แนวทางการกำหนดมาตรฐานการทำงานร่วมกันได้ของระบบและอุปกรณ์ ในโครงข่ายไฟฟ้าอัจฉริยะในประเทศไทย

โดย อ. ดร. สุรชัย ชัยทัศนีย์, ผศ. ดร. คมสัน เพ็ชรรักษ์, รศ ดร. วาทิต เบญจพลกุล
ผศ. ดร. แนบบุญ หุนเจริญ และ อ. หัสคุณ บริพนธ์มงคล
สถาบันวิจัยพลังงาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ในการพัฒนาระบบโครงข่ายไฟฟ้าอัจฉริยะนั้นจำเป็นต้องมีการพัฒนาเทคโนโลยีหลายๆ ด้านประกอบเข้าด้วยกัน อาทิเช่น เทคโนโลยีการเฝ้าสังเกตและควบคุมโครงข่ายระบบไฟฟ้า เทคโนโลยีมิเตอร์อัจฉริยะ เป็นต้น โดยที่ปัจจัยสำคัญในการพัฒนาให้เป็นระบบโครงข่ายไฟฟ้าอัจฉริยะจำเป็นต้องอาศัยเทคโนโลยีทางด้านการสื่อสาร ซึ่งเกี่ยวข้องกับการแลกเปลี่ยนข้อมูลกันระหว่างระบบหรืออุปกรณ์ ทั้งภายในองค์กรและระหว่างองค์กร ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการกำหนดแนวทางการทำงานร่วมกันได้ของระบบและอุปกรณ์ในโครงข่ายไฟฟ้าอัจฉริยะ (Interoperability) ให้ชัดเจนและเป็นมาตรฐาน โดยแนวทางในการพัฒนาการทำงานร่วมกันได้ของระบบและอุปกรณ์ในโครงข่ายไฟฟ้าในปัจจุบัน มีมาตรฐานที่เป็นที่ยอมรับและได้รับการนำมาใช้แล้วโดยแพร่หลายในต่างประเทศ ก็คือ (๑) มาตรฐาน NIST Interoperability Framework and Roadmap for Smart Grid Interoperability Standards, Release 2.0 และ (๒) มาตรฐาน IEEE Std. 2030™-2011: IEEE Guide for Smart Grid Interoperability of Energy Technology and Information Technology Operation with the Electric Power System (EPS), End-Use Applications, and Loads

๑. มาตรฐานทางการทำงานร่วมกันได้ของระบบและอุปกรณ์ในโครงข่ายไฟฟ้าอัจฉริยะที่ได้รับการยอมรับแล้วในต่างประเทศ

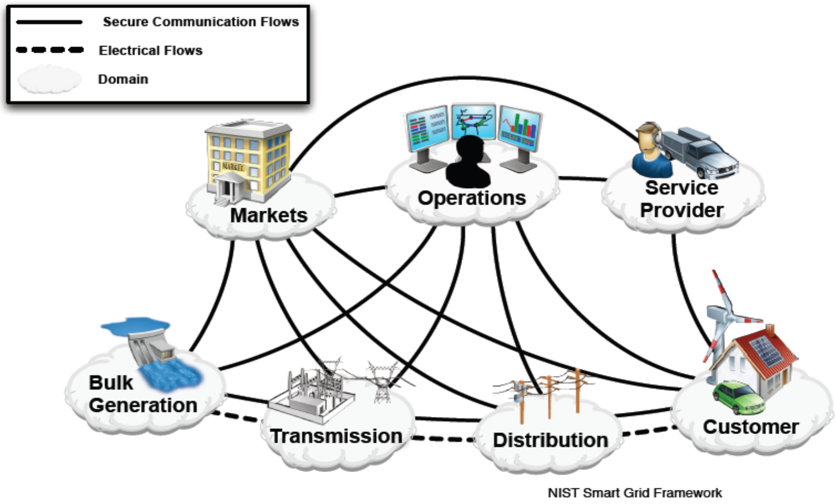
๑.๑ มาตรฐาน NIST Interoperability Framework and Roadmap for Smart Grid Interoperability Standards, Release 2.0

มาตรฐาน NIST ฉบับนี้เป็นมาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับระบบโครงข่ายไฟฟ้าอัจฉริยะ โดยเป้าหมายหมายหลักของมาตรฐานฉบับนี้ คือ เพื่อให้การสื่อสารและมาตรฐานต่างๆ ในการบริหารจัดการข้อมูลของอุปกรณ์และโดเมนในระบบโครงข่ายไฟฟ้าอัจฉริยะมีความสามารถในการทำงานร่วมกันได้ (Interoperability) แนวคิดเกี่ยวกับระบบโครงข่ายไฟฟ้าอัจฉริยะของ NIST ได้แบ่งโดเมนที่เกี่ยวข้องในระบบโครงข่ายไฟฟ้าอัจฉริยะออกเป็น ๗ โดเมน ได้แก่

(๑) แหล่งผลิตไฟฟ้าขนาดใหญ่ (Bulk generation), (๒) การส่งจ่ายไฟฟ้า (Transmission), (๓) การจำหน่ายไฟฟ้า (Distribution), (๔) ผู้ให้บริการ (Service provider), (๕) ตลาดซื้อขายไฟฟ้า (Markets), (๖) การควบคุมและปฏิบัติการ (Control/Operations) และ (๗) ผู้ใช้ไฟฟ้า (Customers)

โดยภายในโดเมนต่างๆ จะประกอบไปด้วย ผู้ดำเนินการ (Actor) ซึ่งหมายถึง อุปกรณ์ ระบบคอมพิวเตอร์ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ และ หน่วยงานผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (Stakeholder) โดยที่ในระบบโครงข่ายไฟฟ้าอัจฉริยะตามแนวทางมาตรฐานของ NIST มีการกำหนดโดเมนต่างๆ และการเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างกันดังแสดงในรูปที่ ๑

<u>หมายเหตุ</u>: สำหรับประเทศไทยในปัจจุบันนี้ยังไม่มี โดเมน Markets และ Service Provider



รูปที่ ๑ แบบจำลองแนวคิดระบบโครงข่ายไฟฟ้าอัจฉริยะ (Conceptual Reference Model)

๑.๒ มาตรฐาน IEEE Std. 2030TM-2011: IEEE Guide for Smart Grid Interoperability of Energy Technology and Information Technology Operation with the Electric Power System (EPS), End-Use Applications, and Loads

มาตรฐาน IEEE ฉบับนี้ได้นิยามระบบโครงข่ายไฟฟ้าอัจฉริยะไว้ว่าเป็นระบบโครงข่ายไฟฟ้าที่มีการใช้ค่าใช้จ่ายอย่างมีประสิทธิภาพ โดยจะพิจารณารวมถึงพฤติกรรมและการใช้งานของผู้ที่เกี่ยวข้องในระบบ ซึ่งในที่นี้หมายรวมถึง ผู้ผลิตไฟฟ้า ผู้ใช้ไฟฟ้า และ หน่วยงานอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นการยืนยันว่าจะก่อให้เกิดประสิทธิภาพการดำเนินการอย่างคุ้มค่า เกิดระบบไฟฟ้ากำลังที่มีกำลังสูญเสียต่ำ และมีระดับคุณภาพไฟฟ้า ความมั่นคงในการจ่ายไฟฟ้า ความปลอดภัยที่สูง และ ได้กำหนดสถาปัตยกรรมจำลองความสามารถในการทำงานร่วมกันได้ในระบบโครงข่ายไฟฟ้าอัจฉริยะ หรือที่เรียกว่า Smart grid interoperability reference model (SGIRM) ขึ้น โดยแบ่งมุมมองความสามารถในการทำงานร่วมกันได้ในระบบโครงข่ายไฟฟ้าอัจฉริยะ (Interoperability architectural perspectives: IAPs) เป็น ๓ ส่วน คือ

๑) มุมมองด้านระบบไฟฟ้ากำลัง (Power systems IAP: PS-IAP) เป็นมุมมองที่มีเป้าหมายเพื่อรับรองว่ากำลังไฟฟ้าที่ผู้ใช้ไฟฟ้าได้รับนั้นจะมีระดับความเชื่อถือได้และคุณภาพไฟฟ้าที่สูง โดยมีต้นทุนการผลิตไฟฟ้าอย่างคุ้มค่า เพื่อให้แน่ใจว่าระบบไฟฟ้าจะสามารถสมดุลกำลัง (Power balance) ระหว่างกันในทุกช่วงเวลา (ทั้งกำลังจริงและกำลังเสมือน)

๒) มุมมองด้านเทคโนโลยีการสื่อสาร (Communication technology IAP: CT-IAP) เป็นมุมมองที่กล่าวถึงการเชื่อมโยงที่มีความเกี่ยวข้องกับระบบการสื่อสารในวงกว้างของระบบโครงข่ายไฟฟ้าอัจฉริยะ ซึ่งจะพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างกันใน ๔ กลุ่มหลัก อันได้แก่ (๑) ระบบผลิตไฟฟ้า, (๒) ระบบส่งไฟฟ้า (๓) ระบบจำหน่ายไฟฟ้า และ (๔) ผู้ใช้ไฟฟ้า

๓) มุมมองด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ (Information technology IAP: IT-IAP) เป็นมุมมองการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการแลกเปลี่ยนข้อมูล (Data flows) ที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติการและการจัดการระบบไฟฟ้ากำลัง

สำหรับมุมมองที่จะพิจารณาใช้เป็นแนวทางในการกำหนดมาตรฐานการทำงานร่วมกันได้สำหรับประเทศไทยจะได้พิจารณา “มุมมองด้านระบบไฟฟ้ากำลัง” เป็นหลัก เนื่องจากเป็นมุมมองที่กำหนดความต้องการการปฏิบัติการ (Operation) หรือการประยุกต์การใช้งาน (Application) ของระบบไฟฟ้า อย่างไรก็ตามเพื่อความสมบูรณ์ของการกำหนดแนวทางการพัฒนามาตรฐานการทำงานร่วมกันได้สำหรับประเทศไทย ก็จะได้ผนวกรายละเอียดในมุมมองอื่นที่สำคัญร่วมเข้าไปด้วย

โดยในการกำหนดแนวทางการพัฒนามาตรฐานการทำงานร่วมกันได้สำหรับประเทศไทยนี้ จะได้พิจารณาองค์ประกอบต่างๆ ดังนี้ (๑) โดเมน (Domains) หมายถึง ระบบหรือหน่วยงานพื้นฐานที่ถูกมองเป็นภาพรวมที่อยู่ในระบบโครงข่ายไฟฟ้าเพื่อให้ระบบโครงข่ายไฟฟ้าสามารถทำงานได้สมบูรณ์ เช่น ระบบส่งไฟฟ้า (Transmission) ระบบจำหน่ายไฟฟ้า (Distribution) เป็นต้น (๒) องค์ประกอบเฉพาะ (Entities) หมายถึง อุปกรณ์หรือระบบที่มีหน้าที่การทำงานที่แตกต่างกัน และเป็นส่วนที่อยู่ภายในโดเมนหนึ่งๆ เช่น อุปกรณ์, ระบบคอมพิวเตอร์, โครงข่ายการสื่อสาร เป็นต้น และ (๓) การประสานกัน (Interfaces) หมายถึง การเชื่อมโยงหรือแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างองค์ประกอบเฉพาะในส่วนที่เกี่ยวข้องระหว่างกัน หรือที่เรียกว่า การแลกเปลี่ยนข้อมูล (Data flows) โดยมีข้อมูลสารสนเทศ (Data information) เป็นตัวข้อมูลที่ถูกทำการแลกเปลี่ยนระหว่างกัน

๒. การประยุกต์แผนภาพการเชื่อมโยงระบบโครงข่ายไฟฟ้าของ NIST และ IEEE 2030 ให้สอดคล้องกับระบบโครงข่ายไฟฟ้าของประเทศไทย

การประยุกต์เพื่อสร้างแผนภาพการเชื่อมโยงระบบโครงข่ายไฟฟ้าอัจฉริยะของประเทศไทย จะอาศัยหลักการจากมาตรฐาน NIST Interoperability Framework and Roadmap for Smart Grid Interoperability Standards, Release 2.0 และ มาตรฐาน IEEE Std. 2030™-2011 เป็นหลัก โดยมีรายละเอียดของ องค์ประกอบเฉพาะ (Entities), การเชื่อมโยงกัน (Interface), ตลอดจนการแลกเปลี่ยนข้อมูล (Data Flow) และ การปรับปรุงให้อยู่ในรูปแผนภาพอย่างง่ายและเหมาะสมกับประเทศไทย

ในการจัดทำแผนภาพการเชื่อมโยงของระบบและอุปกรณ์ในโครงข่ายไฟฟ้าของประเทศไทยในปัจจุบัน ได้ทำการประยุกต์จากแผนภาพการเชื่อมโยงของระบบโครงข่ายไฟฟ้าตามมาตรฐาน IEEE 2030 โดยมีหลักเกณฑ์ในการกำหนดแบบจำลองแผนภาพ ๔ ประการ คือ

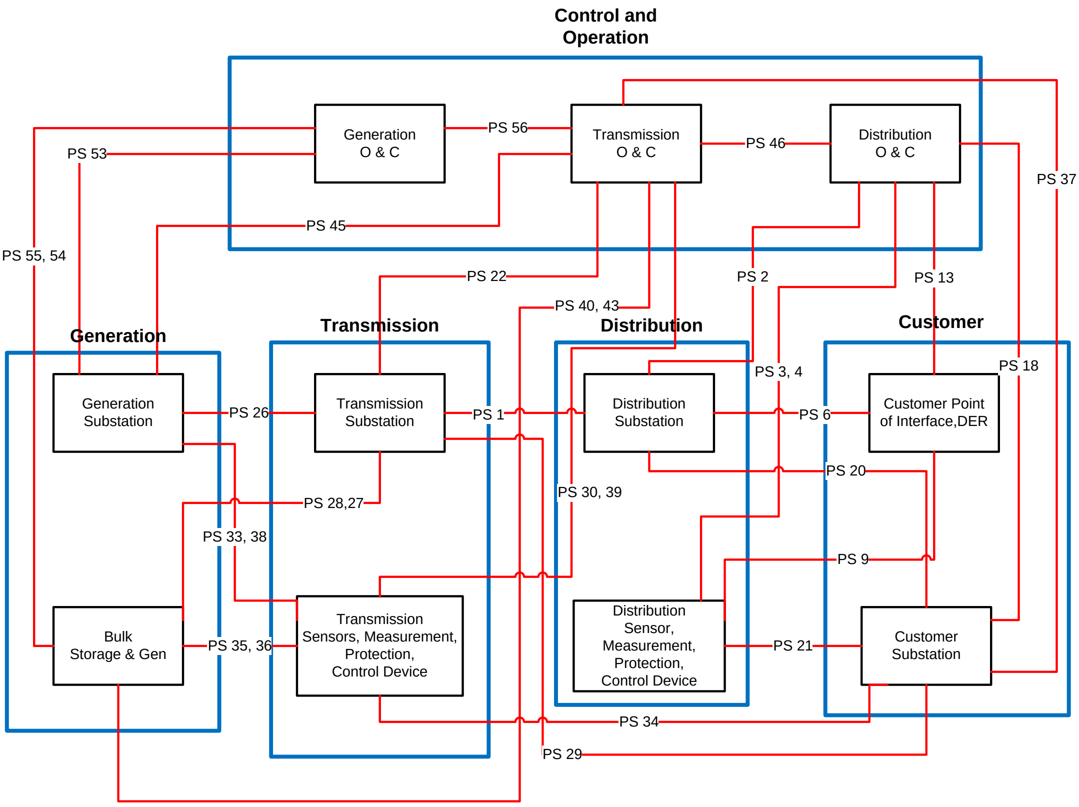
๑) พิจารณาการละเลยโดเมน (Domain) ที่ในปัจจุบันยังไม่เกิดขึ้น หรือยังไม่จำเป็นสำหรับประเทศไทย ณ ปัจจุบัน ได้แก่ Market, Service Provider

๒) พิจารณาการรวมเอกลักษณ์เฉพาะ (Entities) บางองค์ประกอบที่ในประเทศไทยสามารถรวมกันได้ เช่น Bulk Generation and Storage เป็นต้น

๓) พิจารณาการละเลยการเชื่อมโยงกัน (Interfaces) หรือการแลกเปลี่ยนข้อมูล (Data flows) ที่อยู่ภายในโดเมนเดียวกัน ที่สามารถละเลยได้ โดยในการดำเนินการนี้จะคำนึงเพียงเฉพาะการเชื่อมโยงกัน หรือการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างโดเมนเท่านั้น (ระหว่างหน่วยงาน)

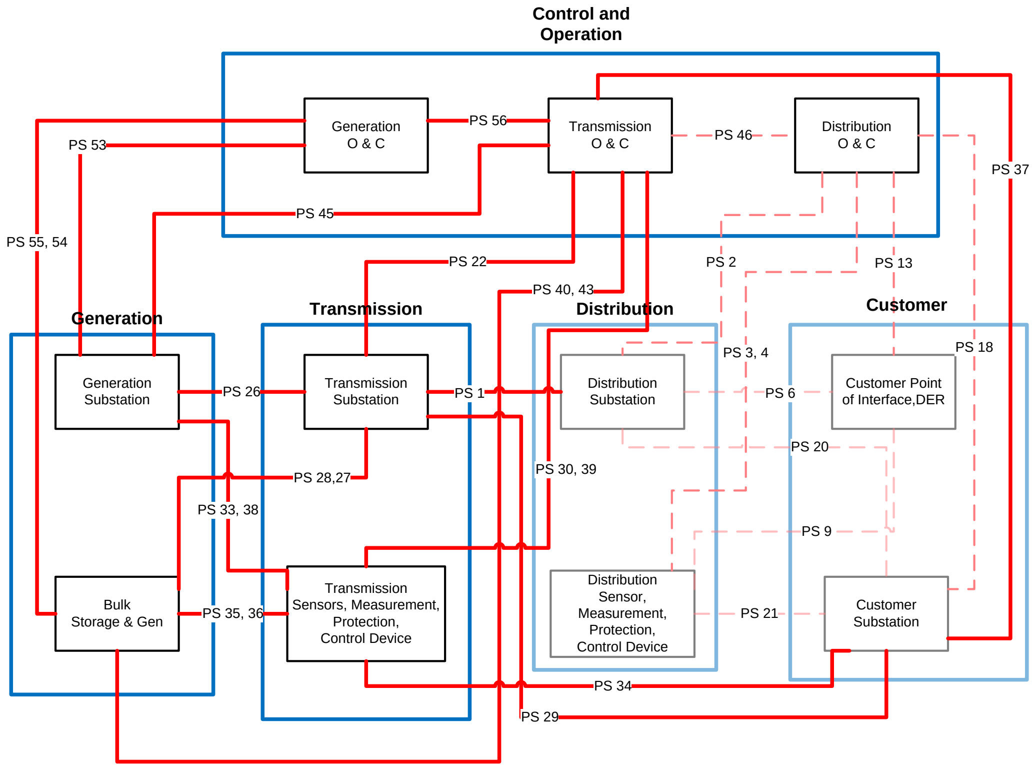
๔) จัดทำแบบจำลองในแต่ละมุมมองขึ้น โดยพิจารณาเพียงโดเมน เอกลักษณ์เฉพาะ และการเชื่อมโยงหรือการแลกเปลี่ยนข้อมูลที่ยังคงอยู่

โดยผลลัพธ์แผนภาพการเชื่อมโยงด้านระบบไฟฟ้ากำลังของประเทศไทยในปัจจุบัน (ก่อนการปรับปรุง) สามารถแสดงได้ดังรูปที่ ๒

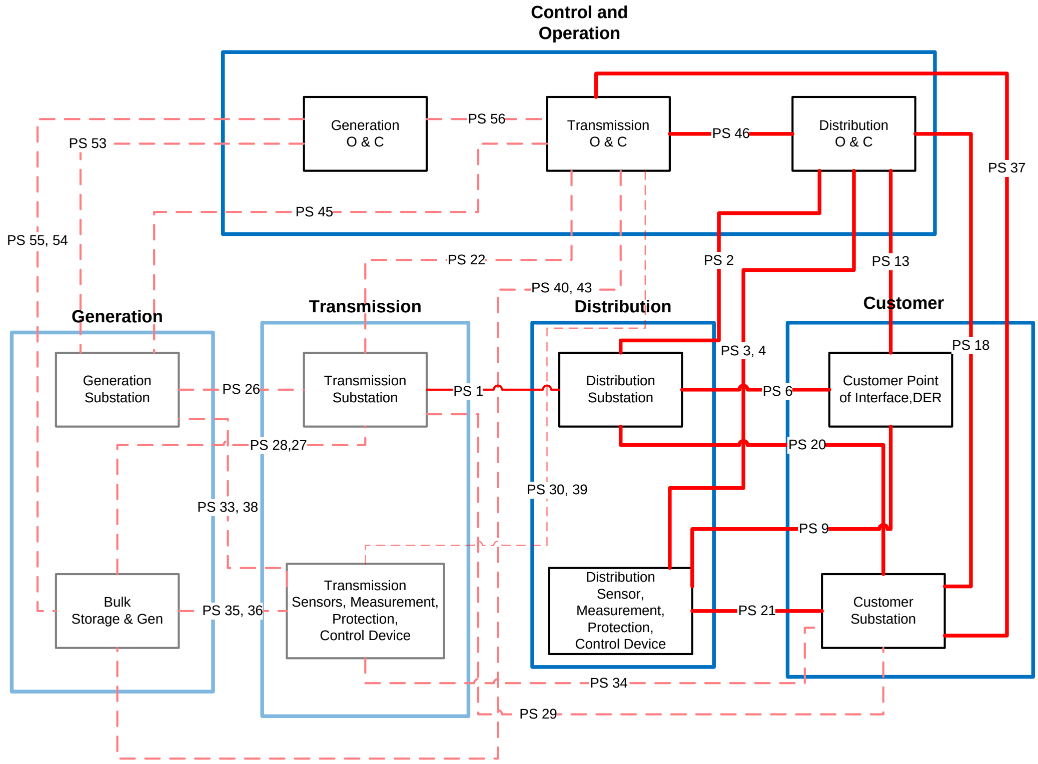


รูปที่ ๒ แผนภาพการเชื่อมโยงด้านระบบไฟฟ้ากำลังของประเทศไทยในปัจจุบัน (ก่อนการปรับปรุง)

จากรูปที่ ๒ สามารถจำแนกองค์ประกอบเฉพาะต่างๆออกเป็น ๒ ส่วน คือ <u>**ส่วนที่เกี่ยวข้องกับ**</u> <u>Generation และ Transmission **ซึ่งเป็นส่วนที่เกี่ยวข้องกับการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย และ**</u> <u>ส่วน Distribution **ซึ่งเป็นส่วนที่เกี่ยวข้องกับการไฟฟ้านครหลวงและการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค**</u> ซึ่งมีรายละเอียดการเชื่อมโยง ดังรูปที่ ๓ และ ๔ ตามลำดับ



รูปที่ ๓ แผนภาพการเชื่อมโยงด้านระบบไฟฟ้ากำลัง ส่วน Generation และ Transmission (ก่อนการปรับปรุง)



รูปที่ ๔ แผนภาพการเชื่อมโยงด้านระบบไฟฟ้ากำลัง ส่วน Distribution (ก่อนการปรับปรุง)

จากแผนภาพการเชื่อมโยงระบบโครงข่ายไฟฟ้าของประเทศไทยในปัจจุบัน ดังแสดงในรูปที่ ๒-๔ พบว่า ยังมีความจำเป็นต้องทราบข้อมูลการเชื่อมโยงระหว่างกัน ตลอดจนมาตรฐานที่เกี่ยวข้องด้วย ดังนั้นจึงได้มีการจัดทำแบบฟอร์มการขอรับข้อมูลในการพัฒนาการทำงานร่วมกันได้ของอุปกรณ์และระบบในระบบโครงข่ายไฟฟ้า (Interoperability) ดังแสดงตัวอย่างในตารางที่ ๑ เพื่อเป็นการขอรับข้อมูลการเชื่อมโยงระหว่างกัน ตลอดจนมาตรฐานที่เกี่ยวข้องจากการไฟฟ้าทั้งสามแห่ง ดังนี้

ตารางที่ ๑ แบบฟอร์มข้อมูลในการพัฒนาทำงานร่วมกันได้ของอุปกรณ์และระบบในระบบโครงข่ายไฟฟ้า (Interoperability)

Entity1	Entity2	Interface	การแลกเปลี่ยนข้อมูล		ระบบการสื่อสาร			มาตรฐานที่เกี่ยวข้อง	
			ข้อมูล	ทิศทาง	ตัวกลาง	Data Link Layer	Network	ด้านการส่ง/รับข้อมูล	ด้านระบบการสื่อสาร
Distribution Substation	Transmission Substation	PS1	1) ... 2) ... 3) ...	ไป	1) ... 2) ... 3) ...	1) ... 2) ... 3) ...	1) ... 2) ... 3) ...	1) ... 2) ... 3) ...	1) ... 2) ... 3) ...
			1) ... 2) ... 3) ...	กลับ	1) ... 2) ... 3) ...	1) ... 2) ... 3) ...	1) ... 2) ... 3) ...	1) ... 2) ... 3) ...	1) ... 2) ... 3) ...

ในการดำเนินงานและรวบรวมข้อมูลการทำงานร่วมกันได้ของอุปกรณ์และระบบในระบบโครงข่ายไฟฟ้า (Interoperability) ได้มีการจัดตั้งคณะกรรมการศึกษาการเชื่อมโยงโครงข่ายไฟฟ้าภายในประเทศขึ้นสำหรับ รายชื่อหน่วยงานที่มีผู้แทนเข้าร่วมเป็นคณะกรรมการศึกษา ได้แก่ (๑) สำนักงานคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน (๒) สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน (๓) การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (๔) การไฟฟ้านครหลวง (๕) การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (๖) สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (๗) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และได้มีการจัดประชุมเพื่อหารือเกี่ยวกับแนวทางการพัฒนาข้อมูลดังกล่าวที่ผ่านมา ๓ ครั้ง กล่าวคือ

การประชุมฯ ครั้งที่ ๑ (๑/๒๕๕๖) วันอังคารที่ ๑๒ กุมภาพันธ์ พ.ศ. ๒๕๕๖ **การประชุมฯ ครั้งที่ ๒** (๒/๒๕๕๖) วันอังคารที่ ๒๕ มิถุนายน พ.ศ. ๒๕๕๖ และ **การประชุมฯ ครั้งที่ ๓** (๓/๒๕๕๖) วันศุกร์ที่ ๒๕ ตุลาคม พ.ศ. ๒๕๕๖ นอกจากการประชุมดังกล่าว คณะที่ปรึกษาโครงการฯ ได้รับความอนุเคราะห์ด้านข้อมูลจากการไฟฟ้าทั้งสามแห่งเพิ่มเติม โดยมีรายละเอียดการขอรับความอนุเคราะห์ด้านข้อมูลจากการไฟฟ้าแต่ละแห่ง ดังนี้

ขอรับความอนุเคราะห์ข้อมูลการทำงานร่วมกันได้ของอุปกรณ์และระบบในระบบโครงข่ายไฟฟ้า (Interoperability) จากการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ๓ ครั้ง โดยครั้งที่ ๑ เมื่อวันพุธที่ ๑๓ มีนาคม พ.ศ. ๒๕๕๖ ครั้งที่ ๒ เมื่อวันพุธที่ ๗ สิงหาคม พ.ศ. ๒๕๕๖ ครั้งที่ ๓ เมื่อวันที่ ๒๑ พฤศจิกายน พ.ศ. ๒๕๕๖

ขอรับความอนุเคราะห์ข้อมูลการทำงานร่วมกันได้ของอุปกรณ์และระบบในระบบโครงข่ายไฟฟ้า (Interoperability) จากการไฟฟ้านครหลวง ๔ ครั้ง โดย ครั้งที่ ๑ เมื่อวันศุกร์ที่ ๒๙ มีนาคม พ.ศ. ๒๕๕๖ ครั้งที่ ๒ เมื่อวันศุกร์ที่ ๓ พฤษภาคม พ.ศ. ๒๕๕๖ ครั้งที่ ๓ เมื่อวันจันทร์ที่ ๕ สิงหาคม พ.ศ. ๒๕๕๖ ครั้งที่ ๔ เมื่อวันที่ ๒๕ พฤศจิกายน พ.ศ. ๒๕๕๖

ขอรับความอนุเคราะห์ข้อมูลการทำงานร่วมกันได้ของอุปกรณ์และระบบในระบบโครงข่ายไฟฟ้า (Interoperability) จากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ๓ ครั้ง โดย ครั้งที่ ๑ เมื่อวันอังคารที่ ๙ เมษายน พ.ศ. ๒๕๕๖ ครั้งที่ ๒ เมื่อวันศุกร์ที่ ๙ สิงหาคม พ.ศ. ๒๕๕๖ ครั้งที่ ๓ เมื่อวันที่ ๑๘ พฤศจิกายน พ.ศ. ๒๕๕๖

จากนั้นเมื่อได้รับข้อมูลและข้อเสนอแนะต่างๆ จากการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย การไฟฟ้านครหลวง และ การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค เป็นที่เรียบร้อยแล้ว จึงได้ทำการแก้ไขแผนภาพการเชื่อมโยงด้านระบบไฟฟ้ากำลังในปัจจุบัน รวมถึงแบบฟอร์มการขอข้อมูลในการพัฒนาทำงานร่วมกันได้ของอุปกรณ์และระบบโครงข่ายไฟฟ้า (Interoperability) และ รายละเอียดองค์ประกอบเฉพาะ (Entities) ต่างๆ ในแผนภาพการเชื่อมโยงด้านระบบไฟฟ้ากำลังเพื่อให้สอดคล้องกับข้อเสนอแนะที่การไฟฟ้าทั้งสามแห่งได้เสนอมา โดยมีรายละเอียดในการปรับปรุงแผนภาพในประเด็นหลักๆ ดังต่อไปนี้

๑) ใน Domain “Customer” ได้ แยก Entity “Customer Point of Interface & DER” ออกจากกันเป็น Entity “Customer Point(s) of Interface” และ Entity “DER Point(s) of Interface”

๒) ใน Entity “Customer Substation” ได้ เปลี่ยนเป็น Entity “Customer and DER Substation”

๓) ใน Entity “Distribution Substation” ได้เปลี่ยนเป็น Entity “Transmission and Distribution Substation”

๔) ใน Entity “Distribution Operation and Control” ได้เปลี่ยนเป็น Entity “Transmission and Distribution Operation and Control”

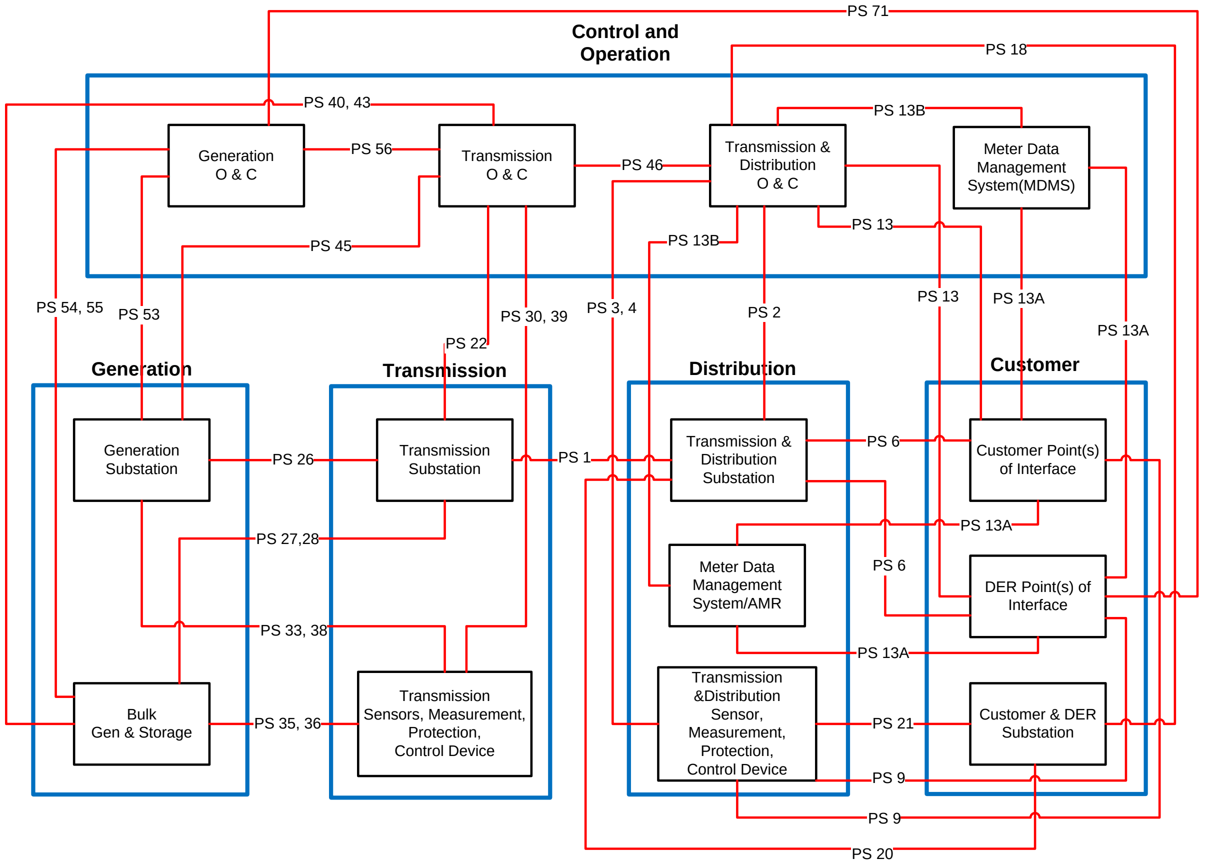
๕) ใน Entity “Distribution Substation” ได้เปลี่ยนเป็น Entity “Transmission & Distribution Substation”

๖) ใน Entity “Distribution Sensors, Measurement, Protection, Control Devices”ได้เปลี่ยนเป็น Entity “Transmission & Distribution Sensors, Measurement, Protection, Control Devices”

๗) เพิ่ม Entity “Utility Revenue Metering” ใน Domain “Distribution”

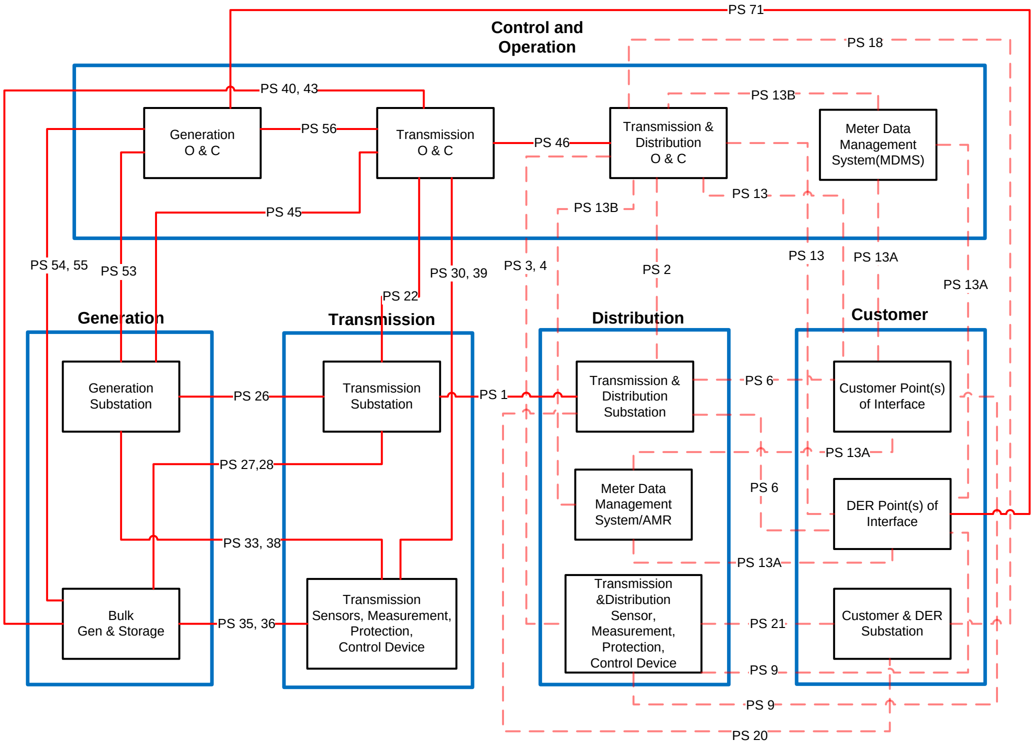
๘) ใน Entity “Utility Revenue Metering” ได้เปลี่ยนเป็น Entity “Metering Data Management System” และ เพิ่มเติมใน Domain “Control and Operation” ด้วย

โดยท้ายสุด ได้นำไปสู่แผนภาพการเชื่อมโยงด้านระบบไฟฟ้ากำลังของประเทศไทยในปัจจุบัน (หลังการปรับปรุง) ดังแสดงในรูปที่ ๕ ดังนี้

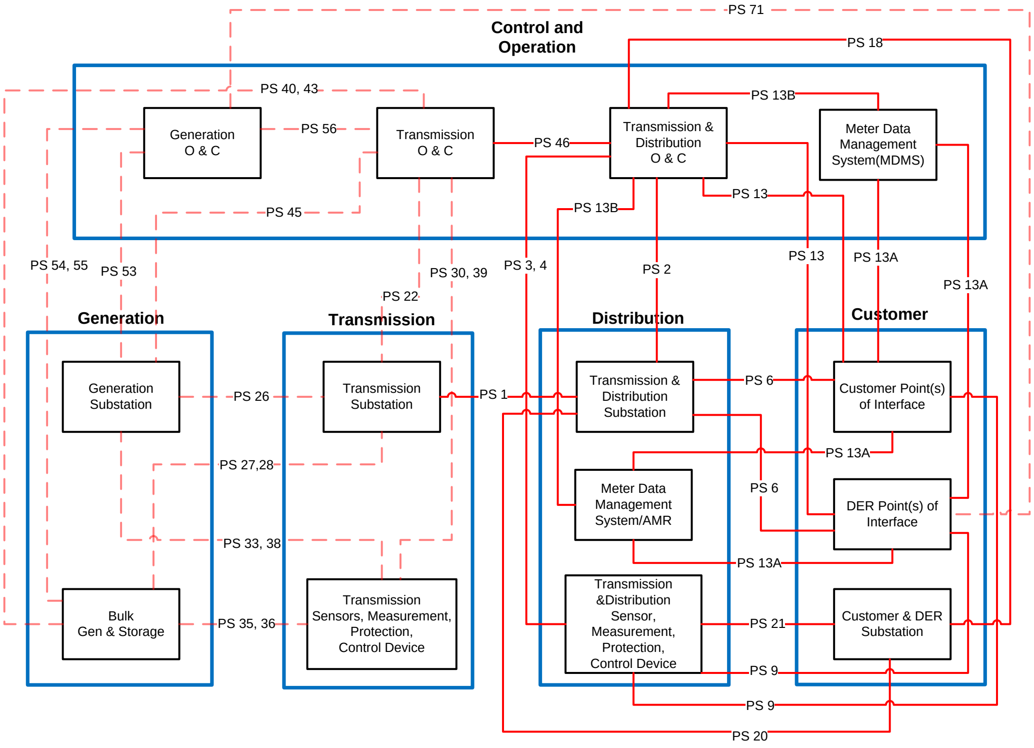


รูปที่ ๕ แผนภาพการเชื่อมโยงด้านระบบไฟฟ้ากำลังของประเทศไทยในปัจจุบัน (หลังการปรับปรุง)

จากรูปที่ ๕ สามารถจำแนกองค์ประกอบเฉพาะต่างๆ ออกเป็น ๒ ส่วน คือ **<u>ส่วนที่เกี่ยวข้องกับ Generation และ Transmission ซึ่งเป็นส่วนที่เกี่ยวข้องกับการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย และส่วน Distribution ซึ่งเป็นส่วนที่เกี่ยวข้องกับการไฟฟ้านครหลวงและการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค</u>** ซึ่งมีรายละเอียดการเชื่อมโยง ดังรูปที่ ๖ และ ๗ ตามลำดับ



รูปที่ ๖ แผนภาพการเชื่อมโยงด้านระบบไฟฟ้ากำลัง ส่วน Generation และTransmission (หลังการปรับปรุง)



รูปที่ ๗ แผนภาพการเชื่อมโยงด้านระบบไฟฟ้ากำลัง ส่วน Distribution (หลังการปรับปรุง)

๓. สถานะข้อมูลการเชื่อมโยงระบบโครงข่ายไฟฟ้าในปัจจุบัน

หลังจากได้เข้าประชุมขอความอนุเคราะห์ข้อมูลการพัฒนาการทำงานร่วมกันได้ของอุปกรณ์และระบบในระบบโครงข่ายไฟฟ้าจาก การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย การไฟฟ้านครหลวง และ การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคเรียบร้อยแล้ว ได้รวบรวมและสรุปข้อมูลการทำงานร่วมกันได้ของอุปกรณ์และระบบในระบบโครงข่ายไฟฟ้าจากการไฟฟ้าทั้งสามแห่งซึ่งมีรายละเอียดข้อมูลที่สำคัญ ดังนี้

- ข้อมูลการแลกเปลี่ยนระหว่างสถานีส่งไฟฟ้ากับสถานีจำหน่ายไฟฟ้า ได้แก่ สัญญาณของรีเลย์ระบบป้องกัน เซอร์กิตเบรกเกอร์ และ ข้อมูลของอุปกรณ์ป้องกันระยะไกล
- ข้อมูลการแลกเปลี่ยนระหว่างศูนย์สั่งการระบบส่งไฟฟ้ากับศูนย์สั่งการระบบจำหน่ายไฟฟ้า ได้แก่ สถานะของเซอร์กิตเบรกเกอร์ สวิตซ์และรีเลย์ชนิดต่างๆ ข้อมูลการไหลของกำลังไฟฟ้า เช่น กระแส แรงดัน กำลังไฟฟ้าจริง กำลังไฟฟ้าเสมือน
- ข้อมูลการแลกเปลี่ยนระหว่างศูนย์สั่งการระบบจำหน่ายไฟฟ้ากับสถานีของลูกค้า แบ่งเป็นลูกค้าแรงดันปานกลางและลูกค้าแรงดันต่ำ โดยข้อมูลลูกค้าแรงดันปานกลาง (ลูกค้ารายใหญ่) ได้แก่ ค่าของกระแส แรงดัน กำลังจริง กำลังเสมือน สัญญาณของรีเลย์ระบบป้องกัน สถานะของสวิตซ์และเซอร์กิตเบรกเกอร์
- ข้อมูลการแลกเปลี่ยนระหว่างศูนย์สั่งการระบบจำหน่ายไฟฟ้ากับ DER ซึ่ง DER แบ่งเป็น SPP และ VSPP โดยข้อมูลของSPP ได้แก่ ค่าของกระแส แรงดัน กำลังไฟฟ้าจริง กำลังไฟฟ้าเสมือน ตัวประกอบกำลังไฟฟ้า ตำแหน่งของอุปกรณ์ป้องกัน เช่น สวิตซ์และเซอร์กิตเบรกเกอร์ ข้อมูล Voltage Sag/Swell
- ข้อมูลการแลกเปลี่ยนระหว่างสถานีจำหน่ายไฟฟ้ากับสถานีของลูกค้า ได้แก่ ข้อมูลของอุปกรณ์ป้องกันระยะไกล

รายการอ้างอิง

[1] "Interoperability Framework and Roadmap for Smart Grid Interoperability Standards, Release 2.0", Office of the National Coordinator for Smart Grid Interoperability, Engineering Laboratory in collaboration with Physical Measurement Laboratory and Information Technology Laboratory, (2012)

[2] "IEEE Guide for Smart Grid Interoperability of Energy Technology and Information Technology Operation with the Electric Power System (EPS), End-Use Applications, and Loads", IEEE Standards Coordinating Committee 21, (2011)

[3] "Standardization Mandate to European Standardization Organizations (ESOs) to support European Smart Grid deployment", EUROPEAN COMMISSION DIRECTORATE-GENERAL FOR ENERGY, (2011)

[4] "Control Center and Data Exchange Requirements", PJM Interconnection LLC, (2013)

[5] "IEC Smart Grid Standardization Roadmap", SMB Smart Grid Strategic Group (SG3), (2010)