

คุณภาพไฟฟ้า



Switching gears 24

The balance of power

การบริหารจัดการ volt/var เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพของโครงข่ายพลังงานไฟฟ้า 04

สถานีไฟฟ้าย่อยดิจิทัล 18

เซนเซอร์กระแสสลับใยแก้วนำแสง - แบบตัวอิสระ 20

เยื่อนแก้วกระจกาน สัมผัสทะเลหมอกใกล้กรุง 36



รูปที่ 2 PS vacuum switches



รูปที่ 3 ตัวควบคุม smart capacitor CO900 ของเอบีบี



รูปที่ 4 เซ็นเซอร์ Distribuse

การบริหาร volt/var ด้วยหุ่นพื้นฐาน มีหลายปัจจัยที่ผลักดันการใช้แบบจำลองของระบบ จัดจำหน่ายเพื่อสะท้อนสภาพแวดล้อมการทำงาน ในช่วงต้นทศวรรษ 1990 รูปแบบการดำเนินงานที่ขยายจากการวางแผนไปสู่การดำเนินงานจริง ระบบการเชื่อมต่อ สถานะที่ติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันและอุปกรณ์ตัดต่อ รวมถึงความเข้าใจของลูกค้าในการออกแบบได้แก่ การทำงานของตู้ไฟฟ้าดับ จำนวนครั้งที่ไฟฟ้าของ ลูกค้าดับในช่วงสั้นๆ และการทำงานของตู้มีประสิทธิภาพของทีมงาน

นอกจากนี้จากแรงผลักดันด้านธุรกิจแล้วยังมีแรงผลักดันจากความต้องการการใช้พลังงาน การใช้พลังงานเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด การใช้ทรัพยากรที่มีอยู่เพื่อให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุด และการตระหนักถึง การจัดการด้านพลังงานไฟฟ้าในสถานประกอบการที่มีปริมาณพลังงานด้านเทคนิค ในทิวทัศน์ระบบคอมพิวเตอร์ที่มีการพัฒนาและปรับปรุงประสิทธิภาพที่สนับสนุนการปฏิบัติงาน และการลงทุนในการปฏิบัติการต่างๆ เช่น ระบบสารสนเทศ ระบบไฟฟ้าทางภูมิศาสตร์ (Geographical Information System; GIS) ด้วยขั้นตอนเหล่านี้ควบคู่ไปกับการยอมรับของชุมชนธุรกิจที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น อุปกรณ์ที่ฉลาดขึ้น การสื่อสาร และโครงสร้างที่เชื่อมโยงกัน นำไปสู่การเพิ่มขึ้นประสิทธิภาพของระบบการ บริหารจัดการ volt/var

แนวโน้มการบริการจัดการ volt/var ของเอบีบี

เพื่อช่วยในการจัดการและควบคุมระดับไฟฟ้า และการไหลของ Reactive Power ในระบบการจ่ายการ จัดจำหน่ายไฟฟ้า

ข้อดีแห่งการบริการจัดการ volt/var (VMS)

VMS เป็นระบบที่สามารถปรับ เพิ่ม-ลดขนาดได้ เป็นระบบเปิดที่ใช้มีความคมชัดในไฟฟ้าและ var ด้วยระบบ VMS ของเอบีบีจะรองรับของ Load และระดับไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่อง เมื่อถึงจุดที่เหมาะสมและติดตั้งอุปกรณ์ตัดชดเชว Load Tap Changer Line Voltage Regulator หรือ Load Tap Changer

feeder สายส่งและการเปลี่ยนแปลงสภาพของ Load การแก้ไขปัญหาที่เหมาะสมที่สุดได้แก่การเพิ่มระดับบัญชี โครงสร้างแรงส่งและระยะทางของสายส่งซึ่งมีผลต่อ แรงดันไฟฟ้าและการไหลของ var ตลอดสายส่งทั้งหมด ไปตามกรณีใช้ประสิทธิภาพด้านคณิตศาสตร์ที่อิง คำสั่งปรับแต่ละอุปกรณ์ ด้วยการใช้นโยบายระบบ สาสบนเหตุระดับไฟฟ้าทางภูมิศาสตร์ของโครงการ พลังงานไฟฟ้า โปรแกรมสามารถประยุกต์ใช้ในการ ติด-ถอด Capacitor Bank, Line Voltage Regulator และการควบคุม Tap ของหม้อแปลง เพื่อควบคุมแปร ควบคุมที่ให้ความปลอดภัยเชิงกลยุทธ์

VVO Model-based จะช่วยผู้ควบคุมระบบจัดจำหน่าย ไฟฟ้าให้สามารถรองรับความซับซ้อนได้ ซึ่งจาก แหล่งผลิตพลังงานไฟฟ้าที่ทวีความซับซ้อนมากขึ้น ทั้งใน ไซต์ที่ต่างกัน ของการดำเนินงานและระดับไฟฟ้า ซึ่งที่ ที่มีโอกาสเกิดขึ้นมากขึ้น รวมถึงแผนการที่เพิ่ม การเพิ่มระดับแรงดันไฟฟ้า การประยุกต์ใช้ VVCS ไม่จำเป็น ต่อมี DMS แบบเต็มรูปแบบ VVCS ใช้เพื่อจัดการค่า และกำหนดค่า SCADA ซึ่งกำหนดค่าไว้เพื่อให้ได้ ทางแก้ของงานบน SCADA ซึ่งกำหนดค่าไว้เพื่อให้ได้ การทำงานที่เหมาะสมที่สุด การแก้ปัญหาสามารถทำได้ทั้งแบบทางไกลแบบอัตโนมัติหรือโดยการควบคุม ด้วยมือที่ Capacitor Bank หรือที่ Tap Position บนตัวปรับแรงดันไฟฟ้า นอกเหนือจากนี้ VVCS ยังมี เครื่องมือสำหรับการจัดการโครงสร้างเครือข่ายที่

การสนับสนุนด้านฮาร์ดแวร์ และโครงสร้างพื้นฐาน

ABB มีความสามารถในการสนับสนุนผลิตภัณฑ์โดย สมบูรณ์ครบถ้วนทั้งทางด้านฮาร์ดแวร์และโครงสร้าง พื้นฐานสำหรับการบริหารจัดการเรื่อง volt/var

การประยุกต์ใช้ VVO model-based

ในการดำเนินงานของ VVO นั้นการปรับปรุงข้อมูลแบบ Real-time จาก SCADA และระบบการบริการจัด การในช่วงเวลาที่ไฟฟ้าดับได้ถูกนำไปใช้ บริษัทจัด จำหน่ายไฟฟ้าสามารถกรอกข้อมูลไฟฟ้าได้อย่าง แม่นยำโดยใช้ระบบ CVR และไม่มีผลที่ติดตั้งตามระบบ ไฟฟ้าของลูกค้า ระบบ Model-based สามารถ ใช้งานได้ทั้งการปรับ Model-based และไม่มีผลที่ติดตั้งตาม ระบบ Model-based และไม่มีผลที่ติดตั้งตาม ระบบ Model-based สามารถปรับระดับไฟฟ้าได้

สูงและมีความปลอดภัยต่อโครงสร้างของลูกค้ำ ทั้ง วัตถุประสงค์ที่เป็นผู้ให้บริการด้านพลังงานไฟฟ้าที่แตกต่างกัน พวกเมืองต่างๆ รวมถึงลูกค้าอุตสาหกรรมทั่วไป

ประโยชน์ที่ได้รับ

การบริการจัดการ volt/var ช่วยให้บริการด้าน พลังงานไฟฟ้าที่สามารถเปลี่ยนแปลงการทำงาน จาก เดิมไม่สามารถรับรู้สถานการณ์ต่างๆ ได้ เป็นการ บริหารจัดการระบบจำหน่ายด้วยวิธีการที่ทันสมัยและ ก้าวหน้าได้ การบริหารจัดการ volt/var เป็นการ ควบคุมแบบเปิดเพื่อเอาไปใช้ประโยชน์สูงสุดโดย อัตโนมัติ ตัวแปรต่างๆ ที่เพิ่มขึ้น ทั้งเรื่องผลิต พลังงานจากพลังงานทดแทนต่างๆ ความหลากหลาย ของ Load ความผันแปรของ Load นำไปสู่การพัฒนา เพื่อความสมบูรณ์ในการบริหารจัดการ volt/var

บริการด้านพลังงานไฟฟ้าได้มาถึงขีดจำกัดในด้าน

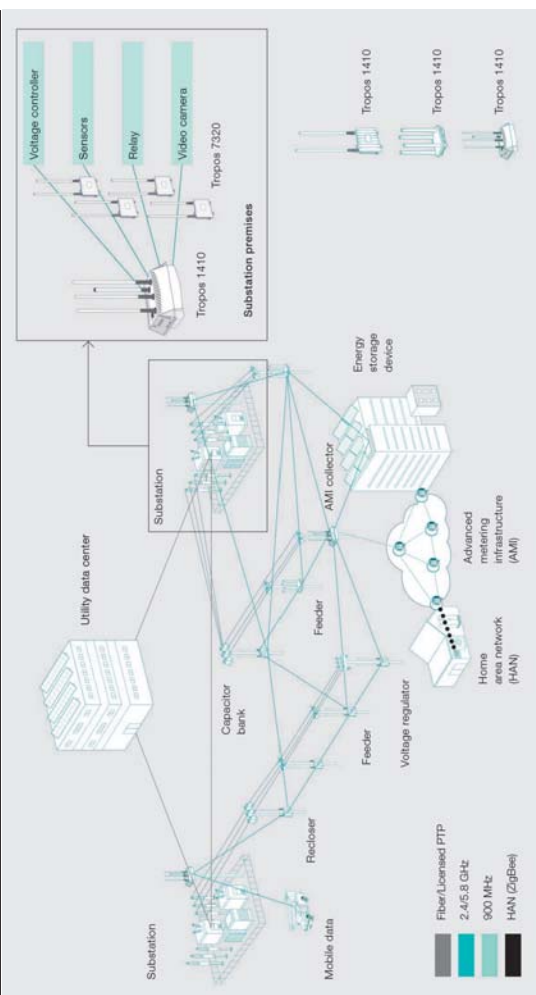
ในการดำเนินงานภายใต้ความกดดันต่างๆ ที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว การเพิ่มขีดความสามารถในการให้บริการด้าน พลังงานไฟฟ้าได้มาถึงขีดจำกัดในด้าน

บริการด้านพลังงานไฟฟ้าได้มาถึงขีดจำกัดในด้าน

ในการดำเนินงานภายใต้ความกดดันต่างๆ ที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว การเพิ่มขีดความสามารถในการให้บริการด้าน พลังงานไฟฟ้าได้มาถึงขีดจำกัดในด้าน

บริการด้านพลังงานไฟฟ้าได้มาถึงขีดจำกัดในด้าน

ในการดำเนินงานภายใต้ความกดดันต่างๆ ที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว การเพิ่มขีดความสามารถในการให้บริการด้าน พลังงานไฟฟ้าได้มาถึงขีดจำกัดในด้าน



รูปที่ 5 Tropos ใช้ข้อมูล

การติดตั้ง Capacitor ในสภาพภูมิอากาศที่เลวร้าย CO900 เป็นตัวเลือก Capacitor แบบอัจฉริยะรุ่น ใหม่ของเอบีบี ด้วยการสื่อสารแบบสองทาง CO900 ถูกออกแบบมาโดยเฉพาะสำหรับการใช้งานกับ Capacitor และการบริหารจัดการ volt/var → 3. เครื่องหมายการค้า DistribuseSense ของเอบีบี เป็น เซ็นเซอร์สำหรับวัดกระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้า ผลิตภัณฑ์นี้ในระบุนี้สามารถเพิ่มขีดความสามารถ ของสายส่ง และช่วยในการกำหนดการตัดสินใจ การควบคุม volt/var และการประยุกต์ใช้ CVR → 4. เทคโนโลยีล่าสุดของเอบีบีในการตรวจสอบสถานะคือ เซ็นเซอร์ รุ่น DistribuseSense WLS-110 เทคโนโลยีนี้ เป็นการผสมผสานระหว่างเครื่องตรวจสอบแรงดัน ไฟฟ้า รุ่น WLS-110 กับ state-of-the-art ความ แม่นยำในการเลือกค่า และเทคโนโลยี split-core ของหม้อแปลงกระแสไฟฟ้า

บริการด้านพลังงานไฟฟ้าได้มาถึงขีดจำกัดในด้าน

ในการดำเนินงานภายใต้ความกดดันต่างๆ ที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว การเพิ่มขีดความสามารถในการให้บริการด้าน พลังงานไฟฟ้าได้มาถึงขีดจำกัดในด้าน

บริการด้านพลังงานไฟฟ้าได้มาถึงขีดจำกัดในด้าน

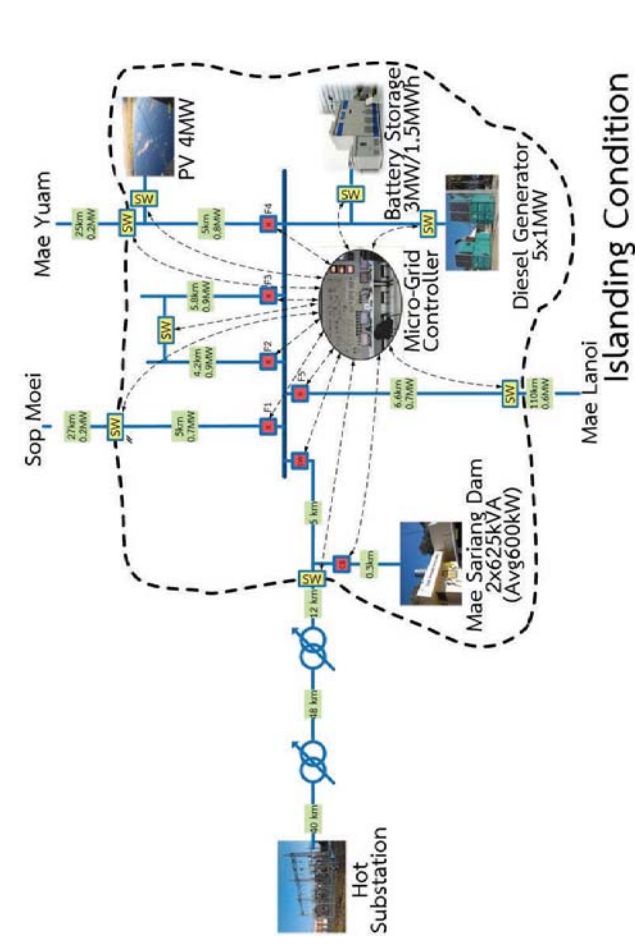
ในการดำเนินงานภายใต้ความกดดันต่างๆ ที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว การเพิ่มขีดความสามารถในการให้บริการด้าน พลังงานไฟฟ้าได้มาถึงขีดจำกัดในด้าน

บริการด้านพลังงานไฟฟ้าได้มาถึงขีดจำกัดในด้าน

ในการดำเนินงานภายใต้ความกดดันต่างๆ ที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว การเพิ่มขีดความสามารถในการให้บริการด้าน พลังงานไฟฟ้าได้มาถึงขีดจำกัดในด้าน

บริการด้านพลังงานไฟฟ้าได้มาถึงขีดจำกัดในด้าน

ในการดำเนินงานภายใต้ความกดดันต่างๆ ที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว การเพิ่มขีดความสามารถในการให้บริการด้าน พลังงานไฟฟ้าได้มาถึงขีดจำกัดในด้าน



โครงการพัฒนาระบบไฟฟ้าแบบโครงข่ายไฟฟ้า ขนาดเล็กมาก (Microgrid)

อ.แม่สะเรียง จ.แม่ฮ่องสอน (ตอนที่ 2)

ดร.จักรพันธ์ ภัทรราช - chakphed@gmail.com, chakphed.med@peel.co.th

จับนี้ละกล่าวถึง Microgrid Controller คุณลักษณะและองค์ประกอบของระบบ Microgrid
พอแล้วจบ รวมถึงสถานการณ์ปัจจุบันของการพัฒนาระบบ Microgrid
และกล่าวถึงระบบทดสอบและวางวิจัย Microgrid ที่มีอยู่จะนำมาประยุกต์ใช้กับโครงการ Microgrid อ.แม่สะเรียง จ.แม่ฮ่องสอน

ระบบควบคุม Microgrid (Microgrid Controller) เป็น เพื่อควบคุมการจ่ายและจ่าย ประจุไฟฟ้าของแบตเตอรี่ ควบคุมการทำงานของแหล่งกำเนิดพลังงานต่าง ในระบบ Microgrid ควบคุมการทำงานสวิตช์ตัดต่อต่างๆ เพื่อให้ทั้งส่วนของระบบต่างๆ ในระบบ Microgrid มีความเหมาะสม โดยส่งสัญญาณการทำงานสำคัญๆ ทั่วไป ประกอบด้วย

1. ฟังก์ชันการควบคุมการตัดจ่ายไฟฟ้าแบบอัตโนมัติ รวมถึง Load Shedding
2. ฟังก์ชันการบริหารการควบคุมผลิตและโหลด
3. ฟังก์ชันการควบคุมระบบกับพลังงาน (Energy Storage System)
4. ฟังก์ชันการควบคุมเครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซลและ DG อื่นๆ ในพื้นที่
5. ฟังก์ชันการควบคุมอินเวอร์เตอร์หรือคอนเวอร์เตอร์ของระบบกำเนิดไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์หรือพลังงานลม

Microgrid Controller หรืออีกชื่อหนึ่งที่นิยมเรียกใช้ในหลายประเทศคือ ระบบจัดการพลังงานขนาดเล็ก (Micro Energy Management System; MEMS) ใช้ในการควบคุมการทำงานของระบบกับพลังงาน

เป็นต้น โดยอาจเป็นเทคโนโลยีการลัดไฟฟ้ที่พัฒนาให้ดีขึ้น เช่น เครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กแบบเฟสเดียวและสามเฟส, เครื่องกำเนิดไฟฟ้าเชิงโรตารีที่ขับเคลื่อนโดย Internal Combustion Engine (ICE) หรือเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก เป็นต้น

ระบบกักเก็บพลังงาน (Energy Storage System)
 ระบบกักเก็บพลังงานเป็นหนึ่งในองค์ประกอบหลักที่สำคัญในการที่ระบบ Microgrid ให้สำเร็จ หน้าที่หลักของระบบกักเก็บพลังงานในการใช้กับ Microgrid คือ ทำการจัดสมดุลของความต้องการกำลังไฟฟ้า และพลังงานไฟฟ้าที่แหล่งผลิตไฟฟ้า ซึ่งหน้าที่ที่เป็น 3 ประการของแหล่งกักเก็บพลังงานมีดังนี้

- 1) เพื่อให้ได้ความมั่นใจในความสมดุลของระบบ Microgrid แม้จะมีความผันผวนของโหลด และมีการทรานเซียนส์จากกรณี DG ที่มีความเฉื่อยตัวแล้ว จึงเสียความสามารถในการตอบสนองอย่างรวดเร็ว
- 2) สามารถช่วยจ่ายกำลังไฟฟ้าและเกิดฟอลต์ (Fault ride-through) ถึงแม้จะมีความผันผวนของแหล่งจ่าย ซึ่งความต่อเนื่องและยืดหยุ่นให้ DG สามารถทำงานเสมือนว่ายังคงสามารถ dispatch ได้
- 3) ไฟพลังงานที่ใช้เพื่อสำหรับช่วงการเปลี่ยนสถานะระหว่างการเชื่อมต่อนิวไอร์แลนด์/จากการทำงานบน island ของ Microgrid

ระบบกักเก็บพลังงานที่นิยมร่วมกับ Microgrid คือ แบตเตอรี่ โดยรายละเอียดเกี่ยวกับเทคโนโลยีและสิ่งที่เกี่ยวข้องกับพลังงานที่เกี่ยวข้องได้นำเสนอแล้วในบทความฉบับ 2 ถึง 4/2013

การเชื่อมต่อแหล่งพลังงานแบบกระจาย (Distributed Energy Resources (DER))
 แหล่งพลังงานแบบกระจาย (Distributed Energy Resource (DER)) หมายถึง DG และระบบกักเก็บพลังงาน โดยส่วนใหญ่เทคโนโลยี DER ที่จำเป็นต้องมีการเชื่อมต่อสำหรับอินเวอร์เตอร์ให้เป็นไฟฟ้ากระแสสลับเพื่อเชื่อมต่อกับกริด ซึ่งการเชื่อมต่อนี้อาจเป็นทั้งคอนเวอร์เตอร์และอินเวอร์เตอร์หรือเป็นเฉพาะอินเวอร์เตอร์ โดยอิเล็กทรอนิกส์กำลังที่ทำหน้าที่เชื่อม

ต้องต้องมีค่าเหมาะสมกับบางการและระบบป้องกันที่จำเป็น และด้วยความสามารถของคอนเวอร์เตอร์ ในการควบคุมแรงดันและความถี่ซึ่งทำให้ DER ช่วยในการทำงานของ Microgrid ตารางที่ 1 แสดงตารางสรุปการเชื่อมต่อและการควบคุมการไหลของกำลังไฟฟ้ากับ DER

โหลดในระบบ Microgrid

Microgrid สามารถรองรับผู้ใช้ไฟฟ้าที่หลากหลายทั้งภาคครัวเรือน ภาคธุรกิจและภาคอุตสาหกรรม โดยทั่วไปผู้ใช้ไฟฟ้าธุรกิจและภาคอุตสาหกรรมจะเป็นโหลดที่ critical และ sensitive อีกทั้งความต้องการคุณภาพไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระดับที่สูง โดยการแบ่งประเภทของโหลดที่มีความสำคัญในการ set up ระบบ Microgrid เพื่อให้บรรลุตามจุดประสงค์ที่ต้องการดังนี้

- 1) จัดการโหลดที่มีการจ่ายไฟฟ้าใน Microgrid ให้ได้กำลังไฟที่ตรงเป็นการนำจ่ายหรือจ่ายออกไปใหม่ตลอดเชื่อมกับกริด
- 2) จัดการโหลดที่มีการจ่ายไฟฟ้าใน Microgrid ให้มีการรักษาเสถียรภาพของแรงดันและความถี่ในภาวะการทำงานด้วยตนเองโดยอัตโนมัติ
- 3) ปรับปรุงคุณภาพไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ของโหลดที่ critical และ sensitive
- 4) ลดโหลดสูงสุดเพื่อให้ได้ขนาดที่ถูกต้อง DER ที่เหมาะสมที่สุด (Optimized)

สำหรับส่วนของโหลดที่เป็น non-sensitive สามารถใช้เป็โหลดที่ควบคุมได้ เพื่อให้ได้ปริมาณที่ควบคุมตามไว้ทางด้านของ Microgrid

การเชื่อมต่อของ Microgrid
 Microgrid มักจะตัวร่วมกับระบบไฟฟ้าขนาดใหญ่ที่มีกำลัง 10 MVA ทั้งนี้ Microgrid ถูกต่อเข้ากับของการไฟฟ้าที่ควบคุมการเชื่อมต่อ (interconnection switch) ซึ่งทำหน้าที่ Microgrid นั้นประกอบด้วยโหลดแบบ voltage-sensitive ได้แก่ ผู้ผลิตดีเซลคอนดักเตอร์ ที่จำเป็นต้องไม่ใช้ไฟฟ้าเกินกว่า 50 ms อีกทั้งยังมีอุปกรณ์ป้องกันและเซอร์กิตเบรกเกอร์ที่ไม่

การเชื่อมต่อ	การควบคุมการไหลของกำลังไฟฟ้า
เครื่องกำเนิดไฟฟ้าเชิงโรตารี	AVR และ Governor (+P,+O)
เครื่องกำเนิดไฟฟ้าเชิงโรตารี หรือเหนี่ยวนำ	
เครื่องกำเนิดไฟฟ้าเชิงโรตารี หรือเหนี่ยวนำ	การควบคุมแบบ stall หรือ pitch ของกังหัน (+P, -O)
เครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบเหนี่ยวนำ	การควบคุมความเร็วกังหันและ DC link voltage (+P,+O)
คอนเวอร์เตอร์อิเล็กทรอนิกส์กำลัง (AC-DC-AC)	ระบบติดตามจุดกำลังสูงสุดและความ DC link voltage (+P,+O)
คอนเวอร์เตอร์อิเล็กทรอนิกส์กำลัง (AC-DC-AC)	การควบคุมสถานะการประจุ และความคุมแรงดัน/ความถี่ (+P,+O)
คอนเวอร์เตอร์อิเล็กทรอนิกส์กำลัง (DC-DC-AC)	การควบคุมความเร็ว (+P,+O)
คอนเวอร์เตอร์อิเล็กทรอนิกส์กำลัง (DC-DC-AC)	การควบคุมประจุ (+P,+O)

ตารางที่ 1 การเชื่อมต่อที่ใช้กับ DER

เครื่องใช้ร่วมกันแห่งหนึ่งกับแหล่งพลังงานที่ DC Microgrid CERT

ระบบการสื่อสารส่วนกลางใช้ผ่าน Ethernet เพื่อเชื่อมต่อไปยังระบบ Energy Management System (EMS) และเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะตัดค่าไปที่ DG set point อย่างไรก็ตาม โรงขุดการสื่อสารไม่ได้ใช้การควบคุมแบบเดนมืด ดังนั้น แหล่งกำลังจะเป็นการควบคุมแบบออนไลน์มีส่วนร่วม plug-and-play

Microgrid CERTS จะไม่มีความสมดุลกันทางด้านกำลัง แหล่งกำลังจะทำงานแบบ peer-to-peer (ร่วมกับแหล่งกำลังแบบ (N+1) ดังนั้นการสูญเสีย component จะไม่กระทบต่อการทำงานของ Microgrid

การควบคุมของ Microgrid CERTS ประกอบด้วย

- 1) การควบคุมแหล่งกำลังแต่ละแหล่ง จะใช้กำลังจริงเปรียบเทียบกับความถี่ droop ดังนั้นแหล่งจ่ายในระบบจะสอดคล้องกันด้วยความถี่
- 2) แรงดันจะถูกปรับรูปโดยใช้กำลังเพื่อที่เปลี่ยนเทียบกับแรงดัน droop ซึ่งจะให้ local stability และนั่นได้ไว้ว่าจะไม่มีการ circulate คาร์เรสส์ และที่ระหว่างแหล่งกำเนิด
- 3) static switch ที่ทำงานให้รีเลย์จะทำหน้าที่ island บนออนไลน์ของ Microgrid ได้ในกรณีที่เห็นเหตุการณ์ เช่น fault หรือมีเหตุเกี่ยวกับคุณภาพไฟฟ้า เป็นต้น

4) สามารถทำการ resynchronization ได้สำเร็จ โดยการให้ความแตกต่างของความถี่ระหว่างระบบ Microgrid ในโหมด island กับกริดของกริดไฟฟ้า

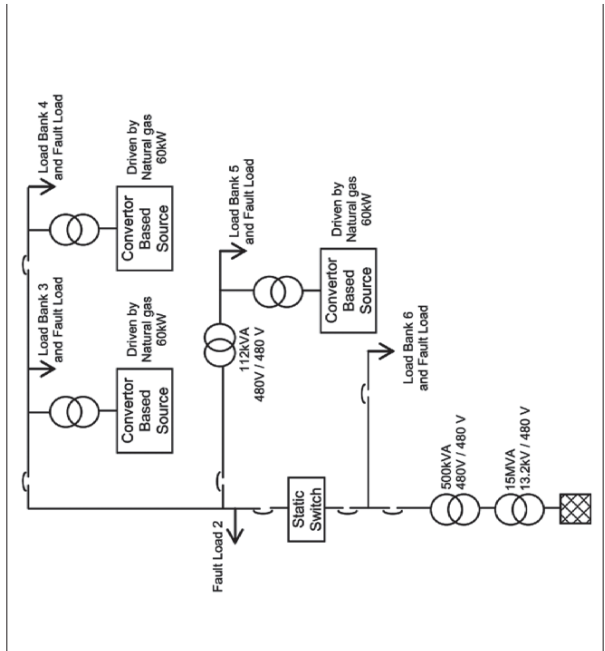
ผลการทดสอบ แสดงให้เห็นว่าจะมีประสิทธิภาพในจุด critical รวมทั้งมีความคงตัวในการควบคุมและสามารถเข้าสู่โหมด island และเชื่อมต่อกลับเข้ากริดด้วยตัวองได้

UW Microgrid - United States

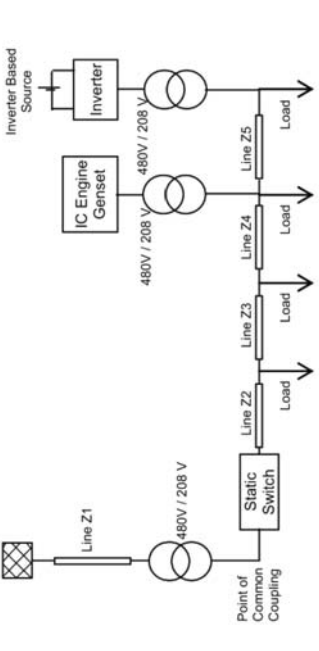
ฐานทดสอบ Microgrid UW อยู่ที่มหาวิทยาลัย Wisconsin-Madison แสดงดังรูปที่ 4 ซึ่งทำเพื่อทดสอบโมเดลและการควบคุมเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ติดตั้ง Microgrid ได้สามารถรวม converter based source ไปด้วย โดยแนวคิดของ Microgrid ที่สร้างขึ้นเพื่อให้สามารถเชื่อมต่อ DG เข้ากับกริดได้มีความซับซ้อนที่มากกว่า เป็นของของ Microgrid เพื่อปรับรูปคุณภาพไฟฟ้าของโหลดและช่วยปรับปรุงความเสถียรของแหล่งจ่าย DG

โดยมีการวิเคราะห์ความถี่เป็นไปในกริดที่แหล่งจ่ายที่แหล่งจ่ายร่วมกับ converter based system อีกทั้งมีการปรับระดับความถี่ของเซิร์ฟเวอร์ได้แก่ encoder หรือ resolver ที่ที่อยู่ต้นของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ตั้งไว้เพื่อวัตถุประสงค์ของการจะปรับเสถียร

เครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ติดตั้งใน Microgrid มี conventional mechanical governor เพื่อควบคุมความถี่ที่มีค่า droop 3 Hz และควบคุมความถี่ในช่วง 1 Hz



รูปที่ 3 ฐานทดสอบ Microgrid CERTS



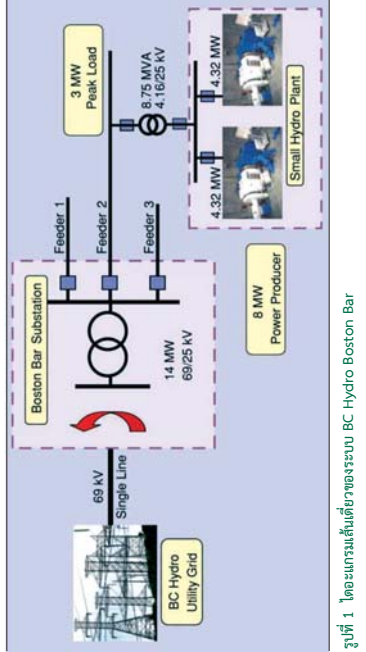
รูปที่ 4 ฐานทดสอบ Microgrid UW

คือ โรงผลิตไฟฟ้าพลังงานความร้อน Boralex (ล่างซ้าย) ที่เชื่อมต่อไปยังสถานีไฟฟ้า Semeterre โดยผ่านสายส่ง HQ 120kV ดังนั้นผู้ใช้ไฟ (Feeder) จากโรงผลิตไฟฟ้า Boralex ในโหมด island

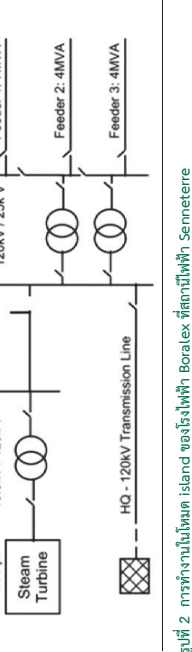
The CERTS tested - United States

ฐานทดสอบ CERTS นี้เป็นฐานทดสอบขนาดเต็มสเกลที่อยู่ใกล้กับ Columbus, Ohio และจัดการโดย American Electric Power (AEP) โดยมีจุดประสงค์เพื่อแสดงถึงความคงตัวในการเชื่อมต่อกับแหล่งพลังงานขนาดเล็กเข้ากับระบบ American Torsioner ที่ทำงานในสายอื่น 3 สาย สายแรกมี converter based source ขนาด 60 kW จำนวน 2 สาย ทั้งสองสายสายเดียวซึ่งมีเซมิคอนดักเตอร์เป็นแกนหลัก ส่วนสายที่สองที่สามต่อกับกริดไฟฟ้าและได้รับกำลังไฟฟ้าจาก DG เมื่อ static switch ปิดตัวจึงไม่มีการจ่ายไฟฟ้าไปยังกริดไฟฟ้า ทั้งนี้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าแต่ละ

เครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะทำงานอย่างเสถียรในโหมด isochronous ภายใต้โหลดที่เปลี่ยนแปลง โดยโหลดจึงประมาณ 7 MW ซึ่งรูปที่ 2 แสดงถึงโหมด island ของโรงไฟฟ้า Boralex ที่สถานีไฟฟ้า Semeterre



รูปที่ 1 โดเมนเริ่มต้นของระบบ BC Hydro Boston Bar



รูปที่ 2 การทำงานในโหมด island ของโรงไฟฟ้า Boralex ที่สถานีไฟฟ้า Semeterre

4) คือค่า set-point สองชุดสำหรับป้องกันกระแสเกินเพื่อใช้ในโหมด grid connect และโหมด island 5) เพื่อให้มีกระแส fault จำนวนมากขณะที่เกิด fault ที่สายอื่นนั้น ระบบการควบคุม excitation จะสร้างแรงดันที่เพิ่มขึ้นบวก เพื่อเพิ่มกระแสชดเชย

เมื่อเป็นโหมด island จะส่งสถานะการเปิดวงจรของกริดที่สถานีไฟฟ้า โดยใช้สายโทรที่ที่เชื่อมต่อระหว่างเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่อยู่ใกล้กับศูนย์ควบคุมจ่ายไฟ

7) การ black start จะใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบติดตั้ง on-site ขนาด 55 kW ถ้าหากเกิดการที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้าไม่สามารถทำงานในโหมด island ได้

8) การ synchronize แบบอัตโนมัติผ่านระบบทางไกล (remote auto-synchronization) ได้ถูกเพิ่มเข้าไปสถานีไฟฟ้าเพื่อทำการ synchronize และทำการเชื่อมต่อที่ island เข้ากับสายส่งแรงดัน 69 kV โดยไม่มีการดับไฟที่โหลด

ผลการดำเนินงานการให้ระบบไฟฟ้าของ BC Hydro มีความเชื่อถือได้เพิ่มขึ้นอย่างมาก และผู้ผลิตไฟฟ้าสามารถขายไฟฟ้าได้มากขึ้นด้วยเช่นกัน

Boralex planned islanding - Hydro Quebec (HQ), Canada

สถานีไฟฟ้าชื่อ Semeterre (120/25kV) ในสายของ Quebec มี 3 สาย จำนวน (Feeder 1 ถึง 3) รองรับผู้ใช้ไฟ 3,000 ราย ในภาคแปดสถานีมีโรงไฟฟ้า Steam Turbine ผ่านสายส่งแรงดัน 120 kV ระยะทางยาว 40 km ซึ่งผู้ใช้ไฟมีความต้องการการใช้ไฟทดแทนในพื้นที่หากสายส่งมีความต้องการ ระบบสำรอง

สามารถทำงานได้เร็วพอที่จะแยกและเปลี่ยนโหมดในการควบคุม Microgrid ในกรณีถึงจำเป็นต่อมีการรักษาแรงดันที่ต่ำกว่ากว่า 50% ของที่ติดตั้งในทุภาคของการทำงาน

ดังนั้นอุปกรณ์ในปัจจุบันจึงมีการใช้ static switch ที่ตอบสนองได้รวดเร็วหรือใช้สวิตช์ที่ใช้หลักการของตัวประมวลผลสัญญาณดิจิทัล (Digital Signal Processor : DSP) ในวิธีการเชื่อมต่อของสวิตช์กำลังและรีเลย์

การใช้เทคนิคการควบคุมและการสื่อสาร

โหนดรวมภายในระบบไฟฟ้าได้ และด้วยความที่ Microgrid มีลักษณะใกล้เคียงกับระบบสมาร์ตกริด Microgrid ควรที่จะสามารถควบคุมด้วยวิธีการรับตัวได้

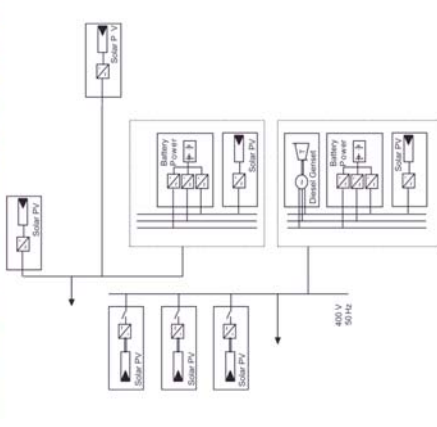
ปัจจุบันของการควบคุม Microgrid จะทำให้ระบบควบคุมของแหล่งผลิตแบบกระจายให้มีลักษณะเป็นอัตโนมัติ (Autonomous) โดยใช้การควบคุมจากส่วนกลางของพื้นที่ Microgrid หรือเป็น agent base (Local control) ก็ได้ ถ้าหากมีการควบคุมแบบออนไลน์ไม่สท ต้องการเพิ่ม DG เข้าไป จะทำให้อุปกรณ์จากการเพิ่มให้ที่ระบบ และใช้โมเดล peer-to-peer (ใช้ (N+1) DERs ในระบบ) ซึ่งจะลดความจำเป็นในการควบคุมจากส่วนกลางที่จะซับซ้อนและระบบสื่อสารที่เกี่ยวข้อง ส่วนระบบควบคุมแบบ agent base จะจัดการกับระบบควบคุมส่วนกลางและการควบคุมด้วยตนเองตามลำดับขั้นการทำงานที่เป็นอยู่ ซึ่งเป็นการใช้จุดต่อเพื่อที่ระบบควบคุมส่วนกลางและส่วนที่แบบอัตโนมัติ ซึ่งมักจะเป็นส่วนทางการพัฒนาแบบสมาร์ตกริดในอนาคต

การสื่อสารเป็นสิ่งที่สำคัญมากอย่างหนึ่งใน Microgrid ซึ่งจะใช้ระบบควบคุมและของบ่งชี้กัน โดยวิธีการสื่อสารพื้นฐานที่ใช้กันถึงปัจจุบันคือ เส้นใยแก้วนำแสง (Fiber optic), การสื่อสารผ่านคลื่นวิทยุ, สายโทรศัพท์, ใช้สายไฟฟ้าเป็นพาหะ, อินเทอร์เน็ต และการสื่อสารผ่านระบบ Global System for Mobile (GSM) ซึ่งในปัจจุบันมีการใช้โทรโคดที่หลากหลาย แต่ก็ยังอยู่ในระดับการสื่อสาร จึงทำให้ขาดความถี่และส่งผลให้การพัฒนา Microgrid เป็นไปอย่างรวรรคเร็ว

การทดสอบ Microgrid และฐานทดสอบ Microgrid

Microgrid เป็นหัวข้อที่มีการศึกษาและทดสอบกันทั่วโลก ส่งผลให้มาตรฐาน IEEE Standard P1547.4 ในส่วนของ Guide for Design, Operation, and Integration of Distributed Resource Island Systems with Electric Power Systems ซึ่งได้มีการพัฒนาขึ้นมาจาก IEEE Standard 1547-2008

การทดสอบระบบ Microgrid ยังไม่มีระบบทดสอบ benchmark ที่ยอมรับกันมาจากการดำเนินงานที่ส่วนใหญ่แล้วพื้นฐานทดสอบและการทำงานจะจากกันที่มี topology ที่แตกต่างกันด้วย ซึ่งในที่สุดก็มีการนำเสนอ Microgrid แบบทั่วไปบางแห่งนี้

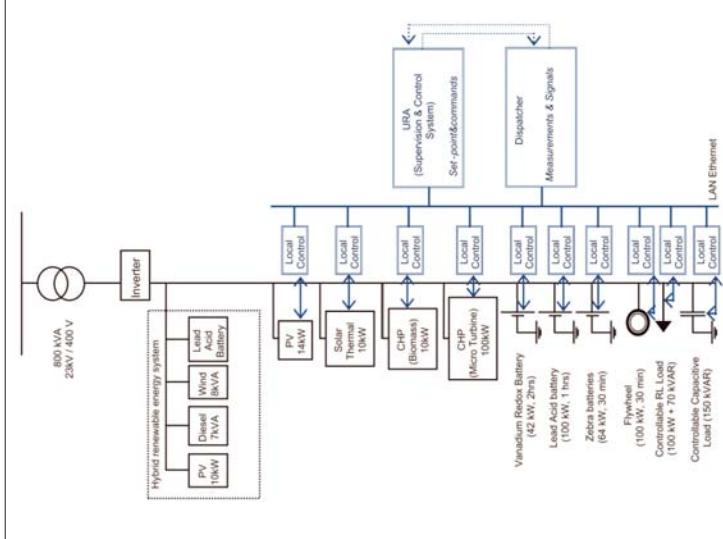


รูปที่ 8 Microgrid ที่ Kythnos Island

ในระดับต่ำ โดลแบบควบคุมได้จะหรือบล็อกเพื่อใช้...

เตรียมทางเทคนิคที่ได้จากโครงการคือ การได้ตัว...

อันต่อไปจะได้อีกแล้วคือสถานการณ์ปัจจุบันของ...

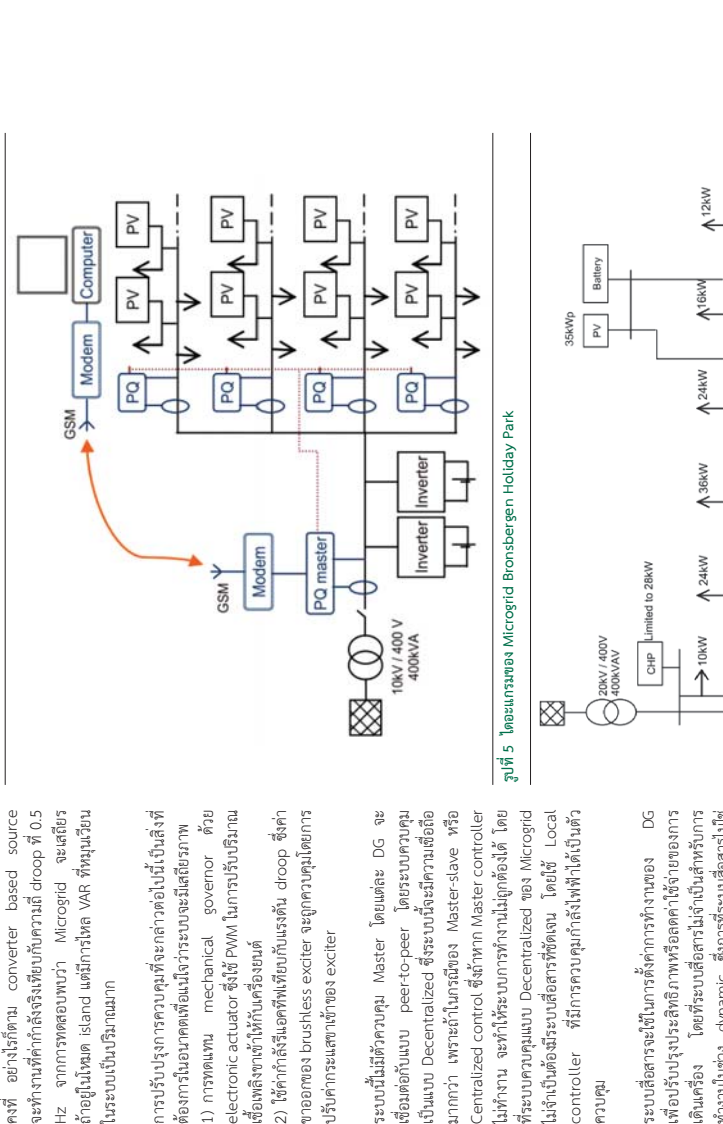


รูปที่ 7 โครงสร้างหลักของ Microgrid ทดสอบ CESI RICERCA DER

สำหรับแหล่งจัดเก็บพลังงาน ระบบควบคุม droop...

Kythnos Island Microgrid - Greece Microgrid Kythnos Island ที่แสดงในรูปที่ 8...

ความถี่ของกริดจะใช้เป็นข้อสังเกตสำหรับการจัดการ...



รูปที่ 5 โดลแบบของ Microgrid Bronsbergen Holiday Park

ระบบนี้ไม่มีตัวควบคุม Master โดยแต่ละ DG จะ...

ระบบทดสอบนี้ทำงานโดย Power Flow and Power...

รูปที่ 6 โดลแบบของ Microgrid ที่อยู่ที่ Am Steinweg ใน Stutensee

ครั้งที่ อย่างไรก็ตาม converter based source...

การปรับปรุงการควบคุมที่จะกล่าวต่อไปนี้เป็นสิ่งที่...

ระบบนี้ไม่มีตัวควบคุม Master โดยแต่ละ DG จะ...

รูปที่ 5 โดลแบบของ Microgrid Bronsbergen Holiday Park

ระบบนี้ไม่มีตัวควบคุม Master โดยแต่ละ DG จะ...

รูปที่ 6 โดลแบบของ Microgrid ที่อยู่ที่ Am Steinweg ใน Stutensee

ระบบทดสอบนี้ทำงานโดย Power Flow and Power...

รูปที่ 7 โครงสร้างหลักของ Microgrid ทดสอบ CESI RICERCA DER

สำหรับแหล่งจัดเก็บพลังงาน ระบบควบคุม droop...

อันต่อไปจะได้อีกแล้วคือสถานการณ์ปัจจุบันของ...



IEEE C57.13-2008 IEEE Standard Requirements for Instrument Transformers (part 23)

สมชาย เจริญศรีเกษ - somchai.chae@egat.co.th

8.6 Short-time characteristics (การทดสอบคุณลักษณะการทนแรงเสียดทานในช่วงสั้น)

8.6.1 Short-time mechanical rating tests (การทดสอบที่วัดการแรงเสียดทานในช่วงสั้น)

The test to demonstrate the short-time mechanical current rating of a current transformer shall be made by subjecting the transformer with the secondary winding short-circuited, to a fully asymmetrical short-circuit current of a duration of at least six cycles. The magnitude of the first asymmetrical peak current shall be 2.7 times the mechanical short-time current rating with the other peaks decreasing in magnitude.

การทดสอบเพื่อแสดงถึงคุณลักษณะการทนแรงเสียดทานของหม้อแปลงกระแส จะต้องทำโดยการป้อนหม้อแปลงกระแสด้วยกระแสไฟฟ้าที่มีความถี่เป็น 50 Hz และใช้กระแสไฟฟ้าที่มีความถี่เป็น 50 Hz เป็นเวลา 1 วินาที

การทดสอบเพื่อแสดงถึงคุณลักษณะการทนแรงเสียดทานของหม้อแปลงกระแส จะต้องทำโดยการป้อนหม้อแปลงกระแสด้วยกระแสไฟฟ้าที่มีความถี่เป็น 50 Hz และใช้กระแสไฟฟ้าที่มีความถี่เป็น 50 Hz เป็นเวลา 1 วินาที

The test to demonstrate the mechanical current rating of a current transformer shall be made by subjecting the transformer with the secondary winding short-circuited, to a fully asymmetrical short-circuit current of a duration of at least six cycles. The magnitude of the first asymmetrical peak current shall be 2.7 times the mechanical short-time current rating with the other peaks decreasing in magnitude.

การทดสอบเพื่อแสดงถึงคุณลักษณะการทนแรงเสียดทานของหม้อแปลงกระแส จะต้องทำโดยการป้อนหม้อแปลงกระแสด้วยกระแสไฟฟ้าที่มีความถี่เป็น 50 Hz และใช้กระแสไฟฟ้าที่มีความถี่เป็น 50 Hz เป็นเวลา 1 วินาที

การคำนวณค่าความต้านทานของขดลวดสายนำไฟฟ้าของหม้อแปลงกระแส โดยคำนวณจากค่าความต้านทานของขดลวดสายนำไฟฟ้าของหม้อแปลงกระแสและค่าความต้านทานของขดลวดสายนำไฟฟ้าของหม้อแปลงกระแส

การคำนวณค่าความต้านทานของขดลวดสายนำไฟฟ้าของหม้อแปลงกระแส โดยคำนวณจากค่าความต้านทานของขดลวดสายนำไฟฟ้าของหม้อแปลงกระแสและค่าความต้านทานของขดลวดสายนำไฟฟ้าของหม้อแปลงกระแส

8.6.2 Thermal short-time rating calculations (การคำนวณที่วัดการแรงเสียดทานในช่วงสั้น)

The calculation of temperature rise of a winding under short-time conditions is based on the assumption that heating is adiabatic i.e. that all of the energy developed in the winding during the period of the short circuit

การคำนวณการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิของขดลวดสายนำไฟฟ้าของหม้อแปลงกระแสภายใต้เงื่อนไขการทนแรงเสียดทานในช่วงสั้น

การคำนวณการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิของขดลวดสายนำไฟฟ้าของหม้อแปลงกระแสภายใต้เงื่อนไขการทนแรงเสียดทานในช่วงสั้น

การคำนวณการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิของขดลวดสายนำไฟฟ้าของหม้อแปลงกระแสภายใต้เงื่อนไขการทนแรงเสียดทานในช่วงสั้น

ohm-cm คือ ความต้านทานจำเพาะที่ 20°C ในหน่วยโอห์ม-เซนติเมตร
t is the duration of short circuit in seconds คือ ช่วงเวลาที่เปิดวงจรในหน่วยวินาที
T is the 234.5°C for copper คือ 234.5°C สำหรับตัวนำทองแดง
θ is the 225°C for EC aluminum คือ 225°C สำหรับตัวนำอลูมิเนียมที่ใช้ในงานไฟฟ้า
θs is the starting temperature in degrees Celsius คือ อุณหภูมิเริ่มต้นในหน่วยองศาเซลเซียส
θm is the maximum temperature in degrees Celsius คือ อุณหภูมิสูงสุดในหน่วยองศาเซลเซียส
K is the ratio of all stray conductor loss to the dc I²R loss of the winding at the starting temperature θs คือ อัตราส่วนของกำลังไฟฟ้ายุติเลียมที่สูญเสียของลวดตัวนำต่อกำลังไฟฟ้ายุติเลียมที่สูญเสียในขดลวดสายนำไฟฟ้าของขดลวดสายนำไฟฟ้า

ω is the natural logarithm คือ ลอการิทึมฐานธรรมชาติ (e=2.71828...)

This general equation may be simplified for most practical applications since short-time thermal ratings are based on a short-circuit duration of 1 s and except for large current transformer primary bars K is usually negligible.

สมการทั่วไปนี้อาจจะทำได้ง่ายโดยการนำไปใช้งานจริงส่วนใหญ่ เนื่องจากที่วัดการทนแรงเสียดทานในช่วงสั้น และยกเว้นขดลวดสายนำไฟฟ้าขนาดใหญ่ K เป็นค่าคงที่และมักจะถูกละเลยได้

The test to demonstrate the short-time mechanical current rating of a current transformer shall be made by subjecting the secondary short-circuited to at least one peak of a primary current having a crest value equal to 2.7 times the mechanical short-time current rating.

การทดสอบเพื่อแสดงถึงคุณลักษณะการทนแรงเสียดทานของหม้อแปลงกระแส จะต้องทำโดยการป้อนหม้อแปลงกระแสด้วยกระแสไฟฟ้าที่มีความถี่เป็น 50 Hz และใช้กระแสไฟฟ้าที่มีความถี่เป็น 50 Hz เป็นเวลา 1 วินาที

การทดสอบเพื่อแสดงถึงคุณลักษณะการทนแรงเสียดทานของหม้อแปลงกระแส จะต้องทำโดยการป้อนหม้อแปลงกระแสด้วยกระแสไฟฟ้าที่มีความถี่เป็น 50 Hz และใช้กระแสไฟฟ้าที่มีความถี่เป็น 50 Hz เป็นเวลา 1 วินาที

The test to demonstrate the mechanical current rating of a current transformer shall be made by subjecting the secondary short-circuited to at least one peak of a primary current having a crest value equal to 2.7 times the mechanical short-time current rating.

การทดสอบเพื่อแสดงถึงคุณลักษณะการทนแรงเสียดทานของหม้อแปลงกระแส จะต้องทำโดยการป้อนหม้อแปลงกระแสด้วยกระแสไฟฟ้าที่มีความถี่เป็น 50 Hz และใช้กระแสไฟฟ้าที่มีความถี่เป็น 50 Hz เป็นเวลา 1 วินาที

The test to demonstrate the mechanical current rating of a current transformer shall be made by subjecting the secondary short-circuited to at least one peak of a primary current having a crest value equal to 2.7 times the mechanical short-time current rating.

การทดสอบเพื่อแสดงถึงคุณลักษณะการทนแรงเสียดทานของหม้อแปลงกระแส จะต้องทำโดยการป้อนหม้อแปลงกระแสด้วยกระแสไฟฟ้าที่มีความถี่เป็น 50 Hz และใช้กระแสไฟฟ้าที่มีความถี่เป็น 50 Hz เป็นเวลา 1 วินาที

The test to demonstrate the mechanical current rating of a current transformer shall be made by subjecting the secondary short-circuited to at least one peak of a primary current having a crest value equal to 2.7 times the mechanical short-time current rating.

การทดสอบเพื่อแสดงถึงคุณลักษณะการทนแรงเสียดทานของหม้อแปลงกระแส จะต้องทำโดยการป้อนหม้อแปลงกระแสด้วยกระแสไฟฟ้าที่มีความถี่เป็น 50 Hz และใช้กระแสไฟฟ้าที่มีความถี่เป็น 50 Hz เป็นเวลา 1 วินาที

The test to demonstrate the mechanical current rating of a current transformer shall be made by subjecting the secondary short-circuited to at least one peak of a primary current having a crest value equal to 2.7 times the mechanical short-time current rating.

การทดสอบเพื่อแสดงถึงคุณลักษณะการทนแรงเสียดทานของหม้อแปลงกระแส จะต้องทำโดยการป้อนหม้อแปลงกระแสด้วยกระแสไฟฟ้าที่มีความถี่เป็น 50 Hz และใช้กระแสไฟฟ้าที่มีความถี่เป็น 50 Hz เป็นเวลา 1 วินาที

การทดสอบเพื่อแสดงถึงคุณลักษณะการทนแรงเสียดทานของหม้อแปลงกระแส จะต้องทำโดยการป้อนหม้อแปลงกระแสด้วยกระแสไฟฟ้าที่มีความถี่เป็น 50 Hz และใช้กระแสไฟฟ้าที่มีความถี่เป็น 50 Hz เป็นเวลา 1 วินาที

การทดสอบเพื่อแสดงถึงคุณลักษณะการทนแรงเสียดทานของหม้อแปลงกระแส จะต้องทำโดยการป้อนหม้อแปลงกระแสด้วยกระแสไฟฟ้าที่มีความถี่เป็น 50 Hz และใช้กระแสไฟฟ้าที่มีความถี่เป็น 50 Hz เป็นเวลา 1 วินาที

การทดสอบเพื่อแสดงถึงคุณลักษณะการทนแรงเสียดทานของหม้อแปลงกระแส จะต้องทำโดยการป้อนหม้อแปลงกระแสด้วยกระแสไฟฟ้าที่มีความถี่เป็น 50 Hz และใช้กระแสไฟฟ้าที่มีความถี่เป็น 50 Hz เป็นเวลา 1 วินาที



เซนเซอร์กระแสเส้นใยแก้วนำแสง – แบบตัวอิสระ

การทำให้เกิดกริดอัจฉริยะและสถานีไฟฟ้าย่อยแบบดิจิทัล

ดร. วราวุธ เสรีทิพย์ > worawut.sse-kok@th.abb.com

เอบีบี เป็นผู้ผู้นำด้านเทคโนโลยีสายไฟและอโตมาซึ่งทำให้หน่วยงานทางไฟฟ้าและกลุ่มอุตสาหกรรมสามารถปรับปรุงประสิทธิภาพในขณะที่ลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เอบีบีมีเครือข่ายการดำเนินงานกระจายตัวไปประมาณ 100 ประเทศ และเอบีบีได้ทำการผลิตหม้อแปลงวิธนามากกว่า 70 ปีแล้ว หม้อแปลงวัดดังกล่าวมีการประยุกต์ใช้งานในส่วนของการวัด เพื่อจัดเก็บรายได้จากการใช้งานไฟฟ้า การควบคุม การป้องกันและการป้องกันด้วยรีเลย์ หม้อแปลงวัดโดยเอบีบีขึ้น ถูกผลิตตามความต้องการและข้อกำหนดจากผู้ใช้งานที่หลากหลาย ความสำเร็จของหม้อแปลงวัดชนิดใหม่ ซึ่งใช้เทคโนโลยีของเซนเซอร์ด้วยเส้นใยแก้วนำแสง ซึ่งสามารถทำให้เกิดและสนับสนุนในเรื่องของกริดอัจฉริยะ (Smart grid) และสถานีไฟฟ้าย่อยแบบดิจิทัล (Digital substation)

บทนำ

การวัดกระแสไฟฟ้านำเป็นหนึ่งในฟังก์ชันที่สำคัญในการควบคุมและป้องกันระบบไฟฟ้ากำลัง หม้อแปลงวัดกระแสแบบแบบทั่วไปใช้หลักการของการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้าในการสร้างกระแสเหนี่ยวนำซึ่งมีค่าต่ำ โดยทั่วไปมีค่าเป็น 1A หรือ 5A ที่ค่าขีดจำกัดกระแสปฐมภูมิ โดยที่จะเป็นอินพุตสำหรับรีเลย์ป้องกันหรือการวัดค่าพลังงาน หม้อแปลงวัดกระแสชนิดนี้ได้ถูกใช้งานมาหลายทศวรรษแล้ว และสามารถทำงานได้อย่างแม่นยำเพื่อลดแม้กระทั่งภาวะแวดล้อมที่รุนแรงในสถานีไฟฟ้าจ่ายแบบภายนอกอาคาร

เอบีบีได้มีการพัฒนาเซนเซอร์กระแสไฟฟ้านำตัวแข็งทศวรรษที่ 1990 บนพื้นฐานของปรากฏการณ์ฟาราเดย์ (Faraday effect) ซึ่งแสงจะถูกใช้ในการระบุค่ากระแสเส้นใยแก้วนำแสงผ่านแม่เหล็ก เซนเซอร์การประยุกต์ใช้ในการตั้งแบบอิสระ เพื่อที่จะครอบคลุมการวัดกระแสในสถานีไฟฟ้าย่อยที่ระดับแรงดัน (Non-conventional current transformer) ที่มีความยาวเพียงแบบดิจิทัลและเหมาะสมสำหรับการประยุกต์ใช้ในการวัดกระแสในสถานีไฟฟ้าย่อยที่ระดับแรงดัน 245KV ถึง 800KV

การทำให้เกิดสถานีไฟฟ้าย่อยแบบดิจิทัลและกริดอัจฉริยะ

เซนเซอร์กระแสเส้นใยแก้วนำแสงแบบตัวอิสระ (Fiber optic current sensor – free standing, FOCS-FS) เป็นอุปกรณ์ใหม่ของเอบีบีที่ได้นำเสนอการปรับปรุงอย่างมีนัยยะสำคัญเหนือหม้อแปลงวัดกระแสแบบทั่วไปและสนับสนุนการตรวจสอบสถานะการเปลี่ยนแปลงดิจิทัลในสถานีไฟฟ้าย่อยแรงสูง การออกแบบ (ที่ขึ้นกับหม้อแปลงวัดกระแสแบบทั่วไป) ในแง่ของการทำงานที่ปลอดภัย การวัดค่ากระแสและกริดควบคุมงานที่ การลดต้นทุนการติดตั้งและน้ำหนักวม ทั้งเรื่องความน่าเชื่อถือและระยะเวลา การตอบสนองที่รวดเร็วของ FOCS และการวัดที่ถูกต้องแม่นยำในทั้งแบบ AC และทรานส์เซียนท์แบบ DC ส่งผลในการปรับปรุงฟังก์ชันการทำงานของการป้องกันและการมอนิเตอร์สถานีไฟฟ้าย่อย

การออกแบบดิจิทัลของ FOCS-FS จะถูกออกแบบสำหรับการสื่อสาร IEC 61850-9-2LE สำหรับการผนวกรวมเข้าสู่ระบบอัตโนมัติของสถานีไฟฟ้าย่อยแบบดิจิทัล

FOCS-FS ถูกออกแบบสำหรับสถานีไฟฟ้าจ่ายแบบดิจิทัล

FOCS-FS เป็นตัวประมวลผลของเอบีบี คือระบบเซ็นเซอร์ที่ขึ้นอยู่กับวิธีการรับสถานีไฟฟ้าย่อยแรงสูงทั้งหมด 245 KV ถึง 800 KV และถูกออกแบบให้มีความเข้ากันได้กับระบบเซนเซอร์สามเฟส (ดูรูปที่ 1) โดยมีชุดของไดโอดเลเซอร์อินทรีย์ (Optoelectronic module, OE) 2 ชุด, หัวเซนเซอร์ (Sensor head) 3 ชุด และเคเบิลใยแก้วนำแสงต่อระหว่างกัน ไม่ใช่อุต OE นั้นจะมีชุดของไดโอดเลเซอร์อินทรีย์ที่ละต่อกับชุดเคเบิล

ใยแก้ว (Fiber coil) ที่สามเฟส หัวเซนเซอร์แต่ละชุดจะมีขีดเส้นใยแก้วสองชุด เพื่อที่จะทำให้เกิดความเข้ากันได้ระหว่างระบบ ตัวต่อเส้นใยแก้ว (Fiber connector) ที่ไม่ดูด OE จะช่วยอำนวยความสะดวกในการติดตั้งเพราะไม่จำเป็นต้องทำการต่อเส้นใยแก้ว (Fiber splicing) ณ สถานีที่ติดตั้ง เส้นใยแก้วสองเส้นที่ต่อกันชุดเส้นใยแก้วจะถูกป้องกันในเคเบิลพิเศษซึ่งอยู่ภายในตัวควบคุมแบบวงจร (Hollow insulator) ซึ่งถูกติดตั้งด้วยไฟโซลิดโรน เคเบิลจะถูกกลอกไปยังระดับพื้นดินโดยอยู่ในกล่องและออกจากโพรงของตัวควบคุมผ่าน feed-through ที่กันน้ำขัง ไม่ดูด OE จะถูกติดตั้งในกล่องที่ติดตั้งกับเฟรมฐานรองของโพรงของตัวควบคุมหนึ่งในสาม (ดูรูปที่ 2)

- ไม่ดูด OE ให้ง่ายในการทำงานต่อใยแก้ว (ดูรูปที่ 3)
- แสงที่เป็นโพลาไรซ์ (Polarized light) ไปยังเซนเซอร์ (Sensor coil)
- รับแสงที่ถูกสะท้อนกลับจากเซนเซอร์
- เปรียบเทียบในภาควงจรแบบวงจรถัด (Close-loop control) ของการวัดกระแสฟอส ซึ่งได้รับการควบคุมแม่เหล็กและการแปรปรวนภูมิ
- แปลงผลไปสู่รูปแบบเอาต์พุตของรีด IEC 61850 แบบ optical

ไม่ดูด OE จะส่งเอาต์พุตแบบ optical ผ่านเคเบิลออปติคัลที่มีมาตรฐานไปยังอุปกรณ์วัดภูมิ เช่น รีเลย์ป้องกัน หรือ SAM 600 ที่เป็นส่วนรวมแบบแยกเป็นอิสระ (Stand-alone merging unit) อุปกรณ์วัดภูมิ

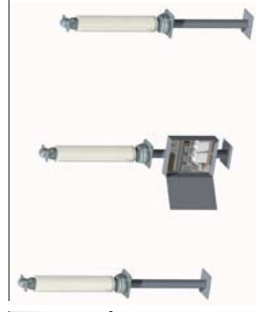


รูปที่ 1 ชุดเครื่องมือ FOCS 3 เฟส (แบบเชื่อมต่อ)

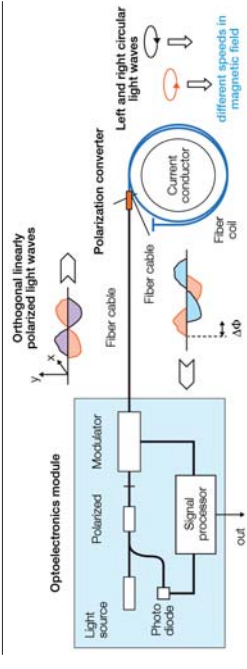
(ไม่ว่าจะเป็นของผู้ใช้หรือผู้ติดตั้ง) จำเป็นต้องลดความเสี่ยงในมาตรฐาน IEC 61850-9-2LE ซึ่งเป็นโปรโตคอลที่ใช้กันอย่างแพร่หลายสำหรับการประยุกต์ใช้ในกริดอัจฉริยะและสถานีไฟฟ้าย่อยแบบดิจิทัล

ผลกระทบต่อผู้ใช้จะได้รับจาก FOCS-FS

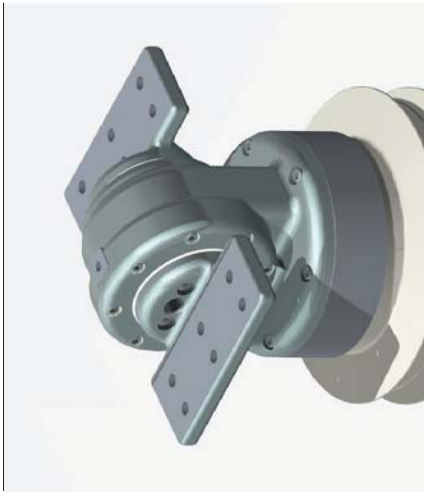
- การทำให้เกิดกริดอัจฉริยะและสถานีไฟฟ้าย่อยแบบดิจิทัล: การตอบสนองดิจิทัลจะถูกออกแบบสำหรับการสื่อสาร IEC 61850-9-2LE สำหรับการผนวกรวมเข้าสู่ระบบอัตโนมัติของสถานีไฟฟ้าย่อยแบบดิจิทัล
- โดยชุดแบบ “Plus and Play”: ระบบที่มีความเข้ากันได้กับชุดของไดโอดเลเซอร์อินทรีย์ที่เปลี่ยนได้ในขณะที่ไม่ต้องตัดไฟ (Hot swappable)
- ความแม่นยำ: ลดข้อจำกัดข้อกั้นการทำงานสัมพันธ์กับเรื่องความแม่นยำในช่วงที่กว้างของอุณหภูมิ การออกแบบที่ปราศจากอุณหภูมิที่กว้างแม่เหล็กในตัวเอง ดังนั้นจึงเหมาะสำหรับการทำงานที่ภาระและทรานส์เซียนท์ที่รวดเร็ว กระแสเสถียรและกระแสกลับที่มี DC offset
- ลดพื้นที่ที่ใช้ในสถานีไฟฟ้าย่อย: การออกแบบที่กะทัดรัดต้องการพื้นที่ที่น้อยลงเมื่อเปรียบเทียบกับหม้อแปลงวัดแบบทั่วไป
- ประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจ: ไม่ใช้น้ำมันหรือก๊าซ SF₆ ทำให้ FOCS กลายเป็นโซลูชันที่มีประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจ
- เชื่อถือได้: เรียบง่ายและแข็งแกร่งทนทานด้วยการ



รูปที่ 2 การติดตั้ง FOCS-FS 3 เฟส



รูปที่ 3 หลักการทำงานของเซนเซอร์กระแส



รูปที่ 4 หัวต่อของ FOCs และข้อต่อสายไฟสูงภูมิ

วินิจฉัยด้วยตัวเอง (Self-diagnosis) และฟังก์ชันการเตือนภัย ระดับที่แตกต่างกันของงานเข้าเชื่อมสามารถเลือกได้

- ปลอกหุ้ม: เนื่องจากมีสภาพที่แห้งตั้งแต่และการเติมก็ใช้ในโดรนเลนที่ระดับความดันบรรยากาศ FOCs จึงปราศจากความเสียหายจากไฟฟ้าหรือจากภาระเบ็ด

- การทำงานร่วมกันได้: เมกะเสลสำหรับการทำงานขอสถานีไฟฟ้าของขนาดแบบทั่วไป โปรโตคอล IEC 61850-9-2LE ที่ถูกใช้ทำให้เกิดการทำงานร่วมกันได้กับอุปกรณ์จากผู้ผลิตรายอื่น

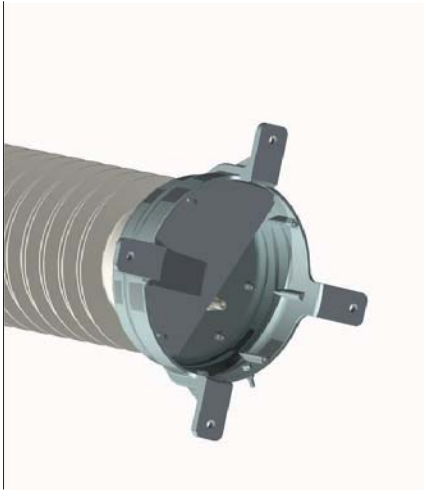
- งานวิศวกรรมที่ง่าย: การติดตั้งที่ง่ายและกะทัดรัดที่ง่ายเป็นทางเลือกที่ดีกว่าการติดตั้งที่ซับซ้อน การใช้เทคโนโลยีที่ง่ายในการติดตั้งที่ง่ายและการถอดออกที่ง่าย การทำงานที่ง่ายและสามารถเปลี่ยนและถอดออกได้โดยไม่ต้องใช้เครื่องมือ

- ง่ายต่อการติดตั้ง: FOCs มีน้ำหนักเบา ขนาดกะทัดรัดและมีความยืดหยุ่นในตัวที่สนับสนุนการติดตั้งที่ลดลง การใช้เทคโนโลยีที่ง่ายในการติดตั้งที่ง่ายและการถอดออกที่ง่าย การทำงานที่ง่ายและสามารถเปลี่ยนและถอดออกได้โดยไม่ต้องใช้เครื่องมือ

รายละเอียดในการออกแบบ FOCs-FS

- ส่วนหัว (Head): การออกแบบการห่อหุ้มที่เหมือนกับโครงข่ายระดับแรงดันและกระแส การออกแบบยังรวมไปถึงการติดตั้งหัวของเซอร์ที่ส่งในการที่มีมีการเพิ่มความซ้ำซ้อนขึ้น (รูปที่ 4)

- ข้อต่อสายไฟสูงภูมิ (Primary terminal): สามารถ



รูปที่ 5 ส่วนฐานของ FOCs-FS และทางออกเส้นใยแก้วนำแสง

เปลี่ยนแปลงได้ตามความต้องการของใช้ (ลูกค้) และมีมาตรฐานที่เกี่ยวข้อง และสามารถที่จะให้เป็นในลักษณะที่ไม่มีสัมผัส (Contactless) ได้เช่นกัน (แบบที่ไม่มีสัมผัสด้วยไฟ) หัวสัมผัสจะเป็นอิมูนิตีและมีความรู้ที่แม่นยำของสถานะของเซ็นเซอร์ที่สามารถปรับหัวสัมผัสหลัก (รูปที่ 4)

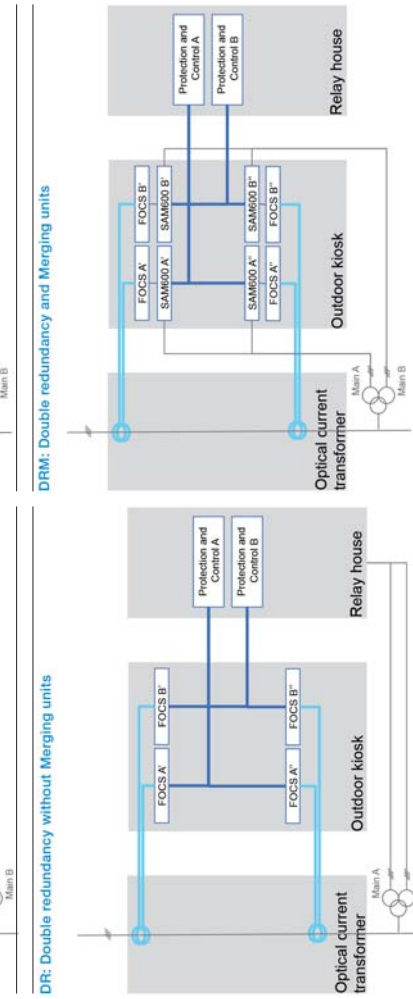
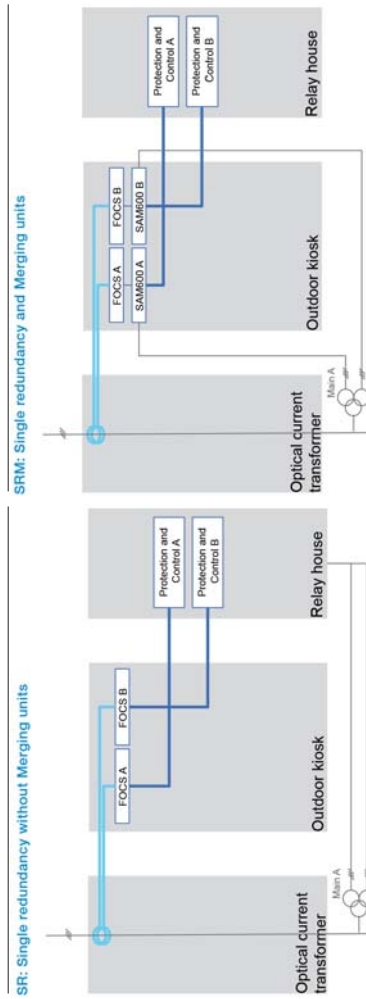
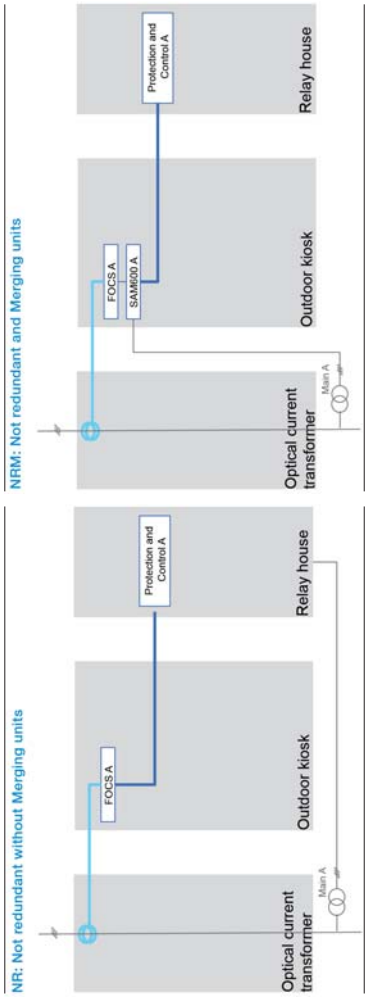
- ตัวหมุน (Insulator): ใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัยแบบกลวง ซึ่งสามารถใช้รวมรวมที่มีเส้นใยแก้วนำแสงที่ทนทานในระดับของอุปกรณ์

- ส่วนฐาน (Basement): ส่วนฐานทำจากอลูมิเนียม ซึ่งถูกออกแบบให้ใช้กับทุกระดับแรงดัน (245-800kV) เส้นใยแก้วนำแสงจะถูกเชื่อมและแยกจากส่วนฐานในระหว่างการผลิตและการก่อสร้าง ณ สถานที่ติดตั้ง (รูปที่ 5)

อุปกรณ์ FOCs-FS มีสำหรับที่ระดับแรงดัน 245-800 kV และสามารถรองรับแรงดันที่มากถึง 4000A และกระแสตรงสูงสุด 63kA ค่าพารามิเตอร์ทางเทคนิคและรายละเอียดของอุปกรณ์สามารถอ้างอิงได้จาก [1]

รูปแบบต้นแบบปรับโมดูลการเชื่อมต่อของระบบ

ระดับของงานเข้าเชื่อมสามารถเฉพาะเจาะจงด้วยจำนวนของหน่วยย่อยไดโอดอิเล็กทรอนิกส์ที่รวมรวมในระบบ โดยทั่วไปการประยุกต์ใช้ในการป้องกันจะต้องการระดับความซ้ำซ้อนเชิงเดี่ยว (Single redundant) ซึ่งปรับขนาดด้วยหน่วยย่อยไดโอดอิเล็กทรอนิกส์ 2 ชุด ซึ่งทำงานอิสระต่อกันและต้องแยกกัน ความซ้ำซ้อนอื่น เช่น เมื่อไม่มีความซ้ำซ้อน (Non redundant) จะมีหน่วยย่อยไดโอดอิเล็กทรอนิกส์เพียงชุดเดียว และถ้าเป็นความซ้ำซ้อนเชิงคู่ (Double redundant) จะใช้หน่วยย่อยไดโอดอิเล็กทรอนิกส์จำนวน



รูปที่ 6 ระดับความซ้ำซ้อนที่แตกต่างกัน

ของบิตที่เมือง Lodi ประเทศอิตาลี ซึ่งได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO 9001:2008, ISO 14001:2004 และ OHSAS 18001:2007

เขียนเรียงจาก [1] ABB High Voltage Product, "Fiber Optics Current Sensor - Free Standing (FOCS-FS), Enabling Smart Grids and Digital Substations", Doc. No. 2GJA70828 [2] <http://new.abb.com/substation-automation/systems/sam600>



Moving to smart switchgear for primary and secondary substations

Medium-voltage (MV) กำลังมีวิถีระบบการส่งจ่ายกำลังไฟฟ้า ให้กำลังที่มีคุณภาพสม่ำเสมอจากแหล่งกำเนิดไฟฟ้าที่อยู่ห่างไกล และระบบตัดต่อพื้นฐาน และระบบป้องกัน นอกจากนี้ยังเป็นภาระเน้นย้ำเรื่องคุณภาพและความน่าเชื่อถือของระบบ ซึ่งมีขึ้นเกี่ยวกับการเชื่อมต่อในระบบสายส่งทั่วโลก ด้วยความปลอดภัย ระบบมีความน่าเชื่อถือ อีกทั้งยังเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมมากขึ้น การติดตั้งและการดำเนินงานอย่างง่ายตามนี้คือเหตุผลของ MV distribution networks ได้มีการพัฒนาแนวคิด UniGear Digital สำหรับ primary substations (SafeRing, SafePlus) และ secondary substations (SafeRing)

การเปลี่ยนแปลงครั้งสำคัญของการอุตสาหกรรมพลังงาน มีการอ้างอิงดัชนีของเขตต่างๆ ในระบบอุตสาหกรรมที่คล้ายคลึงกับ system average interruption duration index (SAIDI) และ system average interruption frequency index (SAIFI) หลายๆ รัฐบาลนำระบบโครงข่ายเข้ามาเพิ่มประสิทธิภาพ นอกจากนี้การติดตั้งพลังงานไฟฟ้ากำลังนำเทคโนโลยีผนวกเข้าด้วยกันเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ไฟฟ้า เช่น พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานลม

ตั้งแต่ระบบสายส่งยุคบุกเบิกเกิดขึ้น มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง และนำไปสู่การกำเนิดระบบที่เรียกว่า "Smart grid" ในระบบการส่งจ่ายกำลังไฟฟ้า Smart grid เป็นการทำงานทางเลือกอัจฉริยะที่มี

ประสิทธิภาพ ความน่าเชื่อถือ และสร้างรากฐานที่มั่นคงในระบบอัตโนมัติที่ใช้ใน primary and secondary substation

UniGear Digital switchgear
ABB UniGear Digital ไม่ได้เป็นเพียงสินค้าที่เป็นที่ยอมรับ แต่ยังเป็นแนวคิดใหม่ของ MV switchgear แนวคิดนี้ผนวกระบบป้องกัน การควบคุม การวัดค่า และการสื่อสารโดยระบบดิจิทัล ซึ่งเป็นกิจกรรมของ current sensor และ voltage sensor ใน MV switchgear เข้ากับอุปกรณ์ป้องกัน (intelligent electronic devices (IEDs)) และ IEC 61850 แนวคิดนี้รวบรวมไว้ใน UniGear ZS1 ซึ่งเป็น ABB MV air-insulated switchgear ใช้ในฟังก์ชัน primary substations (ดังแสดงในรูปที่ 1)

Switchgear เหล่านี้ผลิตมากกว่า 200,000 unit ทั่วโลกและติดตั้งใน 100 ประเทศทั่วโลก และ UniGear ZS1 มีความต้องการในอุตสาหกรรมต่างๆ เช่น เหมืองแร่ เหล็กกล้า เหมืองแร่ เคมี โรงงานไฟฟ้า เป็นต้น แต่ผู้บริโภคต้องการสินค้าที่มีค่าใช้จ่ายที่น้อยกว่าและง่ายในการติดตั้ง แต่ยังคงแนวคิดของ UniGear Digital คือ one size fit all

การดูผู้เชี่ยวชาญที่น้อยกว่าด้วยแนวคิด UniGear Digital นี้ สามารถประหยัดได้ถึง 250 MW/hr ตลอดอายุการใช้งาน 30 ปี และช่วยลดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้ถึง 150 ตัน ค่าใช้จ่ายที่ลดลงมาจาก UniGear Digital ทำให้เกิดการติดตั้งน้อยครั้ง และใช้พื้นที่ในการติดตั้งน้อยลง



รูปที่ 1 UniGear Digital switchgear

Switching gears

วิบูลย์ ศีตติง > varistha.deejeing@th.abb.com

มาตรฐาน IEC 61850 เป็นสิ่งที่เพิ่มความเสถียรในการป้องกันและควบคุมของ IEDs รวมทั้งการสื่อสารในแนวของ GOOSE (generic object-oriented substation events) ซึ่งเป็นนิยมใช้ในสถานีไฟฟ้า การทำงานไม่ซับซ้อน ทำให้พบปัญหาและประสิทธิภาพในการทำงานได้ง่ายขึ้น

Secondary substation automation products

สองตัวประกอบที่สำคัญของ Smart Grid ที่ใช้ใน secondary substation คือ มีระบบอัตโนมัติสำหรับ secondary switchgear และระบบสื่อสาร SCADA (supervisory control and data acquisition) ABB มี secondary switchgear ที่ใช้แก๊สเป็นฉนวน คือ SafeRing และ SafePlus (RMUs) (ดังแสดงในรูปที่ 2) และฉนวน อากาศ (AIS) คือ Unisec (ดังแสดงในรูปที่ 3)

SafeRing และ SafePlus ออกแบบง่ายต่อการใช้งาน และประกอบด้วยตัวถังแคสเทิล ที่ปิดผนึก ทำให้แทบไม่ต้องมีการซ่อมบำรุง ทำให้มั่นใจได้ถึงความน่าเชื่อถือและความปลอดภัย Unisec เป็น secondary switchgear ที่ใช้ใน secondary substation ไม่ใช่อุปกรณ์ในการใช้พื้นที่ ฉนวนกีดกันง่ายต่อการใช้งาน

Secondary substation automation

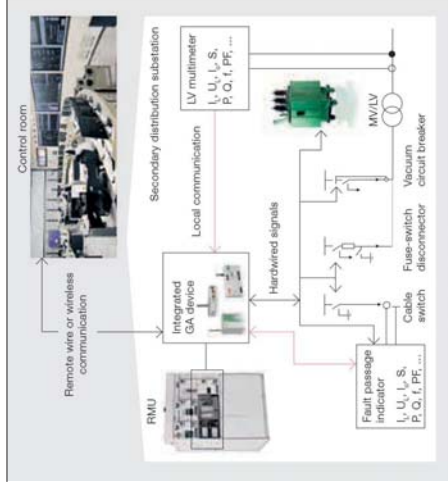
การใช้งาน ในระบบอัตโนมัติของ MV Switchgear พร้อมกัน ตารางของการควบคุมอุปกรณ์ภายใน Substation (ดังแสดงในรูปที่ 4)

การปรับปรุงระบบอัตโนมัติในระบบสื่อสารในสถานีไฟฟ้าย่อย จะช่วยให้สามารถปฏิบัติงานทางไกลได้ ABB secondary switchgear มีระดับที่เพิ่มขึ้นที่แตกต่างและหลากหลาย และผู้ใช้งานสามารถเลือกใช้ที่เหมาะสม (ดังตาราง Typical automation level features) แต่ละระดับมาพร้อมกับแพคเกจมาตรฐานของ IED ดังนี้

- Power supply backup source for IEDs (24V DC batteries)
- Wired and/or wireless (GSM/GPRS) communication interfaces
- Preconfigured IEC 60870-5-104 remote protocol signals

Smart grid in Rome

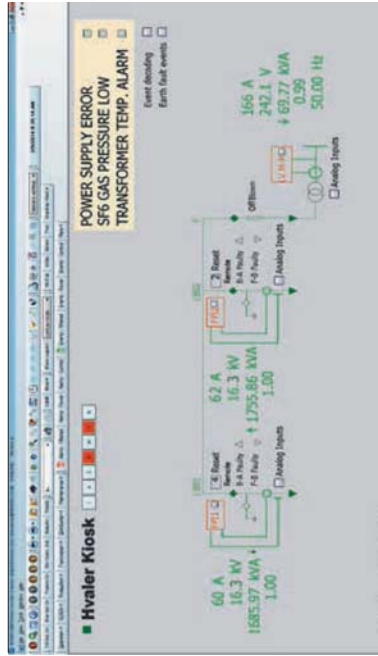
Acea Distribution เป็นบริษัทส่งจ่ายไฟฟ้าสัญชาติอิตาลี ทั้ง MV และ LV ที่มีเป้าหมายในการพัฒนาระบบอัจฉริยะในกรุงโรม ซึ่งมีประชากรกว่า 1 ใน 8 ไปรษณีย์อัจฉริยะได้รับการอนุมัติและทุน จากหน่วยงานผลิตไฟฟ้าของรัฐบาล ในขั้นตอนการทดลอง ABB ติดตั้ง UniseC, current sensor, voltage sensor, และ IEDs สำหรับ secondary substations



รูปที่ 4 Whole system overview

Feature	Level name:			
	Monitoring	Control	Measurement	Protection
MV network switches position monitoring	X	X	X	X
MV network fault monitoring (including fault direction)	X	X	X	X
Distribution transformer feeders fault monitoring	X	X	X	X
MV network switches position control	n/a	X	X	X
MV network analog values measurement	n/a	n/a	X	X
Protection functions (including autorecloser)	n/a	n/a	n/a	X
MV network faults indication reset command	o	o	o	o
LV network analog values measurement	o	o	o	o
Distribution transformer feeders emergency trip command	o	o	o	o
Customer-specific signals (LV network faults, water intrusion, etc.)	X	X	X	X

รูปที่ 5 Typical automation level features



รูปที่ 6 SCADA screenshot

ในการสื่อสารเราใช้ GOOSE ตามมาตรฐาน IEC 61850 ผ่านเครือข่ายไร้สาย

Norwegian Smart Grid Centre เป็นเวลาสองปีที่ผ่านมาแล้ว เกาะ Hvaler ในประเทศนอร์เวย์ Hvaler มีทั้งหมด 3,000 หลังคาเรือน และ 4,300 condominiums มีจำนวนประชากรที่อาศัยในฤดูหนาว 4,000 คน และฤดูร้อน 30,000 คน ได้ทดลองใช้เทคโนโลยีนี้ ในระบบส่งจ่าย MV และ LV เรียกไปรษณีย์ว่า DeVID (Demonstration and Verification of Intelligent Distribution networks) และเป็นส่วนหนึ่งของโครงการ the Norwegian Smart Grid Centre

Smart switchgear ได้สร้างความเป็นประโยชน์อย่างมาก ในกรณีตัวอย่างของ Smart grid in Rome และ Norwegian Smart Grid Centre ในช่วงเริ่มต้นของ Smart grid แหล่งพลังงานทดแทน ที่ผลิตและมีการส่งจ่ายมากขึ้น เป็นปัจจัยหลักที่สนับสนุนผลิตภัณฑ์ในอนาคต

ABB เข้าร่วมโครงการ DeVID และการมีส่วนร่วมใน compact secondary substation (CSS) ติดตั้ง SafeRing 24 kV เพื่อค้นหาความเสถียรของ DeVID ได้อย่างรวดเร็ว และการตรวจสอบคุณภาพไฟฟ้าและโหลดของเครือข่าย

CSS มีการตรวจสอบผ่านโครงข่าย SCADA ของ ABB ผ่านระบบ GSM ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของ บริษัท Ventyx จากรูปที่ 6 SCADA screenshot จะเห็นว่า มี 2 Load break switches ใน RMU ซึ่งสามารถควบคุมผ่านระบบ SCADA และมีการตรวจสอบการวัดประมาณ 200 parameters

รูปที่ 3 UniseC for smart grids



รูปที่ 2 SafeRing GIS RMU for smart grids



Power Transformers (ตลท 26)

panipit@prasangthai.com

16.6.2 อากรรณกรโดยสมณแม่เหล็กไฟฟ้า

ที่หม้อแปลง

ขณะที่มีหม้อแปลงทำงานในสถานะที่ว่าง / ไม่ใช้งาน

“ฯ” อากรรณกรโดยสมณแม่เหล็กไฟฟ้าลักษณะต่างๆ ได้

อากรรณกรโดยสมณแม่เหล็กไฟฟ้ามีลักษณะต่างๆ ดังนี้

- สัญญาณรบกวน (Harmonics)
- สัญญาณรบกวนร่วม (Inter-Harmonics)
- แรงดันไฟฟ้าสูงเกินขีด
- แรงดันไฟฟ้าไม่สมดุล
- กระแสสูงเกินขีด
- ความถี่ไฟฟ้าไม่คงที่

สัญญาณรบกวน

สัญญาณรบกวนมาจากแรงดัน / กระแสไฟฟ้า sine

crve ซึ่งความถี่เป็นค่าความถี่รวมสำหรับการทำงาน

จากกรรณกรแบบ

อุปกรณ์ที่ติดกับแรงดัน / กระแสไฟฟ้า non-linear มักเกิดอากรรณกรสัญญาณรบกวนจากกระแส ซึ่งทำให้แรงดันไฟฟ้าตกที่ความถี่ความถี่ของกระแส

ตามมาตรฐาน IEC 60076-1 Power Transformers

Part 1: ทั่วไป คุณสมบัติของแรงดันไฟฟ้าที่เข้าหม้อแปลงควรเป็นสัญญาณ sine curve ซึ่งไม่จำเป็นต้องเป็นเส้นตรงสำหรับไฟฟ้าทั่วไป แต่จะจำเป็นสำหรับ converter loading ถ้าสัญญาณรบกวนจะต้องไม่เกิน 5% หรือแม้แต่เพียง 1% ควรระบุในข้อกำหนดและใบสั่งซื้อ

สัญญาณรบกวนจากกระแสให้เกิดการสูญเสียเนื่องจากการกระ (load losses) และความร้อน เป็นปัจจัยที่

สูงขึ้นหลายเท่าตัว

สัญญาณรบกวนร่วม

ค่าความถี่ของกระแสแรงดันไฟฟ้าที่เกิดขึ้นโดยรวมจะไม่เป็นตัวล้นจำนวนเต็มจำนวนเท่าของค่าความถี่ปกติ โดยอาจปรากฏเป็นค่าความถี่ย่อยหรือความถี่รวมก็ได้ สัญญาณรบกวนรวมสามารถเกิดขึ้นได้เนื่องจาก converters มอเตอร์หม้อแปลง เครื่องเชื่อมกระแสไฟฟ้าหรือเตากระแส ไฟฟ้าที่ใช้มีชนิดต่างๆ กัน สัญญาณรบกวนร่วมเป็นปัจจัยที่มักจะต้องพิจารณาในการออกแบบหม้อแปลง

แรงดันไฟฟ้าสูงเกินขีด

แรงดันไฟฟ้าสูงเกินขีดเกิดขึ้นที่ขดลวดขั้วครและถาวร ทำให้ปริมาณแม่เหล็กไฟฟ้าที่แกนหม้อแปลงเพิ่มขึ้นมากกว่า 5% เปรียบเทียบกับปริมาณแม่เหล็กไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจากแรงดันไฟฟ้า ปกติแกนแม่เหล็กไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจากแรงดันไฟฟ้าที่อัดตัว = 2.03 เหลือ ถ้าค่าสูงกว่านี้ อนุสมฤทธิ์ที่โครงสร้างดีดกลับและที่ถังน้ำมันจะสูงเกินขีด รวมทั้งปริมาณกระแสเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้าและสัญญาณรบกวนจะเพิ่มขึ้นหลายเท่า รายละเอียดแรงดันไฟฟ้าสูงเกินขีดขั้วครและขั้วขณะ ขึ้นอยู่ที่ 15

แรงดันไฟฟ้าไม่สมดุล

ตามมาตรฐาน IEC 60076-1 Power Transformers Part 1 โดยทั่วไป แรงดันไฟฟ้า 3 เฟส ที่เข้าหม้อแปลง จะสมมาตรหรือสมดุลในการการทำงานปกติ

สาเหตุหลักของอากรรณกรแรงดันไฟฟ้าที่ไม่สมดุลคือ เนื่องจากการที่ไม่สมดุล เมื่อแรงดันไฟฟ้าที่ว่างไม่สมดุล แรงดันที่ลดลง 1 หรือ 2 เฟส จะสูงกว่าปกติทำให้ปริมาณความหนาแน่นของแม่เหล็กไฟฟ้าที่ขดลวดที่แกนหม้อแปลงเพิ่มขึ้นตาม ถ้าปริมาณของเส้นรวมกันที่ขดลวดที่ขั้วครสูงเกินไปที่โครงสร้างดีดกลับและที่ถังน้ำมันจะสูงเกินขีด และทำให้ปริมาณกระแสเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า และสัญญาณรบกวนที่ไหลจะเพิ่มขึ้น รวมทั้งเสียงจากการทำงานของหม้อแปลงอาจดังเพิ่มขึ้น

ไม่มีถูกเพิ่มขึ้นบ่อยว่า แรงดันไฟฟ้าไม่สมดุลที่หม้อแปลงสามารถยอมให้เกิดขึ้นได้มาก-น้อยเพียงใด

จะค่อนข้างหรือวิธีการจัดการเป็นการดีไป ก่อนตั้งข้อควรระวัง ถ้าหากทราบปริมาณการเกิดแรงดันไฟฟ้าไม่สมดุล จะช่วยให้สามารถออกแบบเพื่อป้องกันแก้ไขได้ อันที่จริงโดยทั่วไป เฟส เข้ากับหม้อแปลงที่ติดตั้งเรียบร้อยแล้ว ควรทำการวิเคราะห์หรือผลกระทบที่อาจเกิดขึ้น

ในกระแสเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้าที่หม้อแปลงจะมีสัญญาณรบกวนเกิดขึ้นเนื่องจากสัญญาณ non-linear

ปกติ ปริมาณของกระแสเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้าจะเพิ่มขึ้นเพียง 1% ของกระแสใช้งานหม้อแปลง และสัญญาณรบกวนที่เกิดขึ้นจะน้อยมาก แต่ถ้าหากแรงดันไฟฟ้าป้อนเข้าสูงกว่าแรงดันไฟฟ้าใช้งาน จะทำให้กระแสที่แกนหม้อแปลงอัดตัว กระแสเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้าและสัญญาณรบกวนจะเพิ่มขึ้น

เนื่องมาจากเกิดการลัดวงจรในเครือข่าย กระแสลัดวงจรที่เกิดขึ้นอาจ = 10-20 เท่า ของกระแสปกติที่หม้อแปลงหรืออาจสูงกว่า ทำให้ไม่เหมาะสมที่จะทำการทดสอบและอุปกรณ์ยึด ขณะที่จะกระแสลัดวงจรเกิดขึ้น นอกจากนั้น ที่ทดสอบปริมาณกระแสสูงจะทำให้ข้อมูลผิดพลาดสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว

ปกติหม้อแปลงจะออกแบบให้สามารถทนทานกระแสลัดวงจรได้ในระดับหนึ่งและระยะเวลาไม่เกิน 2 วินาที โดยที่ระดับหม้อแปลงจากแหล่งพลังงานหรือระยะเวลาสั้นกว่า แล้วแต่ตกลงกันระหว่างผู้ซื้อและผู้ผลิต

จากประสบการณ์ การให้บริการหม้อแปลงที่ผลิตจากโรงงานที่มีประสบการณ์มักจะไม่ค่อยเกิดปัญหา เนื่องจากกระแสลัดวงจร

ความถี่ไฟฟ้าไม่คงที่

ในระบบจ่ายกระแสไฟฟ้าหลัก อากรรณกรที่องกระแสไฟฟ้าเปลี่ยนแปลงความถี่ค่ากำหนดปกติไม่เกิน ±1 เฮิรตซ์ และเป็นอากรรณกรที่ควรวัดเปลี่ยนแปลงความถี่ขึ้นน้อยมาก

ความถี่กระแสไฟฟ้าตามมาตรฐาน 50 เฮิรตซ์ ถ้าเปลี่ยนแปลงเป็น 49 เฮิรตซ์ ปริมาณแม่เหล็กไฟฟ้าที่แกนหม้อแปลงจะเพิ่มขึ้น 2% ที่แรงดันไฟฟ้าเท่ากัน

ระบบจ่ายกระแสไฟฟ้าที่ไปเสาคอของระบบจ่ายกระแสไฟฟ้าหลัก (อาทิ ระบบจ่ายกระแสไฟฟ้าเกาะ) ความถี่กระแสไฟฟ้าอาจเปลี่ยนแปลงมากถึง ±4% ทำให้ปริมาณแม่เหล็กไฟฟ้าที่แกนหม้อแปลงเพิ่มขึ้น 4% เป็นเหตุการขึ้นค่าวิศวกรรมสำหรับการออกแบบหม้อแปลง

วิธีการหรือทราบค่าสูงของอากรรณกรรวมทั้งเครื่องมืออย่างใดก็อย่างใดของทางทฤษฎีหรือวัดค่าที่เกิดขึ้นจริง ค่าสูงของอากรรณกรรวมกันจะไม่คงที่ แต่เปลี่ยนแปลงตามสถานที่และเวลา ดังนั้น ค่าที่แท้จริงจะหาหรือทราบไปได้อย่างมากหรืออาจไม่สามารถทำได้ ถึงแม้ว่าการเปลี่ยนแปลงไม่เกิดขึ้นบ่อยก็ตาม

ปกติทั่วไป การกำหนดระดับความสามารถเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้า โดยเข้าสู่ของอากรรณกรรวมกันวิธีวิธีที่เหมาะสมในทางปฏิบัติและช่วยประหยัด เนื่องจากอุปกรณ์เครื่องมือ ส่วนมากค่าสูงสุดของอากรรณกรรวมกันมักไม่ตรงกันจากที่กล่าวข้างต้น นิยามที่เหมาะสมของระดับความ

สามารถเข้ากันได้ทั้งแม่เหล็กไฟฟ้าคือ ค่าซึ่งระดับอากรรณกรรวมกัน (เป็นค่าตัวเลข) เกิดขึ้นสูงกว่า

นานา ครั้ง ตัวอย่าง = 1-2% ฯลฯ การตรวจสอบคุณสมบัติความสามารถเข้ากันได้ทั้งแม่เหล็กไฟฟ้าของหม้อแปลง เมื่อต้องการติดตั้งและแม่เหล็กไฟฟ้าสูงเกินขีดจะใช้วิธีการทดสอบ IEC transformer standards 60076-3, 60076-5 และ 60726 สำหรับวิธีการทดสอบอุณหภูมิ (Thermal testing) หม้อแปลง จะต้องพิจารณาผลกระทบจากกระแสสัญญาณรบกวน รวมด้วยตามข้อกำหนดมาตรฐาน IEC 61378-1

16.6.3 สมณแม่เหล็กไฟฟ้าใกล้เคียงกับหม้อแปลงทั่วไป หม้อแปลงจ่ายกระแสไฟฟ้าที่ค่าอัตราส่วนแรงดันไฟฟ้าปานกลางและค่าที่ใช้สำหรับปฏิบัติการและอุตสาหกรรมมักติดตั้งอยู่ในหรือบริเวณอาคาร ส่วนแม่เหล็กไฟฟ้าจากหม้อแปลงอาจรบกวนการทำงานของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่อยู่ใกล้เคียง กล่าวคืออาจเป็นปริมาณแม่เหล็กไฟฟ้าจากหม้อแปลงอาจสูงกว่าที่อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์สามารถรับได้

จาก IEC 61000-27 “Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 2: Environment – Section 7 Low frequency magnetic fields in various environments” ผลการวัดสนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่ตลาดสนามแม่เหล็กไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่ความถี่ 315 KVA โดยมีสัญญาณรบกวนอยู่ด้วยประมาณที่ความถี่ 2 คา 50 เฮิรตซ์ และ 0.2 กิโลเฮิรตซ์ ได้ค่าสูงสุดที่บริเวณต่างๆ ดังในตารางข้างใต้

ผลการวัดที่ระยะ 10 ม. ห่างจากสถานีหม้อแปลง พบว่าสนามแม่เหล็กไฟฟ้าอยู่ที่

จากประสบการณ์การวัดสนามแม่เหล็กไฟฟ้ารอบหม้อแปลง พบว่าค่าที่วัดได้ขึ้นอยู่กับวิธีการวัดที่ใช้ในปัจจุบันซึ่งไม่มีรายละเอียดวิธีวัดสนามแม่เหล็กไฟฟ้ารอบหม้อแปลงที่ได้ค่าสนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่มาตรฐานสากล อย่างไรก็ตาม ค่าสนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่วัดได้ในตารางมีความน่าเชื่อถือและเป็นไปตามความคาดหวัง

ในรายงาน CENELEC report R014-001 “guide for the evaluation of electromagnetic fields around power transformers (แนวทางวิธีทดสอบแม่เหล็กไฟฟ้ารอบหม้อแปลงไฟฟ้า)” มีสูตรคำนวณสนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่หม้อแปลง ซึ่งตำแหน่งติดตั้งง่าย ไม่ซับซ้อนยุ่งยาก

สถานที่ / บริเวณที่วัด	สนามแม่เหล็กไฟฟ้า (แอมป์/ม)	ความหนาแน่นของเส้นแม่เหล็กไฟฟ้าในอากรรณกร (ไมโครเวสตัน)
50 เฮิรตซ์	0-2 กิโลเฮิรตซ์	0-2 กิโลเฮิรตซ์
ดีดกับขั้วหม้อแปลง	200	300
ขดลวดหม้อแปลง	15	60
ดีดกับสายไฟแรงดันไฟฟ้าต่ำ	20	70
ดีดกับขดลวด (ด้านนอก)	5	30
		6
		40

*จาก © IEC นครเจนีวา ประเทศสวิตเซอร์แลนด์ www.iec.ch

กรณีที่มีความแรงของสนามแม่เหล็กไฟฟ้าสูงกว่าค่าที่กำหนดโดยผู้ผลิตหรือเกินขีดจำกัดที่ระบุไว้ ผู้ประกอบการต้องปฏิบัติตามข้อกำหนดของ IEC 61000-3-2 และ IEC 61000-3-3 เพื่อให้แน่ใจว่าอุปกรณ์ไม่ก่อให้เกิดการรบกวนทางแม่เหล็กไฟฟ้า (EMC) ที่เกินขีดจำกัดที่กำหนดไว้

ผู้ผลิตและผู้ประกอบการต้องปฏิบัติตามข้อกำหนดของ IEC 61000-3-2 และ IEC 61000-3-3 เพื่อให้แน่ใจว่าอุปกรณ์ไม่ก่อให้เกิดการรบกวนทางแม่เหล็กไฟฟ้า (EMC) ที่เกินขีดจำกัดที่กำหนดไว้

การเขียนแบบแรงดันเริ่มต้นไฟฟ้า (Communate Européenne (European Conformity) www.ce-marking.org (ความหมายที่ใช้ร่วมกันได้ / เข้ากันได้ตามมาตรฐานยุโรป)

CEN Comite European de Nomalisation (European committee for standardization) (คณะกรรมการกำหนดมาตรฐานแห่งยุโรป)

CENELEC Comite European de Nomalisation Electrotechnique (European Committee for Electrotechnical Standardization) (คณะกรรมการกำหนดมาตรฐานไฟฟ้าแห่งยุโรป)

CFV Constant flux voltage variation (การเขียนแบบแรงดันไฟฟ้าเส้นแรงคงที่)

DDP Delivered duty paid (ภาษีอากรที่ชำระและส่งออกแล้ว)

DDU Delivered duty unpaid (ภาษีอากรที่ไม่ชำระ)

DIN Deutsches Institut für Normung e.V. (German Institute for standardisation) (สถาบันมาตรฐานแห่งประเทศเยอรมนี)

DoC Declaration of Conformity (เอกสารประกาศความสามารถเข้ากันได้)

EHV Extra high voltage, above 420 kV and up to and including 800 kV (แรงดันไฟฟ้าสูงพิเศษเกิน 420 - 800 กิโลโวลต์)

EMC Electromagnetic compatibility (ความสามารถเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้า)

EXW Ex works (งานพิเศษนอกเหนือ)

FAT Factory acceptance test (การทดสอบจากโรงงานเพื่อใช้อุปกรณ์ผลิตภัณฑ์)

GIS Gas-insulated switchgear (เก๊าส์อิซูลेटเต็ดสวิตช์)

HV High voltage (แรงดันไฟฟ้าสูง)

ICC International Chamber of Commerce (หอการค้าระหว่างประเทศ)

IEC International Electrotechnical Commission. www.iec.ch (คณะกรรมการมาตรฐานไฟฟ้าสากล)

IEEE The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc. (สถาบันวิศวกรไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์)

IEV International Electrotechnical Vocabulary (ศัพท์วิชาไฟฟ้าระหว่างประเทศ)

INCOTERMS Standard definitions of trade terms (นิยามมาตรฐานศัพท์ทางการค้า)

IP International Protection (IEC 60529) (ระดับความปลอดภัยสากล)

ISO International Organization for Standardization (องค์การมาตรฐานสากล)

LBOR Load Break Immersed Switch – ABB product (สวิตช์แช่ในน้ำมันฉนวนยี่ห้อ ABB)

16.7 ตารางหน่วยวัดและแปลงค่าหน่วยวัด

16.7.1 หน่วยวัดพื้นฐานมาตรฐานสากล

ปริมาณของ	สัญลักษณ์หน่วยวัด	ชื่อหน่วยวัด
ความยาว	m	เมตร
มวล	kg	กิโลกรัม
เวลา	s	วินาที
กระแสไฟฟ้า	A	แอมแปร์
อุณหภูมิความร้อน	°C	เซลเซียส
ความเข้มการส่องสว่าง	lx	ลักซ์
ปริมาณสาร	mol	โมล

16.7.2 หน่วยวัดพหุคูณและพหุคูณย่อย

ตัวคูณ	คำนำหน้า	สัญลักษณ์	ตัวคูณ	คำนำหน้า	สัญลักษณ์
10 ¹²	เทระ	T	10 ⁻²	เซนติ	c
10 ⁹	กิก้า	G	10 ⁻³	มิลลิ	m
10 ⁶	เมกะ	M	10 ⁻⁶	ไมโคร	μ
10 ³	กิโล	K	10 ⁻⁹	นาโน	n
10 ²	เฮกโต	H	10 ⁻¹²	พิโค	p
10 ¹	เดคา	Da	10 ⁻¹⁵	เฟมโต	f
10 ⁻¹	เดซิ	D	10 ⁻¹⁸	อัตโต	a

16.7.3 ปริมาณด้านไฟฟ้าและแม่เหล็ก

ปริมาณของ	หน่วยวัดมาตรฐานสากล	สัญลักษณ์	หน่วยวัดอื่นๆ	สัญลักษณ์	ความสัมพันธ์
กระแสไฟฟ้า	แอมแปร์	A			ความสัมพันธ์
แรงดันไฟฟ้า	โวลต์	V			1 โวลต์ = 1 วัตต์/แอมแปร์
กำลังไฟฟ้า	วัตต์	W			1 วัตต์ = 1 โวลต์ x 1 แอมแปร์
ความต้านทานไฟฟ้า	โอห์ม	Ω			1 โอห์ม = 1 วัตต์/แอมแปร์ ²
กระแสไฟฟ้าและประจุไฟฟ้า	คูลอมบ์	C	แอมแปร์-ชม.	Ah	1 คูลอมบ์ = 1 แอมแปร์-วินาที 1 แอมแปร์-ชม. = 3600 แอมแปร์-วินาที
Electric capacitance	ฟาร์ด	F			1 ฟาร์ด = 1 คูลอมบ์/โวลต์
ความหนาแน่นเส้นแรงไฟฟ้า	คูลอมบ์/ตร.ม.	C/m ²			
ความแรงของสนามไฟฟ้า	โวลต์/ม.	V/m			
เส้นแรงแม่เหล็ก	เวเบอร์/โวลต์-วินาที	Wb, Vs			1 เวเบอร์ = 1 โวลต์-วินาที
ความหนาแน่นเส้นแรงแม่เหล็ก (การเหนี่ยวนำ)	เทสลา	T			1 เทสลา = 1 เวเบอร์/ตร.ม.
การเหนี่ยวนำไฟฟ้า (permanence)	เฮนรี่	H			1 เฮนรี่ = 1 โอห์ม-วินาที = 1 เวเบอร์/แอมแปร์
ความแรงของสนามแม่เหล็ก	แอมแปร์/ม.	A/m			

16.6.4 ผลกระทบจากสนามแม่เหล็กไฟฟ้าต่อมนุษย์ ปริมาณสนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่อ่อนเกินไปจนตรายต่อมนุษย์ คือ 100 μT ที่ความถี่ 50 เฮิรตซ์ ค่า safety factor 250-500 ถ้าสัมผัสช่วงระยะเวลาสั้นๆ ปริมาณ 2 เท่า ยังถือว่าปลอดภัย ปัจจุบัน งานวิจัยผลกระทบของสนามไฟฟ้าและแม่เหล็กต่อสุขภาพยังคงไม่แล้วเสร็จสมบูรณ์

ที่สำคัญและควรให้ความสำคัญเป็นพิเศษคือ อิทธิพลจากสนามไฟฟ้าและแม่เหล็กต่อการทำงานของเครื่องกระตุ้นหัวใจ

16.7.4 สัญลักษณ์ทางไฟฟ้าที่ใช้กันทั่วไป

16.7.4.1 สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ด้านไฟฟ้า (ทั่วไป)

สัญลักษณ์	ปริมาณของ	หน่วยวัดมาตรฐานสากล
Q	กระแสไฟฟ้า / ประจุไฟฟ้า	คูลอมบ์
E	ความแรงของสนามไฟฟ้า	โวลต์/ม.
D	ความหนาแน่นของเส้นแรงไฟฟ้า / การเหนี่ยวนำไฟฟ้า	คูลอมบ์/ตร.ม.
U	ความต่างศักย์ไฟฟ้า/แรงดัน	โวลต์
V, φ	ความต่างศักย์ทางไฟฟ้า	โวลต์
	กำลังการนำไฟฟ้า/สิ้นเปลือง	ฟาร์ด/ม.
	การนำไฟฟ้า/ค่าการนำ/สัมประสิทธิ์การนำ	ฟาร์ด/ม.
	การนำไฟฟ้า/สัมพัทธ์	ฟาร์ด
C	การนำไฟฟ้า	แอมแปร์
I	กระแสไฟฟ้า	แอมแปร์/ตร.ม.
J, S	ความหนาแน่นของกระแสไฟฟ้า	แอมแปร์/ตร.ม.
	การนำไฟฟ้าเฉพาะ	ซีเมนส์/ม.
G	ความต้านทานไฟฟ้า/ค่าเฉพาะ	โอห์ม-ม.
	การนำไฟฟ้า	ซีเมนส์
R	ความต้านทานไฟฟ้า	โอห์ม
E	แรงเคลื่อนไฟฟ้า	โวลต์

16.7.4.2 สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ด้านแม่เหล็ก (ทั่วไป)

สัญลักษณ์	ปริมาณของ	หน่วยวัดมาตรฐานสากล
Φ	เส้นแรงแม่เหล็ก	เวเบอร์
B	การเหนี่ยวนำแม่เหล็ก	เทสลา
H	ความแรงของสนามแม่เหล็ก / สนามเหนี่ยวนำแม่เหล็ก	แอมแปร์/ม.
F, Fm	แรงเคลื่อนแม่เหล็ก	แอมแปร์
U, Um	ความต่างศักย์แม่เหล็ก	แอมแปร์ / ม.
μ	การนำไฟฟ้า/สัมประสิทธิ์	ซีเมนส์ / ม.
μ ₀	การนำไฟฟ้า/สัมประสิทธิ์สำหรับสุญญากาศ	μ ₀ = 4πT 10 ⁻⁷ เฮนรี่ / ม.
μ _r	การนำไฟฟ้า/สัมพัทธ์	1
L	การเหนี่ยวนำตนเอง	เฮนรี่
M, Lm	การเหนี่ยวนำร่วม	เฮนรี่

16.7.4.3 สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ด้านกระแสเคลื่อน

สัญลักษณ์	ปริมาณของ	หน่วยวัดมาตรฐานสากล
S	กำลังไฟฟ้าปรากฏ	วัตต์/โวลต์-แอมป์
P	กำลังไฟฟ้าทำงาน	วัตต์
Q	กำลังไฟฟ้าปฏิกิริยา	โวลต์-แอมป์ (r)
φ	ความต่างของเฟส	เรเดียน
λ	ตัวคูณกำลังไฟฟ้า = P/S = λ	
δ	กรณีแรงดันและกระแสไฟฟ้าเป็นคลื่น sine λ = cos φ	เรเดียน
d	ตัวคูณการสูญเสีย	
Z	กรณีแรงดันและกระแสไฟฟ้าเป็นคลื่น sine d = tan δ	โอห์ม
R	ความต้านทาน	โอห์ม
X	ความต้านทาน	โอห์ม
	ปฏิกิริยาด้านทาน	โอห์ม

16.8 อักษรย่อและชื่อย่อ

16.9 ABB Asea Brown Boveri. www.abb.com (บริษัท ABB)

ANSI American National Standards CbwV Combined voltage variation

Institute (สถาบันมาตรฐานแห่งประเทศสหรัฐอเมริกา)

Auto transformer station (สถานีหม้อแปลงอัตโนมัติ)

LCA	Life cycle Assessment (รอบอายุประเมิน)	VFW	Variable flux voltage variation (การแปรผันแรงดันไฟฟ้าเนื่องจากการแปรไม่คงที่)
LDT	Large distribution transformers (หม้อแปลงจ่ายกระแสขนาดใหญ่)	VPE	Vacuum Pressure Encapsulated (เก็บภาชนะภายใต้แรงดันสูญญากาศ)
LI	Lightning impulse, full wave (แรงดันที่นำคลื่นเต็ม)	VPI	Vacuum Pressure Impregnated (ชุบภายใต้แรงดันสูญญากาศ)
LIC	Lightning impulse chopped on tail (แรงดันที่นำท้ายสั้นสุด)	VSD	Variable speed drives (ขับเคลื่อนด้วยความเร็วที่ต่างกัน)
LV	Low voltage (แรงดันไฟฟ้าต่ำ)		
MDT	Medium distribution transformers (หม้อแปลงจ่ายกระแสกลาง)		
MTP	Mini-Three Phase Pad-mounted transformer (หม้อแปลง 3 เฟส ติดตั้งบนแท่นรวมขดลวด)		
NA	Not applicable (ไม่ใช้กับ)		
NEMA	National Electrical Manufacturers Association www.nema.org (สมาคมผู้ผลิตอุปกรณ์ไฟฟ้าแห่งชาติ)		
ONAF	Cooling: Oil natural, Air forced (ระบบระบายความร้อนน้ำมันด้วยลมธรรมชาติ)		
ONAN	Cooling: Oil natural, Air natural (ระบบระบายความร้อนน้ำมันด้วยลมธรรมชาติ)		
ORGALINE	General conditions. Limitation of responsibilities (เงื่อนไขทั่วไป - ข้อของหน้าที่ความรับผิดชอบ)		
PCB	Polychlorinated biphenyl (สารที่ผลิตอินทรีย์ไดเบนซิล)		
PD	Partial discharge (ถ่าย / รั่วไหลบางส่วน)		
ppm	Parts Per Million (จำนวนส่วนต่อล้านส่วน)		
PTDT	Power Technology, Distribution Transformers (หม้อแปลงจ่ายกระแสบนเทคโนโลยีไฟฟ้ากำลัง)		
r.m.s.	Root mean square (ค่าเฉลี่ยกำลัง 1/2)		
SDT	Small distribution transformers (หม้อแปลงจ่ายกระแสขนาดเล็ก)		
SI	Système Internationale d'Unités (International System of Units) (ระบบหน่วยวัดปริมาณสากล)		
TGV	French high speed train (รถไฟความเร็วสูงของประเทศฝรั่งเศส)		
TOV	Temporary overvoltage (แรงดันไฟฟ้าสูงเกินปกติชั่วคราว)		
UCT	Underground commercial transformer (หม้อแปลงพาณิชย์ใต้ดิน)		
UHV	Ultra high voltage, above 800 kV (แรงดันไฟฟ้าสูงขนาด > 800 กิโลโวลต์)		
Um	Highest voltage for equipment (แรงดันไฟฟ้าสูงสุดสำหรับอุปกรณ์)		
VDE	Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e.V (Association for Electrical, Electronic & Information Technologies) (สมาคมเทคโนโลยีไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์และสารสนเทศ)		

การจำกัด / รวบรวมค่าที่ทางเทคนิค ถึงแม้ที่เกี่ยวข้องบางส่วนโดยบางประเทศเท่านั้น คณะกรรมการวิชาการด้านค่าที่ถึงขีดจำกัด / รวบรวมอย่างเป็นทางการอื่นเป็นผลงานชิ้นแรก โดยรวบรวมค่าที่ประมาณ 2,000 ค่า ในภาษาฝรั่งเศส อังกฤษ เยอรมัน อิตาลี สเปนและเยอรมันโดยเขียนในภาษาฝรั่งเศสและอังกฤษ ถือเป็นผลงานที่มีประโยชน์ คุณค่าและได้รับความสนใจจากองค์กร สถาบันในสาขาอื่นๆ อย่างกว้างขวางอย่างกลายสาขาไฟฟ้า

ในเดือนกันยายน 1939 กิจกรรมของ IEC มีอันต้องหยุดชะงักลงชั่วคราวอีก เนื่องจากสงครามโลกครั้งที่ 2 เกิดขึ้น การหยุดชะงักครั้งนี้ระยะเวลา 6 ปี

ช่วงระยะตั้งแต่ปี 1948 - 1980 จำนวนของคณะกรรมการวิชาการได้เพิ่มขึ้นจาก 34 เป็น 80 ชุด และมีงานที่เกี่ยวข้องที่เทคโนโลยีใหม่ๆ ได้แก่ อุปกรณ์ capacitor, resistors และสารกึ่งตัวนำ อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ทางการแพทย์และระบบนำทางพาณิชย์นาวีและอุปกรณ์ / ระบบวิทยุโทรคมนาคม

ในปี 2001 IEC ได้ตีพิมพ์ IEC Multilingual Dictionary ฉบับปัจจุบันจากคำศัพท์ที่มีความยาว 18,500 คำ แบ่งเป็น 73 สาขา พร้อมนิยามที่สมบูรณ์เป็นภาษาฝรั่งเศสและอังกฤษและคำศัพท์ที่มีความหมายเหมือนกันใน 12 ภาษา รวมทั้งดัชนีคำศัพท์เป็นภาษาเยอรมัน

ปัจจุบัน IEC มีประเพณีการประชุม คณะกรรมการวิชาการในสาขาต่างๆ 110 สาขา คณะกรรมการวิชาการบางคณะมีคณะกรรมการหลายคณะ รวมถึงสิ้น 174 ทั้งคณะกรรมการและอนุกรรมการ

สำหรับหม้อแปลงไฟฟ้าและ reactors คณะกรรมการวิชาการที่ 14 (TC14) เป็นผู้ดูแลรับผิดชอบ คณะกรรมการ 32 ประเทศ และประเทศสมาชิกสังเกตการณ์ 10 ประเทศ ซึ่งการเป็นสมาชิกประเภทใดแล้วแต่สมัครใจ โดยประเทศสมาชิกร่วมดำเนินการมีสิทธิลงคะแนนเสียงเช่นชอบ / ไม่เห็นชอบเอกสารที่คณะกรรการวิชาการจัดทำ รวมทั้งมีสิทธิเสนอผู้แทนเข้าร่วมในคณะทำงานจัดทำมาตรฐาน

การจัดทำมาตรฐาน IEC นั้นๆ จะต้องมีความปรารถนาเข้าร่วมดำเนินการอย่างรอบ 67% ให้ความเห็นชอบโดย 1 ประเทศที่มี 1 คะแนนเสียง ซึ่งมาตรฐานด้านหม้อแปลงที่ใช้ในปัจจุบัน จำนวนคะแนนเสียงเห็นชอบสูงกว่า 67% ซิดลง แสดงว่าได้รับการยอมรับอย่างกว้าง โดยผู้เชี่ยวชาญประเพณีสมาชิก

การใช้มาตรฐานของ IEC เป็นความสมัครใจ การทำสัญญาซื้อขายหม้อแปลง ผู้ผลิตและผู้ใช้งานมาตรฐาน IEC หรือมาตรฐานใดก็ได้ในข้อตกลงกัน หรือจะใช้มาตรฐาน IEC เพียงบางส่วน ใช้เป็นข้อกำหนดหรือเป็นข้อกำหนดเพิ่มเติมก็ได้ ทั้งนี้ ถ้าเป็นเงื่อนไขสัญญาจะมีผลผูกพันทางกฎหมายทันที ยกเว้นระบุเป็นอื่น

มาตรฐาน IEC จะไม่กำหนดวิธีการออกแบบและผลิตหม้อแปลง ดังนั้น จะไม่สามารถนำไปใช้ได้อย่างน่าเชื่อถือจนออกแบบและผลิต หรือการกล่าวอ้างดังกล่าว ถือว่าไม่ถูกต้องตามความเป็นจริง มาตรฐาน IEC เป็นวิธีการทดสอบหม้อแปลงที่โรงงานก่อนส่งมอบลูกค้าโดยระบุเกณฑ์ผ่านทางการทดสอบ (acceptance criteria) วัตถุประสงค์คือ หม้อแปลงที่ผ่านการทดสอบโอกาสที่อายุการใช้งานยาวนานและความแน่นอนของการทำงานมีสูง ทั้งระบบความปลอดภัยและการบำรุงรักษาเพียงพอ ซึ่งมาตรฐาน IEC ได้รับความเชื่อถือมาก

หม้อแปลงที่ผ่านการทดสอบตามมาตรฐาน IEC ได้รับความเชื่อถือคุณภาพที่ผู้คุมการดำเนินงานของโลกหม้อแปลงจำนวนมากที่ผ่านการทดสอบตามมาตรฐาน IEC ปัจจุบันยังคงใช้งานมากกว่า 50 ปี โดยปราศจากปัญหารุนแรงใดๆ

อย่างไรก็ดี ที่บทความมาตรฐาน IEC จะระบุว่ามาตรฐาน IEC ไม่มีเครื่องหมาย / สัญลักษณ์รับรองใดๆ ประกาศว่าได้มาตรฐาน IEC อย่างไรก็ตาม การใช้มาตรฐาน IEC อาจนำมาใช้ร่วมกับข้อกำหนดอื่นที่เกี่ยวข้อง ซึ่ง IEC ไม่ได้มาตรฐานที่กล่าวไว้

การใช้อีกมาตรฐาน CENELEC จากที่กล่าวมาในบางครั้งจะมีข้อความ "สถาบัน IEEE ไม่รับผิดชอบต่อการกำกับข้อกำหนดมาตรฐาน IEEE หรือเอกสารใดๆ ของข้อกำหนดมาตรฐาน IEEE ไปใช้หรือเป็นหลักฐานที่กำกับตลาด / อื่นควรตรวจสอบว่า รหัสสินค้าหรือความเสียหายใดๆ ซึ่งจะได้เป็นกรณีพิเศษ โดยอัตโนมัติเป็นสิ่งที่ต้องพิจารณาโดยตรงหรือโดยอ้อมก็ตาม" กำกับ

เกี่ยวกับสิทธิบัตร / ลิขสิทธิ์ ข้อกำหนดมาตรฐาน IEEE มีข้อความระบุดังนี้

"ผู้ใช้งานมาตรฐาน IEEE นี้ไปใช้ ควรคำนึงเกี่ยวกับข้อกำหนดตามสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้อง สถาบันจัดทำมาตรฐานนี้ไม่ได้มีเจตนาที่จะรวมสิทธิบัตรใดๆ อยู่หรือเกี่ยวข้องหรือไม่ และสถาบันไม่จำเป็นต้องระบุสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้องให้ผู้ใช้มาตรฐานนี้ทราบ รวมทั้งไม่จำเป็นต้องทำการค้นคว้าสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้องของมอบเขตทางกฎหมายที่เกี่ยวข้องเพียงใด"

โปรดติดตามฉบับหน้า

มาตรฐาน IEC จะไม่กำหนดวิธีการออกแบบและผลิตหม้อแปลง ดังนั้น จะไม่สามารถนำไปใช้ได้อย่างน่าเชื่อถือจนออกแบบและผลิต หรือการกล่าวอ้างดังกล่าว ถือว่าไม่ถูกต้องตามความเป็นจริง มาตรฐาน IEC เป็นวิธีการทดสอบหม้อแปลงที่โรงงานก่อนส่งมอบลูกค้าโดยระบุเกณฑ์ผ่านทางการทดสอบ (acceptance criteria) วัตถุประสงค์คือ หม้อแปลงที่ผ่านการทดสอบโอกาสที่อายุการใช้งานยาวนานและความแน่นอนของการทำงานมีสูง ทั้งระบบความปลอดภัยและการบำรุงรักษาเพียงพอ ซึ่งมาตรฐาน IEC ได้รับความเชื่อถือมาก

หม้อแปลงที่ผ่านการทดสอบตามมาตรฐาน IEC ได้รับความเชื่อถือคุณภาพที่ผู้คุมการดำเนินงานของโลกหม้อแปลงจำนวนมากที่ผ่านการทดสอบตามมาตรฐาน IEC ปัจจุบันยังคงใช้งานมากกว่า 50 ปี โดยปราศจากปัญหารุนแรงใดๆ

อย่างไรก็ดี ที่บทความมาตรฐาน IEC จะระบุว่ามาตรฐาน IEC ไม่มีเครื่องหมาย / สัญลักษณ์รับรองใดๆ ประกาศว่าได้มาตรฐาน IEC อย่างไรก็ตาม การใช้มาตรฐาน IEC อาจนำมาใช้ร่วมกับข้อกำหนดอื่นที่เกี่ยวข้อง ซึ่ง IEC ไม่ได้มาตรฐานที่กล่าวไว้

การใช้อีกมาตรฐาน CENELEC จากที่กล่าวมาในบางครั้งจะมีข้อความ "สถาบัน IEEE ไม่รับผิดชอบต่อการกำกับข้อกำหนดมาตรฐาน IEEE หรือเอกสารใดๆ ของข้อกำหนดมาตรฐาน IEEE ไปใช้หรือเป็นหลักฐานที่กำกับตลาด / อื่นควรตรวจสอบว่า รหัสสินค้าหรือความเสียหายใดๆ ซึ่งจะได้เป็นสิ่งที่ต้องพิจารณาโดยตรงหรือโดยอ้อมก็ตาม" กำกับ

เกี่ยวกับสิทธิบัตร / ลิขสิทธิ์ ข้อกำหนดมาตรฐาน IEEE มีข้อความระบุดังนี้

"ผู้ใช้งานมาตรฐาน IEEE นี้ไปใช้ ควรคำนึงเกี่ยวกับข้อกำหนดตามสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้อง สถาบันจัดทำมาตรฐานนี้ไม่ได้มีเจตนาที่จะรวมสิทธิบัตรใดๆ อยู่หรือเกี่ยวข้องหรือไม่ และสถาบันไม่จำเป็นต้องระบุสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้องให้ผู้ใช้มาตรฐานนี้ทราบ รวมทั้งไม่จำเป็นต้องทำการค้นคว้าสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้องของมอบเขตทางกฎหมายที่เกี่ยวข้องเพียงใด"

โปรดติดตามฉบับหน้า

สำหรับสิทธิบัตร / ลิขสิทธิ์ ข้อกำหนดมาตรฐาน IEEE มีข้อความระบุดังนี้

"ผู้ใช้งานมาตรฐาน IEEE นี้ไปใช้ ควรคำนึงเกี่ยวกับข้อกำหนดตามสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้อง สถาบันจัดทำมาตรฐานนี้ไม่ได้มีเจตนาที่จะรวมสิทธิบัตรใดๆ อยู่หรือเกี่ยวข้องหรือไม่ และสถาบันไม่จำเป็นต้องระบุสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้องให้ผู้ใช้มาตรฐานนี้ทราบ รวมทั้งไม่จำเป็นต้องทำการค้นคว้าสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้องของมอบเขตทางกฎหมายที่เกี่ยวข้องเพียงใด"

โปรดติดตามฉบับหน้า

สำหรับสิทธิบัตร / ลิขสิทธิ์ ข้อกำหนดมาตรฐาน IEEE มีข้อความระบุดังนี้

"ผู้ใช้งานมาตรฐาน IEEE นี้ไปใช้ ควรคำนึงเกี่ยวกับข้อกำหนดตามสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้อง สถาบันจัดทำมาตรฐานนี้ไม่ได้มีเจตนาที่จะรวมสิทธิบัตรใดๆ อยู่หรือเกี่ยวข้องหรือไม่ และสถาบันไม่จำเป็นต้องระบุสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้องให้ผู้ใช้มาตรฐานนี้ทราบ รวมทั้งไม่จำเป็นต้องทำการค้นคว้าสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้องของมอบเขตทางกฎหมายที่เกี่ยวข้องเพียงใด"

โปรดติดตามฉบับหน้า

สำหรับสิทธิบัตร / ลิขสิทธิ์ ข้อกำหนดมาตรฐาน IEEE มีข้อความระบุดังนี้

"ผู้ใช้งานมาตรฐาน IEEE นี้ไปใช้ ควรคำนึงเกี่ยวกับข้อกำหนดตามสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้อง สถาบันจัดทำมาตรฐานนี้ไม่ได้มีเจตนาที่จะรวมสิทธิบัตรใดๆ อยู่หรือเกี่ยวข้องหรือไม่ และสถาบันไม่จำเป็นต้องระบุสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้องให้ผู้ใช้มาตรฐานนี้ทราบ รวมทั้งไม่จำเป็นต้องทำการค้นคว้าสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้องของมอบเขตทางกฎหมายที่เกี่ยวข้องเพียงใด"

โปรดติดตามฉบับหน้า

สำหรับสิทธิบัตร / ลิขสิทธิ์ ข้อกำหนดมาตรฐาน IEEE มีข้อความระบุดังนี้

"ผู้ใช้งานมาตรฐาน IEEE นี้ไปใช้ ควรคำนึงเกี่ยวกับข้อกำหนดตามสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้อง สถาบันจัดทำมาตรฐานนี้ไม่ได้มีเจตนาที่จะรวมสิทธิบัตรใดๆ อยู่หรือเกี่ยวข้องหรือไม่ และสถาบันไม่จำเป็นต้องระบุสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้องให้ผู้ใช้มาตรฐานนี้ทราบ รวมทั้งไม่จำเป็นต้องทำการค้นคว้าสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้องของมอบเขตทางกฎหมายที่เกี่ยวข้องเพียงใด"



รู้จักพฤติกรรม ทำลายกระดูก

พัทธมา เพชรราชปิณฑ์ - pattaya.petchrannin@th.abb.com

เพราะปัญหาสุขภาพกระดูกเกิดได้จากหลายปัจจัย ไม่ว่าจะเป็นการเปลี่ยนแปลงของฮอร์โมน โภชนาการที่ไม่เหมาะสม ขาดการออกกำลังกาย หรือจากรูปแบบการใช้ชีวิตประจำวันที่ไม่ถูกต้อง โดยที่คุณเองก็รู้อยู่แล้ว

ใครที่คอยมองว่าอากาศร้อนเจ็บป่วยเกี่ยวกับกระดูกเป็นเรื่องของผู้สูงอายุหรือคนเฒ่าคนแก่ เพราะปัจจุบันเราพบว่าประชากรวัยหนุ่มสาวไปจนถึงวัยทำงานมีแนวโน้มที่จะเผชิญกับปัญหาความผิดปกติอื่นที่เกี่ยวข้องกับกระดูกเพิ่มขึ้นมากขึ้นเรื่อยๆ นับตั้งแต่อาการปวดหลังและคอ ไปจนถึงโรคกระดูกสันหลังเสื่อม โรคกระดูกสันหลังคดงอ คออักเสบ ซึ่งสาเหตุสำคัญของการเจ็บป่วยบ่อยครั้งเหล่านี้ มักเกิดจากพฤติกรรมที่ไม่เหมาะสมในชีวิตประจำวันนั่นเอง

และนี่คือ พฤติกรรมที่ควรหลีกเลี่ยง หากคุณไม่อยากเสี่ยงต่อปัญหาสุขภาพกระดูกที่จะตามมา

การนั่ง

นั่งไขว่ห้าง

จะทำให้เกิดการกดทับน้ำหนักตัวลงที่ก้นข้างใดข้างหนึ่งเป็นผลให้กระดูกคอและโค้ง โดยเฉพาะกระดูกสันหลังและบริเวณอุ้งเชิงกราน ทำให้มีอาการปวดคอและหลังตามมา

นั่งตอก

จะทำให้กระดูกหลังช่วงบนสะบักและหัวไหล่ถูกยึดออก ผลก็คือ หลังช่วงบนจะงอรั้งและกระดูกช่วงอกยื่นไปข้างหน้า ซึ่งมันคือการทำงานของเส้นเอ็นประตอที่ไปห่อหุ้มเอ็นเอ็น และอาจเป็นเหตุให้กล้ามเนื้อที่คอเกิดการลึดยาว ก็จะทำให้กล้ามเนื้อคอหดเกร็งและส่งผลเสียต่อการทำงานของหลอดเลือดที่ไปหล่อเลี้ยงสมอง นำไปสู่อาการปวดศีรษะเรื้อรังหรือไมเกรนได้

นั่งหลังหรือหลังห่อ

โดยเฉพาะในกรณีที่นั่งไม่ในท่าเดิมติดต่อกันเป็นเวลานาน เช่น การทำงานหน้าคอมพิวเตอร์ จะทำให้กล้ามเนื้อเกร็งค้าง ซึ่งจะก่อให้เกิดการคั่งของกรดแลคติก ส่งผลให้เกิดอาการปวดเมื่อยที่บริเวณหัวไหล่และสะโพก และอาจทำให้กระดูกโค้งงออีกด้วย

นั่งบนเก้าอี้โดยไม่พนักหรือนั่งไม่เต็มก้น

การนั่งไม่เต็มก้นจะนั่ง ทำให้ฐานในการรับน้ำหนักตัวน้อยกว่าที่ควรจะเป็น ส่งผลให้กล้ามเนื้อที่หลังทำงานหนักกว่าปกติ และเกิดเป็นผลเสียต่อกระดูกสันหลังทางที่อื่น การนั่งเก้าอี้ไม่เต็มก้น หรือเอนหลังไปที่พนักพิง เพื่อให้ร่างกายถ่ายน้ำหนักบางส่วนลงไปที่เก้าอี้ แทนที่จะทรงตัวด้วยกระดูกสันหลังเท่านั้น

การยืน

ยืนหลังค่อมหรือแอ่นตัวไปข้างหน้า

จะทำให้ปวดหลังและเปิดความเสี่ยงต่อความผิดปกติของแนวกระดูก

ช่วงล่าง การยืนหลังตรง และเกร็งหน้าท้องเล็กน้อยจะดีที่สุด

ยืนโดยนั่งน้ำหนักไปที่ขาข้างใดข้างหนึ่ง

การที่น้ำหนักจะลงไปที่ขาข้างใดข้างหนึ่ง จะส่งผลเสียต่อข้อเข่าซึ่งได้รับภาระที่น้ำหนัก และอาจนำไปสู่อาการปวดและเป็นตะคริวได้ ทำนองที่ถูกต้องนั้น ควรยืนให้เท้ากว้างเท่ากับสะโพก โดยลงน้ำหนักไปที่ขาทั้งสองข้างเท่าๆกัน เพื่อความสมดุลของร่างกาย

แพชชั่นเอ็นดูราย

ใส่รองเท้าส้นสูงเกิน 1 นิ้วครึ่ง

สำหรับสุขภาพสตรีการใส่ส้นสูงอาจช่วยเสริมสร้างบุคลิกให้ดูสง่าขึ้น แต่ข้อเสียก็คือ การใส่รองเท้าที่สูงเกินไป อาจส่งผลให้เกิดอาการปวดหลังที่เกิดจากความผิดปกติของแนวกระดูกสันหลังได้

สหภาพระบำพาหนะกับเขี้ยวข้างเดียว

กระเปาะพาดกับผู้หญิงนั้นเป็นของคู่กัน แต่หากใช้กระเปาะที่หนักจนเกินไป และสพายไว้บนไหล่เพียงข้างเดียว อาจทำให้เกิดการเจ็บปวดบริเวณหัวไหล่ เนื่องจากกล้ามเนื้อ และกระดูกต้องรับน้ำหนักมากจนทำให้กระดูกคองได้ วิธีที่เหมาะสมคือ เลือกใช้กระเปาะน้ำหนักเบา บรรจุของในกรณีเป็นปกติ และสลับด้านสพายระหว่างข้างซ้ายและขวาให้เท่าๆกัน

การนอน

นอนคว่ำ

โดยเฉพาะการนอนคว่ำเพื่ออ่านหนังสือ เป็นสิ่งที่ไม่ควรทำอย่างยิ่ง เพราะจะทำให้กระดูกสันหลังงอแงจนมากจนผิดปกติ ทั้งยังก่อให้เกิดอาการปวดคอและปวดหลังอีกด้วย

นอนหงาย

นอนหงาย

การนอนหงายและขาจะงอทำให้กระดูกสันหลังบิดงอผิดรูปและเกิดอาการเจ็บที่กล้ามเนื้อได้ ทานอนที่ถูกต้องนั้น แนะนำให้นอนหงายและใช้หมอนหนุนศีรษะที่ไม่แข็งหรือมีลมเข้าไป และหลีกเลี่ยงการนอนบนหมอนที่สูงเกินไป

นอนดูโทรทัศน์หรืออ่านหนังสือ

คนทั่วไปมักติดนิสัยนอนนอนหลังโทรทัศน์หรืออ่านหนังสือ ซึ่งส่วนใหญ่มักเป็นท่ากึ่งนั่งกึ่งนอนโดยตัวไปบนโซฟาหรือเตียงนอน ทำให้ต้องงอคอคอดันอง เป็นผลให้กระดูกคอเอียง และเกิดอาการปวดหลัง เพราะกระดูกสันหลังแอ่น

เรื่องดื่มเครื่องดื่ม

น้ำอัดลม

เนื่องจากน้ำอัดลมมีกรดฟอสฟอริกเป็นส่วนประกอบ

การดื่มเป็นประจำจัดติดต่อกันจึงก่อให้เกิดการสะสมของกรดฟอสฟอริกมากขึ้น ซึ่งมีผลให้ระดับแคลเซียมในร่างกายลดต่ำลง จนอาจนำไปสู่ภาวะกระดูกพรุนได้

เครื่องดื่มแอลกอฮอล์

การดื่มในทางอัตรระดับแคลเซียมในร่างกาย ด้วยการทำให้น้ำปริมาณมากในดื่มติดต่อกัน ซึ่งทำให้กระดูกซีมีแคลเซียมลดต่ำลงด้วย ทั้งยังไปเพิ่มการขับแคลเซียมออกจากร่างกาย

กาแฟ

มีงานวิจัยระบุว่ากาแฟปริมาณแก้ววันละ 2 ถ้วย จะเพิ่มความเสี่ยงต่อปัญหากระดูกพรุนประมาณ 1.5 เท่า เนื่องจากคาเฟอีนในกาแฟ จะกระตุ้นให้ร่างกายขับแคลเซียมออกมามากทางปัสสาวะมากขึ้น ซึ่งจะส่งผลให้กระดูกที่แข็งแรงงอได้ นั่นจึงหมายความว่า การใส่กาแฟควรดื่มน้ำมากๆ วันไม่ควรมากเกินไป

อย่าอ่อนแอจนเกินไป

คนส่วนใหญ่ไม่กล้าออกกำลังกายหรือออกกำลังกายที่หนักเกินไป ทั้งที่ "น้ำหนัก" จัดเป็นปัจจัยหนึ่งที่ต้องรับบทหนักไม่แพ้ใคร และหากไม่ได้รับการดูแลรักษาที่ดี ก็อาจเกิดความผิดปกติได้ นั่นก็คือ

โรคพังสัลดัดเส้นประสาทฝ่ามือ (Carpal Tunnel Syndrome - CTS)

มักเกิดกับผู้ที่ใช้มือทำกิจกรรมเดิมๆ โดยเฉพาะผู้ที่ใช้คอมพิวเตอร์ตลอดทั้งวันหรือใช้บรรทัดต่อเป็นเวลานาน โดยไม่มีท่าทางเปลี่ยนอิริยาบถ เป็นผลให้เกิดพังสัลดัดเส้นเอ็นบริเวณข้อมือเอ็นที่ข้อมือในเบื้องต้นจะทำให้รู้สึกชาที่ปลายนิ้ว ต่อมาจะเกิดการปวดร้าวที่ข้อมือ และลามไปยังต้นแขน จนกระทั่งกล้ามเนื้อที่ฝ่ามือและข้อมืออ่อนแอและลีดลงจนไม่สามารถหยิบจับสิ่งของได้

โรคนิ้วล็อก (Repetitive Strain Injury)

มักเกิดกับผู้ที่ใช้ออกแรงทำงานหนักเกินไป เช่น การทำหรือยกของหนัก การชักหรือบิดผ้า ผู้ที่เป็นโรคนี้อาจมีอาการนิ้วล็อกหรือนิ้วงอได้แต่ไม่สามารถหยิบจับสิ่งของได้

ที่มา: วิทยาลัยการแพทย์บูรณาการ



ABB เปิดฉากกลุ่มผลิตภัณฑ์สวิตช์และตัวรับจูน Zenit และ Step

บริษัท เอบีบี จำกัด จัดงาน Zenit and Step Launching Party เปิดตัวกลุ่มผลิตภัณฑ์สวิตช์และตัวรับจูน Zenit และ Step, จะประสบความสำเร็จสูง-ออกดีโนมีดี รุ่น Welcome M, ระบบควบคุมบ้านอัจฉริยะ free@home รวมถึงตู้ควบคุมแรงดันตัวรับจูน SCP และรุ่น Mistral ณ One 80 โรงแรมเอทิส อุมทีนี่ กรุงเทพฯ

ABB ร่วมงานแถลงข่าวครบรอบ 5 ปี เพื่อชุมชน

บริษัท เอบีบี จำกัด หนึ่งในสมาชิกสมาคมเพื่อนชุมชน โดยคุณพรชัย ไชยพล รองกรรมการผู้จัดการ ได้เข้าร่วมงานแถลงข่าวครบรอบ 5 ปี เพื่อชุมชนและร่วมแสดงพันธสัญญากับลูกค้าว่าเป็นโรงงานอุตสาหกรรมเชิงนิเวศ โดยมีผู้บริหาร 5 บริษัทซึ่งเป็นผู้ก่อตั้งสมาคมเพื่อนชุมชน ได้แก่ บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน) บริษัทเอสซีจี จำกัด บริษัท บีแอลซีพี เทวาเออร์ จำกัด กลุ่มบริษัท ดาว ประเทศไทย และกลุ่มบริษัทโกลด์ ร่วมเวทีเสวนาแสดงเจตนารมณ์ในการมุ่งสู่การก้าวเป็นโรงงานอุตสาหกรรมเชิงนิเวศ ณ หอจดหมายเหตุพุทธทาส อินทปัญโญ กรุงเทพฯ



ABB ดับร้อนอัครราชทูตเวียดนาม เยือนชมโรงงานบางปู

บริษัท เอบีบี จำกัด นำโดยคุณชัยยศ ปิยะวรรณรัตน์ Managing Director และคณะผู้บริหาร ให้การต้อนรับ H.E. Mr. Staffan Heriström เอกอัครราชทูตเวียดนามประจำประเทศไทย โอกาสดีทางมาเยี่ยมชมส่วนการผลิตของ Low Voltage Products ณ โรงงานบางปู พร้อมทั้งได้ชม Yumi หุ่นยนต์สองแขนของเอบีบี ณ Robot Applications Center อีกด้วย



ABB มอบเงินช่วยเหลือประเภทยกย่อง ปากังวันในประเทศเมียนมาร์

บริษัท เอบีบี จำกัด มอบเงินจำนวน 3,174 USD ให้แก่ Myanmar Red Cross Society เพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัยน้ำท่วมในประเทศเมียนมาร์



ABB สวมบทบาทโอบโอบไฟฟ้าให้แก่ EGAT โรงไฟฟ้าแม่เมาะ-จ.ลำปาง

บริษัท เอบีบี จำกัด ร่วมทำพิธีส่งมอบหม้อแปลงไฟฟ้าพร้อมโครงการติดตั้งจ่ายไฟฟ้าเข้าสู่ระบบของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย โรงไฟฟ้าแม่เมาะ จ.ลำปาง โดยมีผู้ช่วยผู้จัดการผลิตไฟฟ้าร่วมเป็นประธานการส่งมอบและโอกาสนี้ เจ้าหน้าที่โรงไฟฟ้าแม่เมาะได้ให้เกียรติเยี่ยมชมโรงไฟฟ้า เพื่อดูกระบวนการผลิตการจัดการด้านเชื้อเพลิงและการจัดการด้านสิ่งแวดล้อม



ABB ร่วมสนับสนุนงาน IEEE PES Innovative Smart Grid Technologies Asia 2015

บริษัท เอบีบี จำกัด เข้าร่วมเป็น ผู้สนับสนุนหลักในงาน IEEE PES Innovative Smart Grid Technolo - gies Asia ซึ่งจัดขึ้นที่ห้อง Grand Ballroom โรงแรม Centara Grand Central world โดยมี Prof. Miroslav M Begovic, President of IEEE Power and Energy Society - Thailand เป็นประธานในการเปิดงาน และได้รับเกียรติจากคุณ Hakon P. Johansson Senior Specialist, Smart Grid Perspective ภายในงานมีการอภิปรายของหัวข้อต่างๆ Grid from a Smart Grid Perspective ภายในงานมีการอภิปรายของหัวข้อต่างๆ และยังมีกิจกรรมในหลายหัวข้อ อาทิ Digital substations, Solar inverter เป็นต้น



ABB เปิด Robot Applications Center และ Yumi หุ่นยนต์สองแขน

บริษัท เอบีบี จำกัด จัดพิธีเปิด Robot Applications Center และเปิดตัว Yumi หุ่นยนต์สองแขนที่สามารถทำงานร่วมกับมนุษย์ได้เป็นครั้งแรกของโลก ซึ่งเป็นเทคโนโลยีจากประเทศสวีเดน ที่โรงงานเอบีบี บางปู งานนี้มี รศ.ดร.จิต เหล่าวิวัฒน์ ผู้จัดการหน่วยภาคสนาม (FIBO) และคุณชัยยศ ปิยะวรรณรัตน์ Managing Director ร่วมจัดและผู้บริหารระดับสูงของเอบีบีเป็นประธานในงานในพิธี และยังเปิดโอกาสให้แขกภายในงานได้เดินเยี่ยมชม Robot Applications Center อีกด้วย





115 kV PASS M0. More than 6500 installations all around the world which more than 100 modules contributed by Thailand.

Hybrid modules offer flexible solutions with minimum footprint, pre-tested and pre-assembled units reduce installation time as no testing on site is needed. The concept Multi Functional Modules (MFM) take the advantages with hybrid modules one step further, facilitating permanent or temporary electricity distribution or generation installations.

www.abb.com/highvoltage

Power and productivity
for a better world™

