้าส่วนใหญ่นิยมใช้ระบบสะสมพลังงานแบตเตอรี่ (BESS) เนื่องจากสะดวกต่อการเพิ่มหรือลดขนาดและสามารถนำไปใช้ได้เกือบทุกคนทุกแห่ง

หากไม่คำนึงถึงเทคโนโลยีที่ใช้แล้ว ระบบสะสมพลังงานที่สมบูรณ์สามารถทำงานได้โดยลำพัง (standalone) หรือต่อเข้ากับโครงข่ายไฟฟ้า โดยมีส่วนประกอบหลักๆ อยู่ 4 ส่วน ได้แก่ ตัวสะสมพลังงาน ระบบควบคุม ระบบแปลงผันกำลังไฟฟ้าและอุปกรณ์ประกอบอื่นๆ (balance of plant: BOP) การออกแบบส่วนประกอบเหล่านี้ ขึ้นอยู่กับการประยุกต์ใช้งานและขนาดพิกัดกำลังที่ต้องการ ตัวสะสมพลังงานสามารถอิงตามเทคโนโลยีของแบตเตอรี่ชนิดใดชนิดหนึ่งนั่นคือ ลิเทียม-ไอออน โซเดียม-ซัลเฟอร์ นิเกิล-แคดเมียม กรดตะกั่ว หรือโฟว์แบตเตอรี่ (flow battery) สำหรับระบบที่ต้องการกำลังสูงๆ สามารถต่อระบบแปลงผันกำลังไฟฟ้าขนาดใหญ่เพื่อให้มีการควบคุมการไหลของกำลังจริงและกำลังรีแอกทีฟทั้งสองทิศทางเป็นไปอย่างไดนามิกส์ นอกจากนี้ระบบควบคุมและเฝ้าตรวจยอมให้ทุกส่วนประกอบมีการทำงานด้วยมือและอัตโนมัติเสริมเข้าไปกับระบบสะสมพลังงานโปรโตคอลของการสื่อสารรองรับการควบคุมและเฝ้าตรวจ และอาจจัดเตรียมการพยากรณ์โหลดและสภาพอากาศด้วย ระบบส่วนประกอบที่เพิ่มและจำเป็นต้องใช้คือ อุปกรณ์ BOP เช่น หม้อแปลงอุปกรณ์ป้องกันและสวิตช์เกียร์ เพื่อให้แน่ใจถึง

ความปลอดภัยและความเชื่อถือได้ต่อการเชื่อมโยงกับโครงข่ายไฟฟ้าและการทำงานของระบบ (รูปที่ 1)

การประยุกต์ใช้งานและประโยชน์ของระบบสะสมพลังงาน
ประโยชน์ของระบบสะสมพลังงานทอดยาวไปทั้งระบบผลิตส่งและจำหน่ายไฟฟ้านั่นคือ จากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าไปจนถึงผู้ใช้ไฟฟ้า นอกจากนี้เทคโนโลยีตัวสะสมพลังงานและอิเล็กทรอนิกส์กำลังสมัยใหม่สามารถรองรับการทำงานของโครงข่ายพื้นฐานขนาดใหญ่ที่ต่อเข้ามาในระบบ พร้อมด้วยระบบไฟฟ้าขนาดเล็กที่ก่อสร้างแยกออกมา ครอบคลุมการใช้งานต่างๆ อย่างกว้างขวาง (รูปที่ 2)

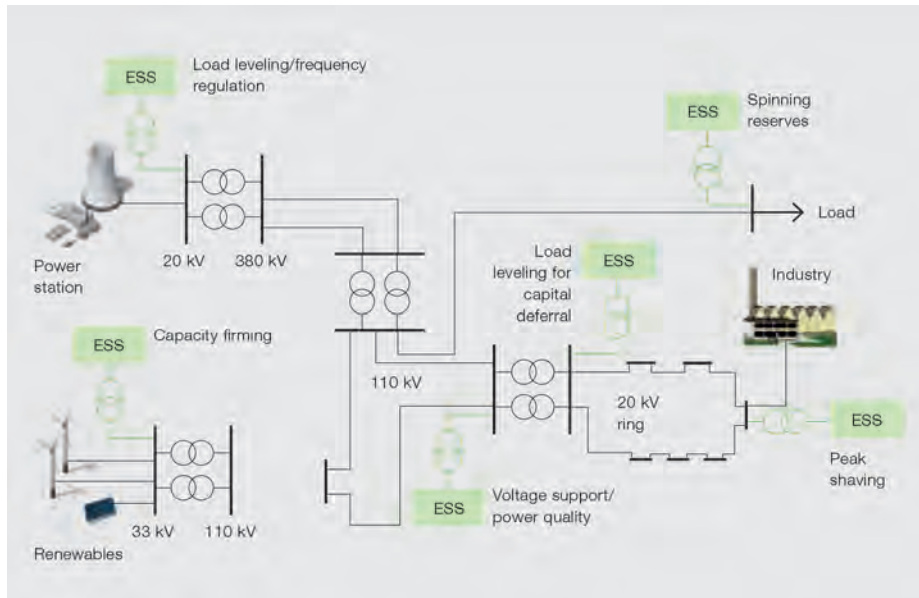
การคุมค่าความถี่

การใช้ระบบสะสมพลังงานเพื่อจัดเตรียมบริการเสริม (ancillary services) เช่น การคุมค่าความถี่ หรือปฏิบัติตัวเป็นกำลังผลิตไฟฟ้าสำรองสำหรับโครงข่ายไฟฟ้า ซึ่งกำลังพิสูจน์ถึงความสำเร็จของโมเดลธุรกิจที่มีการลดค่าใช้จ่ายปฏิบัติการและบำรุงรักษาให้ต่ำสุดกับปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่ำกว่าการผลิตไฟฟ้าแบบดั้งเดิมอย่างมีนัยยะสำหรับการคุมค่าความถี่ ESS ถูกอัดประจุหรือคายประจุในการตอบสนองต่อการเพิ่มหรือลดความถี่ของโครงข่ายไฟฟ้า อันเนื่องมาจากความไม่สมดุลกำลังไฟฟ้าของแหล่งจ่ายและโหลด วิธีการนี้น่าสนใจเนื่องจากเวลาตอบสนองได้รวดเร็วและปล่อยให้ทำงานอย่างอิสระ

กำลังผลิตไฟฟ้าสำรอง

เพื่อจัดเตรียมกำลังผลิตไฟฟ้าสำรองอย่างมีประสิทธิภาพ ESS ถูกอัดประจุไว้ให้พร้อมสำหรับการตอบสนองต่อการขัดข้องของการผลิตหรือส่งและจ่ายไฟฟ้า ระบบสามารถตอบสนองด้วยการจ่ายไฟฟ้าภายในเวลาเป็นมิลลิวินาที เพื่อให้โครงข่ายไฟฟ้ามีไฟฟ้าจ่ายอย่างต่อเนื่อง ในขณะที่เครื่องกำเนิด

รูปที่ 2
การประยุกต์ใช้งานระบบ
สะสมพลังงาน



รูปที่ 2

ไฟฟ้าสำรองเริ่มเดินเครื่อง เครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่สามารถใช้งาน
ได้นั้นจ่ายกำลังขาออกได้อย่างเหมาะสม โดยไม่ต้องเดินเครื่อง
ไว้เปล่าๆ สำหรับการรักษาสีขดสามารถของกำลังผลิตไฟฟ้าสำรอง

การเกลี้ยระดับโหลด

การเกลี่ยระดับโหลด (load leveling) เป็นเรื่องเกี่ยวกับการ
 สะสมกำลังไฟฟ้าในช่วงที่ระบบมีโหลดน้อยๆ และจ่ายไฟฟ้า
 ออกมาในในช่วงที่ระบบมีความต้องการไฟฟ้าสูงๆ การจ่าย
 ไฟฟ้าของ ESS เป็นการลดโหลดของการผลิตไฟฟ้าช่วงเวลา
 โหลดค่ายอดที่ไม่ประหยัด เมื่อการไฟฟ้าต้องออกแบบโครง
 ข่ายไฟฟ้าให้สอดคล้องกับกำลังสูงสุดที่ต้องใช้ การมีระบบ
 สะสมพลังงานอยู่ข้างๆ โหลดทำให้ยืดเวลาการลงทุน เพื่อ
 ปรับปรุงโครงข่ายไฟฟ้าหรือก่อสร้างโรงไฟฟ้าใหม่ออกไปได้

การตัดโหลดค่ายอด

การตัดโหลดค่ายอด (peak shaving) เหมือนกันกับการเกลี่ยระดับโหลด แต่เป็นการตัดความต้องการไฟฟ้าค่ายอดแทนที่ การประหยัดค่าใช้จ่ายด้านปฏิบัติการของระบบไฟฟ้า การติดตั้งระบบตัดโหลดค่ายอดมักเป็นเรื่องของผู้ใช้ไฟฟ้ามากกว่า การไฟฟ้า ผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทธุรกิจและอุตสาหกรรมได้รับประโยชน์จากการบริหารจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้าและ ค่าความต้องการไฟฟ้าสูงสุด (demand charge)

คุณภาพไฟฟ้า

สำหรับการประยุกต์ใช้งานด้านคุณภาพไฟฟ้านั้น ESS อาจช่วย
ป้องกันโหลดส่วนปลายจากเหตุการณ์ช่วงสั้นๆ ที่มีผลกระทบ
ต่อคุณภาพไฟฟ้าที่จ่ายออกไป ตัวอย่างเช่น แรงดันกระเพื่อม
เนื่องจากเหตุการณ์ดังเช่น อุปกรณ์ไฟฟ้าขัดข้อง กิ่งไม้ตกลง
บนเสาไฟฟ้า หรือการเปลี่ยนแปลงกำลังขาออกจากโรงไฟฟ้า
พลังงานแสงอาทิตย์และพลังงานลม ซึ่งสามารถสร้างผลกระทบ

ด้านลบต่อคุณภาพไฟฟ้าที่จ่ายออกไปให้ผู้ใช้งาน ประเด็นคุณภาพไฟฟ้าเหล่านี้ สามารถนำไปสู่การเกิดไฟฟ้าดับแบบหมุนเวียน (brownouts) และเป็นไปได้ที่ไฟฟ้าจะดับอย่างสมบูรณ์ ESS สามารถจัดเตรียมแรงดันชั่วขณะ รองรับการจ่ายออกหรือรับเข้าทั้งกำลังจริงและกำลังรีแอคทีฟ นอกจากนี้ ESS อาจให้บริการเหมือนกับแหล่งจ่ายไฟฟ้าแบบไม่หยุดชะงัก (UPS) เมื่อเกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องจนไม่ทำงาน จึงเป็นการเสริมคุณภาพไฟฟ้าที่จ่ายให้ผู้ใช้งานได้ดียิ่งขึ้น

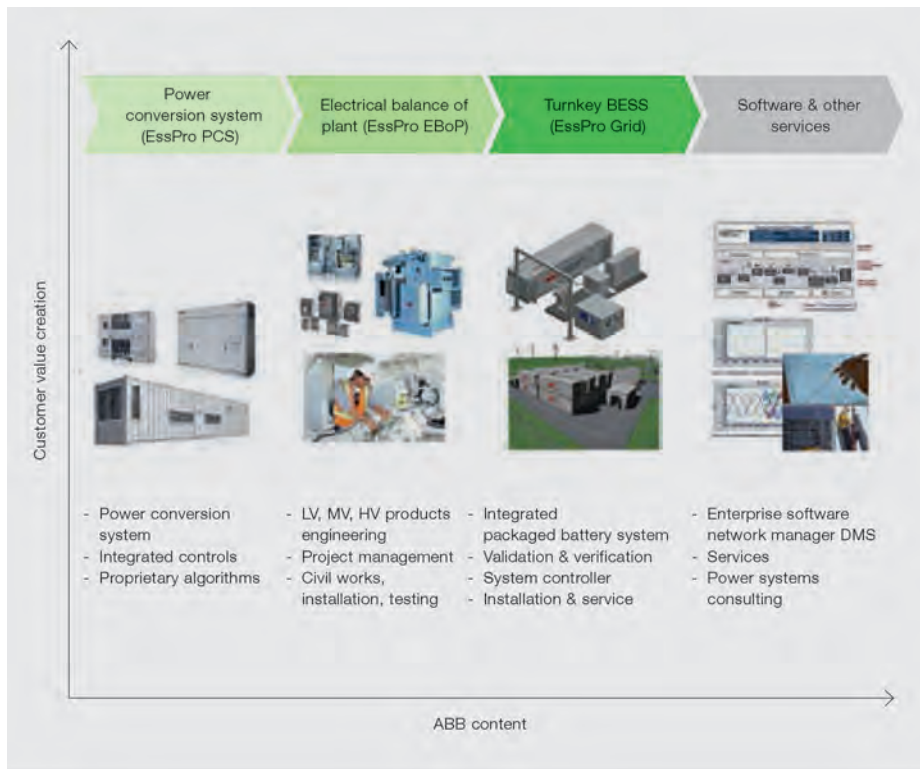
ขนาดกำลังที่แน่นอน

การรักษาการเปลี่ยนแปลงของกำลังขาออกที่ไม่แน่นอนจากโรงไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียนให้อยู่ที่ระดับของสัญญา (ที่แน่นอน) ตามระยะเวลาที่กำหนดเรียกว่า ขนาดกำลังที่แน่นอน (capacity firming) ESS ทำให้กำลังขาออกเรียบและควบคุมอัตรา การเพิ่มของกำลังไฟฟ้า (ramp rate: MW/min) เพื่อขจัด การแกว่งของแรงดันและกำลังไฟฟ้าในโครงข่ายไฟฟ้า

สำหรับทุกการประยุกต์ใช้งาน ABB เสนอ
ส่วนประกอบระบบสะสมพลังงานที่เหมาะสม
และวิธีการแก้ปัญหาอย่างสมบูรณ์
เพื่อช่วยให้รักษาเสถียรภาพและความเชื่อถือ
ได้ของโครงข่ายไฟฟ้าและเป็นแหล่งจ่าย
พลังงานที่มีคุณภาพสูง

วิธีการแก้ปัญหของ ABB สามารถใช้ได้กับข้อกำหนดทางไฟฟ้าช่วงจากร้อยกิโลวัตต์ไปจนถึงสิบเมกะวัตต์ และพร้อมสำหรับต่อเชื่อมกับโครงข่ายไฟฟ้าแรงดันปานกลางหรือแรงดันสูง (รูปที่ 3) ตัวอย่างเช่น ระบบ EssPro™ Grid มี

รูปที่ 3
ข้อเสนอของ ABB:
จากระบบแปลงผันกำลังไป
จนถึงวิธีการแก้ปัญหาอย่าง
บูรณาการ



รูปที่ 3

ลักษณะเด่นรวมถึงการควบคุมกำลังจริงและกำลังรีแอกทีฟเชิงไดนามิกส์ เครื่องกรองฮาร์โมนิกส์แบบแอกทีฟ วิธีการทำงานแบบแยกอิสระ (islanding) และความสามารถในการเริ่มเดินเครื่องกำเนิดไฟฟ้าหลังจากไฟฟ้าดับ (black start) นอกจากนี้ การใช้งานอัลกอริทึมที่ควบคุมขั้นสูงทำให้มั่นใจถึงการปฏิบัติตามมาตรฐานของการไฟฟ้าตลอดจนความรู้เชิงลึกของกฎระเบียบการเชื่อมโยงกับโครงข่ายไฟฟ้า

การใช้วิธีเชิงยุทธศาสตร์

เพื่อให้ประโยชน์เหล่านี้เป็นจริง ระบบสะสมพลังงานต้องเป็นส่วนที่รวมเข้ากับโครงข่ายของการไฟฟ้า ไม่เป็นส่วนประกอบที่แยกออกมาตามความต้องการของท้องถิ่นในขณะนั้น การเพิ่มระบบสะสมพลังงานซับซ้อนมากกว่าเป็นการซื้อฮาร์ดแวร์และนำมาต่อเข้ากับโครงข่ายไฟฟ้า แล้วปรับแรงดันให้เป็นไปตามมาตรฐาน การไฟฟ้าต้องการดูลึกไปถึงกลยุทธ์หรือระดับท้องถิ่นและใช้การพิจารณาแบบองค์รวมหรือเชิงยุทธศาสตร์ทั้งส่วนประกอบด้านกายภาพและด้านการเงินของระบบสะสมพลังงาน

ขั้นตอนแรกควรพัฒนาแผนระยะยาวให้ตรงกับเป้าหมายของการไฟฟ้าก่อน การเริ่มต้นยังไม่ต้องไปพึ่งพิงกับเทคโนโลยีระบบสะสมพลังงาน เปิดทางให้การไฟฟ้ากำหนดการสั่งการทำงานของระบบสะสมพลังงานให้ดีที่สุดได้อย่างไร โดยอิงกับการพยากรณ์ราคาค่าพลังงานและจะจัดเตรียมไฟฟ้าที่ต้นทุนต่ำสุดได้อย่างไร

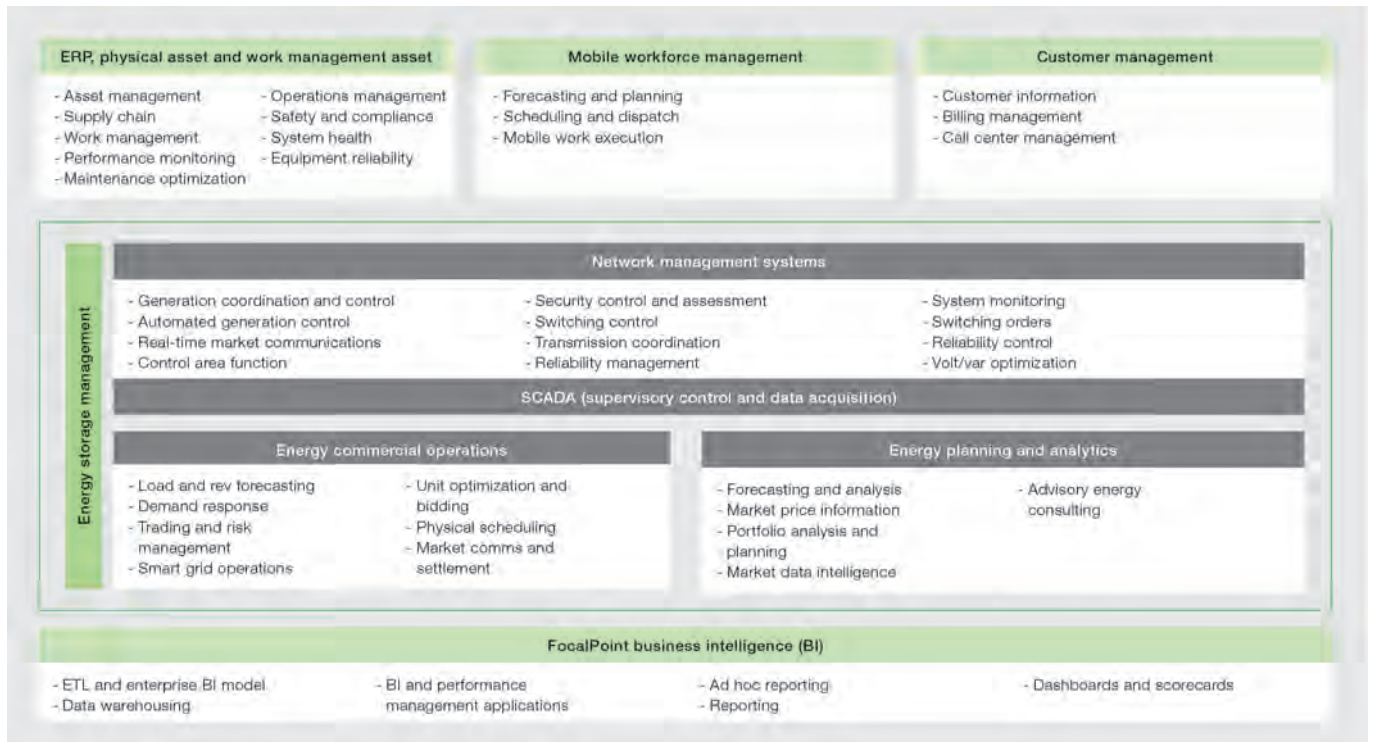
การไฟฟ้าที่ดำเนินงานกับโครงข่ายจำหน่ายไฟฟ้าต้องการ

ระบุจุดอ่อนของโครงข่ายเป็นสิ่งแรก เมื่อระบบสะสมพลังงานสามารถช่วยเสริมความเชื่อถือได้ของระบบได้ หลังจากนั้นจึงกำหนดจุดเชื่อมต่อระบบสะสมพลังงานที่เหมาะสมต่อไป ABB มีประสบการณ์ในการศึกษาโครงข่ายไฟฟ้ามาอย่างยาวนาน และสามารถสนับสนุนกระบวนการออกแบบ BESS ให้ได้รับประโยชน์สูงสุดทั้งด้านเทคนิคและเศรษฐศาสตร์

นอกจากนี้ผู้ปฏิบัติการโครงข่ายไฟฟ้าต้องทำการตัดสินใจโดยอิงตามสมรรถนะของโครงข่ายไฟฟ้า การตัดสินใจเหล่านี้ถูกอิงกับการทำนายค่าไฟฟ้า การใช้ค่าไฟฟ้าเหล่านั้นไปพยากรณ์จำนวนความถี่ในการเดินเครื่องระบบสะสมพลังงาน และผลประโยชน์ที่จะได้รับตลอดช่วงระยะเวลาที่กำหนด ในการนี้ยังต้องการข้อมูลเข้าที่เกี่ยวกับการพยากรณ์สภาพอากาศ การพยากรณ์โหลด ความรู้ในโครงข่ายไฟฟ้า และระยะเวลาตลอดอายุการใช้งานและค่าใช้จ่ายในวงจรชีวิตของระบบ โดยการพิจารณาองค์ประกอบหลักเหล่านี้ ระบบสะสมพลังงานสามารถทำให้การปฏิบัติการเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ และเสริมความเชื่อถือได้ของโครงข่ายไฟฟ้า

สมรรถนะสูงสุด

เมื่อทำการวิเคราะห์เชิงยุทธศาสตร์เสร็จสมบูรณ์แล้ว การไฟฟ้าจะวางแผนทางเพื่อกำหนดเทคโนโลยีและขนาดที่เหมาะสมสำหรับแต่ละการประยุกต์ใช้งาน เพื่อให้ได้รับผลประโยชน์สูงสุดจากการลงทุนระบบสะสมพลังงาน การไฟฟ้าต้องใช้ระบบนี้ให้มีประสิทธิภาพมากที่สุดเท่าที่เป็นไปได้ และให้ได้ผลตอบแทนมากที่สุดในเวลาที่กำหนด จึงต้องการใช้ซอฟต์แวร์ที่สามารถเฝ้าตรวจและควบคุมมากกว่าระบบสะสมพลังงาน



รูปที่ 4

—
รูปที่ 4
แผนผังซอฟต์แวร์วิธีการ
แก้ปัญหาขององค์กร

—
รูปที่ 5
EssPro Grid BESS
ขนาด 1 MW/15 min
ที่การไฟฟ้า EKZ ใน
Dietikon สวิตเซอร์แลนด์

เพียงอย่างเดียว ซอฟต์แวร์นี้ต้องสามารถทำให้ผู้ปฏิบัติการโครงข่ายไฟฟ้ามองเห็นภาพโครงข่ายไฟฟ้าทั้งหมด ซอฟต์แวร์วิสาหกิจ (Enterprise software) ของ ABB สร้างตัวเชื่อมระหว่างระบบสะสมพลังงานกับผู้ใช้งาน มันสามารถแสดงแผนผังการกระจายของแหล่งพลังงานลงบนโครงข่ายไฟฟ้า ขณะเดียวกันก็ใช้อัลกอริทึมขั้นสูงวิเคราะห์การพยากรณ์สภาพอากาศและทำนายโพรไฟล์ของโหลด เพื่อช่วยการไฟฟ้าจัดทำรายการอัดประจุและคายประจุของระบบสะสมพลังงาน

ให้เหมาะสมที่สุด (รูปที่ 4) ไม่เพียงแต่เสริมประสิทธิภาพการทำงานอย่างเดียว แต่จัดเตรียมการเข้าถึงได้ทันทีเมื่อมีผู้ต้องการใช้แหล่งจ่ายระบบสะสมพลังงานนี้ด้วย

การปรับปรุงระบบสะสมพลังงานและการรักษาเสถียรภาพของโครงข่ายไฟฟ้า

ในปี 2012, EKZ (หนึ่งในบริษัทจำหน่ายไฟฟ้าใหญ่ที่สุดของสวิตเซอร์แลนด์) ร่วมกับ ABB ทดสอบการใช้งานโครงการระบบสะสมพลังงานแบตเตอรี่ (BESS) ที่ใหญ่ที่สุดในสวิตเซอร์แลนด์ (รูปที่ 5) เพื่อเพิ่มกำลังไฟฟ้าให้กับโครงข่ายไฟฟ้าได้ตามความต้องการ ABB จัดส่งและติดตั้งระบบสะสมพลังงานแบตเตอรี่ชนิดลิเทียม-ไอออน ที่สามารถจ่ายกำลังไฟฟ้า 1 MW เป็นเวลา 15 นาที BESS ดังกล่าวถูกต่อเข้ากับโครงข่ายจำหน่ายไฟฟ้าของ EKZ และถูกใช้สำหรับการสมดุลโหลดค่ายอดจัดการกับแหล่งจ่ายไฟฟ้าที่ไม่แน่นอน และเพิ่มประสิทธิภาพโครงข่ายจำหน่ายไฟฟ้าในการทำงานแบบแยกอิสระ มันสามารถจ่ายไฟฟ้าให้อาคารสำนักงานได้อย่างสมบูรณ์ BESS มีความสามารถควบคุมกำลังรีแอกทีฟและสามารถให้บริการเป็นตัวควบคุมกำลังสำรองปฐมภูมิสำหรับโครงข่ายระบบส่ง มีประสบการณ์สำคัญที่เพิ่มขึ้นมาจากการต่อรวมเข้ากับโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์และสถานีอัดประจุรถยนต์ไฟฟ้า

BESS รองรับการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์บนเกาะ Kauai

เมื่อกลุ่มของเกาะตั้งอยู่ห่างไกลจากแผ่นดิน สหรัฐฮาวายในสหรัฐอเมริกาต้องการนำเข้าเชื้อเพลิงทุกชนิดสำหรับใช้ผลิตไฟฟ้า จึงมีต้นทุนค่าพลังงานสูง เป็นผลให้รัฐรับเอาแหล่ง



รูปที่ 5



รูปที่ 6

—
รูปที่ 6
EssPro PCS c600
ของ ABB

พลังงานหมุนเวียนกับเจตนาให้เพียงพอความต้องการพลังงานทั้งหมดในปี 2040 การไฟฟ้าของเกาะ Kauai (Kauai Island Utility Cooperative: KIUC) เป็นการไฟฟ้าท้องถิ่นที่ไม่แสวงหากำไรในฮาวายให้บริการกับผู้ใช้ไฟฟ้า 32,000 ราย กำลังมองหาเทคโนโลยี BESS เพื่อช่วยรักษาความเชื่อถือได้และประสิทธิภาพของระบบไฟฟ้าที่มีการจัดหาไฟฟ้ามาจากพลังงานหมุนเวียนด้วยปริมาณมากขึ้นอย่างต่อเนื่อง

ในส่วนของการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ขนาด 12 MW อยู่ระหว่างการก่อสร้างที่ Anahola นั้น KIUC ใช้ BESS ชนิดลิเธียม-ไอออน ขนาด 6 MW/4.63 MWh ประกอบด้วยแบตเตอรี่ 8 คอนเทนเนอร์ จัดหาโดย SAFT (ผู้ดำเนินการผลิตแบตเตอรี่ขั้นสูง) และระบบแปลงผันกำลังไฟฟ้าขนาด 6 MW ของ ABB พร้อมกับคอนเทนเนอร์ครอบ 2 ชุด วัตถุประสงค์หลักของ BESS คือ การคุมค่าแรงดันจำหน่ายไฟฟ้าที่บัสไฟฟ้ากระแสสลับ เพื่อป้องกันสภาพแรงดันตกและแรงดันเกิน เป็นแหล่งจ่ายไฟฟ้าสำรองพร้อมจ่ายไฟฟ้าทันทีที่เกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าดับ และช่วยรักษาระดับความถี่ระหว่างที่เกิดสูญเสียกำลังผลิตหรือมีโหลดเพิ่มมากขึ้นอย่างทันทีทันใด

ระบบสะสมพลังงานรองรับการเชื่อมโยงการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลมในแคนาดา

ปี 2013, Cowessess First Nation ติดตั้งกังหันลมของ Enercon ขนาด 800 kW พร้อมกับระบบสะสมพลังงานแบตเตอรี่ชนิดลิเธียม-ไอออนขนาด 400 kW/744 kWh และระบบแปลงผันกำลังไฟฟ้า ESSPro ของ ABB ในพื้นที่ชนเผ่าจังหวัด Saskatchewan ประเทศแคนาดา เป็นการแก้ปัญหาการลดลงและการไหลของกำลังไฟฟ้าจากกังหันลม



ทำให้การจ่ายไฟฟ้าในช่วงเวลาโหลดค่ายอดมีความเชื่อถือได้

—
ในวันที่มีลมแรงระบบของ Cowessess สามารถจ่ายไฟฟ้า 1 MW เป็นเวลา 1 ชั่วโมงเต็ม โดยกังหันลมจ่ายไฟฟ้าให้ 800 kW และอีก 200 kW จ่ายมาจากแบตเตอรี่

นอกจากนี้ระบบสามารถขยายเวลาการใช้กังหันลมเป็นแหล่งจ่ายไฟฟ้าที่แน่นอน (firm) ออกไปได้ โครงการได้พิสูจน์แล้วว่าระบบได้ปฏิบัติตามข้อกำหนดตามมาตรฐาน anti-islanding เมื่อโครงข่ายไฟฟ้าไม่มีไฟฟ้าและกังหันลมยังคงผลิตไฟฟ้าอยู่ระบบถูกใช้ในการประสานกับโปรแกรมตอบสนองความต้องการ (demand response) ของการไฟฟ้าด้วยและได้รับการพิสูจน์แล้วว่าเทคโนโลยีทำงานได้ดีสำหรับการประยุกต์ใช้งานนี้

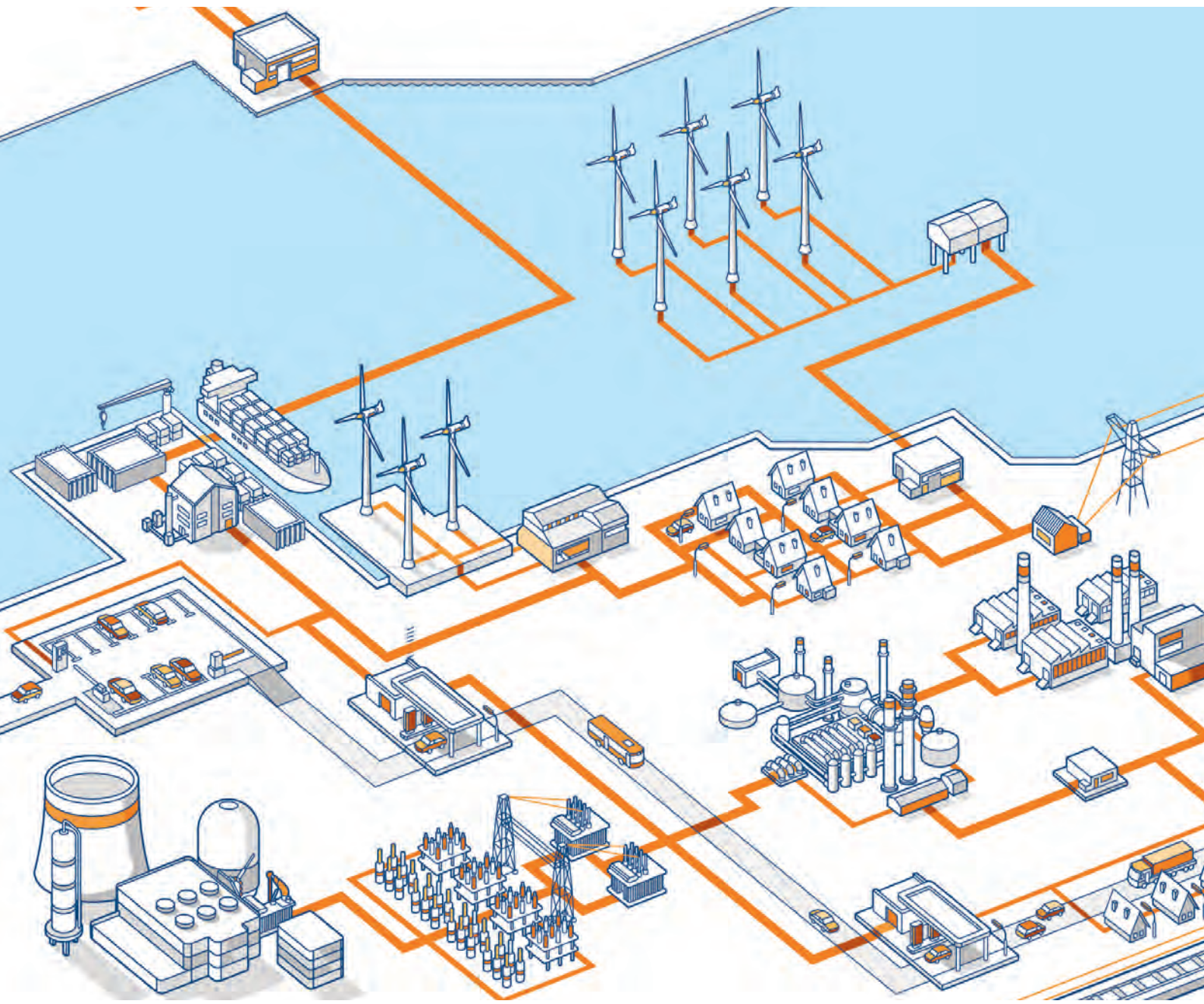
การให้บริการ BESS แบบเบ็ดเสร็จของ ABB มีส่วนสำคัญต่อการสนับสนุนให้มีการเสริมความยืดหยุ่นของระบบไฟฟ้านั้นคือความต้องการในการปรับปริมาณพลังงานหมุนเวียนให้เหมาะสมกับโครงข่ายไฟฟ้า และการบริหารการผลิตไฟฟ้าให้ได้ประโยชน์สูงสุดทั่วโลก (รูปที่ 6) เมื่อระบบไฟฟ้ามีการพัฒนาไปและเพิ่มความซับซ้อนมากขึ้น ความสำคัญของ BESS ต่อห่วงโซ่คุณค่าของระบบไฟฟ้าจะยิ่งเพิ่มมากขึ้นตามไปด้วย

เรียบเรียงจาก
Pat Hayes, Janissa Arevalo, "Energy storage,"
ABB Review 4/15, pp. 42-49.

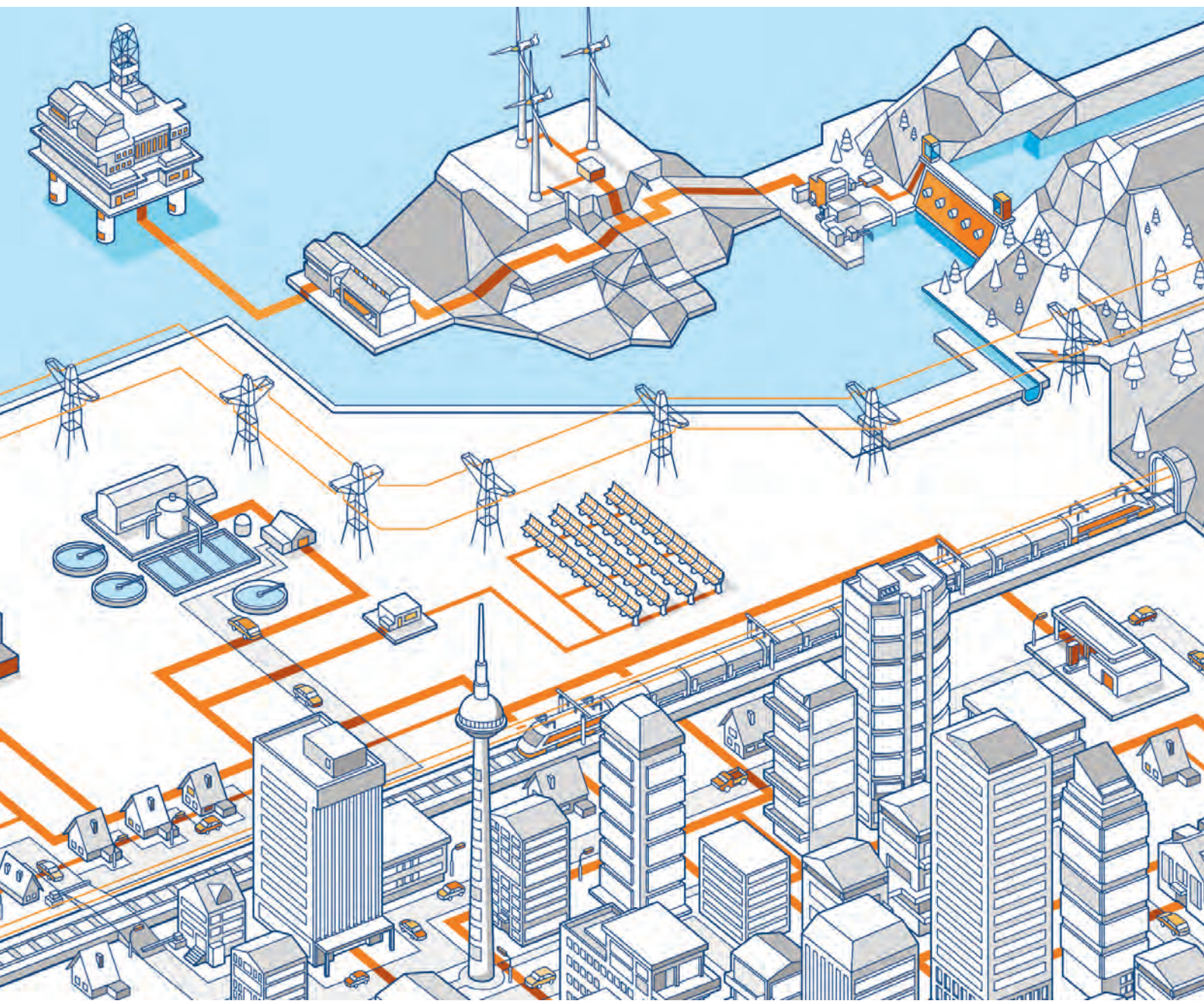
Consulting the grid code

ที่ปรึกษาการเตรียมการเชื่อมโยงโครงข่ายไฟฟ้า

ABB และกลุ่มผู้เชี่ยวชาญที่ปรึกษาทางด้านไฟฟ้า
กำลังช่วยรวมโครงข่ายไฟฟ้าเข้ากับพลังงานหมุนเวียน
ให้ได้ตามข้อกำหนดในกฎระเบียบของการเชื่อมโยงโครงข่ายไฟฟ้า



Ines Romero, John Daniel, Diogo Pereira, Fahd Hashiesh, Nihar Raj, Britta Buchholz – การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนแตกต่างจากการผลิตไฟฟ้าแบบดั้งเดิมเป็นอย่างมาก ในทอมของการพยากรณ์ได้และความพร้อมใช้งาน ความเชื่อถือและความสามารถในการควบคุม ทั้งกำลังจริงและกำลังรีแอกทีฟ นอกจากนี้ยังมีสิ่งที่เกิดขึ้นในตลาดซื้อขายไฟฟ้าอีกมาก เมื่อโรงไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียนแห่งแรกถูกสร้างขึ้น ขณะนี้โรงไฟฟ้ามีขนาดจากไม่กี่กิโลวัตต์ไปจนถึงกิกะวัตต์ และอาจเป็นส่วนหนึ่งของระบบที่อ่อนแอและหรือเป็นส่วนที่แยกออกมาต่างหาก หรือเป็นส่วนหนึ่งของโครงข่ายไฟฟ้าที่พัฒนามาอย่างแข็งแกร่ง ดังนั้น ผู้ปฏิบัติการระบบส่ง (TSO) และผู้ปฏิบัติการระบบจำหน่าย (DSO) ซึ่งมีความรับผิดชอบในการรับประกันความต่อเนื่อง ความเชื่อถือได้ และความเป็นแหล่งจ่ายไฟฟ้าคุณภาพสูงในโครงข่ายไฟฟ้า กำลังทำงานกันอย่างไม่ลดละ ท่ามกลางข้อกำหนดของการปฏิบัติงาน (กฎระเบียบของการเชื่อมโยงโครงข่ายไฟฟ้า) จำนวนมาก เพื่อความมั่นใจต่อการควบคุมแหล่งพลังงานเหล่านี้



ท่ามกลางการเชื่อมโยงไฟฟ้าที่อยู่บนฝั่งและในชายฝั่งทะเลของพลังงานหมุนเวียนได้เกิดขึ้นจริงแล้วในปัจจุบันนี้ ทั้งในโครงข่ายระบบส่งและโครงข่ายจำหน่ายไฟฟ้า เป็นการรวมเข้ากับและ/หรือแทนที่การผลิตไฟฟ้าแบบดั้งเดิม ประสบการณ์ในภาคส่วนพลังงานหมุนเวียนและการดำเนินงานโครงการขนาดใหญ่ทั่วโลกทำให้ผู้เชี่ยวชาญของ ABB นำเสนอการประเมินทางเทคนิคและเศรษฐศาสตร์ในระดับสูงต่อลูกค้าเพื่อจัดการกับความต้อการและข้อกำหนดเหล่านี้

วิวัฒนาการของกฎระเบียบการเชื่อมโยงโครงข่ายไฟฟ้า

ในช่วงทศวรรษที่ผ่านมาได้มีการเพิ่มการแทรกซึมของพลังงานหมุนเวียนเข้ามาในโครงข่ายระบบส่งและโครงข่ายระบบจำหน่ายไฟฟ้าเป็นปริมาณมาก จึงไปเพิ่มความกังวลให้กับ TSO และ DSO ผู้ที่ต้องการรับประกันความต่อเนื่องและแหล่งจ่ายไฟฟ้าที่เชื่อถือได้ในโครงข่ายไฟฟ้า ประเด็นที่ห่วงใยประกอบด้วย

- ความต่อเนื่อง: ความไม่แน่นอนที่สัมพันธ์กับพิกัดขนาดไม่สามารถทำนายได้ของพลังงานหมุนเวียนอาจมีผลกระทบต่อเสถียรภาพของโครงข่ายไฟฟ้าและความต่อเนื่องของการจ่ายไฟฟ้า

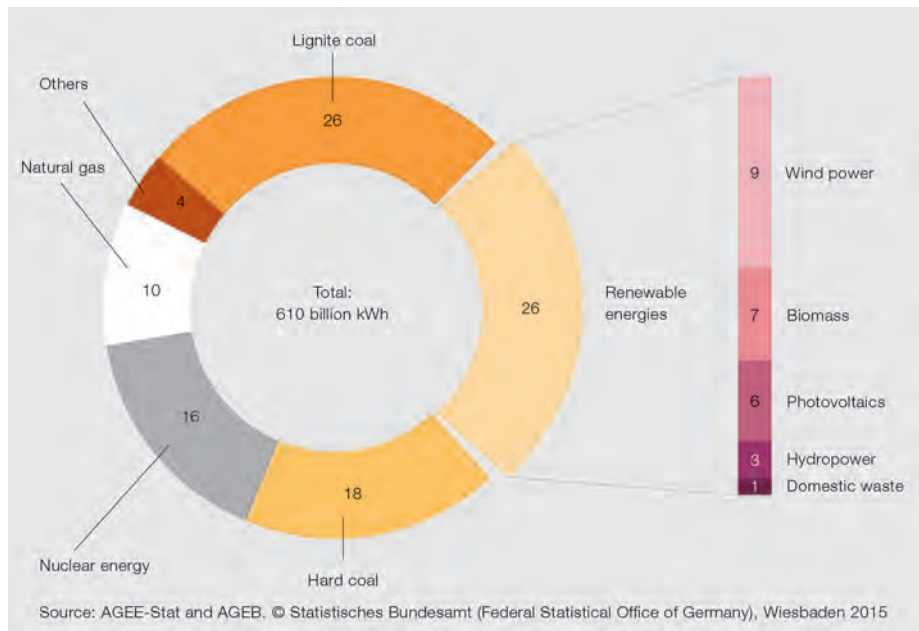
- คุณภาพของการจ่ายไฟฟ้า: การเริ่มนำเทคโนโลยีใหม่และต่อเข้ากับโครงข่ายที่มีระดับกระแสลัดวงจรต่ำกว่า อาจเป็นผลให้เกิดฮาร์มอนิกส์แรงดันกระเพื่อมและเรโซแนนซ์ ความสามารถของกำลังรีแอคทีฟเป็นวิกฤตต่อการรับประกันแรงดันให้อยู่ในระดับที่ยอมรับได้
- ความมั่นคงและเชื่อถือได้ของแหล่งจ่ายไฟฟ้า: เมื่อแหล่งพลังงานหมุนเวียนปริมาณมากๆ ขาดหายไป อาจส่งผลกระทบต่อเสถียรภาพของโครงข่ายไฟฟ้าทั้งหมด จึงมีความต้องการกำลังผลิตสำรองพร้อมใช้เพื่อให้มั่นใจถึงความมั่นคงของงานด้านปฏิบัติการ

กฎระเบียบการเชื่อมโยงโครงข่ายไฟฟ้าฉบับเดิม มุ่งความสนใจไปที่การควบคุมกำลังรีแอคทีฟแบบสถิตเพาเวอร์แฟกเตอร์ และข้อกำหนดทางไดนามิกส์ เช่น ชีตความสามารถในการคงจ่ายไฟฟ้าอยู่ได้ (low-voltage ride-through: LVRT) ขณะนี้กำลังปรับปรุงกฎระเบียบให้มีข้อกำหนดมากขึ้นรวมถึงการควบคุมกำลังรีแอคทีฟแบบไดนามิกส์ แรงดันและความถี่ที่จุดเชื่อมโยงและคุณภาพไฟฟ้า การเปลี่ยนแปลงหลักๆ จากมุมมองของ TSO ได้แสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การเปลี่ยนแปลงหลักของกฎระเบียบการเชื่อมโยงโครงข่ายไฟฟ้า

ชื่อข้อกำหนด	ข้อกำหนดเดิม	ข้อกำหนดใหม่
การควบคุมกำลังจริงและความถี่	- การควบคุมความถี่สถานะอยู่ตัวให้สอดคล้องกับช่วงความถี่ที่ TSO ยอมรับ - การตั้งค่าระบบป้องกัน	- การควบคุมความถี่จากแต่ละอุปกรณ์ (อินเวอร์เตอร์/กังหันลม) ที่จุดเชื่อมโยง (PCC) ให้สอดคล้องกับการกำหนดเวลาตอบสนองของ TSO
การควบคุมกำลังรีแอคทีฟและแรงดัน	- เพาเวอร์แฟกเตอร์ที่ PCC - ชีตความสามารถเชิงไดนามิกส์ต่อการรองรับฟอลต์ - การควบคุมแรงดันสถานะอยู่ตัวให้สอดคล้องกับช่วงแรงดันที่ TSO ยอมรับ - การตั้งค่าระบบป้องกัน	- ขนาดกำลังรีแอคทีฟที่ PCC ให้สอดคล้องกับแต่ละอุปกรณ์ - การควบคุมแรงดัน/กำลังรีแอคทีฟที่ PCC
คุณภาพไฟฟ้า LVRT	- ระดับของความถี่ฮาร์มอนิกส์และแรงดันกะพริบ - ความสามารถในการคงทนต่อฟอลต์ในเทอมของการจ่ายกำลังรีแอคทีฟเข้าไปในโครงข่ายไฟฟ้า	
การจำลอง การทดสอบ และการรับรอง	- การจำลองโครงข่ายไฟฟ้าในสถานะอยู่ตัว - การจำลองกล่องดำเชิงไดนามิกส์ ถ้าต้องการเพิ่มเติมข้อกำหนดกำลังรีแอคทีฟระหว่างเกิดฟอลต์ - การจำลองการผลิตไฟฟ้าแต่ละหน่วยและ/หรือรวมเป็นกลุ่ม - การทดสอบเพื่อสาธิตการปฏิบัติตามข้อกำหนดการเชื่อมโยงของแต่ละอุปกรณ์ (กังหัน/อินเวอร์เตอร์) - การรับรองสำหรับอุปกรณ์ใหม่	- การจำลองโครงข่ายไฟฟ้าเชิงไดนามิกส์เพื่อให้แน่ใจถึงการควบคุมกำลังรีแอคทีฟ/แรงดัน/ความถี่ที่ PCC (ชุดควบคุมโรงไฟฟ้า) - การจำลองฮาร์มอนิกส์สมมูลในโครงข่ายไฟฟ้า
ปฏิบัติการและบำรุงรักษา	การบำรุงรักษาเบื้องต้น	TSO และเจ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าต้องเห็นชอบกับแผนการบำรุงรักษาโรงไฟฟ้าตามเวลาและตามคำสั่ง ที่เหมาะสม
ระบบเสริม	ไม่มีการปฏิบัติ	- การควบคุมการหน่วงของกำลังไฟฟ้าที่แกว่ง - ความเฉื่อยเสมือน - บริการเสริม (การควบคุมความถี่) - การพยากรณ์ที่แม่นยำ

รูปที่ 1
แหล่งเชื้อเพลิงผลิตไฟฟ้า
เพื่อจ่ายเข้ากับโครงข่ายไฟฟ้า
ของเยอรมนี



รูปที่ 1

โครงข่ายไฟฟ้าที่มีศักยภาพการเติบโตในการใช้พลังงานต่ำอเมริกาเหนือและยุโรปมีประสบการณ์การแทรกซึมของพลังงานหมุนเวียนอย่างต่อเนื่องในระหว่างสองทศวรรษที่ผ่านมา ด้วยความห่วงใยในสิ่งแวดล้อมและกฎระเบียบภาคีรัฐประกอบกับเทคโนโลยีที่สามารถใช้ได้เป็นตัวขับเคลื่อนหลักให้มีการเปลี่ยนแปลงโครงข่ายระบบส่งไฟฟ้าแรงสูงถูกต้องเชื่อมร่วมกัน มีความแข็งแรง มีกำลังรีแอคทีฟและกำลังผลิตไฟฟ้าสำรองเหลือเพียงพอสำหรับการจัดสมดุล นอกจากนี้กฎทางด้านปฏิบัติการและตลาดซื้อขายไฟฟ้ามีการใช้งานกันเป็นอย่างดี

เพื่อรักษาการก้าวเดินสู่เป้าหมายในปี 2020 และ 2050 โครงข่ายไฟฟ้าเหล่านี้ต้องเผชิญกับสามความท้าทายหลักที่มีความพิเศษเป็นอย่างไร:

- เสริมสร้างและปรับปรุงโครงข่ายไฟฟ้าปัจจุบันเพื่อแบ่งส่วนการรับแหล่งพลังงานหมุนเวียนให้ได้มากขึ้น
- การรวมและควบคุมการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนในโครงข่ายระบบจำหน่ายไฟฟ้า
- จัดการกับข้อกำหนดใหม่ๆ จาก TSO/DSO สำหรับกฎระเบียบของการควบคุมแรงดันและความถี่

สหรัฐอเมริกา

การติดตั้งพลังงานหมุนเวียนโดยเฉพาะพลังงานลมในสหรัฐอเมริกาจำเป็นต้องเสริมสร้างโครงสร้างพื้นฐานระบบส่งหนึ่งตัวอย่างคือ การต่อรวมระบบส่งภายในรัฐเท็กซัสกับ ERCOT (Electric Reliability Council of Texas) ในฐานะเป็นปฏิบัติการระบบ ในปี 2005 สถานิติบัญญัติของรัฐเท็กซัสมีคำสั่งให้คณะกรรมการของการไฟฟ้ารัฐเท็กซัส (Public Utility Commission of Texas) ไปกำหนดพื้นที่แข่งขัน

พลังงานหมุนเวียน (Competitive Renewable Energy Zone: CREZ) และมีคำสั่งให้ปรับปรุงระบบส่งรองรับการเชื่อมโยงจาก CREZ ไปยังศูนย์กลางโหลดแถวๆ เมืองดัลลาส/ฟอร์ตเวิร์ท เมโทรเพล็กซ์ ออสติน และซาน แอนโตนิโอ

การเสริมสร้างนี้รวมถึงการก่อสร้างสายส่งแรงดัน 345 kV วงจรใหม่มีระยะทางมากกว่า 3,700 km รองรับการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลมขนาด 11,500 MW ในพื้นที่ทางตะวันตกของรัฐ ABB ทำการประเมินการใช้กำลังรีแอคทีฟขั้นต้นในปี 2009 ผลสรุปที่ระยะเริ่มต้นมีค่าชั้ตรีแอคเตอร์ใกล้เคียง 4,000 Mvar ชั้ตคาปาซิเตอร์ประมาณ 960 Mvar และเครื่องชดเชยวาร์แบบสถิต (static var compensator: SVC) อีก 1,400 Mvar

สำหรับกฎระเบียบการเชื่อมโยงโครงข่ายไฟฟ้าได้เตรียมการพิเศษให้ไว้สำหรับผู้พัฒนาพลังงานหมุนเวียนเพื่อปฏิบัติตาม Federal Energy Regulatory Commission (FERC) Order 661-A for LVRT and reactive capability requirements นอกจากนี้ มาตรฐานทั่วไปนำมาใช้ได้กับการผลิตไฟฟ้าทั้งหมด

สเปน

สเปนเป็นผู้นำการบูรณาการพลังงานหมุนเวียนมากกว่า 15 ปี ร่างกฎระเบียบการเชื่อมโยงโครงข่ายไฟฟ้าของท้องถิ่นอยู่ระหว่างจัดทำ ซึ่งเป็นการต่อยอดข้อกำหนดของเดิมโดยมี



รูปที่ 2

รูปที่ 2
ABB สนับสนุนการเชื่อมโยง
โรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์
ขนาดใหญ่ด้วย



รูปที่ 3

รูปที่ 3
ABB สร้างแบบจำลองที่
เหมาะสมสำหรับการควบคุม
กังหันลมในบราซิล

การพิจารณาการควบคุมแรงดันและคุมค่าความถี่

การจัดเตรียมโครงข่ายไฟฟ้าปัจจุบันให้ยืดหยุ่น เพื่อใช้ติดตั้งพลังงานหมุนเวียนให้ได้ขนาดสูงสุด (ประมาณ 23 GW เทียบกับโหลดค่ายอดประมาณ 40 GW) เป็นความท้าทายอยู่ในขณะนี้ FACTS (Flexible AC Transmission System) ระบบสะสมพลังงานและการเพิ่มขนาดพิกัดกำลังในการต่อร่วมกับ HVDC เป็นวิธีการแก้ปัญหาที่กำลังศึกษากันอยู่ ABB ร่วมมือกับ TSO ของสเปน (Red Eléctrica de España: REE) เข้าร่วมใน EU TWENTIES consortium เพื่อสนับสนุนชุดงานวิจัยและพัฒนาที่สำคัญ เพื่อศึกษาและพัฒนาต้นแบบจริงที่สามารถทำให้กำลังไฟฟ้าส่วนเกินของพลังงานหมุนเวียนกลับทิศทางการไหลจากสายส่งวงจรหนึ่งไปยังวงจรอื่นๆ ที่มีความพร้อมรับกับขนาดกำลังไฟฟ้าดังกล่าว

เยอรมนี

ในประเทศเยอรมนีมีการเชื่อมโยงเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กมากกว่า 1 ล้านหน่วย เข้ากับโครงข่ายระบบจำหน่ายไฟฟ้าแล้ว กังหันลมและเซลล์แสงอาทิตย์ (PV) มีกำลังผลิตติดตั้งรวมมากกว่า 76 GW สัมพันธ์กับโหลดค่ายอดประมาณ 80 GW (รูปที่ 1) ช่วงแรกไม่ได้กำหนดให้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กประกอบเทคโนโลยีสื่อสารหรือการเข้าถึงระยะไกลเข้าไปด้วย แต่ปัจจุบันสถานการณ์กลับตรงกันข้ามในเหตุการณ์ปัญหาคุณภาพไฟฟ้าผู้ปฏิบัติการโครงข่ายไฟฟ้าได้รับอำนาจให้ลดการจ่ายไฟฟ้าเข้าโครงข่ายได้ โดยทั่วไปการกระเพื่อมของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสร้างความท้าทายต่อการรักษาแรงดันให้อยู่ภายในช่วงที่กำหนดและการรับโหลดของอุปกรณ์ต่างๆ ก็มีความท้าทายด้วยเช่นกัน

ในเยอรมนีกฎระเบียบที่ออกโดย Bundesverband der Energie und Wasserwirtschaft (BDEW) และ Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik

e.V. (VDE) ครอบคลุมกฎระเบียบการเชื่อมโยงโครงข่ายไฟฟ้าสำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและระบบสะสมพลังงานในระบบจำหน่าย คาดว่าในเร็วๆ นี้ กฎระเบียบการเชื่อมโยงโครงข่ายไฟฟ้า ENTSO-E เช่น “ข้อกำหนดสำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า” จะถูกใช้ในยุโรป ABB เป็นผู้บุกเบิกในการพัฒนานวัตกรรมของอุปกรณ์ เช่น เครื่องคุมค่าแรงดัน (voltage regulators) เพื่อแก้ปัญหาคุณภาพไฟฟ้าให้กับผู้ปฏิบัติการโครงข่ายจำหน่ายไฟฟ้า

สหราชอาณาจักร

ในสหราชอาณาจักร (UK) นอกจากการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคาบ้านเรือนแล้ว ส่วนที่เหลือของพลังงานหมุนเวียนที่จ่ายไฟฟ้าเข้ามามีขนาดใหญ่เพียงพอที่ต้องปฏิบัติตามกฎระเบียบการเชื่อมโยงโครงข่ายไฟฟ้าของโครงข่ายไฟฟ้าแห่งชาติ (National Grid) และระบบส่งที่ได้กำหนดให้ปฏิบัติตาม โครงข่ายไฟฟ้าของ UK (โดยเฉพาะทางภาคใต้) เป็นหนึ่งพื้นที่ที่มีความหนาแน่นด้านพลังงานไฟฟ้าสูงที่สุดในโลก เป็นเหตุให้มีความยากลำบาก เมื่อมีการออกแบบโครงข่ายสำหรับโรงไฟฟ้าและการบรรลุเป้าหมายของกฎระเบียบการเชื่อมโยงโครงข่ายไฟฟ้าอย่างเช่น ความท้าทายบางประการคือ ระดับกระแสลัดวงจรสูง จึงต้องการหม้อแปลงกำลังที่มีค่าอิมพีแดนซ์สูง เสถียรภาพของแรงดันและประเด็นคุณภาพไฟฟ้าและความต้องการในการกำจัดฟอลต์อย่างรวดเร็ว

โครงข่ายไฟฟ้าที่มีศักยภาพการเติบโตในการใช้พลังงานสูง

ในอเมริกาใต้ ตะวันออกกลางและเอเชีย การมีการพัฒนาโครงข่ายไฟฟ้าอย่างต่อเนื่องพร้อมกับการเชื่อมโยงพลังงานหมุนเวียนเข้ามา โดยมีตัวขับเคลื่อนหลักคือ เทคโนโลยีที่ใช้ประโยชน์ได้ ราคาค่าไฟฟ้าเพิ่มสูงขึ้น และนักลงทุนนำเอาประสบการณ์ความสำเร็จจากประเทศอื่นๆ มาใช้ ความท้าทายของการเชื่อมโยงได้แก่

- ประเด็นเสถียรภาพเนื่องจากขีดจำกัดของกำลังรีแอกทีฟ

- โครงข่ายไฟฟ้าขาดการต่อร่วมกับประเทศข้างเคียง และข้อจำกัดของกำลังไฟฟ้าสำรอง
- ระดับคุณภาพไฟฟ้าไม่ดี เนื่องจากอัตรากระแสลัดวงจรต่ำ
- โดยทั่วไปโครงข่ายไฟฟ้าในพื้นที่ห่างไกลตัวเมืองมีความอ่อนแอ

แอฟริกาใต้

ABB มีส่วนร่วมในการศึกษากับท้องถิ่น ส่งผู้เชี่ยวชาญออกไปทั่วโลกอย่างมากมาย เมื่อเร็วๆ นี้ ผู้เชี่ยวชาญของ ABB เผชิญกับความท้าทายในการพัฒนาตัวควบคุมโรงไฟฟ้าระดับสูงในแอฟริกาใต้ ให้สามารถเติมเต็มกับข้อกำหนดใหม่ของกฎระเบียบการเชื่อมโยงโครงข่ายไฟฟ้าจากการไฟฟ้า Eskom ในเทอมของแรงดันเพาเวอร์แฟกเตอร์ การควบคุมกำลังรีแอกทีฟและการลดลงของกำลังไฟฟ้าในช่วงเวลาสั้นมาก

บราซิล

ในปี 2013 ประเทศบราซิลมีการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลมและแสงอาทิตย์คิดเป็น 28% และ 5% ตามลำดับ การเชื่อมโยงพลังงานหมุนเวียนเข้ามาอย่างรวดเร็ว กำลังนำไปสู่ความท้าทายใหม่ในเทอมของการออกแบบและปฏิบัติการของโรงไฟฟ้า เพื่อปฏิบัติตามกฎระเบียบการเชื่อมโยงโครงข่ายไฟฟ้าของผู้ปฏิบัติการระบบอิสระ (ISO) ของบราซิล (ONS – Operador Nacional do Sistema Eletrico) ABB ทำงานจนแน่ใจในแบบจำลองที่เหมาะสมสำหรับการควบคุมกังหันลม และจัดเตรียมวิธีการแก้ปัญหาเพื่อปรับปรุงคุณภาพไฟฟ้า

ผู้ปฏิบัติการระบบอิสระ มีการติดตามมาตรการรณรงค์และการมีส่วนร่วมในคณะทำงานเพื่อแบ่งปันและพัฒนาวิธีการกำหนดกฎระเบียบการเชื่อมโยงโครงข่ายไฟฟ้าให้มีการกลั่นกรองอย่างเหมาะสม

จอร์แดน

จอร์แดนกำลังเผชิญกับความตึงเครียดด้านพลังงาน มีการนำเข้าพลังงานมากกว่า 97% นำไปสู่อัตราค่าไฟฟ้าที่สูง ทำให้ต้องเน้นมาใช้แหล่งพลังงานทางเลือกอื่นๆ ที่มีมากในประเทศแทน โดยเพิ่มเป้าหมายการพึ่งพิงแหล่งพลังงานหมุนเวียนในท้องถิ่นจาก 4% (ในปี 2013) เป็น 13% ในปี 2016 และ 39% ในปี 2020

ABB ได้ศึกษาแนวโน้มของตลาด ความคาดหวังและกฎระเบียบการเชื่อมโยงโครงข่ายไฟฟ้าของพลังงานหมุนเวียนเพื่อสร้างโอกาสการเติบโตของพลังงานหมุนเวียนตลาดเป็นไปในเชิงรุกขึ้นเริ่มต้นการไฟฟ้า NEPCO และนักลงทุนให้การตอบรับอย่างดีเยี่ยม ผู้สนับสนุนได้เข้าหา ABB ให้ขยายการเชื่อมโยงโครงข่ายไฟฟ้าเพื่อรองรับพลังงานหมุนเวียน

—
ในประเทศอียิปต์ เพื่อให้มีการรับรองการเชื่อมโยงโรงไฟฟ้า พลังงานหมุนเวียนเข้ากับโครงข่ายไฟฟ้านั้น ผู้พัฒนาพลังงานหมุนเวียนต้องปฏิบัติตามข้อกำหนดทั้งหมดของกฎระเบียบ การเชื่อมโยงโครงข่ายไฟฟ้า ซึ่งบางสิ่ง ABB มีบทบาทและประสบการณ์ที่ดีเพื่อช่วยในการดำเนินงาน

กฎของการเชื่อมโยง

สำหรับผู้ให้บริการโครงข่ายไฟฟ้า หลายรายได้พยายามตามการเปลี่ยนแปลงและเพิ่มข้อกำหนดในกฎระเบียบการเชื่อมโยงโครงข่ายไฟฟ้า ซึ่งเป็นการไหวตัวให้ทันต่อทรัพยากร จึงเป็นการใช้เวลาในการตามให้ทัน การตีความการเปลี่ยนแปลงหรือกฎระเบียบการเชื่อมโยงโครงข่ายไฟฟ้าใหม่ และการคาดการณ์ว่ากฎระเบียบเหล่านั้นอาจกระทบต่อสถานการณ์และสิ่งอะไรที่อาจต้องการเปลี่ยน เพื่อรักษาสภาพของการปฏิบัติตามกฎระเบียบนั้นไว้ ABB สนับสนุนผู้ให้บริการไฟฟ้าผ่านการเปลี่ยนแปลงเหล่านี้ไปด้วยการนำเสนอประสบการณ์อย่างมากมายมาทบทวน ประเมิน และตัดสินใจในกิจกรรมตามที่ต้องการ

การเปลี่ยนแปลงกฎระเบียบการเชื่อมโยงโครงข่ายไฟฟ้าเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับโครงข่ายไฟฟ้าที่มีการเปลี่ยนแปลง แต่แทนที่จะทำให้การเปลี่ยนแปลงเหล่านี้เป็นภาระ ABB กลับดูเหมือนเป็นโอกาสที่ดีสำหรับการปรับปรุงโครงข่ายไฟฟ้า เช่นเดียวกับสุภาษิตจีนที่กล่าวไว้ว่า “เมื่อลมพัดเปลี่ยน บางคนสร้างกำแพงกันลม บางคนสร้างกังหันรับลม”

เรียบเรียงจาก

Ines Romero, John Daniel, Diogo Pereira, Fahd Hashiesh, Nihar Raj, Britta Buchholz, “Consulting the grid code,” ABB Review 4/15, pp. 50-55.

Balance the swing

การแกว่งอย่างสมดุล

การเฝ้าตรวจตามเวลาจริง และการจัดการแกว่งทางไฟฟ้าระหว่างพื้นที่ในการต่อเชื่อมระบบไฟฟ้าขนาดใหญ่ร่วมกัน

Mats Larsson, Luis-Fabiano Santos – การแกว่งทางไฟฟ้าแบบความถี่ต่ำระหว่างพื้นที่มักเกิดขึ้นได้สมกับการต่อเชื่อมโครงข่ายระบบส่งไฟฟ้าขนาดใหญ่ร่วมกัน การแกว่งนี้ไม่เป็นอันตรายแต่ในสภาพของฟอลต์ที่แน่นอน สามารถสร้างการแกว่งให้เติบโตได้อย่างมั่นคง และนำไปสู่การล่มสลายของระบบไฟฟ้าเป็นบางส่วนหรือทั้งหมดได้ เพื่อหลีกเลี่ยงเหตุการณ์ดังกล่าว ผู้ปฏิบัติการระบบไฟฟ้าควรสามารถเฝ้าตรวจความสามารถในการหน่วงต่อการแกว่งของระบบได้ และควรมีสิ่งอำนวยความสะดวกต่อการลดการจ่ายไฟฟ้าด้วยถ้าเห็นว่าเป็น นอกจากนี้ระบบเฝ้าตรวจควรแสดงข่าวสารสำคัญที่สัมพันธ์กับเหตุการณ์ในส่วนอื่นๆ ของโครงข่ายระบบส่งไฟฟ้าที่ต่อเชื่อมร่วมกัน นั่นคือ ส่วนที่ไม่ได้ถูกตรวจตราและควบคุมโดยตรงโดยผู้ปฏิบัติการ วิธีการแก้ปัญหาของ ABB ด้วยการวัดแบบซิงโครไนซ์เฟสเซอร์ และการเฝ้าตรวจพื้นที่กว้างที่เรียกว่า PSGuard จึงมีความเป็นไปได้ต่อการเฝ้าตรวจกำลังเหล่านี้ทั้งหมด บทความนี้เป็นบทความหนึ่งของวารสาร ABB Review ซึ่งมองไปยังเทคโนโลยีที่ช่วยรักษาโครงข่ายไฟฟ้าให้อยู่ภายใต้การควบคุม

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

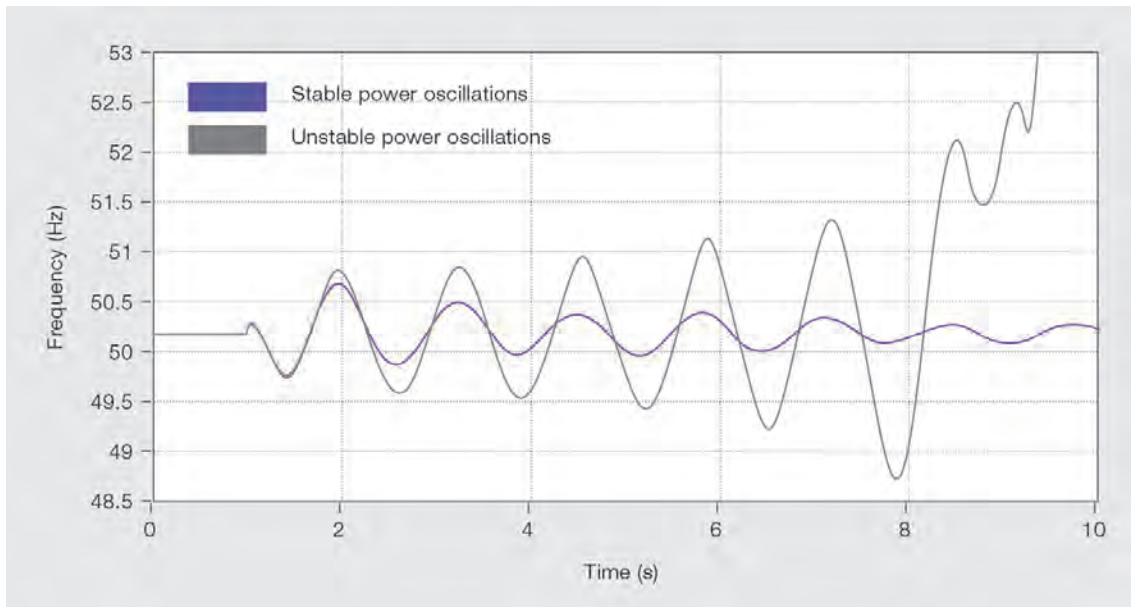




แรงบิดที่ถูกใช้กับเพลลาของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เนื่องจากผลของการรักษาเสถียรภาพตัวเองเรียกว่า แรงบิดซิงโครไนซิง (synchronizing torque) และเป็นกลไกพื้นฐานที่ทำให้มีความเป็นไปได้สำหรับการต่อเชื่อมโครงข่ายไฟฟ้าเข้าด้วยกัน อย่างไรก็ตามมีความเป็นไปได้ที่กลไกนี้ทำให้การเปลี่ยนแปลงของความเร็วแพร่และกระจายไปทั่วทั้งโครงข่ายไฟฟ้าที่ต่อเชื่อมกัน

ที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้าแต่ละหน่วยมีระบบควบคุมโดยรวมเข้าไว้ด้วย เพื่อทำหน้าที่รักษาความเร็วรอบและความถี่ที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้าให้คงที่ โดยทั่วไปการเปลี่ยนแปลงความถี่ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเกิดขึ้นเป็นผลมาจากฟลัดดีนทอ์กอินดิงแสดงในรูปที่ 1 ในช่วงเริ่มต้นความถี่เพิ่มขึ้นเมื่อพลังงานไฟฟ้าไม่สามารถจ่ายเข้าสู่โครงข่ายไฟฟ้าได้เพราะเกิดฟลัดดีนอยู่เป็นผลให้มีความเร็วสูงกว่า เมื่อฟลัดดีนหายไปโดยการแยก

รูปที่ 1
ความเร็วของเครื่องกำเนิด
ไฟฟ้าตอบสนองต่อฟอลต์
ในท้องถิ่นที่มีคุณลักษณะ
ของโครงข่ายไฟฟ้าแตกต่างกัน



รูปที่ 1

ส่วนที่เกิดฟอลต์ออกจากระบบทำให้ขีดความสามารถในการถ่ายโอนกำลังไฟฟ้าถูกกีดกันมา และขณะที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้าทำงานที่ความเร็วสูงกว่าความเร็วปกติของเครื่อง 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 สามารถเป็นอุปกรณ์แยกออกมาเฉพาะงานหรือเป็นฟังก์ชันรวมอยู่กับรีเลย์ป้องกันก็ได้ PMU รุ่นล่าสุดของ ABB ออกสู่ตลาดเมื่อต้นปี 2015 คือ RES670

ในการประยุกต์ใช้งาน PMD ได้จัดเตรียมข้อมูลไว้ให้ เช่น

- จำนวนโหมดของการแกว่งที่ตรวจจับได้
- ความถี่และการหน่วงของแต่ละโหมด
- ขนาดของการแกว่งแต่ละโหมด และแต่ละสัญญาณการวัด
- การสังเกตเห็นการแกว่งแต่ละโหมด แต่ละสัญญาณการวัดพร้อมด้วยเฟสที่สัมพันธ์กันในแต่ละการวัด

คณิตศาสตร์พื้นฐานของอัลกอริทึม

ได้รับผลจากการทดลองการจำลองและการวัดในโครงข่ายไฟฟ้าของสแกนดิเนเวีย แล่วนำมาเทียบเคียงกับอัลกอริทึมของการเฝ้าตรวจการหน่วงอื่นๆ

ระบบเฝ้าตรวจพื้นที่กว้างที่ Swissgrid

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

—
รูปที่ 2
ระบบเฝ้าตรวจพื้นที่กว้างที่
Swissgrid

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

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

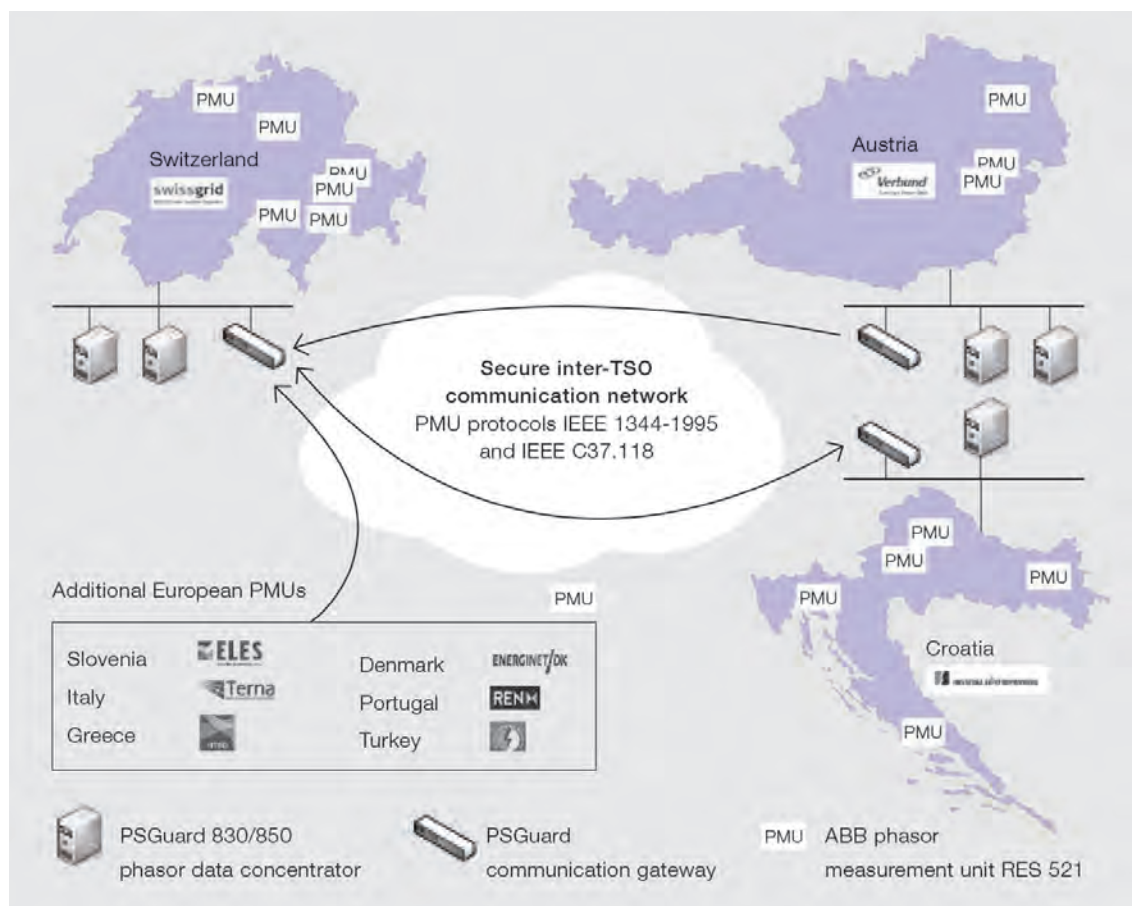
การแกว่งระหว่างพื้นที่ในระบบไฟฟ้าของ ENTSO-E

การต่อเชื่อมระบบไฟฟ้าให้ขยายพื้นที่ออกไปดังเช่น ENTSO-E CESA ซึ่งมีวงล้อมสุดทิศตะวันตกที่โปรตุเกส ทิศเหนือที่เดนมาร์ก ทิศใต้ที่อิตาลีและทิศตะวันออกที่ตุรกี เป็นโหมด

การแกว่งขนาดใหญ่จากโหมดโรงไฟฟ้าในท้องถิ่นที่สัมพันธ์กับความถี่สูง 0.9 ถึง 2 Hz โหมดระหว่างพื้นที่เด่นชัดกับความแตกต่างในความเร็วของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่สอดคล้องกันในหนึ่งโครงข่ายไฟฟ้า และเครื่องกำเนิดไฟฟ้าในโครงข่ายไฟฟ้าของพื้นที่อื่นๆ แม้ว่าการประยุกต์ใช้การเฝ้าตรวจการแกว่งจะตรวจจับโหมดในท้องถิ่นได้ด้วย แต่การตรวจสอบข้อเท็จจริงในที่นี้ได้มุ่งไปที่โหมดระหว่างพื้นที่ในเดือนกันยายน 2010 โครงข่ายไฟฟ้าของตุรกีต่อเชื่อมเข้ากับระบบ ENTSO-E CESA เป็นช่วงเวลาสำหรับโหมดการทดลองการเพิ่มเข้ามาของตุรกีเป็นผลให้โหมดเด่นใหม่ขึ้นมา

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

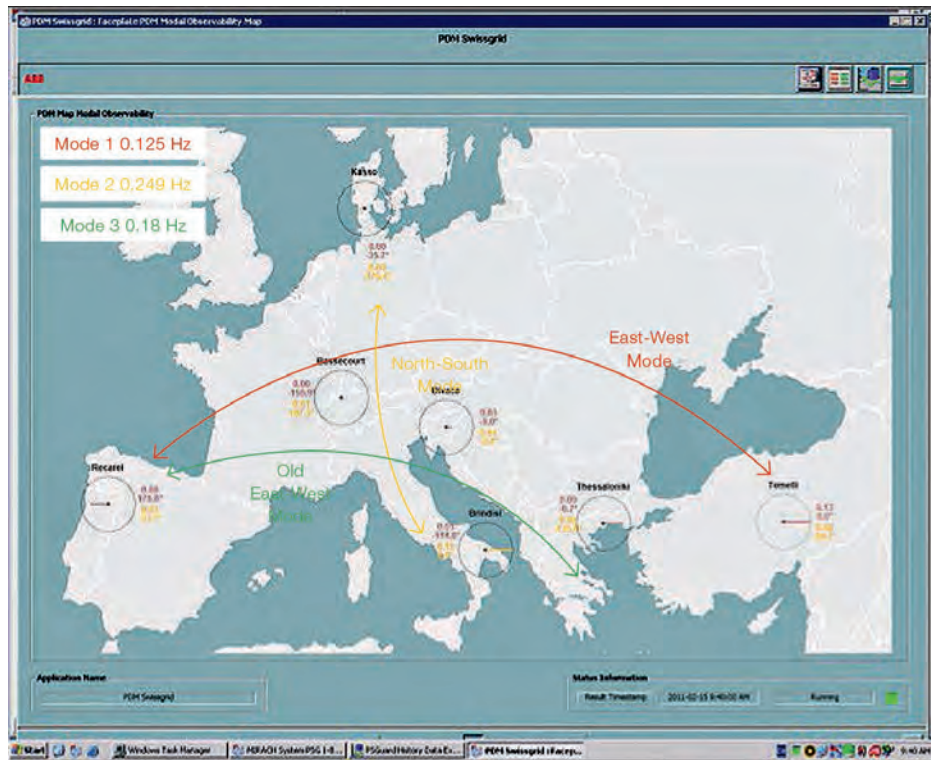
โหมดตะวันออก-ตะวันตกเกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่สอดคล้องกันในโปรตุเกสและสเปน



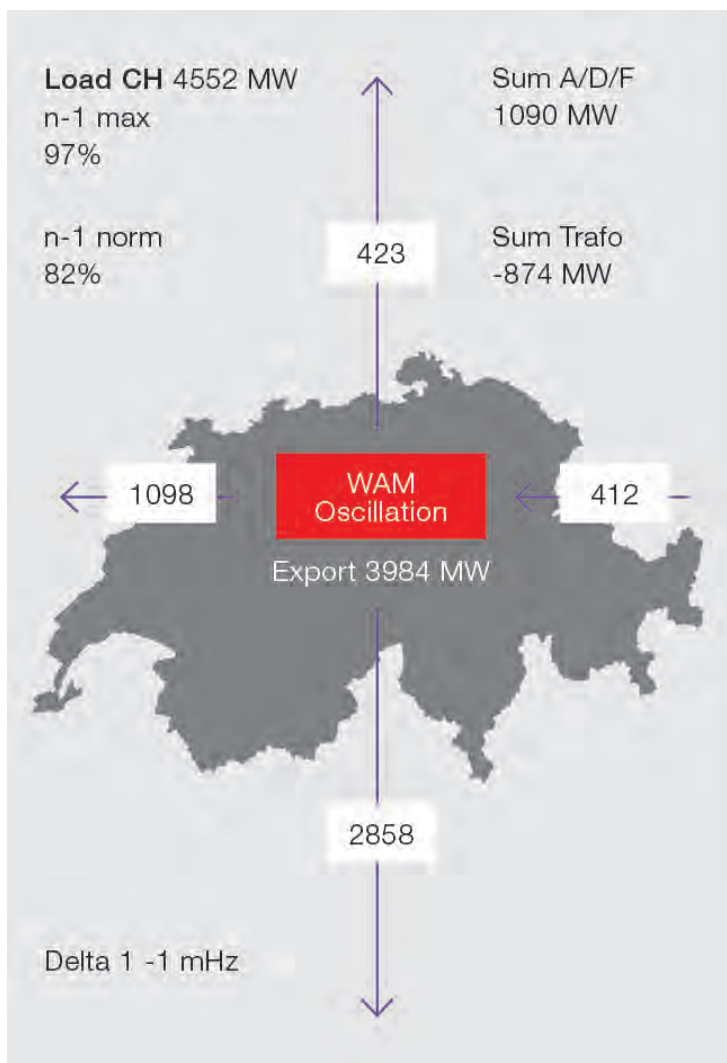
รูปที่ 2

รูปที่ 3
ภาคแสดงผลเป็นแผนที่แสดง
โหมดระหว่างพื้นที่เด่นใน
โครงข่ายไฟฟ้าของ ENTSO-E
ส่วนวงกลมระบุตำแหน่งของ
PMU ที่วัดความถี่

รูปที่ 4 ภาพประกอบของ
ระบบ SCADA
ระหว่างตรวจจัดการแกว่ง
ระหว่างพื้นที่



รูปที่ 3



รูปที่ 4

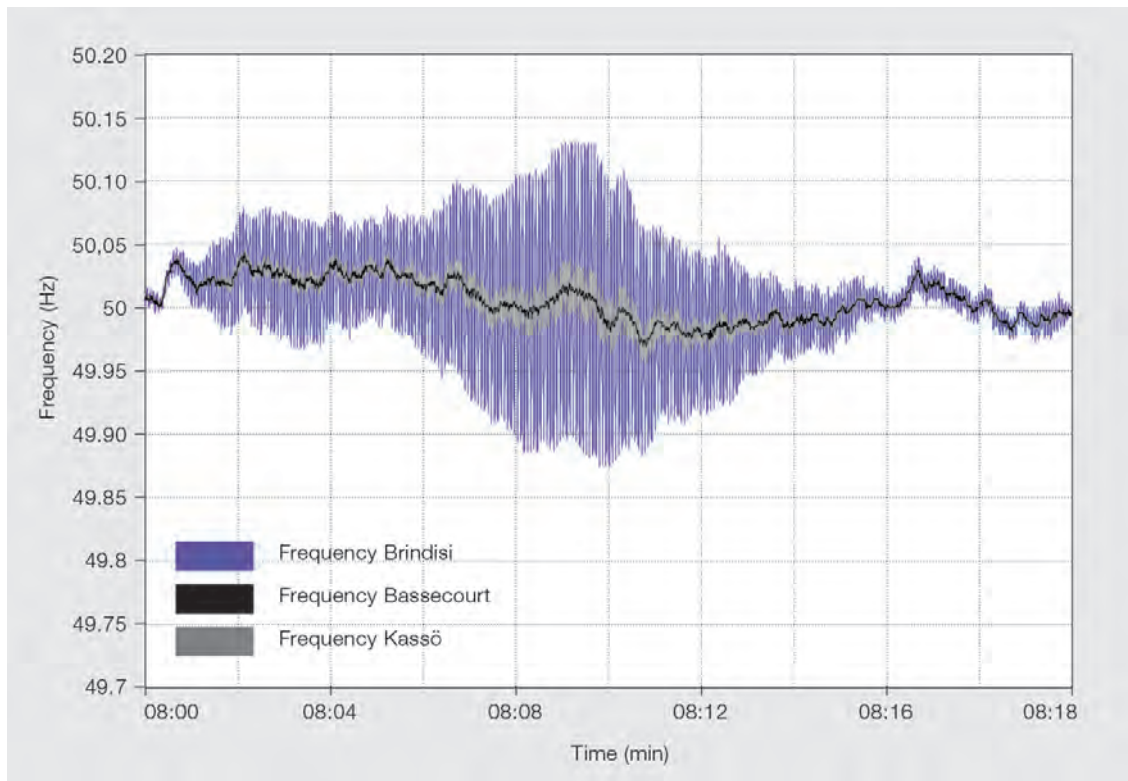
เทียบกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าในตุรกี โดยทั่วไปโหมดนี้แสดงความถี่ 0.13 ถึง 0.15 Hz และมีการต่อเชื่อมของตุรกีติดตามมาภายใต้สภาพการทำงานในสภาวะปกติ นี่คือโหมดเด่นกับการแกว่งของพลังงานมากที่สุด ก่อนการต่อเชื่อมได้ทำการศึกษาโดยการจำลองและวัดค่าอย่างละเอียดเพื่อให้แน่ใจถึงการแกว่งในโหมดนี้ล่วงหน้า ตัวอย่างของการวัด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

จากการบันทึกผลการทำงานของระบบ WAMS บ่งบอกได้ว่าการวัดเหล่านี้มีประสิทธิภาพการประมาณการแกว่งในโดเมน เวลาอยู่ในช่วง 45 ถึง 70% ซึ่ง ABB พิจารณาแล้วเห็นว่าเพียงพอ

การตรวจจับและการลดการแกว่งวิกฤต

โหมดเด่นในรูปที่ 3 ถูกเฝ้าตรวจอย่างต่อเนื่อง โดยทำการวิเคราะห์แบบออนไลน์และสัมพันธ์กับพารามิเตอร์ที่มีการระบุไว้ ถ้าระบบการแกว่งสำหรับโหมดหนึ่งที่มีนัยยะแสดงค่า

รูปที่ 5
การบันทึกการวัดความถี่
โดยระบบ WAMS ที่
Swissgrid จากเหตุการณ์
การแกว่งเมื่อวันที่
19 กุมภาพันธ์ 2554



รูปที่ 5

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

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

การแกว่งขนาดใหญ่นี้ถูกตรวจจับได้สำเร็จโดยเครื่องมือวิเคราะห์ PDM และผู้ปฏิบัติการได้รับการแจ้งเตือนทันที จากนั้นผู้ปฏิบัติการสามารถทำคำสั่งการผลิตไฟฟ้าใหม่ โดยให้ลดกำลังไฟฟ้านำเข้าอิตาลีลงในเวลาประมาณ 8 นาที หลังจาก

นั้น มิฉะนั้นหากการแกว่งนี้เกิดขึ้นต่อไปโดยไม่มีการแจ้งเตือน อาจมีความเป็นไปได้ที่โครงข่ายไฟฟ้าของยุโรปเกิดการแตกสลายขึ้น นี่จึงเป็นการพิสูจน์คุณค่าของเทคโนโลยีชิงโครโนสเฟสเซอร์และการประยุกต์ใช้การเฝ้าตรวจแบบใหม่เพื่อเพิ่มความมั่นคงของระบบส่งจ่ายไฟฟ้า

เรียบเรียงจาก

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

Absolut zero invasion

การวัดอุณหภูมิแบบไม่รุกราน ของบริษัท Absolut

การวัดอุณหภูมิโดยไม่มีการรุกรานอุปกรณ์
เป็นการรักษากระบวนการให้คงสภาพเดิม

Tilo Merlin, Andreas Dicker, Jorg Gebhardt, Christine Johansson – การวัดส่วนใหญ่ที่ทำงานในกระบวนการของอุตสาหกรรมคือ อุณหภูมิและความดัน ปริมาณครึ่งหนึ่งของการวัดอุณหภูมิถูกใช้ไปกับการเฟาตรวจเพื่อให้ผลิตภัณฑ์ออกมาให้มีคุณภาพ เพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการและความปลอดภัยในโรงงาน ไม่มีกระบวนการทางเคมีใดที่ไม่ต้องการวัดอุณหภูมิ เครื่องมือวัดอุณหภูมิแบบดั้งเดิม สามารถใช้ได้อย่างกว้างขวางและราคาก็ลดลงไปตามกาลเวลา เนื่องจากมีปริมาณความต้องการมาก เทคโนโลยีก้าวหน้าและมีการแข่งขันในตลาด อย่างไรก็ตามอุปกรณ์เหล่านี้ส่วนใหญ่โดยธรรมชาติมีการรุกรานเข้าไปในอุปกรณ์ การไม่รุกรานอุปกรณ์ของ ABB คือตัวเซ็นเซอร์อุณหภูมิไร้สายและได้พลังงานอย่างอัตโนมัติ กำลังเปลี่ยนโฉมหน้าของการตรวจวัดอุณหภูมิในอุตสาหกรรมดังได้แสดงให้เห็นกับการติดตั้งเป็นโครงการนำร่องเมื่อเร็วๆ นี้ ที่โรงกลั่นสุราของ บริษัท Absolut ในประเทศสวีเดน

ยุคที่รุ่งเรืองที่สุดของความก้าวหน้าในเทคโนโลยีการวัดอุณหภูมิอยู่ในศตวรรษที่ 19 มีสองผู้บุกเบิกที่มีชื่อเสียงคือ Thomas Johann Seebeck (thermoelectric effect, 1820) และ Carl Wilhelm Siemens (platinum resistance thermometer, 1871) ส่วนกิจกรรมของ ABB ที่เกี่ยวกับอุตสาหกรรมการวัดอุณหภูมิต้องย้อนกลับไปที่ปี 1881 เมื่อ Wilhelm Siebert หลอมเหล็กในโรงงานมวลชีการ์ของครอบครัวที่เมืองฮาเนา ประเทศเยอรมนี และงานทางกลทำวัสดุเกี่ยวกับลวด ถึงแม้ว่าภายใต้การปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง การออกแบบหลัก (ด้วยการวัดแบบสอดแทรก การป้องกัน



See more

Additions
from this
the ABB

ตัวกลางของกระบวนการโดยเทอร์โมเวลล์และหัวต่อ) มีการเปลี่ยนแปลงไปเล็กน้อยตลอดหลายปีที่ผ่านมาและอุปกรณ์ในปัจจุบันยังอิงตามการค้นพบเมื่อครั้งแรกเริ่ม

ตัวเปลี่ยนเกมส์ เริ่มในปี 1978 โดย ABB ในการนำไปปฏิบัติด้วยเครื่องส่งสัญญาณอิเล็กทรอนิกส์ภายในหัวต่อ (รูปที่ 1) จึงทำให้รวมวงจรการวัดและองค์ประกอบเซ็นเซอร์เข้าไว้ด้วยกันได้ ดังนั้นจึงเป็นการลดความยาวของสายตัวนำสำหรับเซ็นเซอร์ ซึ่งมีความไวต่อการรบกวนของแม่เหล็กไฟฟ้าที่กระทบกับความเที่ยงตรงของเซ็นเซอร์ และทำให้เกิดสัญญาณรบกวนขึ้น นวัตกรรมหลักนี้เป็นการปูทางสำหรับการสมาร์ท

เซ็นเซอร์แบบกระจายตัว ในปัจจุบันที่ส่งการวัดค่าอย่างเป็นมาตรฐานและเชิงเส้นไปสู่ระบบควบคุม

เกือบ 40 ปีต่อมา ABB ได้เปลี่ยนแปลงเซ็นเซอร์อุณหภูมิอีกครั้งหนึ่ง ทำมันให้เป็นอัตโนมัติโดยการสื่อสารไร้สายพร้อมกับแหล่งจ่ายพลังงานจากภายนอก (เช่น พลังงานแสงอาทิตย์) ป้อนให้เครื่องวัดอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงระหว่างกระบวนการและสภาพแวดล้อม (รูปที่ 2) ABB ได้รวมสองเทคโนโลยีเหล่านี้ให้กลายเป็นเครื่องวัดอุณหภูมิอัตโนมัติในอนุกรม TSP300-W นวัตกรรมของ ABB นี้เป็นเหตุการณ์สำคัญในการตรวจวัดอุณหภูมิและตัวช่วยสำหรับการสื่อสาร



รูปที่ 1
เครื่องส่งสัญญาณติดตั้ง
ภายในหัวเซ็นเซอร์ (TR01)

รูปที่ 2
เครื่องวัดอุณหภูมิอัตโนมัติ
TSP331-W

รูปที่ 3
เทอร์โมเวลล์สำหรับ
ประยุกต์ใช้กับงานทาง
คาน้ำมันและก๊าซ



รูปที่ 1

รูปที่ 2

รูปที่ 3

ไร้สายในกระบวนการอัตโนมัติ อย่างไรก็ตามยังเหลือจุดอ่อนอยู่อย่างหนึ่งของอุตสาหกรรมอุปกรณ์การวัดอุณหภูมิคือ เทอร์โมเวลล์ (thermowell)

เทอร์โมเวลล์

เทอร์โมเวลล์ป้องกันชิ้นส่วนสอดแทรกสำหรับการวัดที่มีความไวจากความร้อน สารเคมี การกัดกร่อน หรือความดันที่ไหลในท่อ หม้อน้ำและภาชนะ (รูปที่ 3)

อย่างไรก็ตามเทอร์โมเวลล์กีดขวางการไหลทำให้ความดันตกลง ปรากฏการณ์นี้ทำให้เกิดกระแสไหลวนความดันต่ำของเทอร์โมเวลล์ (รูปที่ 4) การกระจายของกระแสไหลวนเป็นเหตุให้เทอร์โมเวลล์สั้นไหว และถ้าอัตราการกระจายของกระแสไหลวนตรงกับความเร็วลักษณะเฉพาะของชิ้นส่วนประกอบจะทำให้เกิดเรโซแนนซ์และเพิ่มความเค้นดัดโค้งขึ้นอย่างมาก

ในเรื่องความปลอดภัยของโรงงาน เทอร์โมเวลล์เป็นส่วนวิกฤตที่สุดของเครื่องวัดอุณหภูมิ การไหลที่มีความเร็วและความดันสูง ทำให้เทอร์โมเวลล์สามารถระเบิดได้ง่ายถ้ามีการออกแบบไม่เหมาะสม สอดคล้องกับองค์การต่างๆ ได้พัฒนามาตรฐานขึ้นมา เช่น ASME (American Society for Mechanical Engineers) เพื่อช่วยวิศวกรคัดเลือกการออกแบบให้เหมาะสม อย่างไรก็ตามสำหรับการใช้งานที่มาตรฐานไม่สามารถนำไปปรับใช้ได้ วิศวกรต้องรับผิดชอบอย่างเต็มที่ในการออกแบบรูปร่าง ความยาว เส้นผ่านศูนย์กลาง การเคลือบผิวและชนิดหน้าสัมผัสให้เหมาะสม แม้ว่าสิ่งนี้นำไปสู่การเปลี่ยนแปลงอย่างมาก เป็นผลให้เพิ่มค่าใช้จ่าย ระดับคงคลังและการส่งกำลังบำรุงให้สูงขึ้น

ประเด็นข้างเคียงของความปลอดภัย เทอร์โมเวลล์เป็นตัวรบกวนกระบวนการ มันลดหน้าตัดประสิทธิภาพของท่อและความดันตกลง มันอาจเป็นสาเหตุทำให้ปั๊มใช้ไฟฟ้ามากขึ้น มันยังเป็นสิ่งกีดขวางการทำความสะอาดท่อด้วย โรงงานผลิตอาหาร เครื่องดื่ม และยา รักษาโรคต่อต้านการใช้เทอร์โมเวลล์

เนื่องจากไปเพิ่มความเสี่ยงของการปนเปื้อน ในการติดตั้งที่มีของเดิมอยู่แล้ว โรงงานต้องหยุดเดินเครื่องและทำท่อให้ว่างเปล่า ก่อนติดตั้งอุปกรณ์เพิ่มเข้าไป เทอร์โมเวลล์ยังมีความอันตรายต่อการวัดของตัวเอง ด้วยการนำให้อุณหภูมิระหว่างตัวกลางและเซ็นเซอร์ตกลง ท้ายสุดแต่สำคัญไม่น้อยเทอร์โมเวลล์มักเป็นส่วนที่ติดตั้งยากและมีค่าใช้จ่ายแพงบ่อยครั้งที่ต้องมีการเชื่อมด้วย

ปี 2010 ในการตอบสนองต่อความท้าทายเหล่านี้ ASME ได้ปรับปรุงมาตรฐานเบื้องต้นสำหรับการคำนวณเทอร์โมเวลล์ เป็นผลให้เทอร์โมเวลล์มีความทนทานยิ่งขึ้น เส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่ขึ้น วัสดุแข็งแรงขึ้น และความยาวสั้นลง การเปลี่ยนแปลงเหล่านี้ช่วยลดโอกาสเสี่ยงมากมายดังกล่าวข้างต้น

วิธีการไม่รุกราน

เทอร์โมเวลล์สามารถถูกขจัดออกไปได้โดยใช้การวัดอุณหภูมิแบบไม่รุกราน (noninvasive) หากเครื่องวัดไม่รุกรานเข้าไปในท่อและภาชนะ จะมีข้อดีหลายประการคือ

- เปลือกของท่อและภาชนะไม่ถูกสอดแทรก
- การติดตั้งไม่ต้องการท่อว่างเปล่า
- ไม่ต้องการเชื่อมโลหะที่หน้างาน และไม่ต้องขออนุญาตเป็นพิเศษสำหรับพื้นที่อันตราย
- การปนเปื้อนที่เป็นไปได้ถูกกำจัดไป

ข้อดีเหล่านี้มีความหมายที่สำคัญคือ การติดตั้งจุดวัดทำได้ง่าย และสามารถถูกใช้เป็นแบบชั่วคราว เช่น ช่วงติดตั้งและทดสอบของกระบวนการใหม่หรือการวิเคราะห์รากของปัญหา เมื่อได้รับความพึงพอใจแล้ว สามารถลดจำนวนตำแหน่งของการวัดลง เพื่อให้ประหยัดและเหมาะสมกับทางเทคนิคในระยะยาว

—
รูปที่ 4
การกระจายของกระแส
ไหลวนเกิดขึ้นที่ด้านหนึ่ง
ของเทอร์โมเวลล์ ปรากฏการณ์
เหมือนกับที่ถูกลมพัด
เป็นคลื่น

ทำไมวิธีการแบบไม่รุกรานจึงไม่ถูกใช้มาก่อน

มีเหตุผลที่ดีว่าทำไมทุกวันนี้เทคโนโลยีแบบไม่รุกรานไม่ได้ใช้
ในส่วนหลักของการติดตั้งวัดอุณหภูมิ

วิธีง่ายที่สุดในการวัดอุณหภูมิแบบไม่รุกรานด้วยการติดตั้ง
ไปกับเครื่องวัดในปัจจุบันที่ผิวของท่อหรือภาชนะแทนที่
นำมันเข้าไปในเทอร์โมเวลล์ อย่างไรก็ตามการที่เซ็นเซอร์
อุณหภูมิห่างออกไปจากตัวกลางของกระบวนการจึงทำให้
เวลาของการตอบสนองไม่สมบูรณ์ และสภาพแวดล้อมมี
อิทธิพลต่อการวัดมากขึ้น

ดังนั้นเครื่องวัดอุณหภูมิแบบไม่รุกรานที่ดีต้องมีการออกแบบ
วิธีความร้อนจากกระบวนการถึงเซ็นเซอร์ให้เหมาะสม ซึ่งรวม
ถึงวัสดุและอินเทอร์เฟซทั้งหมดตลอดจนความร้อนที่ต้องมี
การถ่ายโอน จะเป็นผลดีอีกด้วยถ้าเครื่องวัดที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน
(เทอร์โมเวลล์) สามารถดัดแปลงให้พอดีกับการใช้งาน เพื่อ
ให้ง่ายสำหรับลูกค้าในเรื่องความคุ้นเคยและการจดจำ

กรณีความท้าทาย

เครื่องวัดอุณหภูมิแบบไม่รุกรานอัตโนมัติ 2 ชุด ถูกส่งไปให้
บริษัท Absolut ในเมือง Nobelev ประเทศสวีเดน จึงพบ
ขีดความสามารถของอุปกรณ์วัดนี้ที่ไม่ต้องหยุดกระบวนการงาน
ในโรงกลั่นสุราออกก้าเลย (รูปที่ 5) เพื่อคงของเดิมไว้จึงใช้
ตัวปรับต่อ (adapter) ติดเข้ากับเครื่องวัดที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน
(เทอร์โมเวลล์) ร่วมกับการปรับความยาวของสิ่งสอดแทรกไป
ยังท่อ

ตัวเซ็นเซอร์สามารถนำมารวมเข้ากับระบบออโตเมชัน 800xA
ของ ABB ที่มีใช้อยู่แล้วได้โดยง่าย แพลตฟอร์มของระบบ
ออโตเมชัน 800xA มีอยู่แล้วในระบบบริหารอุปกรณ์โรงงาน
จึงทำให้ผู้ใช้ที่มีระบบเดียวครอบคลุมได้ทั้งงานปฏิบัติการ

วิศวกรรมและบริหารอุปกรณ์โรงงาน รวมถึงหน้าที่ เช่น
การจัดโครงสร้างอุปกรณ์และการเฝ้าตรวจสอบสภาพ วิธีการ
เช่นนี้จึงมีข้อดีอย่างมีนัยยะ เช่น ลดชั่วโมงการทำงานด้าน
วิศวกรรมลง เมื่อได้วิธีแก้ปัญหาย่างสมบูรณ์ให้อยู่ในระบบ
โดยรวมไปกับการไหลของงานวิศวกรรม ข้อดีอื่นๆ คือความ
เร็วของการทดสอบก่อนใช้งานที่สัญญาณการทดสอบความ
พร้อมสามารถทำได้โดยบุคคลคนเดียวจากหน้าจอเดียว

หลังจากการติดตั้ง วิศวกรจากบริษัท Absolut ได้รายงาน
เกี่ยวกับส่วนหน้าที่ของพลังงานในการเก็บเกี่ยวและการ
สื่อสารไร้สายทำงานได้ดี อย่างไรก็ตามความเที่ยงตรงของ
การวัดและเวลาตอบสนองของเครื่องวัดยังบกพร่องไม่ได้
ตามที่ความคาดหวังไว้

การปรับปรุงการวัด

อนุกรมของการวัดที่บริษัท Absolut แสดงให้เห็นรูปราย
ละเอียดของสถานะทางความร้อนที่เครื่องวัดและรอบๆ
เครื่องวัดและที่ตัวปรับต่อซึ่งต่อเครื่องวัดกับท่อ หลังจากหา
สาเหตุประเด็นปัญหาการวัดแล้ว จึงปรับปรุงการออกแบบ
และทดสอบตัวปรับต่อใหม่ สิ่งสอดแทรกในการวัดและวัสดุ
อินเทอร์เฟซทางความร้อนได้ถูกแก้ไขด้วย ในโครงสร้างสุดท้าย
ความผิดพลาดลดลงเหลือ 1 °K (จากหลายองศาเคลวิน)
ในขณะเดียวกันเวลาตอบสนองลดลง 75% ด้วยสมรรถนะ
ดังเช่นพารามิเตอร์ทั้งสองนี้เข้าใกล้กับเครื่องวัดอุณหภูมิ
แบบไม่รุกรานแล้ว

ตัวแบบจำลอง

การเข้าใจกายภาพของจุดวัดและติดตามด้วยตัวแบบจำลอง
และการจำลองสถานะภาพทางความร้อนเป็นสิ่งสำคัญต่อ
การออกแบบที่ดี การจำลองด้วยวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ (finite-
element) และการปรับแต่งแบบจำลองอัตโนมัติ ถูกใช้เพื่อ
ระบุพารามิเตอร์ที่สัมพันธ์กันในการออกแบบ (รูปที่ 6)



รูปที่ 4

รูปที่ 5
การวัดอุณหภูมิแบบ
ไม่รบกวนด้วย TSP341-W

รูปที่ 6
ผลของไฟไนต์เอลิเมนต์
สำหรับสนามอุณหภูมิใน
รูปแบบจัดตั้งทั่วไปก่อน
ปรับให้เหมาะสม



รูปที่ 5

รูปทรงเรขาคณิตของวัสดุและคุณสมบัติของการอินเทอร์เฟซสามารถแสดงให้เห็นได้ในแบบจำลอง (รูปที่ 7)

นอกจากนี้ยังมีความสำคัญที่ต้องเข้าใจว่าอุณหภูมิที่ตัวเซ็นเซอร์สามารถได้รับผลกระทบโดยสภาพของการวัดได้อย่างไร เช่น ชนิดของฉนวนที่แตกต่างกันหรือสภาพการไหลที่แตกต่างกัน การเข้าใจอิทธิพลเหล่านี้ถูกผลิตผ่านการคำนวณคอนจูเกตการถ่ายโอนความร้อน ซึ่งของไหลที่ร้อนหรือเย็นถูกทำแบบจำลองการไหลไปตามท่อที่ติดเครื่องวัดและ/หรือมีการนำฉนวนมาใช้กับท่อนี้ โดยทั่วไปสนามอุณหภูมิที่ผลิตจากการคำนวณเหล่านี้ได้แสดงในรูปที่ 8

การติดตั้งง่าย

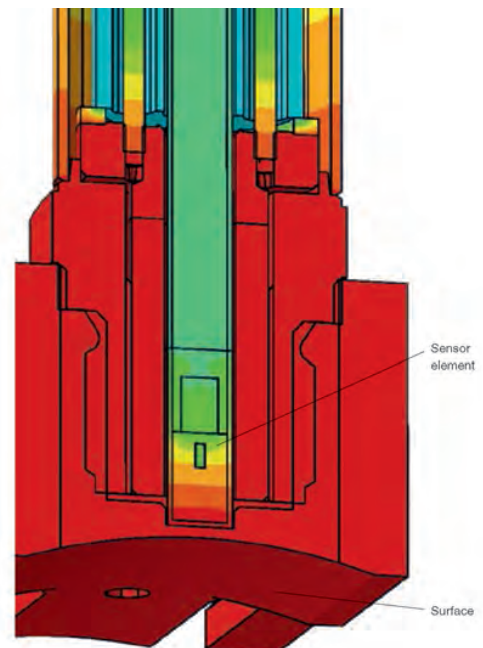
ตัวรับท่อที่ออกแบบมาใหม่สามารถติดเข้ากับเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อได้หลากหลายขนาด มีเพียงความยาวของข้อรัด (clamp) เท่านั้นที่ถูกปรับ ดังนั้นจึงเป็นการลดจำนวนของการปรับเปลี่ยนลงมากและยังเป็นการเพิ่มความยืดหยุ่นอีกด้วย มีความซับซ้อนของการออกแบบน้อยกว่า ต้องการเครื่องมือช่วยน้อยและติดตั้งไม่ยุ่งยาก โดยเฉพาะตำแหน่งที่เข้าถึงยากจะได้รับประโยชน์มาก ส่วนการติดตั้งไม่ต้องการการปรับเทียบ

ตามการหาค่าที่เหมาะสมนี้ บริษัท Absolut ได้ติดตั้งการวัด

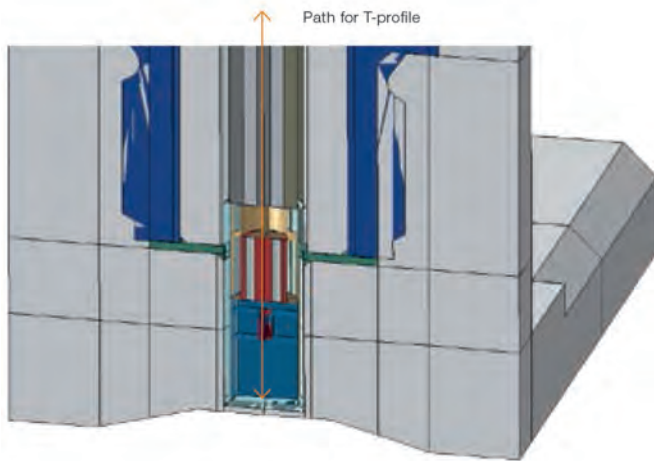


ก.อุปกรณ์ทั้งหมด

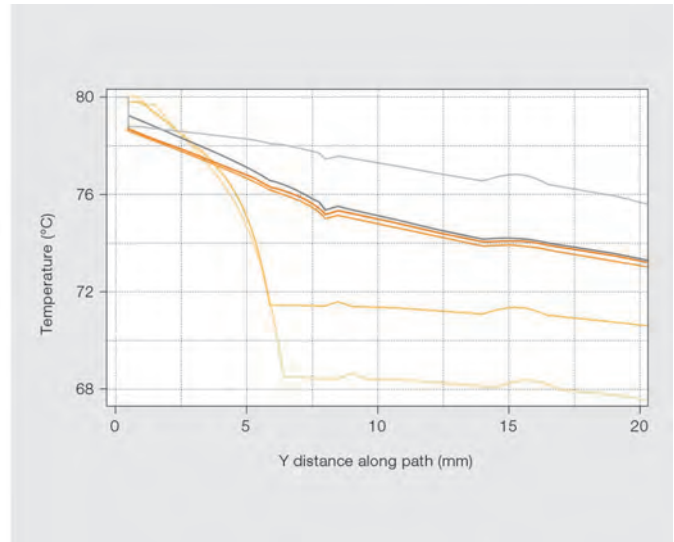
รูปที่ 6



ข.การอินเทอร์เฟซกับพื้นผิวเป้าหมาย



ก.สนามอุณหภูมิที่พล็อตไปตามเส้นทางของอุปกรณ์ระหว่างช่วงการวัด



ข.ตัวอย่างของอุณหภูมิทั่วทั้งอุปกรณ์สำหรับการ ออกแบบในรูปต่างๆ

รูปที่ 7

รูปที่ 7
การสืบค้นพารามิเตอร์
ที่สัมพันธ์กันในการ
ออกแบบอย่างเป็นระบบ

อุณหภูมิแบบไม่รุกราน TSP341-W จำนวน 4 ชุด และการปรับปรุงความเที่ยงตรงของการวัดและเวลาตอบสนองได้รับการยืนยันแล้ว

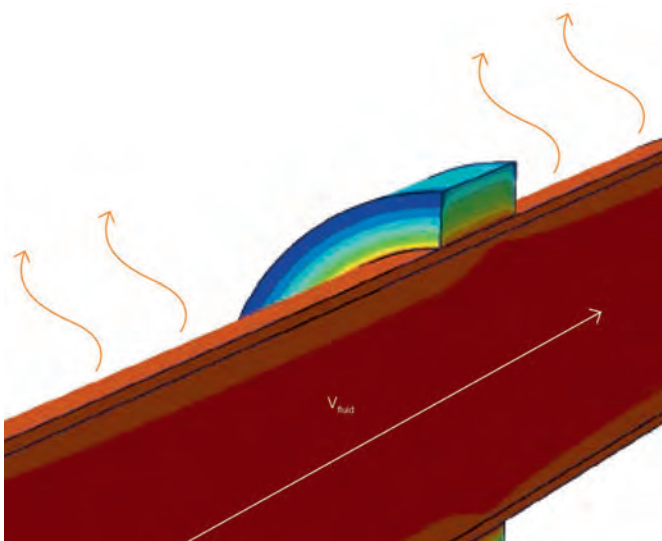
ที่ใช้ระบุความเปลี่ยนแปลงและการเสื่อมในสมรรถนะของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน) พร้อมด้วยอุณหภูมิเข้าที่ ต้องการการรับประกันประสิทธิภาพการใช้พลังงานให้สูงขึ้น และลดค่าใช้จ่ายการบำรุงรักษาลง ในโรงงานขนาดใหญ่การปรับปรุงสมรรถนะของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนส่งผลให้ประหยัดพลังงานได้มาก การใช้งานด้วยความแตกต่างอย่างมากในเชิงพื้นที่ หรือเชิงเวลา กำหนดความท้าทายต่อการปิดช่องว่างระหว่างสมรรถนะของเซ็นเซอร์แบบไม่รุกราน และการรุกรานซึ่งเป็นคู่กันของมัน ทั้งในเทอมของความเที่ยงตรงในการวัดกับเวลาตอบสนอง ก้าวต่อไปในเชิงตรรกะคือ การใช้อัลกอริทึมขั้นสูงที่สามารถแก้ไขการวัดให้ถูกต้อง

รูปที่ 8
การวิเคราะห์คอนจูเกต
การถ่ายโอนความร้อน
ในการจำลองรวมระหว่าง
ไฟไนต์เอลิเมนต์และ
การคำนวณไดนามิกส์
ของของไหล

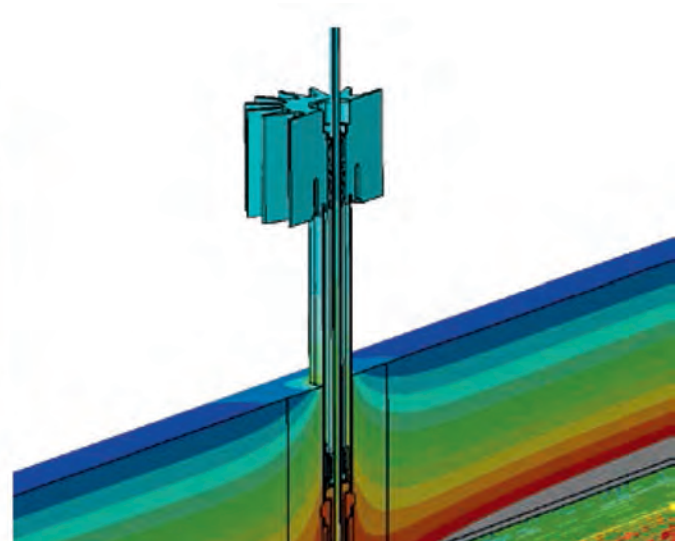
ความยืดหยุ่นแบบใหม่

การวัดอุณหภูมิแบบไม่รุกรานนำเข้าไปสู่ยุคใหม่ของความยืดหยุ่น ด้วยการวัดอุณหภูมิและงานของวิศวกรรมนำเข้าสู่ระบบ 800xA DCS ทำได้ง่าย เป็นการประยุกต์ใช้งานที่เพิ่มคุณค่าได้สูง (แต่ในแบบดั้งเดิมพิสูจน์ได้ยากจากการมองในแง่ค่าใช้จ่าย) ตัวอย่างที่ดีอันหนึ่งของการประยุกต์ใช้ดังกล่าวคือ เครื่องวัดของกระบวนการในระยะสั้นระหว่างการหาค่าที่เหมาะสมและปรับปรุงการดำเนินการอย่างต่อเนื่อง หรือการเริ่มการใช้พลังงานให้มีประสิทธิภาพ อีกตัวอย่างหนึ่งคือการจัดระบบ 800xA ของ ABB ใช้สำหรับเฝ้าตรวจสอบเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน (HXAM) (เป็นเครื่องมือเฝ้าตรวจสอบภาพ

เรียบเรียงจาก
Tilo Merlin, Andreas Dicker, Jorg Gebhardt,
Christine Johansson,
“Absolut zero invasion,”
ABB Review 4/15, pp. 62-67.



ก.ความเพี้ยนของสนามอุณหภูมิในกรณีมีการจนวนวนที่



ข.สนามอุณหภูมิในโครงสร้างและความเร็วสนามในของไหลสำหรับการวัดในสถานการณ์ทั่วไป

รูปที่ 8

Optimizing energy flows

การไหลของพลังงาน อย่างเหมาะสมที่สุด

การปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานในโรงงานเหล็ก
โดยการจำลองและบริหารจัดการการไหลของพลังงาน
ด้วยผู้จัดการพลังงาน cpmPlus ของ ABB

Jouko Krajalainen, Toni Kymalainen, Juha Mantysaari,
Tua Kauppala – ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานมีสัดส่วนประมาณร้อยละ 20
ของต้นทุนรวมในการผลิตของโรงงานเหล็ก ดังนั้นประสิทธิภาพการ
ใช้พลังงานจึงมีส่วนสำคัญอย่างมากต่อกำไร ภายในโรงงานมีการใช้พลังงาน
ผ่านโครงข่ายอันซับซ้อนเพื่อจ่ายไฟฟ้า ไอ้ น้ำ ก๊าซ ที่ได้จากกระบวนการผลิต
และเชื้อเพลิงนำเข้า การเข้าใจในระบบนี้และการควบคุมมันไปในวิธีการ
ที่เหมาะสมเป็นหลักสำคัญต่อการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงาน
และเพิ่มศักยภาพในการแข่งขันพร้อมกับการลดผลกระทบต่อ
สิ่งแวดล้อมไปด้วย

การผลิตเหล็กต้องการเครือข่ายก๊าซอันซับซ้อนที่เชื่อถือได้
สามารถจ่ายก๊าซได้หลากหลายเกรดและส่วนผสมเพื่อใช้กับ
กระบวนการจำนวนมาก (รูปที่ 1) เนื่องจากวิกฤตโดย
ธรรมชาติของแผนการผลิต ก๊าซเหล่านี้ต้องพร้อมให้ใช้ได้
เสมอเมื่อต้องการ จึงหลีกเลี่ยงไม่ได้ที่ต้องอาศัยการกักเก็บ
เพื่อให้มีพอใช้ในกรณีเกิดก๊าซขาดแคลนไปชั่วขณะหรือมีก๊าซ
เหลือมากเกินไป

เมื่ออุปสงค์ (demand) ของก๊าซมากกว่าอุปทาน (supply)
ต้องมีการซื้อเชื้อเพลิงเสริมอย่างรวดเร็วและราคามักสูงกว่า





ราคาตลาด แต่หากอุปทานมากกว่าอุปสงค์ ก๊าซส่วนเกินต้องถูกเผาไหม้ไปในบรรยากาศ (flare) จึงเป็นการสูญเสียพลังงานโดยเปล่าประโยชน์ และยังเพิ่มการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ของโรงงานอีกด้วย

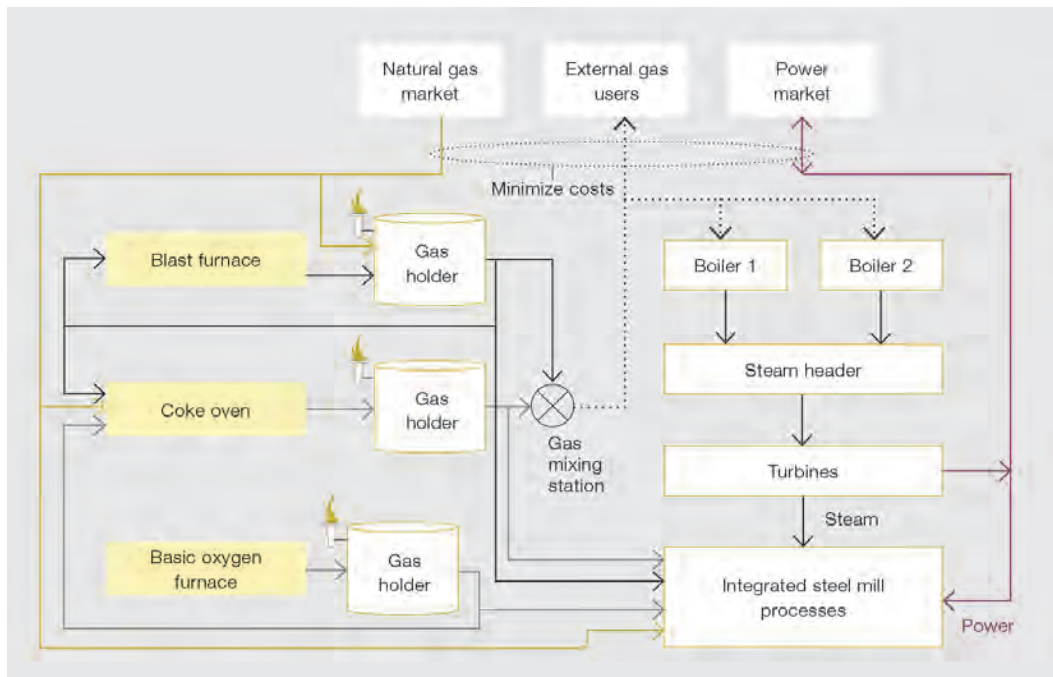
นอกจากความต้องการในกระบวนการแล้ว โรงงานเหล็กทั้งหลายมีโรงไฟฟ้าติดตั้งหม้อน้ำ (boiler) ซึ่งใช้เชื้อเพลิงผสมผสานเผาไหม้ในหม้อน้ำ รวมถึงก๊าซที่ได้จากกระบวนการผลิต (byproduct gas) ที่ได้จากอัดลม ถ่านโค้ก และออกซิเจนในเตาหลอม พลังงานนี้ถูกจัดสมดุลด้วยการซื้อไฟฟ้าจากภายนอกเพื่อให้ตรงกับความต้องการของโรงงาน ถ้าโรงงานสามารถพยากรณ์ความต้องการไฟฟ้าได้แม่นยำก็จะช่วยให้ซื้อไฟฟ้าได้ในอัตราที่ต่ำกว่า

ดังนั้นความท้าทายคือ การจัดระบบพลังงานทั้งหมดของโรงงานให้ได้อย่างเหมาะสมที่สุด เพื่อให้ตรงกับความต้องการของผู้ใช้ทั้งหมดที่ต้นทุนต่ำสุด โดยเป็นผลมาจากลดการเผาก๊าซส่วนเกิน ลดการซื้อไฟฟ้าและเชื้อเพลิงเสริม และหากจำเป็นต้องซื้อไฟฟ้าในอัตราที่ต่ำกว่า

การแก้ปัญหายังเป็นระบบ

เมื่อพลังงานที่ผลิตและใช้ในโรงงานเหล็กมีรูปแบบแตกต่างกันและมีความอิสระต่อกันสูง จึงชอบด้วยเหตุและผลที่จัดให้เกิดความเหมาะสมโดยรวม สิ่งนี้สามารถทำได้ประโยชน์มากที่สุด สำหรับการแข่งขันของโรงงานในเทอมของต้นทุนพลังงานและการปล่อยก๊าซ CO₂ อีกทั้งทำให้ค่าปรับสำหรับการประมาณการความต้องการพลังงานต่ำหรือสูงเกิดขึ้นน้อยที่สุด

รูปที่ 1
การใช้ก๊าซและพลังงาน
อย่างเหมาะสมที่สุด



รูปที่ 1

ผู้จัดการพลังงาน cpmPlus (cpmPlus Energy Manager: EM) ของ ABB คือ ซอฟต์แวร์แก้ปัญหาโดยการสร้างแบบจำลองและการทำให้มองเห็นภาพการไหลของพลังงานไปทั่วทั้งโรงงาน มันคำนวณรายละเอียดแผนการให้เหมาะสมที่สุดสำหรับการกระจายก๊าซในกระบวนการผลิตไปยังการใช้งานในกระบวนการ และหม้อน้ำของโรงไฟฟ้า การทำให้เหมาะสมที่สุดเพื่อให้แน่ใจว่าก๊าซที่ได้จากกระบวนการผลิตมีสภาพพร้อมใช้ได้ 100% ขณะเดียวกันทำพลังงานสูญเสียจากการเผาก๊าซส่วนเกินทิ้งให้น้อยที่สุด

นอกจากนี้ cpmPlus EM ยังจัดความเหมาะสมในกระบวนการของโรงงาน (เช่น เครื่องขยายก๊าซและรูปแบบการผสมของสถานะผลิต) และการพิจารณาทางการเงิน รวมถึงค่าใช้จ่ายของการเริ่มต้นเครื่องหม้อน้ำ มันสามารถช่วยรักษาประสิทธิภาพการใช้พลังงานให้เหมาะสมทั้งๆ ที่มีการเปลี่ยนแปลงการผลิตโดยไม่ได้วางแผนไว้ หรือราคาพลังงานเปลี่ยนแปลงไป ระบบสามารถช่วยให้ส่งออกไปไฟฟ้าหรือก๊าซในกระบวนการผลิตอย่างเหมาะสมที่สุดเมื่อมีความเป็นไปได้และประหยัด

เครื่องมือการจำลองที่มีประสิทธิภาพ

ในตัว cpmPlus EM มีหลักการของแบบจำลองเป็นเครือข่ายการไหลเชิงเศรษฐศาสตร์ (economic flow network: EFN) ซึ่ง EFN จัดเตรียมเครื่องมือในการสร้างแบบจำลองเป็นกราฟิกของระบบพลังงานที่มีการเชื่อมต่อเครือข่ายการไหลร่วมกันทั้งหมด เมื่อแต่ละการไหลถูกแทนด้วยช่วงของค่าที่ยอมให้ใช้ได้และราคาต่อหน่วย ข้อจำกัดเชิงตรรกะสามารถระบุไปตามสภาพของกระบวนการที่แตกต่างกัน แบบจำลอง

สร้างที่สร้างขึ้นมาอิงตามปัญหาการหาค่าเหมาะสมที่สุดที่ถูกสร้างขึ้นอย่างอัตโนมัติและถูกแก้ปัญหาโดย MILP (mixed-integer linear programming)

แผงกระดานแสดงการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ

ลักษณะเด่นอีกอย่างหนึ่งของ cpmPlus EM คือ การจัดเตรียมแผงกระดาน (dashboard) เพื่อแสดงสมรรถนะการใช้พลังงานจากในแต่ละกระบวนการผลิต จนถึงระดับทั้งโรงงาน (รูปที่ 2 - 3) จึงทำให้มีการเฝ้าตรวจและตั้งเป้าหมายของตัวชี้วัดสมรรถนะการใช้พลังงานได้ และสามารถวิเคราะห์และจัดทำรายงานเพื่อตรวจสอบการปรับปรุงสมรรถนะที่เป็นผลจากกิจกรรมและโครงการที่ถูกนำมาปฏิบัติ

แผงกระดานเฉพาะสำหรับแต่ละสถานะผลิต ทำให้ผู้ปฏิบัติงานการกระทำต่อการเบี่ยงเบนไปจากค่าที่เหมาะสม ซึ่งมีข้อมูลเฝ้าอยู่ภายในการไหลของพลังงานและวัสดุ ผู้ปฏิบัติงานสามารถตรวจสอบความสมดุลของแผนกำหนดการความต้องการใช้ก๊าซไฟฟ้าและไอน้ำได้ด้วย พร้อมทั้งเปรียบเทียบการผลิตของก๊าซที่ได้จากกระบวนการผลิตกับกำหนดการผลิตรายวัน

ในเวลาเดียวกันผู้ปฏิบัติงานที่โรงไฟฟ้าสามารถใช้ผลจากการหาค่าเหมาะสมที่สุดไปเลือกการผสมผสานที่ดีที่สุด

—
รูปที่ 2
การควบคุมการใช้เชื้อเพลิง
ของหม้อน้ำ

—
รูปที่ 3
การใช้ก๊าซ

ระหว่างการผลิตไฟฟ้าเองภายในโรงงานกับการรับไฟฟ้าจากภายนอก จึงทำให้มีการบริหารการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพให้เป็นไปตามตัวชี้วัดสมรรถนะ คุณภาพการผลิตและปริมาณงาน

โรงไฟฟ้าและกำหนดการของกระบวนการที่คำนวณโดย cpmPlus EM สามารถถูกนำไปปฏิบัติอย่างอัตโนมัติด้วยการส่งการตั้งค่าของกำหนดการไปยังระดับควบคุมกระบวนการขั้นสูง ซึ่งมีการประสานกับระบบควบคุมของโรงไฟฟ้าเพื่อดำเนินการผลิตไปในวิธีที่เหมาะสมที่สุด

กรณีศึกษาที่โรงงานเหล็กของบริษัท ArcelorMittal

โรงงานเหล็กใช้ระบบวางแผนการผลิตเพื่อสามารถทำให้ผลิตเหล็กได้ตามคำสั่งซื้อ โรงงานเหล็ก Fos-sur-Mer ของบริษัท ArcelorMittal ในประเทศฝรั่งเศส ได้ใช้ระบบวางแผนการผลิตและทำนายการใช้พลังงานในกระบวนการวางแผนการผลิตของบริษัท อย่างไรก็ตามโรงงานได้ตั้งเป้าหมายเพิ่มความท้าทายในการจัดซื้อพลังงาน การผลิตไอน้ำและการใช้ก๊าซที่ได้จากกระบวนการผลิตให้เหมาะสมยิ่งขึ้นไปอีก จึงเป็นการใช้พลังงานอย่างเหมาะสมที่สุดของกระบวนการผลิตเหล็กทั้งหมดของโรงงาน

ศูนย์วิจัยของบริษัท ArcelorMittal ได้ทำการศึกษาและพัฒนาแบบจำลองขั้นต้นเพื่อบริหารจัดการพลังงานและก๊าซที่ได้จากกระบวนการผลิตที่โรงงาน บริษัทได้ความต้องการและความคาดหวังสำหรับแบบจำลองของกระบวนการอย่างชัดเจน แต่บริษัทยังคงต้องการหาผู้ผลิตสินค้าในอุตสาหกรรมให้ถูกราย

ความสำเร็จของแบบจำลองต้นแบบ

บริษัท ArcelorMittal เลือกทำงานร่วมกับ ABB เพราะไม่มีผู้ผลิตรายอื่นที่มีสินค้าในขนาดเทียบเท่าระดับอุตสาหกรรม

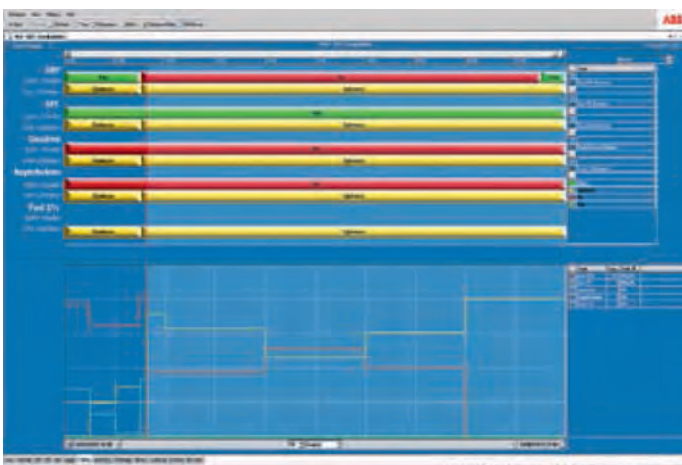
โครงการร้องขอแบบจำลอง แต่ทีมงาน ABB เข้าถึงแบบจำลองด้วยวิธีการอย่างเป็นระบบโดยการทำแบบจำลองบนฐานของการค้นคว้าขั้นต้นของ ArcelorMittal ก่อนด้วยการทำกรณีศึกษา ในไม่ช้า ABB ก็ทำแบบจำลองต้นแบบเสร็จสมบูรณ์แล้วส่งงานให้ ArcelorMittal ประเมินและให้การรับรอง

การหยั่งรู้และนวัตกรรม

เป้าหมายท้ายสุดของโครงการคือ แบบจำลองการจัดหาพลังงานและกระบวนการผลิตทั้งหมดของโรงงาน ดังที่ได้กล่าวข้างต้น กระบวนการผลิตหลักเกี่ยวข้องทั้งการผลิตและการใช้ก๊าซ ปกติการจัดหาพลังงานจากภายนอกของโรงงานถือว่าเฉพาะไฟฟ้าและไอน้ำ แต่เวลานี้แบบจำลองกระบวนการได้ครอบคลุมถึงการบริหารก๊าซที่ได้จากกระบวนการผลิตและก๊าซจากแหล่งอื่นๆ ระบบของ ABB บ่งบอกได้ว่าปริมาณก๊าซเท่าใดที่ต้องจัดหาจากแหล่งภายนอก

ระบบมีการใช้งานอย่างต่อเนื่องในสภาพแวดล้อมของอุตสาหกรรม จึงเผชิญกับความท้าทายพิเศษ การหาวิธีการแก้ปัญหาความเหมาะสมที่มีคุณภาพสูง (ขณะที่ข้อมูลเข้าเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ) เชื่อถือได้ รวดเร็วเพียงพอเป็นบางสิ่งที่ต้องการสำหรับการให้ความสนใจเป็นพิเศษ

ในกรณีของบริษัท ArcelorMittal การหาค่าเหมาะสมที่สุดตามขอบเขตของเวลาต้องถูกคำนวณอย่างต่อเนื่อง กล่าวอีกนัยหนึ่งแผนการผลิตที่เหมาะสมที่สุด ต้องแก้ปัญหาซ้ำไปมาไปเรื่อยๆ ในบริบทของแบบจำลองการหาค่าเหมาะสมที่สุดนั้นเป็นความท้าทายหลัก เพื่อทำให้มันเป็นไปได้ ABB จึงทำการพัฒนาเทคนิคและวิธีการแก้ปัญหาใหม่ๆ ได้อย่างสมบูรณ์



รูปที่ 2



รูปที่ 3

—
รูปที่ 4
มุมมองของการเฝ้า
ตรวจจุดเชื่อมต่อทางไฟฟ้า

—
รูปที่ 5
มุมมองของฝ่าย
พยากรณ์ไฟฟ้า

วิธีการแก้ปัญหาทางเทคนิคสำหรับการหาค่าเหมาะสม ที่สุดในระดับอุตสาหกรรม

ระบบที่จัดหาให้โรงงานหลักของ ArcelorMittal มีการแก้ปัญหาทางเทคนิค 3 วิธีรวมเข้าด้วยกัน เพื่อรองรับความเร็วและให้ได้คุณภาพของการหาค่าที่เหมาะสมที่สุดสูงกับข้อมูลขาเข้าแปรเปลี่ยนไป ประกอบด้วย 1) การหาค่าที่เหมาะสมที่สุด 2 ระดับด้วยแบบจำลองฐานการรับช่วง (base model inheritance) กับระดับเวลาที่แตกต่างกัน 2) วิธีการเลื่อนขอบเขตเวลา (sliding time horizon approach) และ 3) ใช้การสืบค้นพารามิเตอร์แบบทวีคูณ (multiple search parameters) เป็นผู้ใช้ปัญหา

การหาค่าที่เหมาะสมที่สุด 2 ระดับด้วยการใช้แบบจำลอง ฐานการรับช่วง

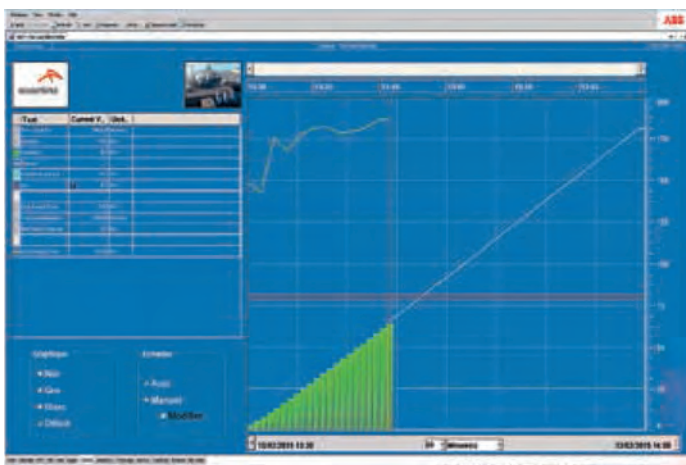
ความเป็นไปได้ที่ทำให้กระบวนการผลิตไฟฟ้าทั้งหมดมีความเหมาะสมอย่างต่อเนื่องตลอดเวลานั้น มันมีความจำเป็นเริ่มแรกด้วยการสร้างสภาพการตัดสินใจสำหรับอุปกรณ์หลักในโรงงานผลิต โดยการวางแผนด้วยวิธีการประมาณการคร่าวๆไปในอนาคต เมื่ออิงตามหลักการเหล่านี้ จึงเป็นไปได้ที่จะคำนวณหาอุปกรณ์สะสมพลังงานอย่างเช่นหม้อน้ำหรือถังบรรจุก๊าซได้

ในการกระทำได้กล่าวใช้แบบจำลองที่มีความละเอียดของเวลาแตกต่างกัน 2 ค่า ได้แก่ ค่าแรกคือ 2 ชั่วโมง ใช้สำหรับหาสถานะที่เหมาะสมของอุปกรณ์หลัก เช่น หม้อน้ำ และอีกค่าหนึ่งคือ 30 นาที ใช้สำหรับหาสถานะที่เหมาะสมของการปฏิบัติงานอย่างต่อเนื่อง แบบจำลองที่ใช้ทั้ง 2 ค่าความละเอียดของเวลาถูกสืบทอดจากแบบจำลองฐานที่บรรจุภายในโครงสร้างและข้อจำกัดร่วมกัน

—
เนื่องจากค่าไฟฟ้าในประเทศฝรั่งเศสถูกบันทึกด้วยคาบเวลา 30 นาที ผู้ใช้ไฟฟ้าต้องการให้ระบบปรับข้อมูลเป็นสองเท่าของช่วงเวลาดังกล่าวคือ ประมาณทุกๆ 15 นาที ที่ระดับเวลา 30 นาที มีความเป็นไปได้ในการทำสภาพการตัดสินใจหลักและแก้ปัญหาการใช้งานให้เป็นประโยชน์ล่วงหน้า 2 วัน แผนงาน 2 วัน จัดเตรียมข้อมูลการหาค่าที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการจัดหาพลังงานจากภายนอก การพยากรณ์ความต้องการไฟฟ้าและก๊าซและระดับของกังหันก๊าซ ระบบยังสามารถเฝ้าตรวจแผนงานรายสัปดาห์ล่วงหน้าได้ด้วย

การเลื่อนขอบเขตเวลา

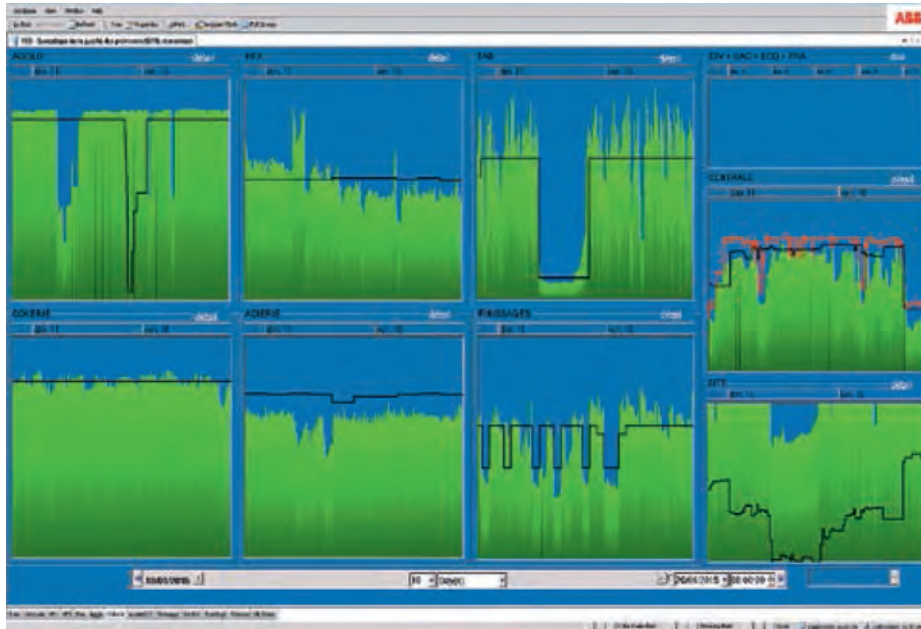
เทคนิคที่สองที่รวมเข้าไปในระบบจัดหาให้กับโรงงานของ ArcelorMittal คือ วิธีการเลื่อนขอบเขตเวลา เมื่อปรับข้อมูลทุกๆ ครึ่งชั่วโมง ถูกใช้เพื่อทำนายไปล่วงหน้า 2 วัน การพยากรณ์นี้ไม่สามารถกระทำได้ในขั้นเดียวที่รวมขอบเขตเวลาทั้งหมดไว้ในแบบจำลอง ซึ่งเป็นการใช้ทรัพยากรและเวลามากเกินไปสำหรับการหาค่าที่เหมาะสมที่สุด วิธีการเลื่อนขอบเขตเวลามองล่วงหน้าไปที่ระยะเวลาที่สั้นกว่า และจัดเตรียมการแก้ปัญหาเริ่มต้นไว้ให้ หลังจากนั้นการแก้ปัญหานี้ถูกป้อนเข้าระบบ ร่องเวลาถูกเคลื่อนไปข้างหน้าอีกหนึ่งคาบและกระบวนการถูกทำซ้ำ กระทำจนกระทั่งระยะเวลาทั้งหมด 2 วันถูกประมวลผล



รูปที่ 4



รูปที่ 5



รูปที่ 6

—
รูปที่ 6
มุมมองของการเฝ้า
ตรวจคุณภาพของ
การพยากรณ์

ดังนั้นขอบเขตเวลาเคลื่อนไปข้างหน้าหนึ่งคาบในแต่ละครั้ง จึงเป็นการรักษาความต่อเนื่องของผลลัพธ์ตลอดเวลาทำให้ การแก้ปัญหาที่มีความเสถียรมากขึ้น ถ้าหากค่าที่เหมาะสมใน คาบเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมงในครั้งเดียว จะสูญเสียความต่อ เนื่องจากวันหนึ่งถึงวันต่อไป เพราะแพ็คเกจที่กำหนดร่ อก เวลาคือ 24 ชั่วโมง และแบบจำลองการหาค่าที่เหมาะสม ที่สุดไม่สามารถมองเห็นได้ไกลเพียงนั้น

การเลือกสับคันพารามิเตอร์ของผู้ใช้ปัญหา

เทคนิคที่สามารถทำให้ความเป็นไปได้บรรลุผลสำเร็จ วิธีการแก้ ปัญหาเชิงตัวเลขด้วยความเร็วเพียงพอกับข้อมูลขาเข้าที่ เปลี่ยนแปลงไป ส่วนใหญ่ระบบสามารถแก้ปัญหาการหาค่า ที่เหมาะสมที่สุดด้วยการเลือกพารามิเตอร์ได้รวดเร็ว อย่างไรก็ตามมีโอกาสที่วิธีการแก้ปัญหาสามารถใช้เวลานานขึ้น ที่งาน ABB จึงผุดแนวคิดที่ทำให้ระบบส่งปัญหาไปยังผู้ ใช้งาน 2 ตัว ที่แตกต่างกันกับการสับคันพารามิเตอร์ที่แตก ต่างกันในเวลาเดียวกัน หลังจากนั้นก็เป็นเรื่องง่ายของการร อก ให้ผู้ใช้ปัญหาค้นพบการแก้ปัญหาที่ตัวแรกและยกเลิกอีก ตัวหนึ่งที่ช้ากว่า การแข่งขันแก้ปัญหาที่ถูกให้ทำซ้ำคงที่ไป ตลอด 24 ชั่วโมง ตรงกับความต้องการของระบบในระดับ อุตสาหกรรม

cpmPlus EM จุดมุ่งหมายของการค้นหาวิธีการ

แก้ปัญหาที่ประหยัดที่สุด

cpmPlus EM แสดงให้ผู้ปฏิบัติการเห็นช่องทางการปฏิบัติ งานของโรงงานเหล็กได้ประหยัดที่สุด มันยังสามารถพิสูจน์ถึง ความสำเร็จในการทำงานเชิงปฏิบัติแนวใหม่นี้ด้วย (รูปที่ 4 - 6)

นี่เป็นกรณีของเครื่องกังหันที่โรงงาน Fos-sur-Mer ระบบของ ABB แนะนำการทำงานเชิงปฏิบัติที่แตกต่างไปจากแนวทาง เดิมอย่างมีนัยยะ นี่เป็นวิธีการใหม่ที่โรงงานเหล็กให้การ ยอมรับ

การหาค่าที่เหมาะสมที่สุดของกระบวนการจัดหาพลังงาน ทั้งหมด นำไปสู่การประหยัดวัตถุดิบและต้นทุนที่โรงงานเหล็ก Fos-sur-Mer ของบริษัท ArcelorMittal อย่างมีนัยยะ เป็น การเพิ่มผลผลิตของกระบวนการผลิตเหล็ก ปัจจุบันผลลัพธ์ ที่เห็นได้ชัดเจนที่สุดของการปรับปรุงบางสิ่งไป 15% ในความ แม่นยำของการพยากรณ์การจัดหาไฟฟ้าจากภายนอกของ โรงงาน หากแปลเป็นผลประหยัดได้ประมาณ 15,000 ยูโร (17,000 เหรียญสหรัฐ) ต่อเดือน (เฉลี่ยตลอดปี 2013)

เรียบเรียงจาก

Jouko Krajalainen, Toni Kymalainen,
uha Mantysaari, Tua Kauppala,
“Optimizing energy flows,”
ABB Review 4/15, pp. 68-72.

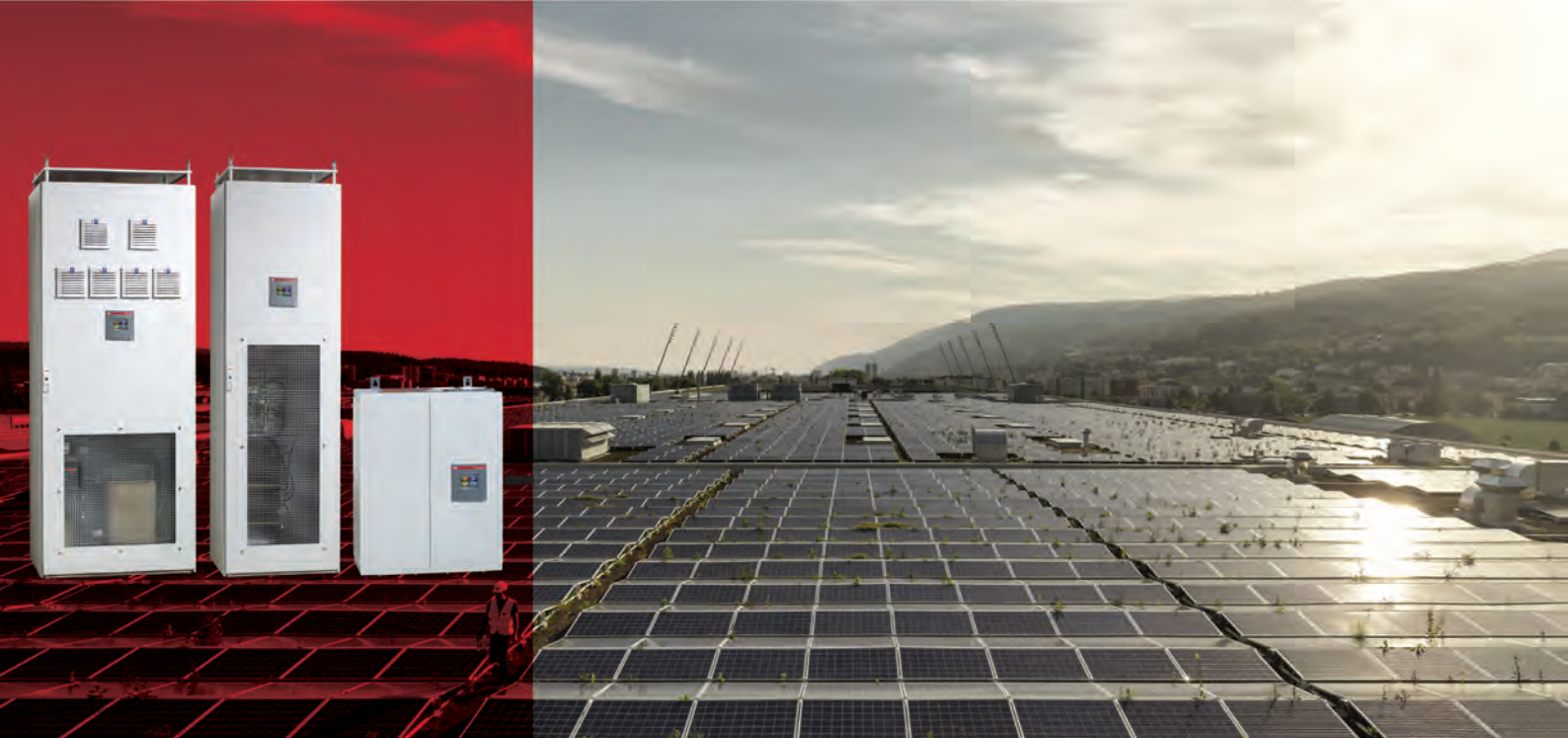




Connect renewable power to the grid

Renewable energy plays a vital role when it comes to balancing the need for more power with minimum environmental impact. Addressing challenges like intermittent supply and often connecting remote locations, ABB has integrated more than 200 gigawatts of hydro, wind and solar power into the grid – enough electricity to serve the needs of nearly 70 million people. We offer a range of products, systems and services for power generation, transmission and distribution to help increase power capacity, enhance grid reliability, improve energy efficiency and lower environmental impact. With a 125 year heritage of technology innovation ABB continues to shape the grid of the future. [abb.com](https://www.abb.com)





Energy Storage Inverters

Enhancing power quality and energy efficiency

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

คุณสมบัติเด่น

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

