หน้าสรุปโครงการ

ปัญหาที่ทำการวิจัย และความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบัน ปัญหาสภาวะโลกร้อนที่เกิดจากการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของโรงจักรไฟฟ้าที่ใช้เชื้อเพลิงประเภทฟอสซิล ระบบขนส่ง โรงงานอุตสาหกรรม เป็นต้นนั้น ก่อให้เกิดผลกระทบด้านลบอย่างรุนแรงต่อสภาพแวดล้อม ความเป็นอยู่ของมนุษย์ สังคม เศรษฐกิจ ตลอดจนการพัฒนาประเทศ ดังนั้นทั่วโลกจึงให้ความสนใจอย่างมากต่อการแก้ปัญหาสภาวะโลกร้อน ไม่ว่าจะเป็นการร่วมกันประหยัดพลังงาน การใช้ทรัพยากรพลังงานอย่างมีคุณค่า โดยเฉพาะอย่างยิ่งการวางยุทธศาสตร์เพื่อหาแหล่งพลังงานทดแทน เช่น แสงอาทิตย์ ลม แหล่งน้ำขนาดเล็ก ชีวมวล โคเจนเนเรชั่น เป็นต้น เพื่อผลิตไฟฟ้าจ่ายเข้ามาในระบบไฟฟ้ากำลัง สำหรับประเทศไทยนั้น เป้าหมายภายใต้แผนพัฒนาพลังงานทดแทน 15 ปีที่กำหนดโดยกระทรวงพลังงาน คือในปี 2556 ให้ผลิตพลังงานไฟฟ้าได้จากแหล่งพลังงานทนแทน 5,608 MW จากปัจจุบันซึ่งมีประมาณ 1,752 MW อย่างไรก็ตาม เมื่อแหล่งพลังงานทดแทนจำพวกลมและแสงอาทิตย์ซึ่งกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้นั้นขึ้นอยู่กับสภาพอากาศมีสัดส่วนการผลิตไฟเข้ามาในระบบเพิ่มมากขึ้น จะทำให้เกิดปัญหาต่างๆในระบบไฟฟ้ากำลังได้ เช่น ผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงของความถี่ระบบ, คุณภาพของกำลังไฟฟ้า, แรงดันที่ไม่สม่ำเสมอในระบบจำหน่าย, ขนาดของกระแสลัดวงจรที่เพิ่มขึ้น, กำลังไฟฟ้าสำรองในระบบ, เสถียรภาพของระบบ เป็นต้น

ยกตัวอย่างปัญหาผลกระทบที่เกิดขึ้นในยุโรป ระบบไฟฟ้ากำลังของแต่ละประเทศในยุโรปนั้นเชื่อมต่อถึงกันด้วยสายส่งเชื่อมโยงจึงทำให้ระบบไฟฟ้ากำลังโดยรวมนั้นมีขนาดใหญ่มาก นอกจากนี้ยังมีการติดตั้งแหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้าด้วยพลังงานทดแทนโดยเฉพาะอย่างยิ่งพลังงานลมเป็นจำนวนมากโดยไม่ได้เตรียมมาตรการเพื่อลดผลกระทบของแหล่งพลังงานลมต่อระบบไว้อย่างดีพอ จึงส่งผลให้เกิดปัญหาต่างๆขึ้นตามมา เช่น ในวันที่ 4 พฤศจิกายน ปี 2006 ได้เกิดไฟฟ้าดับเป็นบริเวณกว้างทั่วยุโรป โดยสาเหตุส่วนหนึ่งนั้นเกิดจากการคาดคะเนขนาดของกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้จากพลังงานลมซึ่งทำได้ยาก เมื่อมีความผิดพร่องเกิดขึ้นในระบบจึงทำให้ระบบสูญเสียเสถียรภาพเป็นผลให้เกิดไฟฟ้าดับ ดังนั้น ในปัจจุบันประเทศในยุโรปจึงเริ่มออกมาตรการต่างๆมาเพื่อป้องกันและเพิ่มเสถียรภาพระบบให้มากขึ้น สำหรับประเทศของเรานั้น ปัจจุบันขนาดของกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแหล่งจ่ายพลังงานลมและแสงอาทิตย์มีเพียง 3.5 MW และ 32 MW ตามลำดับ กระทรวงพลังงานจึงตั้งเป้าหมายภายใต้แผนพัฒนาพลังงานทดแทน 15 ปีว่าในปี 2565 จะให้มีกำลังไฟฟ้าที่ผลิตจากพลังลม 800 MW และ พลังแสงอาทิตย์อยู่ที่ 500 MW แสดงให้เห็นว่าผลกระทบของแหล่งจ่ายพลังลมและแสงอาทิตย์ต่อระบบไฟฟ้ากำลังนั้นมีแนวโน้มสูงขึ้นในอนาคต จึงต้องมีการศึกษาปัญหาผลกระทบของแหล่งพลังงานที่มีกำลังไฟฟ้าไม่สม่ำเสมอเหล่านี้เพื่อหามาตรการป้องกันปัญหาที่จะเกิดขึ้นในระบบอย่างจริงจัง นอกจากนี้ในประเทศไทยยังมีแหล่งน้ำขนาดย่อมกระจายอยู่ทั่วประเทศเป็นบริเวณกว้างซึ่งสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการผลิตไฟฟ้าพลังน้ำได้ หากสามารถบริหารจัดการและควบคุมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ในทางตรงกันข้าม สำหรับทางด้านผู้ใช้ไฟฟ้านั้น มาตรการต่างๆเพื่อสร้างความร่วมมือและรณรงค์ด้านการประหยัดพลังงานและการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้มีออกมาเป็นจำนวนมากโดยภาครัฐ นอกจากนี้ยังมีการสนับสนุนการใช้และพัฒนาอุปกรณ์ประหยัดพลังงานต่างๆ ที่มีประสิทธิภาพสูงเช่น ระบบปั๊มความร้อน รถไฟฟ้าไฮบริด เป็นต้น เนื่องจากอุปกรณ์เหล่านี้นอกจากเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมแล้วยังสามารถควบคุมกำลังไฟฟ้าที่รับเข้าไปได้อีกด้วย จึงคาดได้ว่าอุปกรณ์เหล่านี้จะมีจำนวนเพิ่มมากขึ้นในอนาคต

เพื่อแก้ปัญหาต่าง ๆที่จะเกิดขึ้นในระบบไฟฟ้ากำลังในอนาคต จึงได้มีแนวคิดในการควบคุมระบบไฟฟ้ากำลังอย่างชาญฉลาดขึ้นโดยบูรณการเทคโนโลยีโครงข่ายทางด้านสื่อสารข้อมูลแบบสองทาง (Two Ways Communication Network), เครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบกระจายที่ควบคุมได้ (Controllable Distributed Generators), อุปกรณ์ Flexible AC Transmission Systems (FACTS) และแบตเตอรี่ขนาดใหญ่ซึ่งประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอิเลคทรอนิกส์กำลัง มาร่วมกันทำงานกับอุปกรณ์โหลดของผู้ใช้ไฟฟ้า แหล่งจ่ายไฟฟ้าด้วยพลังงานทดแทนเช่นลมและแสงอาทิตย์ซึ่งกำลังไฟฟ้าที่ได้ขึ้นอยู่กับสภาพอากาศ ซึ่งแนวคิดนี้ก็คือการสร้างโครงข่ายระบบส่งไฟฟ้าอัจฉริยะหรือสมาร์ทกริด (Smart grid) ขึ้นมานั่นเอง

ในงานวิจัยนี้จะพิจารณาผลกระทบของแหล่งพลังลมและแสงอาทิตย์ต่อการเปลี่ยนแปลงความถี่ระบบในกรณีที่จำนวนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ทำหน้าที่ควบคุมความถี่ (Load Frequency Control, LFC) ซึ่งติดตั้งอยู่ในระบบไฟฟ้ากำลังอิสระนั้นมีไม่เพียงพอในขณะที่แหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้าจากพลังลมและแสงอาทิตย์นั้นมีจำนวนมาก เพื่อช่วยแบ่งเบาภาระการทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า LFC งานวิจัยนี้นำเสนอแนวคิดใหม่ในการประยุกต์ใช้อุปกรณ์โหลดที่สามารถควบคุมกำลังไฟฟ้าได้ในระบบจำหน่ายมาร่วมกันทำเสถียรภาพความถี่ของระบบไฟฟ้ากำลังอิสระ โดยจะพิจารณากลุ่มโหลดจำพวก รถไฟฟ้าไฮบริดแบบปลั๊กอิน (PHEV) และปั๊มความร้อน (HP) ให้เป็นโหลดอัจฉริยะที่ควบคุมได้ เนื่องจากอุปกรณ์เหล่านี้นอกจากเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมแล้วยังสามารถควบคุมกำลังไฟฟ้าที่รับเข้าไปได้อีกด้วย จึงคาดว่าอุปกรณ์เหล่านี้จะมีจำนวนเพิ่มมากขึ้นในอนาคต คุณลักษณะของอุปกรณ์เหล่านี้ในการนำมาประยุกต์ใช้ควบคุมความถี่

วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. เพื่อเสนอองค์ความรู้ใหม่ในการพัฒนาอุปกรณ์โหลดที่ควบคุมกำลังไฟฟ้าให้เป็นโหลดอัจฉริยะสำหรับระบบสมาร์ทกริด โดยในที่นี้จะพิจารณารถไฟฟ้าไฮบริดแบบปลั๊กอินและปั๊มความร้อน เพื่อทำเสถียรภาพความถี่ในระบบไฟฟ้ากำลังอิสระที่มีแหล่งจ่ายพลังงานหมุนเวียนที่ผลิตกำลังไฟฟ้าไม่สม่ำเสมอได้แก่ฟาร์มพลังงานลมและฟาร์มโซล่า
2. เพื่อนำเสนอวิธีออกแบบการควบคุมร่วมกันแบบคงทน (Coordinated Robust Control) ระหว่างโหลดอัจฉริยะและเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ใช้ในทำหน้าที่ควบคุมความถี่ เพื่อใช้ในการทำเสถียรภาพความถี่

องค์ความรู้ใหม่ที่คาดว่าจะได้จากโครงการวิจัย

1. การประยุกต์ใช้โหลดอัจฉริยะ ได้แก่ รถไฟฟ้าไฮบริดแบบปลั๊กอิน, ปั๊มความร้อน เพื่อทำเสถียรภาพทางความถี่แบบคงทนในระบบไฟฟ้ากำลังที่มีแหล่งจ่ายพลังงานหมุนเวียนที่ไม่สม่ำเสมอ
2. วิธีการควบคุมร่วมกันแนวใหม่ระหว่างรถไฟฟ้าไฮบริดแบบปลั๊กอินและปั๊มความร้อน เพื่อทำเสถียรภาพทางความถี่แบบคงทนในระบบไฟฟ้ากำลังอิสระ

ระเบียบวิธีวิจัย

1. พิจารณาเลือกระบบไฟฟ้ากำลังอิสระซึ่งประกอบไปด้วยเครื่องกำเนิดไฟฟ้า LFC เครื่องกำเนิดที่ไม่สามารถควบคุมกำลังไฟฟ้าได้ แหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้าที่ใช้พลังงานลมและแสงอาทิตย์ โหลด PHEV, EV และโหลดปรกติ

2. ศึกษาการสร้างแบบจำลองคณิตศาสตร์ของแต่ละอุปกรณ์ในระบบสำหรับการทำเสถียรภาพทางความถี่ โดยเฉพาะโหลด PHEV และ HP
3. ศึกษาแบบจำลองความไม่แน่นอนในระบบ อันเนื่องมาจากการผลิตกำลังไฟฟ้าอันเนื่องมาจากแหล่งจ่ายพลังงานลมและแสงอาทิตย์ การเปลี่ยนแปลงของโหลดที่ไม่สามารถคาดเดาได้ ผลของเวลาล่าช้าเนื่องจากการสื่อสารข้อมูล เป็นต้น โดยประยุกต์ใช้ทฤษฎีการควบคุมแบบคงทน
4. เลือกโครงสร้างตัวควบคุมความถี่ที่เหมาะสมสำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า LFC, PHEV และ HP
5. สร้างปัญหาการทำให้เหมาะสมสำหรับพารามิเตอร์ของตัวควบคุมความถี่โดยพิจารณาผลของความคงทนต่อความไม่แน่นอนในระบบ
6. ศึกษาวิธีการแก้ปัญหาการทำให้เหมาะสมด้วยวิธีฮิวริสติกเพื่อแก้ปัญหาหาค่าพารามิเตอร์ของตัวควบคุมที่เหมาะสม
7. ทดสอบผลการทำเสถียรภาพของตัวควบคุมที่ออกแบบมาโดยการจำลองทางคอมพิวเตอร์ภายใต้การเกิดสิ่งรบกวนระบบและความไม่แน่นอนต่าง ๆในระบบเช่น การเปลี่ยนแปลงกำลังไฟฟ้าที่เกิดจากพลังงานลมและแสงอาทิตย์ รวมไปถึงกำลังไฟฟ้าที่โหลดโดยเปรียบเทียบกับตัวควบคุมที่ใช้งานกันอยู่
8. สรุปผลการศึกษาวิจัยเพื่อเขียนงานวิจัยเพื่อส่งการประชุมวิชาการระดับนานาชาติ

ผลงานวิจัย

การประชุมวิชาการระดับนานาชาติ

Chalotorn Rattanapornchai, Issarachai Ngamroo and Sitthidet Vachirasricirikul

“Robust frequency control in the smart microgrid by heat pump and plug-in hybrid electric vehicle” *Proceedings of IASTED Technology and Management Conferences 2010, Power and Energy Systems, (AsiaPES 2010)*, 24-26 November 2010, Phuket, Thailand, no. 701-146.

การประชุมวิชาการระดับชาติ

ชโลธร รัตนพรชัย, อิสระชัย งามหรู, ธีรวุฒิ ไชยธรรม และ สิทธิเดช วชิราศรีศิริกุล

“การควบคุมความถี่อย่างทนทานในระบบสมาร์ทไมโครกริดโดยใช้ปั๊มความร้อนและรถไฟฟ้าปลั๊กอินไฮบริด“ งานวิจัยรับเชิญสาขาไฟฟ้ากำลัง การประชุมวิชาการวิศวกรรมไฟฟ้าครั้งที่ 33 (EECON 33) 1 – 3 ธันวาคม 2553 เชียงใหม่

งานวิจัยทั้งสองได้แนบไว้ในภาคผนวก