บทที่ 1
บทนำ

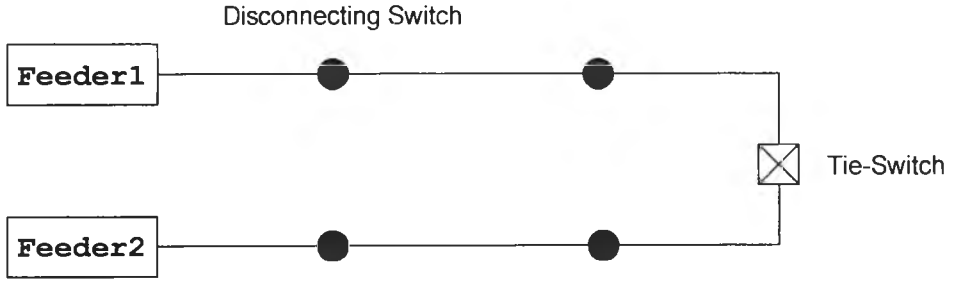
จากการที่เกิดเหตุขัดข้องในระบบไฟฟ้า และทำให้เกิดไฟฟ้าดับขึ้นบ่อย ๆ ผู้ใช้ไฟฟ้าย่อมได้รับผลกระทบ หรือความเสียหายทางด้านเศรษฐกิจ และสังคม หากพิจารณาถึงผลกระทบหรือความเสียหายทางด้านเศรษฐกิจที่เกิดขึ้นโดยตรงจะพบว่าประกอบด้วย การหยุดชะงักของกระบวนการผลิตสินค้า ค่าจ้างแรงงานที่ผู้ประกอบการต้องจ่ายโดยไม่มีการทำงานตอบแทนอย่างเป็นรูปธรรม ความเสียหายของวัตถุดิบและเครื่องจักรในกระบวนการผลิต ตลอดจนการสูญเสียรายได้หรือผลประโยชน์ตอบแทนในการดำเนินธุรกิจ เป็นต้น สำหรับผลกระทบหรือความสะดวกสบายที่เกิดขึ้นกับสังคมโดยตรงนั้นประกอบด้วยความไม่สะดวกสบายในการประกอบกิจกรรมต่าง ๆ ของประชาชนโดยส่วนรวมและความไม่สะดวกสบายในการอยู่อาศัย เนื่องจากเครื่องปรับอากาศ หรือพัดลมไม่ทำงาน นอกจากนั้นยังอาจมีผลกระทบต่อสภาพร่างกาย จิตใจ และอารมณ์ของผู้คนในสังคมอีกด้วย

ในส่วนความเสียหายทางอ้อมทั้งในทางเศรษฐกิจและสังคมนั้น ก็อาจพิจารณาได้ว่าเป็นผลเนื่องมาจากเหตุการณ์ต่าง ๆ หลังจากไฟฟ้าดับ เช่น อาจมีการโจรกรรมเพิ่มมากขึ้น หรือความปลอดภัยในการทำงาน หรือการประกอบกิจการต่าง ๆ ลดลง จากเหตุการณ์ดังกล่าวจึงทำให้การประเมินความเสียหายทางเศรษฐกิจอันเนื่องจากไฟฟ้าดับมีความซับซ้อน

ในปัจจุบันประเทศไทยมีปริมาณการใช้ไฟฟ้าเพิ่มมากขึ้นกว่าปีก่อนๆ เช่นในปี พ.ศ. 2543 อัตราการบริโภคไฟฟ้ารวมทั้งประเทศมีการเติบโตถึง 5.13 % [1] โดยผู้ใช้ไฟฟ้าส่วนใหญ่ได้แก่ บ้านเรือน ที่อยู่อาศัย และโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ ในการจ่ายพลังงานไฟฟ้าให้ผู้ใช้ไฟฟ้าเหล่านี้ จะกระทำโดยผ่านระบบจำหน่ายไฟฟ้า ซึ่งมีลักษณะเป็นเรเดียล (Radial) เป็นส่วนใหญ่ โดยระบบการจำหน่ายไฟฟ้าแบบเรเดียลนี้ จะประกอบด้วยแหล่งจ่ายไฟฟ้าเพียงแหล่งเดียว และต่อกับสายป้อนซึ่งแตกแขนงไปในทิศทางต่าง ๆ ซึ่งสายป้อนบางสายอาจจะถูกออกแบบให้มีสวิตช์เชื่อมต่อกับสายป้อนข้างเคียงเพื่อช่วยในการจ่ายพลังงานไฟฟ้า ในกรณีนี้สายป้อนนั้นเกิดความผิดพร่อง (Fault) ขึ้น ความผิดพร่องเกิดขึ้นกับระบบไฟฟ้ากำลังนั้น อาจแบ่งออกเป็น 3 ประเภทใหญ่ [2] คือ ประเภทแรก คือ ความผิดพร่องแบบชั่วคราว ประเภทที่สอง คือ ความผิดพร่องแบบกึ่งถาวร และประเภทที่สาม คือ ความผิดพร่องแบบถาวร โดยความผิดพร่องแบบชั่วคราวนั้นเกิดจากปรากฏการณ์ธรรมชาติ อาทิ ฟ้าผ่า หรือ เกิดจากการสับสวิตช์ ความผิดพร่องประเภทนี้จะทำให้ระบบป้องกันไฟฟ้ากำลัง (Power Protection) ทำงานเพื่อ

ตัดความผิดพร่องออกจากระบบ แต่เนื่องจากความผิดพร่องประเภทนี้จะเกิดขึ้นในเวลาชั่วขณะหนึ่งและหายไป ดังนั้นระบบป้องกันจึงถูกออกแบบมิให้ตัดวงจรไฟฟ้าออกจากแหล่งจ่ายไฟฟ้า นอกจากว่าความผิดพร่องนั้นจะส่งผลรุนแรงกับอุปกรณ์หรือโหลดอื่น ๆ ที่ต่ออยู่กับระบบ สำหรับความผิดพร่องแบบกึ่งถาวรนั้นอาจเกิดจากการมีวัตถุแปลกปลอม เช่น กิ่งไม้ หรือสัตว์มาลัดวงจรออกจากแหล่งจ่ายไฟฟ้า แต่เนื่องจากความผิดพร่องแบบกึ่งถาวรนี้จะหายไปในระยะเวลาหนึ่ง เช่น เมื่อกิ่งไม้ตกมาลัดวงจรไฟฟ้าก็จะถูกเผาไหม้ และหล่นไปจากสายไฟฟ้า ไม่เป็นความผิดพร่องอีกต่อไป ระบบป้องกันไฟฟ้ากำลังจึงถูกออกแบบมาให้มีการปิดวงจร ทำการจ่ายไฟฟ้าอีกครั้งด้วยอุปกรณ์ที่เรียกว่า "Recloser" โดยอาจใช้เป็น Circuit Breaker ควบคู่กับ Reclosing Relay หรือใช้ Reclosing Unit เลยก็ได้ ขึ้นอยู่กับความรุนแรงของความผิดพร่อง ณ จุดนั้น ๆ แต่ถ้าหากว่ากิ่งไม้ยังไม่ถูกเผาไหม้จนหล่นไปจากสายไฟฟ้า ความผิดพร่องนั้นจะกลายเป็นความผิดพร่องแบบถาวร ซึ่งระบบป้องกันไฟฟ้ากำลังจะต้องทำการตัดวงจรนี้ออกจากแหล่งจ่ายไฟฟ้าทำให้เกิดไฟฟ้าดับเป็นบริเวณกว้าง เมื่อเกิดเหตุขัดข้องในระบบไฟฟ้าและเกิดไฟฟ้าดับขึ้น ผู้ใช้ไฟฟ้าย่อมได้รับผลกระทบหรือความเสียหายทางเศรษฐกิจ และสังคมอย่างแน่นอน หากพิจารณาถึงผลกระทบทางอ้อมย่อมทำให้ความปลอดภัยในการทำงาน หรือการประกอบกิจการต่าง ๆ ลดลง

จึงอาจกล่าวได้ว่า เหตุการณ์ไฟฟ้าดับส่งผลกระทบต่อเศรษฐกิจและสังคมมากมายเป็นวงกว้างทั้งทางตรงและทางอ้อม ดังนั้น เพื่อลดความเสียหายดังกล่าว จำเป็นที่จะต้องเพิ่มความเชื่อถือได้ของระบบไฟฟ้า (Reliability) สำหรับระบบจำหน่ายไฟฟ้านี้ (เนื่องจากส่วนใหญ่มีลักษณะเป็น Radial ดังได้กล่าวไปแล้วข้างต้น) มีวิธีที่จะช่วยกู้ระบบไฟฟ้าในส่วนที่ไม่ได้เกิดความผิดพร่องแต่ถูกตัดไฟฟ้าไปเนื่องจากความผิดพร่องแบบถาวรที่เกิด ณ ส่วนใดส่วนหนึ่งของสายป้อน โดยการติดตั้งสวิตช์เชื่อมต่อระหว่างสายป้อน เพื่อช่วยจ่ายไฟฟ้าให้กับโหลดที่อยู่ทางด้านปลายสาย ซึ่งจะช่วยลดปริมาณโหลดที่ถูกตัดไฟฟ้าออกไปให้มากที่สุด ดังรูปที่ 1.1



รูปที่ 1.1 แสดงการต่อเชื่อมสายป้อน 2 สายด้วย Tie-Switch

การติดตั้งสวิตช์เชื่อมต่อระหว่างสายป้อนนี้ นอกจากจะเป็นประโยชน์กับผู้ใช้ไฟฟ้าส่วนใหญ่ คือการป้องกันมิให้ไฟฟ้าดับโดยไม่จำเป็นแล้ว ยังช่วยลดค่าเสียโอกาส (Opportunity Cost) ของผู้ผลิตไฟฟ้าที่จะได้รับเงินค่าไฟฟ้าในช่วงเวลานั้น ๆ ด้วย แต่ทั้งนี้ทั้งนั้นการเลือกติดตั้งสวิตช์เชื่อมต่อ วิธีการนี้จะต้องทำการประเมินความคุ้มค่าของการลงทุนติดตั้งสวิตช์เชื่อมต่อนี้เมื่อเทียบกับรายได้ (ค่าไฟฟ้า) ที่จะได้มาจากโหลดบริเวณดังกล่าวด้วย

สภาพปัญหา และวิธีการแก้ปัญหา

ในปัจจุบันมีการติดตั้งสวิตช์ต่อเชื่อมระหว่างสายป้อนไว้ในปริมาณน้อย ทั้งนี้เนื่องมาจากปัญหาด้านการลงทุน และปฏิบัติการกู้ระบบไฟฟ้า เมื่อเกิดความผิดพร่องขึ้นจะต้องใช้ผู้ปฏิบัติงานที่มีความสามารถและมีประสบการณ์ในการกู้ระบบไฟฟ้าเป็นอันมาก สำหรับปัญหาด้านเทคนิคการกู้ระบบไฟฟ้านี้ เป็นปัญหาที่เมื่อเกิดความผิดพร่องขึ้น ระบบป้องกันไฟฟ้ากำลังจะทำการตัดสายป้อนออกจากแหล่งจ่ายไฟฟ้า จากนั้นจะเป็นหน้าที่ของผู้ปฏิบัติงานกู้ระบบไฟฟ้า การทำการกู้ระบบไฟฟ้าในส่วนนี้สามารถกู้ได้กลับคืนมาให้มากที่สุด ด้วยความรวดเร็วที่สุด โดยใช้เวลาน้อยที่สุด เนื่องจากงานกู้ระบบไฟฟ้านี้เป็นระบบที่กดดัน และต้องแข่งขันกับเวลา อีกทั้งยังมีวิธีการหลายวิธีในการกู้ระบบไฟฟ้าหนึ่ง ๆ ด้วย ดังนั้นจึงจำเป็นต้องใช้ผู้ปฏิบัติงานที่มีความสามารถ และประสบการณ์สูง อีกทั้งในอนาคตมีแนวโน้มที่สายป้อนต่าง ๆ จะมีสวิตช์ต่อเชื่อมระหว่างสายป้อนมากขึ้น เพื่อความเชื่อถือได้ของระบบที่สูงขึ้น ดังนั้น ผู้ปฏิบัติงานยิ่งต้องมีศักยภาพสูงมากขึ้นไปอีกในการทำงานกู้ระบบไฟฟ้ากำลัง นอกจากนี้หากผู้ปฏิบัติงานที่มีความสามารถสูงนั้นไม่สามารถทำงานกู้ระบบไฟฟ้าได้อีกต่อไป ไม่ว่าจะมีสาเหตุมาจากการลาออก การเสียชีวิต หรือสาเหตุอื่น ๆ ผู้ปฏิบัติงานคนใหม่ที่จะมาทำหน้าที่แทนจะต้องถูกฝึกให้เข้าใจระบบไฟฟ้านั้น ๆ เป็นอย่างดี ซึ่งอาจจะยากในการฝึกฝนให้เข้าใจรายละเอียด หรือกรณีที่เกิดขึ้นทุกกรณี ในระยะเวลาสั้นๆได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะนำคอมพิวเตอร์มาช่วยในการกู้ระบบจำหน่ายไฟฟ้า โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการศึกษาของผู้ปฏิบัติงานที่ยังมีประสบการณ์น้อย และช่วยแบ่งเบาภาระให้แก่ผู้ปฏิบัติงานที่ทำการกู้ระบบไฟฟ้าอยู่แล้ว ซึ่งโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่เขียนขึ้นนี้ จะถูกออกแบบให้มีลักษณะของระบบผู้เชี่ยวชาญ (Expert System) ช่วยให้คำแนะนำในการสับสวิตช์เพื่อกู้ระบบไฟฟ้าแก่ผู้ปฏิบัติงาน อีกทั้งยังสามารถรวบรวมความรู้ที่ช่วยในการกู้ระบบไฟฟ้าจากผู้ที่มีประสบการณ์ในระบบนั้น ๆ มาใส่ไว้ในโปรแกรม เพื่อให้คำแนะนำสมบูรณ์ยิ่งขึ้นไปอีก

นอกจากนี้ ยังได้นำความรู้ในการจัดการระบบไฟฟ้า จากผู้ที่มีประสบการณ์มาบรรจุไว้ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อช่วยในการตัดสินใจ และการวางแผนของผู้ปฏิบัติงานต่อไป

วัตถุประสงค์ของวิทยานิพนธ์

1. เพื่อศึกษาวิธีการกู้ระบบจำหน่ายไฟฟ้า หลังจากระบบป้องกันทำการตัดความผิดพร่องออกจากระบบแล้ว

2. เพื่อพัฒนาอัลกอริทึม (Algorithm) สำหรับการกู้ระบบไฟฟ้าให้มีประสิทธิภาพ โดยคำนึงถึงวิธีการกู้ระบบจำหน่ายไฟฟ้าที่ทำให้ได้โหลดกลับคืนมามากที่สุด และมีจำนวนสวิตช์ที่ถูกสับน้อยที่สุด

3. เพื่อพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่สามารถวิเคราะห์ และวางแผนการกู้ระบบจำหน่ายไฟฟ้า โดยคำนึงถึงขั้นตอนการสับสวิตช์ และข้อกำหนดต่าง ๆ ของระบบ

ขั้นตอนและวิธีการดำเนินการ

ขั้นตอนและวิธีดำเนินการ แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 ศึกษาและทำความเข้าใจเกี่ยวกับการกู้ระบบจำหน่ายไฟฟ้าจากความผิดพร่องแบบถาวรให้มากที่สุด โดยคำนึงถึงข้อกำหนดต่าง ๆ เช่น ปริมาณโหลดที่จะถูกกู้ จำนวนครั้งของการสับสวิตช์ และระดับแรงดันตก เป็นต้น

ส่วนที่ 2 พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่สามารถแสดงขั้นตอนการกู้ระบบจำหน่ายไฟฟ้า โดยมีลักษณะของระบบผู้เชี่ยวชาญรวมอยู่ด้วย ทั้งนี้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการฝึกสอนผู้ปฏิบัติงาน และเพื่อความสะดวกรวดเร็วในการกู้ระบบจำหน่ายไฟฟ้า

ดังแสดงให้เห็นได้ในรายละเอียดย่อย ดังนี้

1. ส่วนที่ต้องศึกษาและทำความเข้าใจ แบ่งเป็น
   1.1 เทคนิคในการกู้ระบบจำหน่ายไฟฟ้า
   1.2 ทฤษฎีของระบบผู้เชี่ยวชาญ
   1.3 ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณ ซึ่งประกอบด้วย

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.3.1 ข้อมูลของวงจรระบบจำหน่ายไฟฟ้า

- Single - Line Diagram power System
- ค่าอิมพีแดนซ์ (Impedance) ของสายป้อน
- กระแสโหลด ณ จุดต่าง ๆ ของสายป้อน
- ระดับแรงดันที่ใช้

1.3.2 ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับข้อกำหนด และขีดจำกัดต่าง ๆ

- ค่าแรงดันสูงสุดที่ยอมรับได้
- ลำดับความสำคัญของโหลด

ความมุ่งหวังจากการศึกษาครั้งนี้ คือ ความเข้าใจในทฤษฎี และหลักการของการกู้ระบบจำหน่ายไฟฟ้า รวมถึงความเข้าใจในการออกแบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ให้มีความสามารถทำการช่วยกู้ระบบจำหน่ายไฟฟ้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. ส่วนโปรแกรมคอมพิวเตอร์

เมื่อระบบจำหน่ายไฟฟ้ามีความซับซ้อนขึ้น มีจำนวนสวิตช์ต่อเชื่อมระหว่างสายป้อนมากขึ้น การที่จะคิดวิธีที่เหมาะสมในการกู้ระบบไฟฟ้านั้นเป็นงานที่ไม่ง่ายนัก ยิ่งสำหรับผู้ปฏิบัติงานที่ยังไม่มีความชำนาญด้วยแล้ว อาจเกิดความผิดพลาดในการกู้ระบบไฟฟ้าได้ ซึ่งโปรแกรมคอมพิวเตอร์สามารถช่วยแก้ปัญหานี้ได้ โดยโครงสร้างของโปรแกรมคอมพิวเตอร์นี้ แบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ

2.1 ส่วน Single - Line Diagram

2.2 ส่วนคำนวณแรงดันตก

2.3 ส่วนวิเคราะห์หาวิธีการกู้ระบบจำหน่ายไฟฟ้า

โดยในแต่ละส่วนมีรายละเอียด ดังนี้

ส่วน Single - Line Diagram เป็นส่วนที่บรรจุรูปภาพและสัญลักษณ์ของวงจรระบบจำหน่ายไฟฟ้า และสวิตช์ เพื่อใช้ในการวาดวงจร นอกจากนี้ยังมีส่วนฐานข้อมูลที่เก็บรายละเอียดของอุปกรณ์ต่าง ๆ รวมถึงส่วนที่ใช้คำนวณแรงดันตก เพื่อใช้ตรวจสอบวงจรว่าออกแบบได้ถูกต้องหรือไม่ และยังสามารถเปิด (Open) และบันทึก (Save) แฟ้มข้อมูลได้อีกด้วย

ส่วนคำนวณแรงดันตก ส่วนนี้จะทำการคำนวณหาแรงดันตก บริเวณปลายสายป้อนใน

ช่วงสวิตช์คู่ใด ๆ ได้ โดยใช้วิธีการคำนวณโดยประมาณการทั้งนี้เพื่อความรวดเร็ว ซึ่งค่าที่คำนวณได้นี้จะถูกนำไปใช้ตรวจสอบการออกแบบในส่วน Single - Line Diagram และนำไปใช้วิเคราะห์หาวิธีการสับสวิตช์ที่เหมาะสมในการกู้ระบบจำหน่ายไฟฟ้าต่อไป

ส่วนวิเคราะห์หาวิธีการกู้ระบบจำหน่ายไฟฟ้า ในส่วนนี้จะทำการวิเคราะห์วงจรที่ได้รับการออกแบบจากส่วน Single - Line Diagram โดยเมื่อทราบตำแหน่งของความผิดพร่อง ว่าเกิดขึ้น ณ ช่วงใดของสายป้อนแล้ว โปรแกรมทำการค้นหาวิธีการกู้จากกฎเกณฑ์ที่ได้ตั้งไว้ รวมถึงการตรวจสอบข้อกำหนดต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งแรงดันตก แล้วแสดงผลออกมาในรูปคำแนะนำเป็นลำดับขั้นตอนที่ชัดเจน นอกจากนี้ยังส เมารถตรวจสอบหาเหตุผลของคำแนะนำเหล่านั้นได้อีกด้วย

โปรแกรมนี้ถูกพัฒนาขึ้นด้วยภาษา Delphi Version 5 ซึ่งในแต่ละส่วนของโปรแกรมจะยึดรูปแบบมาตรฐานของโปรแกรมประยุกต์บน Windows เป็นหลัก และใช้คุณสมบัติของ Object -Oriented ซึ่งเป็นคุณสมบัติสำคัญของภาษา Delphi ในการออกแบบระบบผู้เชี่ยวชาญทำให้การแสดงผลและการวิเคราะห์หาวิธีการกู้ระบบจำหน่ายไฟฟ้า ทำได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ขอบเขตของวิทยานิพนธ์

1. ทำการพิจารณาเฉพาะระบบจำหน่ายไฟฟ้าแบบ Radial เท่านั้น
2. โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อช่วยกู้ระบบจำหน่ายไฟฟ้านี้ ใช้วางแผนเมื่อเกิดความผิดพร่องแบบถาวร โดยเสนอแผนการสับสวิตช์เพื่อกู้ระบบไฟฟ้าให้ได้มากที่สุด ภายใต้ข้อกำหนดต่าง ๆ ของระบบไฟฟ้า
3. โปรแกรมที่พัฒนาขึ้น มีการทดสอบทางทฤษฎีเท่านั้น

เนื้อหาของวิทยานิพนธ์

เนื้อหาของวิทยานิพนธ์ แบ่งออกเป็นประเด็นต่อไปนี้

บทที่ 2 ระบบจำหน่ายไฟฟ้า

บทที่ 3 การคำนวณแรงดันตก

บทที่ 4 การใช้คอมพิวเตอร์ออกแบบระบบผู้เชี่ยวชาญ ในการกู้ระบบจำหน่ายไฟฟ้า

บทที่ 5 ระบบวินิจฉัย

บทที่ 6 หลักการทำงานของโปรแกรมระบบผู้เชี่ยวชาญ ในการกู้ระบบจำหน่ายไฟฟ้า

บทที่ 7 ตัวอย่างการทำงานของโปรแกรมระบบผู้เชี่ยวชาญ ในการกู้ระบบจำหน่ายไฟฟ้า

บทที่ 8 สรุปและข้อเสนอแนะ

ประโยชน์ที่จะได้รับจากวิทยานิพนธ์

1. สามารถพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการกู้ระบบจำหน่ายไฟฟ้าได้

2. สามารถช่วยฝึกหัดผู้ปฏิบัติงานกู้ระบบจำหน่ายไฟฟ้า ให้สามารถเตรียมความพร้อมกับสถานการณ์ต่างๆ ที่อาจเกิดขึ้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3. เป็นต้นแบบในการพัฒนาโปรแกรมช่วยในการกู้ระบบจำหน่ายไฟฟ้า และสามารถขยายขอบเขตเป็นระบบไฟฟ้ากำลังที่ใหญ่ขึ้นได้ต่อไป

4. สามารถนำไปประยุกต์ใช้สำหรับงานบำรุงรักษาสายป้อน

5. ช่วยลดผลกระทบและความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นจากไฟฟ้า