บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

จากความต้องการใช้ไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นในปัจจุบันและมีแนวโน้มจะเพิ่มขึ้นไปอีกในอนาคต ดังนั้นเพื่อที่จะตอบสนองความต้องการการใช้ไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นจึงต้องมีการเพิ่มกำลังการผลิตไฟฟ้า อย่างไรก็ตามในปัจจุบันการสร้างโรงไฟฟ้าขนาดใหญ่เป็นไปได้ยาก และยังส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม อีกทั้งต้องใช้เงินลงทุนค่อนข้างสูงในการสร้างโรงไฟฟ้าแต่ละโรง อีกทั้งในปัจจุบันกระทรวงพลังงานได้มีการส่งเสริมให้มีการนำพลังงานหมุนเวียนมาใช้ในการผลิตไฟฟ้าเพิ่มมากขึ้น โดยการออกแผนพัฒนาพลังงานทดแทน 15 ปี พ.ศ. 2551-2565 [1] เพื่อเป็นการลดการนำเข้าเชื้อเพลิงจากต่างประเทศ ดังนั้นการผลิตไฟฟ้าแบบกระจายตัวจึงถูกนำมาใช้ในการผลิตไฟฟ้าเพิ่มมากขึ้นในปัจจุบันและมีแนวโน้มจะเพิ่มขึ้นอีกในอนาคต

การผลิตไฟฟ้าแบบกระจายตัว (Distributed Generation : DG) โดยปกติจะมีขนาดเล็ก จะมีขนาดไม่ใหญ่มากนัก แต่ไม่ได้มีข้อจำกัดที่แน่นอนว่ามีขนาดไม่เกินเท่าไร อาจมีขนาดจากระดับกิโลวัตต์จนถึงระดับเมกะวัตต์ โดยแหล่งพลังงานส่วนใหญ่ที่ใช้ในการผลิตไฟฟ้าแบบกระจายตัว คือ พลังงานลม พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานน้ำขนาดเล็ก พลังงานขยะ ก๊าซชีวมวล ก๊าซชีวภาพ เป็นต้น โดยแหล่งพลังงานจำพวก ก๊าซชีวมวล ก๊าซชีวภาพนั้น ได้มาจากอุตสาหกรรมโดยเป็นเศษเหลือของอุตสาหกรรมเกษตร นอกจากนั้นยังเป็นแหล่งพลังงานสะอาด อีกทั้งเป็นแหล่งพลังงานที่นำมาใช้ได้อย่างไม่รู้จักหมดสิ้น เช่น พลังงานลม พลังงานแสงอาทิตย์ และจากงานวิจัยหลายบทความได้กล่าวถึงประโยชน์อีกมากของการผลิตไฟฟ้าแบบกระจายตัวดังนี้ [2-5]

1) รักษาระดับแรงดันให้มีเสถียรภาพ และทำให้คุณภาพของกำลังไฟฟ้าดีขึ้น
2) ลดค่ากำลังสูญเสียในสายส่ง
3) ยืดอายุเวลาในการลงทุนพัฒนาหรือการเพิ่มสายส่งของระบบจำหน่าย
4) เป็นแหล่งกำเนิดไฟฟ้าสำรองกรณีที่แหล่งผลิตไฟฟ้าหลักเกิดความขัดข้อง
5) ทำให้ความน่าเชื่อถือของระบบดีขึ้น

อย่างไรก็ตามเมื่อทำการเชื่อมต่อการผลิตไฟฟ้าแบบกระจายตัวเข้ามาในระบบ นอกจากจะก่อประโยชน์แล้วก็ยังส่งผลกระทบทางลบต่อระบบไฟฟ้าเช่นกัน ดังนี้ [2-5]

1) เกิดแรงดันกระพริบ ในขณะเริ่มเดินเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

2) เกิดกระแสฮาร์โมนิกจากอุปกรณ์อินเวอร์เตอร์

3) เกิดการแยกตัวเป็นอิสระขณะเกิดลัดวงจรได้

4) หลังจากเกิดการแยกตัวเป็นอิสระ เมื่ออุปกรณ์ป้องกันทำการเชื่อมต่อวงจรกลับเข้ามาอีกทั้ง อาจเกิดการไม่ตรงเฟสขึ้นได้

5) การเพิ่มขึ้นของกระแสลัดวงจร ซึ่งจะส่งผลถึงการทำงานของอุปกรณ์ป้องกัน

จากการเพิ่มขึ้นของกระแสลัดวงจร อาจทำให้เกิดการทำงานที่ผิดพลาดขึ้นได้ของอุปกรณ์ป้องกัน ทำให้เกิดความเสียหายกับอุปกรณ์บางตัวในระบบ อีกทั้งส่งผลกระทบต่อความเชื่อถือได้ของระบบอีกด้วย โดยในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะสนใจปัญหาเฉพาะการเพิ่มขึ้นของกระแสลัดวงจรเท่านั้น

ระบบจำหน่ายไฟฟ้าส่วนใหญ่จะเป็นชนิดเรเดียล (Radial distribution system) ทิศทางการไหลของกำลังไฟฟ้าจะไหลจากสถานีไฟฟ้าไปสู่ผู้ใช้ไฟฟ้า อย่างไรก็ตามเมื่อมีการผลิตไฟฟ้าแบบกระจายตัวเชื่อมต่อเข้ามาในระบบ จะทำให้ทิศทางการไหลของกำลังไฟฟ้าเปลี่ยนไป เมื่อเกิดลัดวงจรขึ้นในระบบ บางกรณีจะเกิดกระแสไหลย้อนจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบกระจายตัวมายังจุดเกิดลัดวงจร ซึ่งอุปกรณ์ป้องกันในระบบจำหน่ายโดยส่วนใหญ่จะเป็นแบบไม่กำหนดทิศทาง ถ้ากระแสไหลย้อนที่เกิดขึ้นมากพอที่จะทำให้อุปกรณ์ป้องกันทำงาน จะส่งผลให้อุปกรณ์ตัวนั้นทำงานโดยไม่จำเป็น เกิดการทำงานร่วมกันที่ผิดพลาด ส่งผลให้ผู้ใช้ไฟฟ้าที่ไม่ได้อยู่ในบริเวณที่เกิดลัดวงจรได้รับผลกระทบจากไฟฟ้าดับ นอกจากนั้นการผลิตไฟฟ้าแบบกระจายตัวยังส่งผลให้กระแสลัดวงจรเพิ่มขึ้นดังที่กล่าวไว้ข้างต้น และจากกระแสลัดวงจรที่เพิ่มขึ้นทำให้ช่วงการทำงานร่วมกันของอุปกรณ์เปลี่ยนแปลงไป อาจจะทำให้ลำดับการทำงานของอุปกรณ์ผิดพลาดไปได้ และจากการทำงานที่ผิดพลาดนี้จะส่งผลกระทบถึงความเชื่อถือได้ของระบบไฟฟ้าอีกด้วย

ผลกระทบของการผลิตไฟฟ้าแบบกระจายตัวต่อการทำงานของอุปกรณ์ป้องกันในระบบจำหน่ายจะมีด้วยกันหลายกรณี เช่น ส่งผลให้ขอบเขตการทำงานของรีเลย์ลดลง การทำงานร่วมกันของเซอร์กิตเบรกเกอร์กับเซอร์กิตเบรกเกอร์ผิดพลาด การทำงานร่วมกันของฟิวส์กับฟิวส์ผิดพลาด และการทำงานร่วมกันของฟิวส์กับรีโคลสเซอร์ผิดพลาด เป็นต้น และจากตามมาตรฐาน IEEE 1547-2008 [6] ที่กำหนดว่าเมื่อเกิดการลัดวงจรขึ้นในระบบ หรือที่ตัวเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบกระจายตัวเอง เครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบกระจายตัวต้องทำการตัดตัวเองออกจากระบบโดยทันที ดังนั้นระบบจะกลับเข้าสู่สถานะที่ยังไม่มีการติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบกระจายตัว ลำดับการทำงานของอุปกรณ์ป้องกันจึงไม่เปลี่ยนแปลงไป อย่างไรก็ดีไม่สามารถที่จะทราบแน่ชัดได้ว่า

เครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบกระจายตัว จะถูกตัดออกจากระบบเร็วกว่าที่อุปกรณ์ป้องกันตัวอื่นในระบบจะทำงาน [7]

จากปัญหาต่างๆของการผลิตไฟฟ้าแบบกระจายตัวที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะเลือกพิจารณาผลกระทบต่อการทำงานร่วมกันของฟิวส์กับรีโคลสเซอร์ ทั้งนี้เนื่องจากกรณีนี้มีแน้วโน้มที่จะเกิดขึ้นบ่อยมากที่สุด ซึ่งจากความผิดพลาดดังกล่าวจะทำให้การลัดวงจรแบบชั่วคราวเปลี่ยนเป็นการลัดวงจรแบบถาวร อย่างไรก็ตามการลัดวงจรแบบชั่วคราวเกิดขึ้นประมาณ ร้อยละ 80 ถึง 95 ของการเกิดลัดวงจรในระบบจำหน่าย นอกจากนี้จะได้ศึกษาผลกระทบต่อความเชื่อถือได้ของระบบจำหน่ายไฟฟ้าอีกด้วย โดยในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้นำเสนอแนวทางแก้ปัญหาจากผลกระทบดังกล่าวสองวิธี คือ การหาขนาดกำลังผลิตสูงสุดที่เหมาะสมโดยพิจารณาการทำงานร่วมกันของฟิวส์กับรีโคลสเซอร์ และการปรับเปลี่ยนระบบป้องกัน โดยมีระบบเพื่อใช้ในการทดสอบ 2 ระบบ คือ ระบบ RBTS BUS 2 และระบบดัดแปลงจากระบบจริงของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้มีดังต่อไปนี้

1. ศึกษาผลกระทบของการผลิตไฟฟ้าแบบกระจายตัวต่อการทำงานร่วมกันของฟิวส์กับรีโคลสเซอร์ และความเชื่อถือได้ของระบบจำหน่ายไฟฟ้า
2. พัฒนาโปรแกรมตรวจสอบการทำงานร่วมกันของฟิวส์กับรีโคลสเซอร์หลังทำการติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบกระจายตัว
3. กำหนดแนวทางในการปรับปรุงเพื่อรักษาการทำงานร่วมกันของฟิวส์กับรีโคลสเซอร์อย่างถูกต้อง
4. พัฒนาโปรแกรมการคำนวณขนาดกำลังผลิตสูงสุดที่เหมาะสมของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบกระจายตัว และการปรับเปลี่ยนระบบป้องกัน

1.3 ขอบเขตวิทยานิพนธ์

ขอบเขตในการทำวิจัยมีดังต่อไปนี้

1. พิจารณาระบบจำหน่ายไฟฟ้าที่มีโครงสร้างแบบเรเดียล

2. อุปกรณ์ป้องกันในระบบจำหน่ายไฟฟ้ากำลังที่พิจารณา ประกอบด้วย เซอร์กิตเบรกเกอร์ รีโคลสเซอร์ และฟิวส์ โดยการทำงานของอุปกรณ์ป้องกันเป็นไปตามหลักการทั่วไปของระบบป้องกันสำหรับระบบจำหน่ายแบบเรเดียล
3. พิจารณาผลกระทบของการผลิตไฟฟ้าแบบกระจายตัวต่อการทำงานร่วมกันของฟิวส์กับรีโคลสเซอร์ เฉพาะฟิวส์กับรีโคลสเซอร์บนสายป้อนเส้นเดียวกันเท่านั้น
4. พิจารณาระบบไฟฟ้ากำลังเป็นแบบ 3 เฟสสมดุล และทำงานในสภาวะอยู่ตัว (Steady-state)
5. พิจารณาเลือกใช้มาตรฐานคุณลักษณะของอุปกรณ์ป้องกันตามมาตรฐาน (International Electrotechnical Commission: IEC)
6. พิจารณากราฟคุณลักษณะของเซอร์กิจเบรกเกอร์แบบ Extremely Inverse (EI) และรีโคลสเซอร์เป็นแบบ Standard Inverse (SI)
7. พิจารณาลักษณะการต่อหม้อแปลงของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบกระจายตัวแบบเดลต้าวายกราว (Dyn) และพิจารณาเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบกระจายตัวเป็นแบบซิงโครนัส (Synchronous Generator)
8. พิจารณาค่าอิมพีแดนซ์ของการลัดวงจรมีค่าเท่ากับศูนย์

1.4 ขั้นตอนการศึกษา

ในการทำการวิจัย มีขั้นตอนและวิธีการในการดำเนินงานวิจัยดังนี้

1. ศึกษาผลกระทบของการผลิตไฟฟ้าแบบกระจายตัวในระบบจำหน่ายไฟฟ้า
2. ศึกษาหลักการทำงานของอุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้าในระบบจำหน่ายแต่ละชนิดที่พิจารณา และหลักการพื้นฐานการทำงานร่วมกันของอุปกรณ์ป้องกัน
3. ศึกษาการประเมินความเชื่อถือได้ของระบบเมื่อเกิดการทำงานผิดพลาดของอุปกรณ์ป้องกัน
4. ศึกษาแนวทางในการรักษาการทำงานร่วมกันของฟิวส์กับรีโคลสเซอร์หลังทำการติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบกระจายตัว
5. กำหนดแนวทางในการปรับปรุงเพื่อรักษาการทำงานร่วมกันของฟิวส์กับรีโคลสเซอร์

6. ศึกษาหลักการการแก้ปัญหาค่าความเหมาะเพื่อนำมาประยุกต์ใช้กับรูปแบบปัญหาในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ และศึกษาวิธีการปรับเปลี่ยนระบบป้องกัน ในระบบจำหน่ายไฟฟ้า เพื่อรักษาการทำงานร่วมกันที่ถูกต้อง
7. กำหนดรูปแบบของปัญหาการหาค่าเหมาะสมโดยฟังก์ชันวัตถุประสงค์ คือ ขนาดกำลังการผลิตสูงสุดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบกระจายตัว ซึ่งรวมถึงการทำงานร่วมกันของฟิวส์กับรีโคลสเซอร์ภายใต้เงื่อนไขจำกัด
8. พัฒนาโปรแกรมที่จะนำมาใช้ในการคำนวณหาขนาดกำลังผลิตสูงสุดที่เหมาะสมของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบกระจายตัว โดยคำนึงถึงลำดับการทำงานร่วมกันของอุปกรณ์ป้องกันที่ถูกต้อง
9. วิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นและทำการปรับเปลี่ยนค่าการทำงานของอุปกรณ์ป้องกันในระบบจำหน่ายไฟฟ้า
10. ทดสอบสมรรถนะ และความถูกต้องของโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นกับระบบจริงของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
11. วิเคราะห์และสรุปผลงานวิจัย
12. ปรับปรุงโปรแกรมเพื่อให้มีประสิทธิภาพดีขึ้น
13. เรียบเรียงผลการวิจัยและจัดทำรูปเล่มวิทยานิพนธ์

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. การประเมินผลกระทบที่เกิดขึ้นหลังจากทำการติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบกระจายตัวเข้าสู่ระบบ
2. แนวทางในการปรับปรุงและแก้ไขเพื่อให้การทำงานร่วมกันของฟิวส์กับรีโคลสเซอร์ถูกต้อง และคงความเชื่อถือได้ของระบบ
3. โปรแกรมคำนวณขนาดกำลังผลิตสูงสุดที่เหมาะสมของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบกระจายตัว เพื่อใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไข รวมถึงการนำไปวิเคราะห์วางแผนในการเพิ่มกำลังการผลิตไฟฟ้าแบบกระจายตัวในระบบจำหน่ายไฟฟ้า

1.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องจะประกอบด้วย

บทความเรื่อง Effect of Distributed Generation on Protective Device Coordination in Distribution System [8] แต่งโดย Adly Girgis และ Sukumar Brahma จะเป็นการบรรยายเกี่ยวกับผลกระทบของการผลิตไฟฟ้าแบบกระจายตัวต่อการทำงานร่วมกันของอุปกรณ์ป้องกันในระบบจำหน่าย โดยเป็นการกล่าวถึงสาเหตุเพราะเหตุใดการติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบกระจายตัวถึงก่อให้เกิดปัญหาการทำงานร่วมกันของอุปกรณ์ป้องกันต่างๆในระบบ รวมถึงการแสดงถึงผลกระทบต่อการทำงานร่วมกันของอุปกรณ์ป้องกันแต่ละตัว นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยอื่นๆ ที่เป็นการอธิบายถึงการเกิดการทำงานร่วมกันที่ผิดพลาดของอุปกรณ์ป้องกันเมื่อมีการติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบกระจายตัว อาทิเช่น Impact of Distributed Generators on Protective Devices in Radial Distribution Systems [2] แต่งโดย Karen L., Butler-Purry and Matthew Marotti บทความเรื่อง Impact of Distributed Generation on Distribution Protection and Power Quality [9] แต่งโดย Juan A., Martinez and Jacinto Martin-Amedo เป็นต้น งานวิจัยข้างต้นที่กล่าวถึงไปนี้จะเป็นการบรรยายโดยไม่มีการแสดงผลออกมาเป็นตัวเลขเพื่อแสดงถึงปัญหาที่เกิดขึ้น อีกทั้งไม่ได้มีการพิจารณาความเชื่อถือได้เมื่อเกิดการทำงานร่วมกันที่ผิดพลาดและไม่ได้นำเสนอวิธีแก้ปัญหาของการทำงานร่วมกันที่ผิดพลาด

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องถัดมาคือ Maintaining the recloser-fuse coordination in distribution systems in presence of DG by determining DG's size [10] แต่งโดย S. A. A. Shahriari, M. Abapour, Yazdian and M. R. Haghifam งานวิจัยเรื่องนี้จะเป็นการพูดถึงการหาขนาดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบกระจายตัวที่รักษาการทำงานร่วมกันของฟิวส์กับรีโคลสเซอร์ อย่างไรก็ตามในงานวิจัยนี้ไม่ได้สนใจเงื่อนไขอื่นๆ ของระบบ อาทิเช่น ค่าจำกัดกำลังการไหลในสายส่ง การไหลของกำลังไฟฟ้า และค่าแรงดันของระบบ เป็นต้น อย่างไรก็ดีในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะนำเสนอวิธีแก้ปัญหาโดยการคำนวณหาขนาดสูงสุดที่เหมาะสม โดยจะพิจารณาเงื่อนไขต่างๆ ของระบบด้วย

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องถัดมาคือ Prevention of reliability degradation from recloser – fuse miscoordination due to distributed generation [7] แต่งโดย Surachai Chaitusaney and Akihiko Yokoyama งานวิจัยเรื่องนี้กล่าวถึงการป้องกันความเชื่อถือได้ของระบบที่แย่ลงเนื่องจากการเกิดการทำงานร่วมกันที่ผิดพลาดของรีโคลสเซอร์กับฟิวส์ โดยจำกัดขนาดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบกระจายตัว อย่างไรก็ตามกรณีของการเกิดการทำงานร่วมกันที่ผิดพลาดของรีโคลสเซอร์กับฟิวส์นั้นที่เป็นเงื่อนไขของการหาขนาดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบกระจายตัว นั้นไม่ครอบคลุมถึงกรณีที่เกิดกระแสไหลย้อนจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบกระจายตัวมายังจุดเกิดลัดวงจรหน้ารีโคลสเซอร์

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องถัดมาคือ การหาขนาดกำลังการผลิตที่เหมาะสมของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อการทำงานร่วมกันของอุปกรณ์ป้องกันด้วยขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม [11] วิจัยโดย นางสาวสิริภา จุลกาญจน์ งานวิจัยเรื่องนี้จะเป็นการหาขนาดกำลังผลิตที่เหมาะสมโดยใช้ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม โดยมีฟังชันก์จุดประสงค์ของงานวิจัยนี้จะเป็นการหาค่ากำลังสูญเสียน้อยที่สุด อย่างไรก็ดีในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะใช้ฟังชันก์จุดประสงค์เป็นขนาดสูงสุดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบกระจายที่ยังคงรักษาการทำงานร่วมกันของฟิวส์กับรีโคลสเซอร์

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องเรื่องสุดท้ายคือ ผลกระทบของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบกระจายที่มีต่อการป้องกันและความเชื่อถือได้ของระบบจำหน่ายไฟฟ้ากำลัง [12] โดย นายภรต อินทรเทศ ในงานวิจัยนี้จะพิจารณาการลัดวงจรทั้งเป็นแบบสามเฟสและหนึ่งเฟสลงดิน อย่างไรก็ตามในงานวิจัยนี้เสนอเพียงการปรับปรุงระบบป้องกันเพื่อรองรับการติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบกระจายตัว อย่างไรก็ดีในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะมีวิธีการหาขนาดกำลังผลิตสูงสุดที่เหมาะสมรวมอยู่ด้วย

1.7 ประมวลวิทยานิพนธ์

เนื้อหาของวิทยานิพนธ์ที่นำเสนอได้ถูกจัดเรียงลำดับตามความเหมาะสมในแต่ละบทเป็นดังต่อไปนี้

บทที่ 1 บทนำ: กล่าวถึงที่มาและความสำคัญของปัญหา วัตถุประสงค์ ขอบเขต ขั้นตอนการดำเนินงาน ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากวิทยานิพนธ์ รวมไปถึงงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

บทที่ 2 กล่าวถึง ประเภทของการลัดวงจร ซึ่งจะกล่าวถึง 2 ประเภท คือ การลัดวงจรแบบสามเฟส (Three Phase Fault) กับการลัดวงจรแบบหนึ่งเฟสลงดิน (Single Line-to-Ground Fault) และการคำนวณหากระแสลัดวงจรประเภทต่างๆ

บทที่ 3 อุปกรณ์ป้องกันของระบบจำหน่าย จะกล่าวถึงรายละเอียดของอุปกรณ์ป้องกันแต่ละชนิดในระบบจำหน่าย รวมถึงวิธีการกำหนดการทำงานร่วมกันของอุปกรณ์แต่ละชนิด

บทที่ 4 ผลกระทบของการผลิตไฟฟ้าแบบกระจายตัวต่ออุปกรณ์ป้องกัน จะกล่าวถึงผลกระทบต่างๆต่ออุปกรณ์ป้องกันในแต่ละรูปแบบ ที่มีความเป็นไปได้ในการเกิดปัญหา รวมทั้งยังกล่าวถึงการกำหนดสมการทางคณิตศาสตร์เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดผลกระทบดังกล่าวขึ้น และสุดท้ายจะเป็นการกล่าวถึงแนวทางที่ใช้ในการแก้ปัญหาดังกล่าวที่วิทยานิพนธ์นี้ได้นำเสนอ

บทที่ 5 การประเมินความเชื่อถือได้ของระบบไฟฟ้า กล่าวถึงวิธีการที่ใช้ในการประเมินความเชื่อถือได้ของระบบจำหน่าย รวมทั้งวิธีการประเมินความเชื่อถือได้กรณีที่เกิดการทำงานร่วมกันของฟิวส์กับรีโคลสเซอร์ผิดพลาด

บทที่ 6 ผลการทดสอบและวิเคราะห์ผล จากหลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องจะถูกนำมาประยุกต์ใช้และนำมาทดสอบกับระบบทดสอบ 2 ระบบ และนำเสนอผลในบทนี้ และการนำข้อกำหนดการเชื่อมต่อเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบกระจายตัวที่การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคใช้ไปข้อกำหนดมาทดสอบกับระบบทั้งสองอีกด้วย

บทที่ 7 จะเป็นกล่าวถึงข้อสรุปผลการทดสอบและข้อเสนอแนะต่างๆ