บทที่ 1

บทนำ

บทนี้จะกล่าวถึงความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา วัตถุประสงค์ ขอบเขตของการวิจัย ขั้นตอนการศึกษาและวิธีดำเนินงาน และประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากวิทยานิพนธ์ และในหัวข้อสุดท้ายจะเป็นการกล่าวถึงเนื้อหาของวิทยานิพนธ์ในแต่ละบทที่จะนำเสนอต่อไป

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

เนื่องจากในปัจจุบันระบบไฟฟ้าในเขตกรุงเทพฯ และปริมณฑลหรือเขตนครหลวงมีปริมาณความต้องการไฟฟ้าหรือโหลดสูงมาก อีกทั้งเป็นโหลดที่มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจของประเทศมากที่สุด นอกจากนี้ระบบไฟฟ้าในเขตนครหลวงมีลักษณะการเชื่อมต่อกันเป็นแบบระบบโครงข่ายไฟฟ้าที่ซับซ้อน ซึ่งจะช่วยให้ความเชื่อถือได้ของระบบมีค่าสูงมากขึ้น แต่ทว่าผลดังกล่าวได้ส่งผลกระทบในกรณีที่เกิดการลัดวงจรในระบบส่งไฟฟ้า อันจะทำให้ ค่าขนาดกระแสลัดวงจรในระบบสูงมากตามไปด้วย [1]

ทั้งนี้ความต้องการไฟฟ้าที่สูงขึ้นของประเทศไทย เป็นหน้าที่รับผิดชอบของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) ที่จะต้องดำเนินการขยายและปรับปรุงระบบส่งไฟฟ้าทั้งประเทศเพื่อรักษาระดับความมั่นคงของระบบส่งไฟฟ้าให้จ่ายไฟฟ้าได้อย่างต่อเนื่องตามมาตรฐาน การขยายและปรับปรุงระบบส่งไฟฟ้าดังกล่าวจะช่วยให้สามารถจ่ายไฟฟ้าตามความต้องการไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นได้ อย่างไรก็ตาม การเพิ่มจำนวนสายส่งและลักษณะการเชื่อมต่อกันดังกล่าวส่งผลกระทบให้มีวงจรไฟฟ้าขนานมากขึ้น และทำให้ค่าอิมพีแดนซ์โดยรวมของระบบส่งไฟฟ้าของ กฟผ. มีค่าลดต่ำลงตามลำดับ ส่งผลให้ค่าระดับกระแสลัดวงจรในพื้นที่กรุงเทพฯและปริมณฑลที่สถานีไฟฟ้าแรงสูงของ กฟผ. บางแห่งมีค่าสูงกว่าค่า Interrupting Capacity (IC) ของอุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้า (Circuit Breaker)

กฟผ. จึงมีแนวคิดที่จะหาวิธีแก้ไขปัญหาในกรณีที่การขยายและปรับปรุงระบบส่งไฟฟ้า กฟผ.ในเขตกรุงเทพฯและปริมณฑลมีข้อจำกัดในทางปฏิบัติ เช่น ในกรณีที่อาจไม่สามารถยกระดับแรงดันไฟฟ้าสายส่ง จาก 230 kV เป็น 500 kV ได้ เป็นต้น กฟผ. จึงได้ดำเนินการวิจัยศึกษาหาแนวทางการแก้ไขปัญหาดังกล่าวให้สอดรับกับเหตุการณ์ที่อาจจะเกิดขึ้น โดยคำนึงถึงการจัดเรียงระบบไฟฟ้าใหม่ เช่น การเปิดวงจรสายส่งและการแยกบัส ร่วมกับการใช้อุปกรณ์พิเศษเพิ่มเติม [2] ที่จะช่วยแก้ไขปัญหาค่าระดับกระแสลัดวงจรสูงกว่าค่า Interrupting Capacity (IC) ของอุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้า (Circuit Breaker) อย่างไรก็ตาม การเปิดวงจรสายส่งและการแยกบัสจะส่งผลให้ดัชนีความเชื่อถือได้ของระบบลดลง ซึ่งทาง กฟผ. ยังไม่ได้มีการประเมินการเปลี่ยนแปลงความเชื่อถือได้ในส่วนนี้ หากระดับความเชื่อถือได้ไม่เป็นที่ยอมรับ อาจจำเป็นต้องมีการใช้วิธีการลด

กระแสลัดวงจรอื่นๆ แทน เช่น การติดตั้งอุปกรณ์เอชวีดีซี เพิ่มเติมในระบบ อย่างไรก็ดี วิธีการนี้ใช้เงินลงทุนค่อนข้างสูง

โครงร่างวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ได้นำเสนอวิธีการประเมินดัชนีความเชื่อถือได้ของระบบไฟฟ้าที่ได้ทำการปรับเปลี่ยนโครงข่าย รวมไปถึงระบบไฟฟ้าที่ทำการติดตั้งอุปกรณ์เอชวีดีซี โดยพิจารณาว่าทั้งสองวิธีที่ใช้ต้องสามารถลดค่ากระแสลัดวงจรไม่ให้เกินค่าพิกัดของเซอร์กิตเบรกเกอร์ได้ ทั้งนี้ วิธีการประเมินความเชื่อถือได้ที่นำเสนอได้ทดสอบกับระบบ IEEE Reliability Test System 79 [3] และระบบไฟฟ้าจริงในเขตกรุงเทพฯ และปริมณฑล

1.2 วัตถุประสงค์

1. ประเมินความเชื่อถือได้ของระบบไฟฟ้ากำลังที่ได้ทำการปรับเปลี่ยนโครงข่ายและหลังติดตั้งอุปกรณ์เอชวีดีซี เพื่อลดกระแสลัดวงจร
2. ทดสอบวิธีการในการประเมินความเชื่อถือได้ที่พัฒนาขึ้นโดยใช้ข้อมูลระบบไฟฟ้า IEEE RTS-79 เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ก่อนที่จะนำไปใช้กับระบบไฟฟ้าจริงของประเทศไทย

1.3 ขอบเขตวิทยานิพนธ์

1. พิจารณาระบบไฟฟ้าเป็นแบบ 3 เฟส สมดุลและทำงานในสภาวะอยู่ตัว
2. ใช้แบบจำลองสองสถานะ (Two state model) จำลองสภาวะการทำงานของอุปกรณ์
3. พิจารณาโหลดเป็นค่ากำลังไฟฟ้าคงที่ และตัวประกอบกำลังคงที่
4. พิจารณากระแสลัดวงจรแบบ 3 เฟสเท่านั้น
5. ไม่พิจารณาฮาร์โมนิกในระบบ
6. พิจารณาการประเมินความเชื่อถือได้อยู่ในระดับขั้นที่ 2 ซึ่งประกอบไปด้วย ระบบผลิตไฟฟ้าและระบบส่ง
7. พิจารณาเฉพาะแบบจำลองในการคำนวณโหลดโฟลว์ของเอชวีดีซีแบบ Thyristor-based
8. พิจารณาเฉพาะแบบจำลองในการประเมินความเชื่อถือได้ของเอชวีดีซีของ EEL river DC system

1.4 ขั้นตอนการศึกษาและวิธีดำเนินงาน

1. ศึกษาทฤษฎีเบื้องต้นในการประเมินความเชื่อถือได้ของระบบไฟฟ้ากำลัง
2. ศึกษากระบวนการการจัดสรรกำลังการผลิตใหม่และปลดโหลด
3. ศึกษาหลักการทำงานเบื้องต้นของอุปกรณ์เอชวีดีซี
4. ศึกษาการคำนวณโหลดโฟลว์ของระบบที่ทำการติดตั้งอุปกรณ์เอชวีดีซี
5. ศึกษา Reliability model ของอุปกรณ์เอชวีดีซี
6. ศึกษาการคำนวณค่ากระแสลัดวงจรแบบ 3 เฟส

7. รวบรวมข้อมูลที่จำเป็นในการประเมินความเชื่อถือได้
8. ออกแบบโปรแกรมในการคำนวณดัชนีความเชื่อถือได้ของระบบที่ติดตั้งอุปกรณ์เอชวีดีซี
9. วิเคราะห์ผล และสรุปงานวิจัย
10. เรียบเรียงงานวิจัย จัดพิมพ์ผลงานเพื่อทำการเสนอให้กับคณะกรรมการ

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากวิทยานิพนธ์

1. วิธีการประเมินดัชนีความเชื่อได้ของระบบไฟฟ้ากำลังที่ได้ทำการปรับเปลี่ยนโครงข่ายและหลังติดตั้งอุปกรณ์เอชวีดีซีที่นำเสนอ
2. ช่วยให้ทาง กฟผ. สามารถนำดัชนีความเชื่อถือได้หลังปรับเปลี่ยนโครงข่ายและหลังติดตั้งอุปกรณ์เอชวีดีซี มาใช้วิเคราะห์และช่วยในการตัดสินใจในการวางแผนพัฒนาระบบไฟฟ้าต่อไป

1.6 เนื้อหาของวิทยานิพนธ์

บทที่ 1 กล่าวถึงที่มาและความสำคัญของปัญหา วัตถุประสงค์ ขอบเขต ขั้นตอนการดำเนินงาน และประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากวิทยานิพนธ์

บทที่ 2 กล่าวถึงทฤษฎีพื้นฐานในการประเมินความเชื่อถือได้ของระบบไฟฟ้ากำลัง รวมทั้งข้อมูลที่ใช้ในการประเมินความเชื่อถือได้ของระบบไฟฟ้ากำลัง และแบบจำลองการทำงานของอุปกรณ์ภายในระบบ

บทที่ 3 กล่าวถึงความรู้เบื้องต้นของระบบส่งไฟฟ้ากระแสตรงแรงดันสูง (เอชวีดีซี) โครงสร้าง ส่วนประกอบ รวมไปถึงแบบจำลองในการคำนวณโหลดโฟล์ และแบบจำลองในการประเมินความเชื่อถือได้ของเอชวีดีซี

บทที่ 4 กล่าวถึงการวิเคราะห์การทำงานของระบบไฟฟ้ากำลังเอซีโหลดโฟลว์ และการวิเคราะห์โหลดโฟลว์เมื่อติดตั้งเอชวีดีซี

บทที่ 5 กล่าวถึงกระแสลัดวงจรในระบบไฟฟ้ากำลัง ส่วนประกอบ และการคำนวณค่ากระแสลัดวงจรแบบสมมาตร

บทที่ 6 กล่าวถึงการจำลองเหตุการณ์แบบมอนติคาร์โล และวิธีการประเมินความเชื่อถือได้โดยใช้วิธีการจำลองเหตุการณ์แบบมอนติคาร์โล

บทที่ 7 กล่าวถึงการแก้ไขปัญหาเมื่อเกิดเหตุขัดข้องกับระบบ โดยการจัดสรรกำลังการผลิตใหม่ การปลดโหลดและควบคุมกำลังไฟฟ้าที่ไหลผ่านสายส่งกระแสตรง หลักการในการประมาณเชิงเส้นของพารามิเตอร์ต่างๆ ในระบบไฟฟ้า รวมไปถึงการแสดงรูปแบบฟังก์ชั่นในการแก้ปัญหาการจัดสรรกำลังการผลิตใหม่และการปลดโหลด โดยใช้วิธีการหาค่าขีดสุด

(Optimization) และสุดท้ายจะกล่าวถึงการนำวิธีการดังกล่าวมาประยุกต์ใช้ในการประเมินความเชื่อถือได้

บทที่ 8 กล่าวถึงการทดสอบการประเมินความเชื่อถือได้และการคำนวณค่ากระแสลัดวงจร โดยทดสอบกับระบบ RTS 79 และระบบไฟฟ้าจริงของประเทศไทย

บทที่ 9 กล่าวถึงการสรุปผลการวิจัย และข้อเสนอเสนอแนะในการพัฒนางานวิจัยต่อไป