บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในสภาวะที่ความต้องการใช้ไฟฟ้าเพิ่มขึ้นนั้น ผลที่มักจะติดตามมาคือกำลังไฟฟ้าสูญเสียในระบบจำหน่ายไฟฟ้ากำลังจะมีค่าสูงขึ้น นอกจากนั้นยังมักส่งผลทำให้คุณภาพของระดับแรงดันแย่ลง วิธีการแก้ไขปัญหาดังกล่าวที่มักนิยมใช้คือ การเลือกติดตั้งตัวเก็บประจุแบบขนานที่มีขนาดเหมาะสมในระบบจำหน่ายไฟฟ้ากำลังซึ่งจะทำให้กำลังสูญเสียในระบบลดลง และสามารถช่วยรักษาระดับแรงดันไฟฟ้าได้ในระดับที่กำหนดได้ สำหรับการติดตั้งตัวเก็บประจุนั้นโดยทั่วไปแล้วจะทำการพิจารณาถึงตำแหน่งที่จะทำการติดตั้ง ขนาดของตัวเก็บประจุ และชนิดของตัวเก็บประจุว่าเป็นแบบที่มีขนาดคงที่หรือแบบสวิตช์

งานศึกษาเกี่ยวกับการกำหนดตำแหน่ง และเลือกขนาดตัวเก็บประจุไฟฟ้าในอดีต [1-3] เป็นการแก้ปัญหาในเชิงวิเคราะห์ ซึ่งพอจะกล่าวสรุปได้ดังนี้

Schmill [1] ได้พัฒนากระบวนการที่ใช้พิจารณาเลือกตำแหน่งการติดตั้ง และขนาดตัวเก็บประจุแบบคงที่ โดยมีฟังก์ชันเป้าหมาย คือการหาค่าสูงสุดของมูลค่ากำลังสูญเสียและพลังงานสูญเสียที่ลดลง โดยสมมติให้สายป้อนมีการกระจายของรีแอกทีฟโหลดอย่างสม่ำเสมอ

Duran[2] แก้ปัญหาโดยอาศัยไดนามิกโปรแกรมมิ่ง (DynamicProgramming) พิจารณาหาตำแหน่ง และขนาดของตัวเก็บประจุแบบคงที่

LeeและGrainger[3] พิจารณาการติดตั้งของตัวเก็บประจุทั้งแบบคงที่ และแบบสวิตช์ ด้วยการแยกปัญหาเป็น 3 ปัญหาย่อย ได้แก่ปัญหาทางด้านขนาด ตำแหน่ง และเวลาในการสวิตช์ จากนั้นจึงทำการแก้ไขทีละปัญหา โดยสมมติให้อีก 2 ปัญหาที่รอการพิจารณาเป็นค่าคงที่ จากนั้นจึงทำการแก้ปัญหาสลับกันไปจนกว่าจะได้คำตอบ โดยจะพิจารณาเฉพาะระบบเรเดียลที่มีแค่สายป้อนหลัก (Primary feeder) เท่านั้น

วิธีดังกล่าวนั้น[1-3] เป็นวิธีที่ใช้ภายใต้ข้อจำกัดหลายประการ และเป็นวิธีที่ใช้ได้ในกรณีเฉพาะ เช่น มีการจำกัดการกระจายของรีแอกทีฟโหลด (Reactive Load) เป็นการกระจายสม่ำเสมอ ขนาดของสายป้อนในระบบที่พิจารณามีขนาดคงที่ การพิจารณาไม่คำนึงถึงการเปลี่ยนแปลงระดับแรงดัน [1,2] ระบบที่ใช้พิจารณาสามารถวิเคราะห์ได้เพียงแค่สายป้อนหลักเท่านั้น[3]

ปัจจุบันคอมพิวเตอร์มีประสิทธิภาพมากขึ้น จึงเริ่มมีการนำเทคนิคต่าง ๆ มาประยุกต์ใช้มากขึ้น ซึ่งทำให้สามารถแก้ไขปัญหาของข้อจำกัดของวิธีการในอดีต เช่น

Chiang[4] นำเทคนิคการจำลองแบบแอนนิลลิ่ง (Simulated Annealing) มาใช้พิจารณาเพื่อหาตำแหน่ง ขนาด และชนิดของตัวเก็บประจุ ซึ่งให้คำตอบที่เป็นไปได้ในทางปฏิบัติ อีกทั้งคำตอบที่ได้ก็เป็นที่น่าพอใจ อย่างไรก็ดีวิธีดังกล่าวใช้เวลาในการคำนวณมาก

Sundhararajan[5] นำกระบวนวิธีเจเนติก (Genetic Algorithm) ในการพิจารณาหาคำตอบที่เหมาะสม ซึ่งเป็นกระบวนวิธีที่ให้คำตอบที่ได้รับเป็นที่น่าพอใจ แต่เป็นวิธีที่ใช้เวลาในการคำนวณมาก เช่นเดียวกับเทคนิคการจำลองแบบแอนนิลลิ่ง

Salama[6] นำแนวคิดจากทฤษฎีฟัซซีเซต (Fuzzy Set Theory) มาใช้พิจารณาตำแหน่งในการติดตั้งตัวเก็บประจุแบบคงที่

วิธีของ Chiang และ Sundhararajan ถึงแม้จะให้คำตอบที่ดีมาก อีกทั้งยังสามารถคิดเงื่อนไขบังคับ และกำจัดข้อเสียของวิธี[1-3] ได้ก็จริง แต่ใช้เวลาในการคำนวณมากเกินไป สำหรับวิธีของ Salama นั้นจะเป็นวิธีที่สามารถใช้พิจารณาได้อย่างรวดเร็ว แต่ฟังก์ชันความเป็นสมาชิก (Membership Function) ที่ Salama นำมาใช้เพื่อกำหนดตำแหน่งของตัวเก็บประจุนั้นไม่มีข้อพิสูจน์ว่าสามารถใช้กับระบบแบบเรเดียลใด ๆ ก็ได้ อีกทั้งวิธีต่างๆ เหล่านั้นมักอาศัยแบบจำลองโหลดที่บัสเป็นแบบเส้นโค้งช่วงเวลาโหลด (Load duration curve) ซึ่งเป็นแบบจำลองโหลดที่ไม่มีลักษณะการแปรผันตามเวลา และแตกต่างจากความเป็นจริงในทางปฏิบัติ

ดังนั้นเพื่อเป็นการลดขนาดปัญหา และเวลาในการคำนวณ โดยคำตอบที่ได้รับยังอยู่ในระดับที่น่าพอใจ และได้ผลการคำนวณที่ใกล้เคียงความเป็นจริงมากขึ้น ในบทความนี้จะใช้แบบจำลองโหลดที่บัสเป็นแบบโหลดเปลี่ยนแปลงตามเวลา (Time varying load) โดยอาศัยดัชนีความไว (Sensitivity index) [5] และกระบวนการพิจารณาแบบต่อเนื่อง (Successive) เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาดังกล่าว พร้อมกับการพิจารณาฟังก์ชันเป้าหมาย 2 ประเภท คือฟังก์ชันเป้าหมายที่พิจารณาหาค่าต่ำสุดของมูลค่าการลงทุนในการติดตั้งตัวเก็บประจุไฟฟ้ากำลังรวมกับมูลค่าของพลังงานสูญเสีย และฟังก์ชันเป้าหมายที่จะทำการประเมินมูลค่าสูงสุดของผลตอบแทนที่เกิดขึ้นจากการติดตั้งตัวเก็บประจุ

1.2 วัตถุประสงค์ของวิทยานิพนธ์

1) เพื่อศึกษาวิธีการเลือกชนิด ขนาด และตำแหน่งในการติดตั้งตัวเก็บประจุ และเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้จากการใช้ฟังก์ชันเป้าหมายที่แตกต่างกัน
2) เพื่อออกแบบและพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อจะช่วยอำนวยความสะดวกในการวางแผนติดตั้งตัวเก็บประจุ

1.3 ขอบเขตของวิทยานิพนธ์

ข้อกำหนดเบื้องต้นในการวิเคราะห์ได้แก่

1) ระบบที่พิจารณาจะเป็นระบบ 3 เฟสแบบสมดุล

2) ไม่พิจารณาฮาร์โมนิกที่เกิดขึ้นในระบบ

3) พิจารณาเฉพาะการทำงานในช่วงเวลาคงตัว (Steady State)

วิทยานิพนธ์นี้จะใช้โหลดโฟว์แบบนิวตันราฟสัน และจำลองโหลดโดยให้โหลดเป็นแบบค่ากำลังคงที่ (Constant Power)

1.4 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน

1. ศึกษาวิธีการเลือกขนาด ชนิด และตำแหน่งของการติดตั้งตัวเก็บประจุโดยค้นคว้าจากหนังสือและวารสารต่างๆที่มีความเกี่ยวข้องกับงานวิจัย
2. รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับระบบที่จะใช้ทดสอบ และข้อมูลราคาของตัวเก็บประจุ
3. ศึกษาการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์
4. ทำการออกแบบ และพัฒนาโปรแกรมเพื่อจะช่วยอำนวยความสะดวกในการวางแผนติดตั้งตัวเก็บประจุ
5. เปรียบเทียบผลที่ได้จากการใช้ฟังก์ชันเป้าหมายที่ต่างกันในการวางแผนติดตั้งตัวเก็บประจุ
6. วิเคราะห์ และสรุปผลงานวิจัย เรียบเรียงผลงานวิจัย พิมพ์ผลงาน และจัดเข้ารูปเล่มเพื่อทำการเสนอต่อคณะกรรมการต่อไป

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

มีการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับช่วยในการวางแผนติดตั้งตัวเก็บประจุ และสามารถใช้ผลจากงานวิจัยในการเลือกฟังก์ชันเป้าหมายที่เหมาะสมในการวางแผนติดตั้งตัวเก็บประจุ

1.6 เนื้อหาของวิทยานิพนธ์

เนื้อหาของวิทยานิพนธ์แต่ละบทมีดังนี้

บทที่ 2 กล่าวถึงหลักพื้นฐานเกี่ยวกับตัวเก็บประจุ

บทที่ 3 กล่าวถึงฟังก์ชันเป้าหมายที่ใช้ในการวิเคราะห์ และวิธีการคำนวณค่าของฟังก์ชันเป้าหมายรวมถึงวิธีการคำนวณการไหลของกำลังไฟฟ้าที่ใช้ในการวิเคราะห์ระบบด้วย

บทที่ 4 กล่าวถึงแบบจำลองของส่วนต่าง ๆ ที่ใช้ในการวิเคราะห์ระบบ รวมถึงวิธีการพิจารณาชนิด ตำแหน่ง และขนาดที่เหมาะสมของตัวเก็บประจุแบบขนาน

บทที่ 5 แสดงผลของการติดตั้งตัวเก็บประจุ โดยจะเปรียบเทียบผลที่ได้จากการใช้ฟังก์ชันเป้าหมายที่ต่างกัน และเปรียบเทียบผลที่ได้จากการใช้วิธีในการพิจารณาที่ต่างกัน

บทที่ 6 เป็นบทสรุปและข้อเสนอแนะ

ภาคผนวก ประกอบด้วย ภาคผนวก ก และภาคผนวก ข โดยมีรายละเอียดดังนี้

ภาคผนวก ก แสดงข้อมูลของการเปลี่ยนแปลงของโหลดแต่ละเวลาที่ใช้ในการทดสอบ โดยจะแยกเป็นข้อมูลที่ใช้กับระบบของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค และระบบของการไฟฟ้านครหลวง

ภาคผนวก ข แสดงข้อมูลของระบบไฟฟ้าที่ใช้ในการทดสอบในการพิจารณาติดตั้งตัวเก็บประจุที่เหมาะสม ประกอบด้วย ระบบท่าทราย ระบบนครปฐม และระบบแพรกษา

ภาคผนวก ค แสดงผลการทดสอบของระบบในบทที่ 5 เมื่อใช้จำนวนช่วงเวลาโหลดในการพิจารณาเท่ากับ 12 และ 6 ช่วงเวลา

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย