บทที่ 1

บทนำ

1.1 หลักการและเหตุผล

ตามปกติระบบไฟฟ้ากำลัง ต้องมีการส่งจ่ายกำลังงานไฟฟ้าจากแหล่งผลิตไปยังผู้ใช้ไฟฟ้า โดยมีเป้าหมายให้ต้นทุนการผลิตต่ำที่สุด มีความเชื่อถือได้และเสถียรภาพของระบบสูงที่สุด อย่างไรก็ตามระบบไฟฟ้าโดยทั่วไปนั้น ไม่สามารถทำให้ต้นทุนการผลิตต่ำสุด และความเชื่อถือได้กับเสถียรภาพของระบบสูงสุดได้ในเวลาเดียวกัน นอกจากนี้ หากนำเอาปัจจัยอื่น ๆ มาร่วมพิจารณาด้วย เช่น ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นจากโรงไฟฟ้าพลังความร้อน ก็จะส่งผลให้การดำเนินการให้เป็นไปตามเป้าหมายดังกล่าวเป็นไปได้ยาก ดังนั้นในการเลือกจุดการทำงานที่เหมาะสมของระบบไฟฟ้า โดยพิจารณาถึงฟังก์ชันวัตถุประสงค์ ดังที่ได้กล่าวมาข้างต้นนี้สามารถกระทำได้ โดยอาจจะพิจารณาถึงลำดับความสำคัญของฟังก์ชันวัตถุประสงค์ดังกล่าวในสัดส่วนที่แตกต่างกันออกไป ตามปัจจัยแวดล้อมต่าง ๆ

การพิจารณาเลือกจุดทำงานของระบบไฟฟ้ากำลังเพื่อให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ต่าง ๆ พร้อม ๆ กันนั้นสามารถกระทำได้โดยอาศัยเทคนิคการทำมัลติออบเจ็กทีฟออปติไมเซชันมาใช้ โดยอาศัยตรรกแบบฟัซซี่เป็นฐานในการพิจารณา ซึ่งมีรูปแบบการคำนวณที่รวดเร็ว โดยพิจารณาจากความสัมพันธ์ของระดับอินพุทต่อเอาท์พุทให้เป็นปริมาณในเชิงคุณภาพ วิธีนี้เป็นวิธีที่ใช้การประมาณจุดคำตอบที่เหมาะสมจากข้อมูลที่มีอยู่ ซึ่งใช้ได้ดีกับระบบที่มีความซับซ้อนมาก ๆ และไม่ต้องการความละเอียดมากนัก ปัญหาอย่างหนึ่งของการใช้ตรรกแบบฟัซซี่คือ การกำหนดความสัมพันธ์ของฟังก์ชันการเป็นสมาชิก(Membership function) ซึ่งไม่มีกฎเกณฑ์ที่แน่นอน อีกทั้งยังต้องใช้ประสบการณ์จากผู้ปฏิบัติการ ซึ่งผลดังกล่าวจะนำมาเขียนเป็นกฎเกณฑ์เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาต่อไป โดยประสบการณ์ของผู้ปฏิบัติการนั้น ขึ้นอยู่กับความสามารถของแต่ละบุคคลและระยะเวลาการปฏิบัติงานจริงกับระบบไฟฟ้าที่เกี่ยวข้องด้วย ดังนั้นการใช้วิธีการนี้ยังไม่เหมาะสมในทางปฏิบัตินัก อย่างไรก็ดีหากจะปรับปรุงรูปแบบขององค์ความรู้และประสบการณ์ที่เกิดขึ้นนั้นเราสามารถกระทำได้โดยการจำลองการทำงานและหาผลตอบของระบบด้วยคอมพิวเตอร์ ซึ่งครอบคลุมข้อมูลที่จะเป็นไปได้ทั้งหมด จากนั้นจึงนำข้อมูลที่ได้มาสร้างเป็นฐานข้อมูล และใช้เป็นประสบการณ์ของผู้ปฏิบัติงานแล้วจึงนำมาสร้างเป็นกฎทางฟัซซี่เพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหาต่อไป วิธีนี้สามารถค้นหาจุดคำตอบที่เหมาะสมได้ภายในระยะเวลาอันสั้น

สำหรับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะนำเสนอการประยุกต์ใช้ การทำออปติไมเซชันแบบสุ่มของฟังก์ชันค่าจริง โดยใช้วิธีกลยุทธ์วิวัฒนาการ (Evolution Strategies : ES) เป็นฐานในการพิจารณาเพื่อใช้ค้นหาฐานข้อมูล ซึ่งฟังก์ชันวัตถุประสงค์ในที่นี้ ประกอบด้วย 3 ฟังก์ชัน คือ ฟังก์ชันค่าเชื้อเพลิงของโรงจักรไฟฟ้า ฟังก์ชันการปลดปล่อยก๊าซ SO_2 ของโรงจักรไฟฟ้า และฟังก์ชันที่ใช้แสดงค่าเสถียรภาพของระบบไฟฟ้ากำลัง ซึ่งในที่นี้อาศัยค่า Available transfer capacity เป็นตัวดัชนีแสดงความมั่นคงของระบบ

เพื่อให้สะดวกต่อการพิจารณาความหมายในเชิงกายภาพ ผู้ศึกษาจะทำการแปลงฟังก์ชันวัตถุประสงค์ทั้งสามให้เป็นค่าดัชนี 3 ค่า คือ Economy index, Environmental index และ Transmission security index โดยที่ค่าดัชนีทั้ง 3 นี้จะมีค่าอยู่ในช่วงปิด [0,1] โดยค่าดัชนี 0 หมายถึง การไม่พิจารณาฟังก์ชันวัตถุประสงค์นั้น ส่วนค่าดัชนี 1 หมายถึงการให้ความสำคัญต่อฟังก์ชันวัตถุประสงค์นั้นสูงสุด จากนั้นทำการแก้ปัญหาออปติไมเซชันเพื่อให้ได้ค่าผลรวมของดัชนีทั้ง 3 สูงสุด โดยจะทำการรวบรวมผลที่ได้จากการจำลองการทำงานของระบบมาสร้างเป็นฐานข้อมูล เพื่อนำมาใช้เลือกจุดทำงานที่เหมาะสมของระบบไฟฟ้าโดยวิธีทางฟัซซี่ จากนั้นทำการเปรียบเทียบผลที่ได้กับการจ่ายโหลดอย่างประหยัด (Economic load dispatch : ELD) และออปติมัลเพาเวอร์โฟลว์ (Optimal power flow : OPF) ตามปกติ

1.2 วัตถุประสงค์ของวิทยานิพนธ์

1) เพื่อศึกษาการนำการคำนวณเชิงวิวัฒนาการมาใช้ในการแก้ปัญหาออปติมัลเพาเวอร์โฟลว์
2) เพื่อศึกษาและพัฒนาฐานข้อมูลจากผลการคำนวณ Off-line ออปติมัลเพาเวอร์โฟลว์
3) เพื่อศึกษาการเลือกจุดทำงานที่เหมาะสมของระบบไฟฟ้ากำลัง โดยใช้การตัดสินใจแบบฟัซซี่จากฐานข้อมูลที่สร้างขึ้น

1.3 ขั้นตอนการดำเนินการ

1) ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับ Evolution strategies (ES), ตรรกศาสตร์ฟัซซี่(Fuzzy logic), Fuzzy rule-based systems และการประยุกต์ใช้งาน
2) ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาออปติมัลเพาเวอร์โฟลว์ โดยใช้ฟังก์ชันวัตถุประสงค์หนึ่งฟังก์ชัน และมากกว่าหนึ่งฟังก์ชัน
3) ศึกษาการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ MATLAB

4) ออกแบบโปรแกรมเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาออปติมัลเพาเวอร์โฟลว์ โดยใช้ฟังก์ชันวัตถุประสงค์หนึ่งฟังก์ชัน และมากกว่าหนึ่งฟังก์ชัน
5) เปรียบเทียบผลที่ได้จากการแก้ปัญหาออปติมัลเพาเวอร์โฟลว์ โดยใช้ ES กับ Sequential Quadratic Programming (SQP)
6) สร้างฐานข้อมูลจากการแก้ปัญหา ออปติมัลเพาเวอร์โฟลว์
7) ศึกษาการเลือกจุดทำงานที่เหมาะสมของระบบไฟฟ้าโดยใช้การตัดสินใจแบบฟัซซี่จากฐานข้อมูลที่สร้างขึ้น
8) วิเคราะห์และสรุปผลที่ได้จากการวิจัย
9) เรียบเรียงวิทยานิพนธ์ ตรวจสอบแก้ไข และเข้ารูปเล่ม เพื่อนำเสนอคณะกรรมการต่อไป

1.4 ขอบเขตของวิทยานิพนธ์

วิทยานิพนธ์นี้ศึกษาการเลือกจุดการทำงานที่เหมาะสมของระบบไฟฟ้ากำลัง โดยใช้ตรรกแบบฟัซซี่เป็นตัวตัดสิน ซึ่งพิจารณาจากฐานข้อมูลที่สร้างมาจากการแก้ปัญหา Off-line ออปติมัลเพาเวอร์โฟลว์ โดยใช้วิธีการทำออปติไมเซชันที่เหมาะสมเป็นฐาน นอกจากนี้จะศึกษาการแก้ปัญหาออปติมัลเพาเวอร์โฟลว์โดยใช้ฟังก์ชันวัตถุประสงค์หลายฟังก์ชัน ซึ่งในที่นี้ใช้ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ 3 ฟังก์ชัน คือ Economic objective function, Environmental objective function และ Transmission security objective function ภายใต้สมมติฐานดังนี้

1) ใช้แบบจำลองโหลดชนิดกำลังคงที่ภายในช่วงเวลาที่พิจารณา
2) ระบบไฟฟ้ากำลังที่ใช้ในการจำลองผลเป็นแบบสามเฟสสมดุล
3) การแก้ปัญหาการไหลกำลังไฟฟ้า(Power flow solutions) ใช้วิธีนิวตัน-ราฟสันในรูปพิกัดเชิงขั้ว
4) ไม่พิจารณามุมเลื่อนเฟสของหม้อแปลง

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1) สามารถเลือกใช้เทคนิคที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาออปติมัลเพาเวอร์โฟลว์ได้
2) สามารถแก้ปัญหาออฟติมัลเพาเวอร์โฟลว์โดยใช้ฟังก์ชันวัตถุประสงค์หลายฟังก์ชันได้
3) สามารถเลือกจุดการทำงานที่เหมาะสมของระบบไฟฟ้ากำลังโดยใช้การตัดสินใจแบบฟัซซี่ได้

1.6 เนื้อหาของวิทยานิพนธ์

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะกล่าวถึงการเลือกจุดการทำงานที่เหมาะสมของระบบไฟฟ้ากำลังโดยใช้การตัดสินใจแบบฟัซซี่ โดยก่อนที่จะใช้ระบบฟัซซี่นั้นจะเริ่มต้นจากการศึกษาวิธีการแก้ปัญหาออปติมัลเพาเวอร์โฟลว์ที่เหมาะสมระหว่างวิธีการคำนวณทางคณิตศาสตร์และวิธีการคำนวณเชิงวิวัฒนาการ (ES) เพื่อให้การแก้ปัญหาออปติมัลเพาเวอร์โฟลว์มีความรวดเร็ว และมีประสิทธิภาพมากที่สุด นอกจากนี้ยังได้มีการศึกษาการแก้ปัญหาออปติมัลเพาเวอร์โฟลว์โดยใช้ฟังก์ชันวัตถุประสงค์หลายฟังก์ชันด้วย เพื่อใช้แก้ปัญหาจุดทำงานของระบบเมื่อระบบมีความเสี่ยงต่อเงื่อนไขบางประการ เช่น ความมั่นคง เสถียรภาพในการทำงาน หรือ ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม โดยจะนำผลที่ได้ศึกษามาร่วมพิจารณาการเลือกจุดทำงานที่เหมาะสมโดยใช้ระบบฟัซซี่ต่อไป ซึ่งเนื้อหาของวิทยานิพนธ์ในแต่ละบทจะแบ่งดังนี้

บทที่ 2 กล่าวถึงการแก้ปัญหาออปติไมเซชันโดยใช้วิธีการคำนวณทางคณิตศาสตร์และวิธีการคำนวณเชิงวิวัฒนาการ

บทที่ 3 กล่าวถึงคุณสมบัติของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังความร้อนซึ่งเป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่นำมาวิเคราะห์ในการแก้ปัญหาออปติมัลเพาเวอร์โฟลว์ หลังจากนั้นกล่าวถึงการแก้ปัญหาการจ่ายโหลดอย่างประหยัดในกรณีต่าง ๆ การแก้ปัญหาออปติมัลเพาเวอร์โฟลว์ การวิเคราะห์การขนส่งกำลังไฟฟ้าผ่านระบบไฟฟ้าคนกลางพร้อมกับการคำนวณค่า Bus incremental cost (BIC) และการแก้ปัญหาออปติมัลเพาเวอร์โฟลว์โดยใช้ฟังก์ชันวัตถุประสงค์หลายฟังก์ชัน

บทที่ 4 กล่าวถึงทฤษฎีเซตแบบฟัซซี่ ตรรกศาสตร์ฟัซซี่ ระบบฟัซซี่ และการจำลองผลระบบไม่เป็นเชิงเส้นโดยใช้ FRBS ทั้งนี้จะมีการจะพิจารณาสร้าง Rule-based โดยอาศัยแบบจำลองโดยรวมของระบบไฟฟ้ากำลัง และแบบจำลองชนิดแยกส่วนของระบบไฟฟ้ากำลัง

บทที่ 5 แสดงผลการทดสอบ ซึ่งแบ่งเป็น 4 ส่วน คือ การเปรียบเทียบการแก้ปัญหาออปติมัลเพาเวอร์โฟลว์โดยใช้วิธีการคำนวณทางคณิตศาสตร์กับวิธีการคำนวณเชิงวิวัฒนาการ การแก้ปัญหาออปติมัลเพาเวอร์โฟลว์โดยใช้ฟังก์ชันวัตถุประสงค์หลายฟังก์ชัน การขนส่งกำลังไฟฟ้าผ่านระบบไฟฟ้าคนกลางโดยคำนึงถึงผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อมและความมั่นคง และการเลือกจุดทำงานที่เหมาะสมโดยใช้การตัดสินใจแบบฟัซซี่เปรียบเทียบกับการแก้ปัญหาการจ่ายโหลดอย่างประหยัดและออปติมัลเพาเวอร์โฟลว์

บทที่ 6 สรุปผลการดำเนินงาน รวมทั้งข้อเสนอแนะต่าง ๆ

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก แสดงรายละเอียดของระบบทดสอบ 6 บัส 7 สายส่ง 9 บัส 11 สายส่ง 10 บัส 11 สายส่ง และ 6 บัส 11 สายส่ง

ภาคผนวก ข แสดงผลการทำ Unit Commitment (UC) โดยใช้ Priority list ของระบบทดสอบ 6 บัส 11 สายส่ง

ภาคผนวก ค แสดงฐานข้อมูลเชิงตัวเลขของระบบทดสอบ 6 บัส 11 สายส่ง

ภาคผนวก ง แสดงตัวอย่างของ FRBS ของระบบทดสอบ 6 บัส 11 สายส่งที่สร้างขึ้นจากฐานข้อมูลเชิงตัวเลข

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย