



บทที่ 1

บทนำทั่วไป

ประวัติของการศึกษา

การปฏิบัติงานในระบบไฟฟ้ากำลังที่ดีและมีประสิทธิภาพนั้น จะต้องให้ความมั่นใจและเชื่อถือได้ (Reliability) ในการจ่ายกำลังงานไฟฟ้าไปสู่ลูกค้า โดยจำเป็นจะต้องมีการวางแผนการปฏิบัติงาน (Power System Planning) สามารถจ่ายกำลังไฟฟ้าให้เพียงพอกับความต้องการของลูกค้าอยู่เสมอ และในแต่ละขั้นตอนของการจ่ายกำลังไฟฟ้า จะต้องพยายามรักษาระดับแรงดันที่บัสต่าง ๆ ให้มีค่าคงที่มากที่สุด โดยอยู่ในขีดจำกัด (Limit) ตามมาตรฐานที่ได้กำหนดไว้ และการปฏิบัติงานที่ดีจะต้องทำกันอย่างประหยัดมากที่สุด กล่าวคือต้องพยายามให้มีการลดกำลังสูญเสียในการจ่ายกำลังไฟฟ้าให้น้อยที่สุด

โดยทั่วไปแล้วกำลังสูญเสียที่เกิดขึ้นในระบบสายส่งไฟฟ้ากำลังในแต่ละปีนั้น ได้ก่อให้เกิดการสูญเสียรายได้ที่ไม่จำเป็นไปเป็นจำนวนมิใช่น้อย ดังนั้นการลดกำลังงานสูญเสียได้แม้จะเป็นจำนวนเปอร์เซ็นต์น้อย ๆ แต่เมื่อเทียบกับกำลังงานไฟฟ้าที่ผลิตขึ้นมาทั้งหมดนั้น จะเห็นได้ว่าในระบบใหญ่ๆ การลดกำลังสูญเสียอยู่ในระดับเมกะวัตต์เลยทีเดียว ค่ากำลังสูญเสียในระบบไฟฟ้าที่สามารถลดลงมาได้นั้น เมื่อคิดเป็นจำนวนเงินจะมีมูลค่ามากมายไม่ใช่น้อย การลดกำลังสูญเสียในระบบไฟฟ้า จึงเป็นสิ่งที่จำเป็นและสำคัญอย่างหนึ่งในการวางแผนและปฏิบัติงาน ด้วยเหตุนี้จึงมีการศึกษาและวิจัยในเรื่องการลดกำลังสูญเสียในระบบไฟฟ้ากันมานานแล้วแม้กระทั่งในปัจจุบันนี้ก็ตาม

ในยุคแรก ๆ ของการศึกษา (ปลายทศวรรษที่ 1960) มีผู้ริเริ่มศึกษากันอยู่หลายท่าน [1, 2, 3, 4, 5] การศึกษาในยุคนี้ ได้ทำการศึกษาโดยอาศัยเทคนิคการออปติไมซ์แบบไม่เชิงเส้น (Nonlinear Optimization) โดยพัฒนาจากการใช้ตัวแปร Lagrangian Variable จากทฤษฎีบทของ Kuhn Tucker Theorem มาเป็นการใช้เทคนิคหาแบบเกรเดียนต์เวกเตอร์

[3, 4, 5, 6, 7] และได้เสนอให้มีการนำเอาตัวแปรควบคุมรวมเข้าไปในฟังก์ชันเป้าหมาย เพื่อให้การออกแบบที่มีค่าถูกต้องยิ่งขึ้น แต่เนื่องจากการออกแบบไม่เชิงเส้นนี้มีข้อเสียในการหาผลตอบต้องใช้เวลาและค่อนข้างยุ่งยาก เมื่อปี ค.ศ. 1979 [8] ได้มีการนำเอาเทคนิคการโปรแกรมเชิงเส้นตรง (Linear Programming) มาช่วยในการหาผลตอบ ตั้งแต่นั้นเป็นต้นมา มีผู้วิจัยหลายท่าน [9, 10, 11, 12, 17] ได้เสนอสมการทางคณิตศาสตร์ในการออกแบบกำลังงานสูญเสียของระบบโดยพิจารณาใช้การปรับแก้ของหม้อแปลง การปรับขนาดแรงดันของบัสที่ต่อกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า และการจ่ายกำลังรีแอกทีฟเข้าที่บัสที่ต่อกับอุปกรณ์ผลิตกำลังรีแอกทีฟ (Switchable Var Source) มาเป็นตัวแปรควบคุมของสมการ เนื่องจากแนวความคิดการลดกำลังงานสูญเสียให้น้อยที่สุดแบบนี้สามารถให้ผลตอบที่รวดเร็ว และแม่นยำพอสมควร แนวความคิดอันนี้จึงได้มีการพัฒนาศึกษากันมากยิ่งขึ้น ประกอบกับในช่วงระยะเวลาไล่เลี่ยกันได้มีผู้เสนอ [13] วิธีการคำนวณหาค่าดัชนี (Index) ใช้เป็นตัวบ่งชี้การเลือกติดตั้งอุปกรณ์ผลิตกำลังรีแอกทีฟเข้าไปในบัสของระบบไฟฟ้า เพื่อช่วยปรับปรุง และลดกำลังสูญเสียของระบบได้ดียิ่งขึ้น

วัตถุประสงค์ของวิทยานิพนธ์

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นการศึกษาถึงการลดกำลังสูญเสียของระบบให้น้อยที่สุด โดยใช้เทคนิคของการโปรแกรมเชิงเส้นตรง และใช้สมการโพลาร์แบบโวลตาโคออร์ดิเนตของนิวตันราฟสัน เป็นการศึกษาพื้นฐานของระบบ วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นการศึกษาในเรื่องของการวางแผนระบบไฟฟ้ากำลัง (Power System Planning) คือใช้ในการวางแผนการปฏิบัติงานโดยพิจารณาเลือกติดตั้งอุปกรณ์ผลิตกำลังรีแอกทีฟ (Switchable Var Source) และปรับตัวแปรควบคุมของระบบซึ่งได้แก่ แทป (Tap) ของหม้อแปลง ขนาดแรงดันของบัสที่ต่อกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เพื่อควบคุมการจ่ายกำลังรีแอกทีฟที่เหมาะสม ให้ระบบมีกำลังสูญเสียให้น้อยที่สุด โดยใช้เงื่อนไขบังคับคือการรักษาระดับแรงดันที่โหนดบัสให้คงที่และมีการจ่ายกำลังรีแอกทีฟของบัสที่ต่อกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าอยู่ในขีดจำกัด (Limit) ควบคู่กันไป

ขอบเขตวิทยานิพนธ์

1. ในการศึกษาการลดกำลังงานสูญเสียให้น้อยที่สุดนี้ เป็นการควบคุมกำลังรีแอกทีฟที่เหมาะสม โดยกำหนดให้กำลังไฟฟ้าที่ผลิตจากบัสที่ต่อกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้ามีค่าคงที่ ยกเว้นที่บัสอ้างอิง
2. ในการศึกษาเรื่องการลดกำลังสูญเสียให้น้อยที่สุดนี้ จะเป็นการศึกษาโดยมีสมการเป้าหมายที่จะลดกำลังสูญเสียของระบบให้น้อยที่สุด โดยกำหนดให้ฟังก์ชันในการลงทุน (Investment Cost) มีค่าคงที่
3. ในการศึกษาในเรื่องการลดกำลังงานสูญเสียให้น้อยที่สุด จะถือว่าการปรับแทป (Tap) ของหม้อแปลงนั้น ไม่ได้คิดรวมผลของมุมเลื่อนเฟส (Phase Shift Angle) เอาไว้ด้วย โดยถือว่า แทป (Tap) ของหม้อแปลงเป็นค่าขนาดของอัตราส่วนการแปลงของหม้อแปลง โดยถือว่ามุมเลื่อนเฟสเป็นค่าคงที่เท่ากับศูนย์
4. การศึกษาเรื่องการลดกำลังสูญเสียให้น้อยที่สุดนี้ จะพิจารณาอุปกรณ์จ่ายกำลังรีแอกทีฟ (Switchable VAR Sources) ว่าเป็นอุปกรณ์ที่สามารถจ่ายกำลังรีแอกทีฟเข้ากับบัสของระบบไฟฟ้ากำลังได้ทันที (Unit Step Function)

เนื้อหาของวิทยานิพนธ์

- เนื้อหาของวิทยานิพนธ์ในแต่ละบทเป็นดังนี้
- บทที่ 2 กล่าวถึงวงจรสมมูลที่ใช้แทนองค์ประกอบไฟฟ้ากำลัง เพื่อนำไปใช้ในการคำนวณสมการโหลดโพลาร์และสมการออปติไมซ์
 - บทที่ 3 กล่าวถึง สมการโหลดโพลาร์อันเป็นการศึกษาพื้นฐานของการออปติไมซ์กำลังสูญเสียในระบบ
 - บทที่ 4 กล่าวถึง เทคนิคการโปรแกรมเชิงเส้นตรง ซึ่งเป็นเทคนิคที่เอาไปใช้หาผลลัพธ์สมการออปติไมซ์
 - บทที่ 5 กล่าวถึง รายละเอียดของการออปติไมซ์กำลังสูญเสียในระบบ โดยแสดงถึงการหาฟังก์ชันเป้าหมาย สมการเงื่อนไขบังคับตัวแปรของระบบ พร้อมทั้งกล่าวถึงการพิจารณา

เลือกติดตั้งอุปกรณ์ผลิตกำลังรีแอกทีฟและการจัดรูปสมการออปติไมซ์เพื่อให้เหมาะสมกับการคำนวณ
บทที่ 6 จะเป็นตัวอย่างและผลของการศึกษาการออปติไมซ์กำลังสูญเสียในระบบ ให้อัตนน้อยที่สุด

บทที่ 7 จะเป็นการสรุปพร้อมทั้งเสนอแนะจากผลของการศึกษาการลดกำลังสูญเสียในระบบด้วยการออปติไมซ์ แบบใช้เทคนิคการโปรแกรมเชิงเส้นตรง

ในการศึกษาการลดกำลังงานสูญเสียของระบบ ให้อัตนน้อยที่สุดนี้ ได้มีการสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ขึ้น เพื่อนำมาใช้ประกอบในการศึกษา โดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่สร้างขึ้นมานี้ สร้างบนไมโครคอมพิวเตอร์ขนาด 16 บิต (ตระกูล IBM PC/XT) และเขียนเป็นภาษาไพธอน เนื่องจากไมโครคอมพิวเตอร์ดังกล่าวมีใช้กันเป็นที่แพร่หลายและสามารถนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ไปใช้ในการศึกษาได้ง่าย

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากวิทยานิพนธ์

ผลที่ได้จากการศึกษาสามารถนำมาวิเคราะห์ใช้งานกับระบบไฟฟ้าในประเทศ เพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพ ลดการสูญเสียพลังงานโดยไม่จำเป็น และลดรายจ่ายของระบบ และอาจใช้เป็นแนวทางในการศึกษาการลดกำลังสูญเสียวิธีใหม่ ๆ ต่อไป

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย