

บทที่ 1

บทนำ

บทนี้จะกล่าวถึงที่มาและความสำคัญของปัญหา วัตถุประสงค์ ขอบเขตของวิทยานิพนธ์ รวมทั้งขั้นตอนการดำเนินงาน และประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ ส่วนในหัวข้อสุดท้ายของบทนี้เป็น การกล่าวถึงเนื้อหาของวิทยานิพนธ์ในแต่ละบทที่จะนำเสนอต่อไป

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบัน พลังงานไฟฟ้ามีบทบาทในชีวิตประจำวันของมนุษย์มากขึ้น การขาดพลังงานไฟฟ้าเพียงชั่วขณะมีผลกระทบต่อกิจกรรมต่างๆที่กำลังดำเนินอยู่ การไฟฟ้าจึงจำเป็นต้องจัดหาพลังงานไฟฟ้าให้แก่ผู้ใช้ไฟฟ้าอย่างต่อเนื่อง มีราคาที่เหมาะสม และมีประสิทธิภาพ ซึ่งระบบไฟฟ้ากำลังที่มีประสิทธิภาพนั้นจะต้องทำการส่งผ่านพลังงานไฟฟ้าไปตามโครงข่ายสายส่งอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด (พลังงานไฟฟ้าสูญเสียน้อยที่สุด) มีความมั่นคงโดยสามารถรักษาความถี่และระดับแรงดันไฟฟ้าให้คงที่สม่ำเสมอ และมีความเชื่อถือได้ต่อผู้ใช้ไฟฟ้า ดังนั้นการศึกษาเพื่อการวางแผนระบบไฟฟ้าด้านการผลิตและส่งจ่ายพลังงานไฟฟ้าจึงจำเป็นต้องมีการประเมินค่าใช้จ่ายด้านการลงทุน ด้านการปฏิบัติการ และความเสียหายต่อผู้ใช้ไฟฟ้าเมื่อเกิดเหตุขัดข้องขึ้น [1]

โดยทั่วไป การประเมินความเชื่อถือได้ของระบบไฟฟ้ากำลังสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 วิธี คือ วิธีการวิเคราะห์ (Analytical method) และวิธีการจำลองเหตุการณ์ (Simulation method) ซึ่งทั้งสองวิธีดังกล่าวได้พิจารณาผลของความไม่แน่นอนของอุปกรณ์ในระบบโดยอาศัยพื้นฐานของทฤษฎีความน่าจะเป็น ทั้งนี้วิธีการวิเคราะห์เป็นวิธีที่มีสูตรการคำนวณที่แน่นอนทำให้ใช้งานง่ายและสามารถคำนวณได้อย่างรวดเร็ว แต่วิธีการวิเคราะห์มีข้อจำกัดบางอย่าง เช่น หากระบบมีขนาดใหญ่ จำนวนเหตุการณ์ที่จะต้องทำการพิจารณาก็จะมีจำนวนเพิ่มขึ้นมาก ซึ่งเป็นการยากที่จะทำการวิเคราะห์ให้ครบทุกกรณี ทำให้บางครั้งในการคำนวณจะต้องกำหนดระดับความเชื่อถือได้ของระบบด้วยเกณฑ์อุปกรณ์ในสถานะเสียหนึ่งหรือสองอุปกรณ์ ($N-1$, $N-2$) ซึ่งอาจจะไม่ครอบคลุมเหตุการณ์ส่วนใหญ่ของระบบไฟฟ้ากำลัง เป็นต้น ส่วนการประเมินความเชื่อถือได้ของระบบไฟฟ้ากำลังด้วยการจำลองเหตุการณ์จะอาศัยการสุ่มสถานะของอุปกรณ์ต่างๆในระบบ และทำการวนการนี้ซ้ำด้วยคอมพิวเตอร์จนกระทั่งผลตอบลู่อเข้า การวิเคราะห์ด้วยวิธีนี้นี้ใช้เวลาในการคำนวณค่อนข้างสูงแต่ก็สามารถจัดการกับปัญหาที่ซับซ้อนได้ดี

การเพิ่มความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังนั้นสามารถทำได้หลากหลายวิธี เช่น การหุ้มฉนวนสายส่ง การเพิ่มอุปกรณ์ป้องกันที่มีความสามารถเปิดและปิดวงจรได้แบบอัตโนมัติ การจัดรูปแบบระบบไฟฟ้าใหม่ (System reconfiguration) ในรูปแบบที่เหมาะสม เป็นต้น ส่วนการ

ปรับปรุงสมรรถนะของระบบส่งเป็นอีกวิธีการหนึ่งที่จะช่วยเพิ่มความสามารถในการส่งพลังงานไฟฟ้าไปสู่ผู้ใช้ไฟฟ้าได้มากขึ้น เป็นการทำให้ความเชื่อถือได้ของระบบไฟฟ้ากำลังเพิ่มขึ้นในทางอ้อมด้วย การปรับปรุงสมรรถนะของระบบส่งมีหลากหลายวิธี วิธีที่นิยมใช้คือการติดตั้งตัวเก็บประจุแบบขนานเข้าในระบบไฟฟ้ากำลังเนื่องจากมีราคาถูก มีวิธีการใช้ไม่ซับซ้อนมากนัก และก่อให้เกิดประโยชน์ทั้งทางตรงและทางอ้อมหลายอย่างดังนี้ [2]-[8] ประโยชน์ทางตรง เช่น ช่วยทำให้กำลังไฟฟ้าสูญเสียในระบบลดลง ช่วยรักษาระดับแรงดันไฟฟ้า ช่วยปรับปรุงตัวประกอบกำลังของระบบให้ดีขึ้น ช่วยเพิ่มความสามารถรับโหลดได้ให้มากขึ้น เป็นต้น และประโยชน์ทางอ้อม เช่น ช่วยปรับปรุงความเชื่อถือได้ของระบบไฟฟ้ากำลังให้ดีขึ้น ช่วยชะลอการลงทุนการก่อสร้างสายส่ง เป็นต้น สำหรับวิธีการติดตั้งตัวเก็บประจุโดยทั่วไปนั้นจะเลือกตำแหน่งที่ติดตั้งและขนาดตัวเก็บประจุ [2]-[9] โดยมีฟังก์ชันเป้าหมาย คือการหาค่าสูงสุดของผลตอบแทนจากมูลค่าพลังงานไฟฟ้าสูญเสียที่ลดลงหักออกด้วยมูลค่าในการลงทุนติดตั้งตัวเก็บประจุ ซึ่งเป็นการคำนึงถึงแค่ประโยชน์ทางตรงเพียงอย่างเดียว ดังนั้นในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะนำเสนอการวางแผนการติดตั้งตัวเก็บประจุในระบบไฟฟ้ากำลัง ด้วยการพิจารณาประโยชน์ทั้งทางตรงและทางอ้อมไปพร้อมๆกัน โดยคำนึงถึงผลตอบแทนและมูลค่าการลงทุนจากการติดตั้งตัวเก็บประจุด้านอื่นๆด้วย

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาวิธีการวางแผนกำลังรีแอกทีฟที่คำนึงถึงผลตอบแทน
2. ออกแบบ และพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยในการวางแผนกำลังรีแอกทีฟที่คำนึงถึงผลตอบแทนในระบบไฟฟ้ากำลังของประเทศไทย

1.3 ขอบเขตวิทยานิพนธ์

1. พิจารณาระบบไฟฟ้ากำลังเป็นแบบ 3 เฟส สมดุล
2. ไม่พิจารณาฮาร์โมนิกส์ในระบบ
3. พิจารณาเฉพาะเงื่อนไข พิกัดของสายส่ง พิกัดขนาดแรงดัน และพิกัดกำลังการผลิตของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
4. พิจารณาโหลดเป็นแบบกำลังไฟฟ้าคงที่ (Constant Power Load)
5. พิจารณาการตัดโหลดเป็นแบบการตัดโหลดด้วยตัวประกอบกำลังคงที่
6. พิจารณาเฉพาะช่วงการทำงานในสภาวะคงตัว (Steady State)
7. ใช้แบบจำลองสองสถานะ (Two-state model) เพื่อจำลองสภาวะการทำงานของอุปกรณ์ในระบบไฟฟ้ากำลัง
8. พิจารณาเฉพาะตัวเก็บประจุชนิดคงที่ (Fixed capacitor)

1.4 ขั้นตอนการศึกษาและวิธีดำเนินงาน

1. ศึกษาการวางแผนกำลังรีแอกทีฟที่คำนึงถึงผลตอบแทนในระบบไฟฟ้ากำลัง
2. ศึกษาการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ด้วยโปรแกรม MATLAB
3. กำหนดขอบเขตรวมถึงรายละเอียดของข้อมูลต่างๆที่ใช้อ้างอิงในงานวิจัย
4. ออกแบบ ปรับปรุงและพัฒนาโปรแกรมเพื่อช่วยในการวางแผนกำลังรีแอกทีฟที่คำนึงถึงผลตอบแทนในระบบไฟฟ้ากำลัง
5. ทดสอบวิธีการที่นำเสนอกับระบบไฟฟ้าของประเทศไทย
6. วิเคราะห์และสรุปผลงานวิจัย

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากวิทยานิพนธ์

1. วิธีการวางแผนกำลังรีแอกทีฟที่คำนึงถึงผลตอบแทนในระบบไฟฟ้ากำลัง
2. โปรแกรมสำหรับช่วยในการวางแผนกำลังรีแอกทีฟที่คำนึงถึงผลตอบแทนในระบบไฟฟ้ากำลังของประเทศไทย

1.6 เนื้อหาของวิทยานิพนธ์

บทที่ 1 กล่าวถึงที่มาและความสำคัญของปัญหา วัตถุประสงค์ ขอบเขต รวมทั้งขั้นตอนการดำเนินงาน และประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากวิทยานิพนธ์

บทที่ 2 กล่าวถึงจุดประสงค์การวางแผนกำลังรีแอกทีฟในระบบไฟฟ้ากำลัง รูปแบบของระบบไฟฟ้ากำลัง หลักการพื้นฐานของตัวเก็บประจุ ประโยชน์ที่ได้รับจากการติดตั้งตัวเก็บประจุเข้าในระบบไฟฟ้ากำลัง แบบจำลองของตัวเก็บประจุ และแบบจำลองของโหลด

บทที่ 3 กล่าวถึงหลักการและขั้นตอนการประเมินความเชื่อถือได้ของระบบไฟฟ้ากำลัง ด้วยการจำลองเหตุการณ์แบบมอนติคาร์โล ซึ่งประกอบด้วย แบบจำลองรอบการทำงานของอุปกรณ์ในระบบ การสุ่มช่วงเวลาการทำงาน การใช้แบบจำลองโหลดโดยคำนึงถึงความไม่แน่นอนของโหลด การวิเคราะห์โครงสร้างระบบไฟฟ้ากำลัง การวิเคราะห์ระบบด้วยการคำนวณการไหลของกำลังไฟฟ้า การแก้ไขปัญหาเมื่อเกิดเหตุขัดข้อง แบบจำลองหม้อแปลงที่สามารถปรับแท็ปได้ การประมาณฟังก์ชันแบบเชิงเส้น การคำนวณดัชนีความเชื่อถือได้ และเกณฑ์การหยุดการคำนวณ

บทที่ 4 กล่าวถึงหลักการและขั้นตอนการวิเคราะห์ปัญหาการติดตั้งตัวเก็บประจุ ซึ่งประกอบด้วย ฟังก์ชันเป้าหมาย คือ การหาค่าสูงสุดของผลรวมระหว่างผลตอบแทนจากการชะลอการลงทุนสำหรับการก่อสร้างสายส่ง ผลตอบแทนจากมูลค่าพลังงานไฟฟ้าสูญเสียที่ลดลง และผลตอบแทนจากมูลค่าความสูญเสียของโหลดที่คาดว่าจะไม่ได้รับการจ่ายพลังงานไฟฟ้าที่ลดลง หักออกด้วยมูลค่าในการลงทุนติดตั้งตัวเก็บประจุ และการใช้ดัชนีความไวของกำลังไฟฟ้าสูญเสียสำหรับการหาตำแหน่งการติดตั้งตัวเก็บประจุ

บทที่ 5 แสดงผลการทดสอบของการวางแผนกำลังรีแอกทีฟที่คำนึงถึงผลตอบแทนในระบบไฟฟ้ากำลัง ซึ่งได้ทำการทดสอบกับ 2 ระบบคือ ระบบที่ดัดแปลงจากระบบพัฒนานิคมของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค และระบบที่ดัดแปลงจากระบบไฟฟ้ากำลังเขตภาคเหนือของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย

บทที่ 6 กล่าวถึงการสรุปผลการวิจัยและวิเคราะห์ผลการทดสอบ รวมทั้งได้ทำการเปรียบเทียบให้เห็นถึงข้อดีและข้อเสียของวิธีการที่ได้พัฒนาขึ้น นอกจากนั้นยังได้แนะนำข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาและพัฒนาต่อไป