บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันพลังงานไฟฟ้านับว่าเป็นปัจจัยสำคัญในการดำรงชีวิตของมนุษย์ หากขาดพลังงานไฟฟ้าแล้ว กิจกรรมต่างๆในชีวิตประจำวันของมนุษย์ก็ไม่อาจดำเนินไปอย่างราบรื่นได้ จากการเติบโตทางเศรษฐกิจและการเพิ่มขึ้นของประชากรทำให้การขยายตัวของชุมชนเป็นไปอย่างรวดเร็ว การผลิตและการส่งกำลังไฟฟ้าให้เพียงพอต่อความต้องการ จำเป็นจะต้องมีการวางแผนอย่างรอบคอบ จึงจะสามารถตอบรับกับการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

ถึงแม้ว่าการขยายตัวของระบบไฟฟ้าไม่ว่าจะเป็นกำลังการผลิตที่เพิ่มขึ้นรวมไปถึง การเพิ่มขึ้นของจำนวนสายส่งจะนำมาซึ่งการได้ประโยชน์จากพลังงานไฟฟ้าได้อย่างเพียงพอและทั่วถึงก็ตามแต่ กำลังไฟฟ้าที่ไหลมากขึ้นอาจส่งผลต่ออุปกรณ์ต่างๆที่มีอยู่ในระบบ ซึ่งอาจจะนำมาซึ่งความเสียหาย รวมไปถึงค่าใช้จ่ายต่างในการเปลี่ยนแปลงอุปกรณ์ที่ตามมาอีกด้วยเมื่อระบบเกิดภาวะผิดพร่องขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับอุปกรณ์ป้องกันต่างๆในระบบซึ่งอาจมีผลกระทบตามไปด้วยซึ่งอาจนำมาซึ่งผลกระทบทางด้านความมั่นคงของระบบไฟฟ้าที่ตามมาจะมีค่าที่ลดลง

โดยเฉพาะเมื่อพิจารณาถึงเมื่อพิจารณาถึงสภาวะของประเทศไทยในปัจจุบัน เนื่องจากพื้นที่กรุงเทพฯและปริมณฑล จัดเป็นพื้นที่ที่มีความต้องการไฟฟ้าสูงและเป็นเขตเศรษฐกิจที่สำคัญที่สุดของประเทศ ดังนั้นการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) จึงได้ดำเนินการขยายและปรับปรุงระบบส่งไฟฟ้าเพื่อรักษาระดับความมั่นคงระบบส่งไฟฟ้าให้จ่ายไฟฟ้าได้อย่างต่อเนื่องตามมาตรฐาน จากการดำเนินการดังกล่าวทำให้ค่าอิมพีแดนซ์ รวมของระบบส่งไฟฟ้า กฟผ. มีค่าลดลงตามลำดับ ส่งผลทำให้ค่าระดับกระแสลัดวงจรในพื้นที่กรุงเทพฯและปริมณฑลของกฟผ. ที่สถานีไฟฟ้าแรงสูงบางแห่งมีค่ามากกว่าค่า Interrupting Capacity ของอุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้า ทั้งนี้ กฟผ.ได้ดำเนินการปลดสายส่ง tie line ที่ระดับแรงดัน 230 kV ระหว่าง สถานีไฟฟ้าบางกะปิ และสถานีไฟฟ้ารัชดาภิเษก และระหว่างสถานีไฟฟ้าพระนครใต้ และสถานีไฟฟ้าเทพารักษ์ เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าวแต่เมื่อระบบไฟฟ้ามีการขยายตัวขึ้นตามความต้องการไฟฟ้า

แม้ว่าการจำกัดกระแสลัดวงจรในทางปฏิบัติจะสามารถลดลงได้โดยการเลือกเปิดสายส่งบางวงจรออกก็ตาม แต่การพิจารณาเลือกสายส่งที่ต้องการจะเปิดวงจรในปัจจุบันยังขาด

กระบวนการพิจาณาที่มีหลักการเป็นเพียงการสุ่มเลือกเบื้องต้นกับสายส่งที่อยู่ใกล้กับแหล่งผลิตขนาดใหญ่ ซึ่งนำมาซึ่งความยุ่งยากซับซ้อนเมื่อต้องมาพิจารณาถึงผลกระทบอื่นๆที่ตามมา และ ที่ที่สำคัญการเปิดวงจรสายส่งเป็นเพียงการแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้าเท่านั้น อีกทั้งยังทำให้ระบบมีความน่าเชื่อถือที่ลดลงอีกด้วย

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ นำเสนอวิธีการวางแผนระบบส่งโดยการพิจารณาการจำกัดกระแสลัดวงจรในระบบโดยใช้การติดตั้ง Current Limiting Reactor (CLR) แทนการเปิดวงจรเพื่อให้ระบบมีค่าน่าเชื่อถือมากขึ้น ในการหาคำตอบของปัญหานี้ได้ใช้วิธีขั้นตอนทางพันธุกรรม เพื่อให้การเลือกมีประสิทธิภาพและมีแบบแผนมากขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีที่ได้ปฏิบัติมาก่อนหน้านี้ กล่าวคือ สามารถลดความยุ่งยาก กรณีที่ระบบมีขนาดใหญ่ และ พิจารณาเงื่อนไขความปลอดภัยของระบบประกอบไปด้วยพร้อมกันนอกจากนี้ยังพิจารณาถึงผลกระทบต่อระบบที่ตามมาเพิ่มเติมเข้าไปด้วยโดยวัตถุประสงค์ คือเป็นการหาตำแหน่งในการก่อสร้างสายส่งเพิ่ม รวมไปถึงตำแหน่งและขนาดในการติดตั้ง CLR วิธีการที่ได้นำเสนอได้ถูกมาใช้ทดสอบกับ ระบบทดสอบ IEEE 30 บัสที่ได้มีการปรับปรุงให้เหมาะสม ระบบทดสอบ IEEE-RTS 24 บัส รวมไปถึงกรณีศึกษากับระบบส่งในบริเวณกรุงเทพมหานครร่วมด้วย

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาหาแนวทางในการจำกัดปริมาณกระแสลัดวงจรที่เพิ่มขึ้น เมื่อเกิดการผิดพร่องในระบบส่งไฟฟ้ากำลัง
2. ศึกษา และพัฒนาโปรแกรมในการวางแผนระบบส่งไฟฟ้ากำลังประกอบกับการพิจารณาการจำกัดกระแสลัดวงจร โดยพิจารณาถึงผลกระทบต่อระบบที่ตามมา
3. นำวิธีการที่พัฒนาขึ้นไปใช้ในการวางแผนระบบส่งไฟฟ้ากำลังได้อย่างเหมาะสม

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1. พิจารณาจำกัดกระแสลัดวงจรเฉพาะประเภทกระแสลัดวงจรสามเฟส เนื่องจากกระแสลัดวงจรประเภทนี้มีความรุนแรงมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับประเภทอื่น
2. พิจารณาพิกัดอุปกรณ์ป้องเฉพาะพิกัดของเซอร์กิตเบรกเกอร์ เพื่อเป็นตัวชี้วัดขีดจำกัดปริมาณกระแสลัดวงจร
3. พิจารณาเฉพาะขีดจำกัด เงื่อนไขค่าพิกัดสายส่ง เงื่อนไขพิกัดขนาดแรงดัน เงื่อนไขพิกัดกำลังการผลิตสูงสุด เงื่อนไข Contingency (n-1) และ เงื่อนไขความสมดุลทางไฟฟ้า โดยละเลยปัญหาทางด้านเสถียรภาพจากการรบกวนชั่วครู่ (Transient Stability)

4. กำหนดให้แบบจำลองโหลดเป็นแบบค่ากำลังไฟฟ้าคงที่ และ พิจารณาระบบในสภาวะอยู่ตัว เนื่องการศึกษาการวางแผนระบบส่งไฟฟ้ากำลังในทางปฏิบัติมักจำลองเหตุการณ์ของระบบไฟฟ้าในช่วงที่มีความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงสุด และโรงไฟฟ้าเดินเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเต็มกำลังการผลิต ดังนั้นจึงไม่มีการพิจารณาการจัดสรรกำลังการผลิตใหม่ (Redispatch)

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. ศึกษานิยาม และแนวทางในการพิจารณากระลัดวงจรในระบบไฟฟ้า
2. ศึกษานิยาม และแนวทางในการจำกัดกระแสลัดวงจรในระบบไฟฟ้า
3. ศึกษาวิธีการประยุกต์ใช้ขั้นตอนวิธีทางพันธุกรรมในการแก้ปัญหาค่าขีดสุด
4. ศึกษาวิธีการแก้ปัญหาการวางแผนขยายระบบส่งไฟฟ้าโดยค้นคว้าจากวารสารทางวิชาการต่างๆที่เกี่ยวข้อง
5. กำหนดขอบเขตรวมถึงรายละเอียดของข้อมูลต่างๆที่ใช้อ้างอิงในงานวิจัย
6. ทดสอบวิธีการจำกัดกระแสลัดวงจรที่อาจเกิดขึ้นในระบบโดยวิธีโดยอาศัยขั้นตอนวิธีทางพันธุกรรม
7. ทดสอบวิธีการแก้ปัญหาการวางแผนขยายระบบส่งไฟฟ้าแบบชั้นเดียว (Single stage planning) ร่วมกับการจำกัดกระแสลัดวงจร โดยวิธีโดยอาศัยขั้นตอนวิธีทางพันธุกรรม
8. ทดลองนำวิธีการที่นำเสนอไปใช้ในกรณีศึกษาจริงกับระบบไฟฟ้าในบริเวณกรุงเทพมหานคร
9. วิเคราะห์ สรุปผลงานวิจัย และเขียนวิทยานิพนธ์ฉบับสมบูรณ์

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. วิธีการจำกัดกระแสลัดวงจรของระบบโดยการติดตั้ง CLR โดยการหาขนาด และตำแหน่งที่เหมาะสมโดยอาศัยขั้นตอนวิธีทางพันธุกรรมในการหาคำตอบ
2. วิธีการวางแผนระบบส่งประกอบการพิจารณากระแสลัดวงจรโดยอาศัยขั้นตอนวิธีทางพันธุกรรมในการหาคำตอบ
3. โปรแกรมที่ใช้ในวางแผนระบบส่งประกอบการพิจารณากระแสลัดวงจรอย่างเหมาะสมตามวิธีการที่นำเสนอ
4. สามารถนำโปรแกรมที่ได้ไปใช้งานจริงได้อย่างเหมาะสม