



246224

ผลกระทบของการผลิตไฟฟ้าแบบกระจายตัวต่อการดำเนินงานร่วมกันของพีวส์กับวีโกลดสเตอร์
และความเชื่อถือได้ของระบบจำหน่ายไฟฟ้า

นางสาวโคกภิต ศิริโกลดวัฒนา

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของเอกสารที่ขอตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2553

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

600250815

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ



246224

ผลกระทบของการผลิตไฟฟ้าแบบกระจายตัวต่อการทำงานร่วมกันของฟิวส์กับ
และความเชื่อถือได้ของระบบจำหน่ายไฟฟ้า



นางสาวไศภิต สิริโสภณวัฒนา

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2553

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



5 2 7 0 6 9 9 8 2 1

IMPACTS OF DISTRIBUTED GENERATION ON FUSE-RECLOSER COORDINATION
AND DISTRIBUTION SYSTEM RELIABILITY

Miss Sopit Sirisophonwattana

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering Program in Electrical Engineering

Department of Electrical Engineering

Faculty of Engineering

Chulalongkorn University

Academic Year 2010

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์

ผลกระทบของการผลิตไฟฟ้าแบบกระจายตัวต่อการ
ทำงานร่วมกันของฟิวส์กับรีโคลสเซอร์และความเชื่อถือ
ได้ของระบบจำหน่ายไฟฟ้า

โดย

นางสาวโคภิต สิริโสภณวัฒนา

สาขาวิชา

วิศวกรรมไฟฟ้า

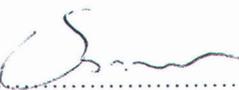
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

อาจารย์ ดร. สุรัชย์ ชัยทัศน์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็น
ส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

 คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร. บุญสม เลิศหิรัญวงศ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

 ประธานกรรมการ
(อาจารย์ ดร. ชาญณรงค์ บาลมงคล)

 อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(อาจารย์ ดร. สุรัชย์ ชัยทัศน์)

 กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ธวัชชัย เตชัสอนันต์)

 กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(ดร. ประดิษฐ์ เพ็องฟู)

ศโรภิต สิริโสภณวัฒนา : ผลกระทบของการผลิตไฟฟ้าแบบกระจายตัวต่อการทำงาน
ร่วมกันของฟิวส์กับรีโคลอสเซอร์และความเชื่อถือได้ของระบบจำหน่ายไฟฟ้า.

(IMPACTS OF DISTRIBUTED GENERATION ON FUSE-RECLOSER
COORDINATION AND DISTRIBUTION SYSTEM RELIABILITY) อ. ที่ปรึกษา
วิทยานิพนธ์หลัก: อ. ดร. สุรัชย์ ชัยทัศนีย์, 117 หน้า.

246224

การเชื่อมต่อการผลิตไฟฟ้าแบบกระจายตัวเข้ากับระบบไฟฟ้า จะทำให้ค่ากระแส
ลัดวงจรในระบบเพิ่มมากขึ้น และจากค่ากระแสลัดวงจรที่เพิ่มขึ้นนั้นจะส่งผลต่อการทำงาน
ร่วมกันของอุปกรณ์ป้องกันได้ อาทิเช่น การทำงานร่วมกันของเซอร์กิตเบรกเกอร์กับเซอร์กิต
เบรกเกอร์ การทำงานร่วมกันของฟิวส์กับฟิวส์ และการทำงานร่วมกันของฟิวส์กับรีโคลอสเซอร์
 เป็นต้น นอกจากนี้การเชื่อมต่อการผลิตไฟฟ้าแบบกระจายตัวยังส่งผลให้ขอบเขตการทำงาน
ของรีเลย์ลดลงอีกด้วย อย่างไรก็ตามผลกระทบต่อการทำงานร่วมกันของฟิวส์กับรีโคลอสเซอร์
 จะมีแนวโน้มเกิดขึ้นมากกว่ากรณีอื่นๆ และยังส่งผลให้ความเชื่อถือได้ของระบบลดลง
 เนื่องจากการเพิ่มขึ้นของช่วงระยะเวลาที่เกิดไฟฟ้าดับ ดังนั้นในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จึงศึกษา
 และแนวทางการแก้ไขปัญหา ผลกระทบของการผลิตไฟฟ้าแบบกระจายตัวต่อการทำงาน
 ร่วมกันของฟิวส์กับรีโคลอสเซอร์และความเชื่อถือได้ของระบบจำหน่ายไฟฟ้า โดยพิจารณาการ
 ลัดวงจรประเภทสามเฟส และหนึ่งเฟสลงดิน สำหรับแนวทางการแก้ปัญหาที่นำเสนอมี
ด้วยกัน 2 วิธีคือ การหาค่าขนาดกำลังผลิตสูงสุดที่เหมาะสมโดยคำนึงถึงการทำงานร่วมกัน
ของฟิวส์กับรีโคลอสเซอร์ และการปรับเปลี่ยนระบบป้องกัน โดยระบบที่จะนำมาพิจารณาผล
การทดสอบมี 2 ระบบด้วยกันคือ ระบบ RBTS BUS 2 และระบบที่ดัดแปลงจากระบบจริงของ
การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า ลายมือชื่อนิติ ^{ศโรภิต}
สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก 
ปีการศึกษา 2553

5270699821 : MAJOR ELECTRICAL ENGINEERING

KEYWORDS : DIGITAL FAULT RECORDER/ TWO-TERMINAL FAULT LOCATION/
AUTOMATIC FAULT ANALYSIS/ TWO-TERMINAL FAULT CLASSIFICATION/
UNSYNCHRONIZED MEASUREMENTS

SOPIT SIRISOPHONWATTANA : IMPACTS OF DISTRIBUTED GENERATION
ON FUSE RECLOSER COORDINATION AND DISTRIBUTION SYSTEM
RELIABILITY. ADVISOR : SURACHAI CHAITUSANEY, Ph.D., 117 pp.

246224

The installation of DG causes the increase in short circuit level of the connecting system. As a result, it can interfere with the coordination of the protective devices such as, the coordination between circuit breaker – circuit breaker, the coordination between fuse – fuse, and the coordination between fuse – recloser. In addition, the increase in short circuit level can cause the reduction of relay reaching. However, the installation of DG mostly tends to cause the interference with protection coordination. As one of the consequences, this interference, especially in the coordination between fuse – recloser, deteriorates the system reliability by increasing the interruption duration. Therefore, this thesis presents the analyses and solutions for the mentioned problem. To maintain the fuse-recloser coordination, the proposed solutions include maximizing the DG and newly setting the coordination of protective devices. The performance of the proposed method is tested in the reliability test system RBTS bus 2 and a real distribution system of Provincial Electricity Authority (PEA) of Thailand.

Department : Electrical Engineering

Student's Signature *Tanin*

Field of Study : Electrical Engineering

Advisor's Signature *S. Chaitosaney*

Academic Year : 2010

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ต้องกราบขอบพระคุณสำหรับความช่วยเหลือเป็นอย่างดียิ่งของ อ. ดร. สรุชัย ชัยทัศนีย์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ให้คำปรึกษา ข้อเสนอแนะ ในการทำงานวิจัย และขอขอบคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ อันประกอบไปด้วย อ. ดร.ชาญณรงค์ บาลมงคล ผศ. ดร. ธวัชชัย เตชัสอนันต์ และ ดร. ประดิษฐ์ เพ็องฟู ที่ได้เสียสละเวลาตรวจสอบ และแก้ไขในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ และขอบพระคุณพี่ๆ ที่การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ที่ให้ความรู้ทางด้านแนวปฏิบัติ ข้อเสนอแนะต่างๆ และข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณบิดามารดาและครอบครัวของผู้วิจัย สำหรับกำลังใจและการสนับสนุนแก่ผู้วิจัยมาโดยตลอด

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ	ช
สารบัญตาราง	ฎ
สารบัญภาพ.....	ฅ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	3
1.3 ขอบเขตวิทยานิพนธ์.....	3
1.4 ขั้นตอนการศึกษา	4
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	5
1.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
1.7 ประมวลวิทยานิพนธ์	7
บทที่ 2 ประเภทของการลัดวงจรและการคำนวณค่ากระแสลัดวงจร	9
2.1 การลัดวงจรแบบสามเฟส (Theer Phase Fault)	9
2.2 การลัดวงจรแบบหนึ่งเฟสลงดิน (Singel Line-to-Ground Fault)	11
2.2.1 ส่วนประกอบสมมาตร	11
2.2.2 การคำนวณกระแสลัดวงจรแบบหนึ่งเฟสลงดิน	15
2.3 กระแสลัดวงจรจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้า.....	16
บทที่ 3 อุปกรณ์ป้องกันในระบบจำหน่าย	18
3.1 อุปกรณ์ป้องกันในระบบจำหน่าย	18

3.1.1 เซอร์กิตเบรกเกอร์ (Circuit Breaker)	18
3.1.2 รีโคลสเซอร์ (Recloser)	20
3.1.3 ฟิวส์ (Fuse)	21
3.2 การทำงานร่วมกันของอุปกรณ์ป้องกันในระบบจำหน่าย	23
3.2.1 การห้วงเวลา (Grading Margin)	23
3.2.2 การทำงานร่วมกันของฟิวส์กับรีโคลสเซอร์ (Fuse-Recloser Coordination)	25
3.2.3 การจัดการทำงานร่วมกันระหว่างเซอร์กิตเบรกเกอร์ รีโคลสเซอร์ และฟิวส์	27
บทที่ 4 ผลกระทบของการผลิตไฟฟ้าแบบกระจายตัวต่ออุปกรณ์ป้องกันในระบบจำหน่ายไฟฟ้า.	29
4.1 ผลกระทบต่อการลดขอบเขตการทำงานของรีเลย์ (Reduction of Reach)	29
4.2 ผลกระทบต่อการทำงานร่วมกันของอุปกรณ์ป้องกัน (Miscoordination of Protective Devices)	30
4.2.1 รูปแบบผลกระทบที่ 1	30
4.2.2 รูปแบบผลกระทบที่ 2	30
4.2.3 รูปแบบผลกระทบที่ 3	31
4.2.4 รูปแบบผลกระทบที่ 4	32
4.2.5 รูปแบบผลกระทบที่ 5	33
4.2.6 รูปแบบผลกระทบที่ 6	33
4.3 การกำหนดเงื่อนไขจำกัดทางคณิตศาสตร์เพื่อป้องกันผลกระทบของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบกระจายตัวต่อการทำงานร่วมกันของฟิวส์กับรีโคลสเซอร์.....	35
4.3.1 รูปแบบผลกระทบที่ 1	35
4.3.2 รูปแบบผลกระทบที่ 2	36
4.3.3 รูปแบบผลกระทบที่ 3	36
4.4 ขั้นตอนในการตรวจสอบการทำงานร่วมกันของฟิวส์และรีโคลสเซอร์.....	37
4.5 แนวทางการแก้ปัญหาการทำงานร่วมกันที่ผิดพลาดของฟิวส์กับรีโคลสเซอร์.....	38

4.5.1 การหาขนาดกำลังผลิตสูงสุดที่เหมาะสมของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบกระจายตัวโดยคำนึงถึงการทำงานร่วมกันของฟิวส์กับรีโคลสเซอร์.....	38
4.5.2 การปรับเปลี่ยนระบบป้องกัน	43
บทที่ 5 การประเมินความเชื่อถือได้ของระบบไฟฟ้า.....	46
5.1 ความเชื่อถือได้ของระบบไฟฟ้า	46
5.2 ดัชนีความเชื่อถือได้ ณ จุดโหลด (Reliability Indices at Load Point)	47
5.3 ดัชนีความเชื่อถือได้ที่อ้างอิงผู้ใช้ไฟฟ้าและอ้างอิงโหลด (Customer and Load Oriented Index)	49
5.4 การวิเคราะห์ความเชื่อถือได้เมื่อพิจารณาการทำงานร่วมกันที่ผิดพลาดของฟิวส์กับ รีโคลสเซอร์	50
บทที่ 6 ผลการทดสอบและการวิเคราะห์ผลการทดสอบ.....	53
6.1 ระบบทดสอบ	53
6.1.1 ระบบทดสอบ RBTS BUS 2	53
6.1.2 ระบบทดสอบที่ดัดแปลงจากระบบจริงของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค	55
6.2 วิธีการทดสอบ	57
6.3 ผลการทดสอบของระบบ RBTS BUS 2.....	57
6.3.1 การพิจารณาลัดวงจรแบบสามเฟส	57
6.3.2 การพิจารณาลัดวงจรแบบหนึ่งเฟสลงดิน	67
6.3.3 การแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น	76
6.4 ผลการทดสอบระบบที่ดัดแปลงจากระบบจริงของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค.....	78
6.4.1 การพิจารณาลัดวงจรแบบสามเฟส	78
6.4.2 การพิจารณาลัดวงจรแบบหนึ่งเฟสลงดิน	88
6.4.3 การแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น	95
6.5 การทดสอบข้อกำหนดการเชื่อมต่อของการไฟฟ้ากับระบบทดสอบทั้งสองระบบ	100

6.5.1 ระบบ RBTS Bus 2.....	100
6.5.2 ระบบดัดแปลงจากระบบจริงของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค	102
6.6 การประยุกต์ใช้วิธีการหาขนาดกำลังผลิตสูงสุดที่เหมาะสม	103
บทที่ 7 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	106
7.1 สรุปผลการวิจัย.....	106
7.2 ข้อเสนอแนะ	107
รายการอ้างอิง.....	109
ภาคผนวก	112
ภาคผนวก ก. ข้อมูลของระบบ RBTS Bus 2และระบบที่ดัดแปลงจากระบบจริงของกฟภ...	113
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์	117

สารบัญญัตราสาร

	หน้า
ตารางที่ 2.1 อิมพีแดนซ์ของเครื่องจักรกลซิงโครนัส	14
ตารางที่ 3.1 ค่าพารามิเตอร์คุณลักษณะของเซอร์กิตเบรกเกอร์ตามมาตรฐาน IEC	19
ตารางที่ 3.2 ตัวคูณสำหรับฟิวส์ติดตั้งที่สถานีไฟฟ้า	26
ตารางที่ 3.3 ตัวคูณสำหรับฟิวส์ติดตั้งที่โหลด	26
ตารางที่ 4.1 กระแสลัดวงจรที่ไหลผ่านรีโกลสเซอร์และฟิวส์ในแต่ละรูปแบบ	34
ตารางที่ 5.1 ข้อมูลของอุปกรณ์ของระบบตัวอย่าง	48
ตารางที่ 5.2 ดัชนีความเชื่อถือได้ ณ จุดโหลดของระบบตัวอย่าง	48
ตารางที่ 6.1 ข้อมูลค่าสถิติการทำงานของอุปกรณ์	54
ตารางที่ 6.2 ข้อมูลประเภท จำนวน และขนาดของผู้ใช้ไฟฟ้า ณ จุดโหลดต่างๆ	55
ตารางที่ 6.3 ข้อมูลความยาวของแต่ละสายป้อน	55
ตารางที่ 6.4 ข้อมูลค่าสถิติการทำงานของอุปกรณ์ของระบบดัดแปลงจากกฟภ.	56
ตารางที่ 6.5 ข้อมูลประเภท จำนวน ณ จุดโหลดต่างๆของระบบกฟภ.	56
ตารางที่ 6.6 พารามิเตอร์ต่างๆของเซอร์กิตเบรกเกอร์และรีโกลสเซอร์ของระบบ RBTS.....	59
ตารางที่ 6.7 ค่ากระแสลัดวงจรที่ไหลผ่านอุปกรณ์แต่ละตัวเมื่อเกิดการลัดวงจรแต่ละบัสในสายย่อย ของระบบ RBTS Bus 2	60
ตารางที่ 6.8 ดัชนีความเชื่อถือได้ในกรณีที่ 1 ของระบบ RBTS	60
ตารางที่ 6.9 กระแสลัดวงจรที่เกิดขึ้นแต่ละบัสกรณีที่ 2 ของระบบ RBTS	62
ตารางที่ 6.10 ค่ากระแสลัดวงจรที่ไหลผ่านอุปกรณ์แต่ละตัวเมื่อเกิดการลัดวงจรแต่ละบัสในสายย่อย ของระบบ RBTS Bus 2	63
ตารางที่ 6.11 กระแสลัดวงจรที่เกิดขึ้นแต่ละบัสกรณีที่ 3 ของระบบ RBTS	65
ตารางที่ 6.12 ค่ากระแสลัดวงจรที่ไหลผ่านอุปกรณ์แต่ละตัวเมื่อเกิดการลัดวงจรแต่ละบัสในสายย่อย ของระบบ RBTS Bus 2	66

ตารางที่ 6.13 การคำนวณค่าดัชนีพื้นฐานการลัดวงจรสามเฟสของระบบ RBTS 66

ตารางที่ 6.14 ดัชนีความเชื่อถือได้ในแต่ละกรณีของการลัดวงจรแบบสามเฟสในระบบ RBTS 67

ตารางที่ 6.15 พารามิเตอร์ต่างๆของเซอร์กิตเบรกเกอร์และรีโคลสเซอร์ของระบบ RBTS ด้านกราวด์..... 69

ตารางที่ 6.16 ค่ากระแสลัดวงจรที่ไหลผ่านอุปกรณ์แต่ละตัวเมื่อเกิดการลัดวงจรแต่ละบัสในสายย่อยของระบบ RBTS Bus 2 69

ตารางที่ 6.17 ดัชนีความเชื่อถือได้ในแต่ละกรณีของการลัดวงจรแบบหนึ่งเฟสลงดินในระบบ RBTS 70

ตารางที่ 6.18 กระแสลัดวงจรที่เกิดขึ้นแต่ละบัสกรณีที่ 2 ของระบบ RBTS 72

ตารางที่ 6.19 ค่ากระแสลัดวงจรที่ไหลผ่านอุปกรณ์แต่ละตัวเมื่อเกิดการลัดวงจรแต่ละบัสในสายย่อยของระบบ RBTS Bus 2 73

ตารางที่ 6.20 กระแสลัดวงจรที่เกิดขึ้นแต่ละบัสกรณีที่ 3 ของระบบ RBTS 75

ตารางที่ 6.21 ค่ากระแสลัดวงจรที่ไหลผ่านอุปกรณ์แต่ละตัวเมื่อเกิดการลัดวงจรแต่ละบัสในสายย่อยของระบบ RBTS Bus 2 76

ตารางที่ 6.22 ขนาดกำลังการผลิตสูงสุดที่เหมาะสมเมื่อพิจารณาการลัดวงจรแบบสามเฟส 76

ตารางที่ 6.23 เวลาในการทำงานของฟิวส์และรีโคลสเซอร์ก่อนและหลังปรับเปลี่ยนการทำงาน.. 78

ตารางที่ 6.24 พารามิเตอร์ต่างๆของเซอร์กิตเบรกเกอร์และรีโคลสเซอร์ ของระบบดัดแปลงจากกฟภ. 80

ตารางที่ 6.25 ค่ากระแสลัดวงจรที่ไหลผ่านอุปกรณ์แต่ละตัวเมื่อเกิดการลัดวงจรแต่ละบัสในสายย่อยของระบบดัดแปลงจากระบบจริงของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค..... 80

ตารางที่ 6.26 ดัชนีความเชื่อถือได้ในกรณีที่ 1 ของระบบดัดแปลงจากกฟภ. 81

ตารางที่ 6.27 กระแสลัดวงจรที่เกิดขึ้นแต่ละบัสกรณีที่ 2 ของระบบดัดแปลงจากกฟภ..... 82

ตารางที่ 6.28 ค่ากระแสลัดวงจรที่ไหลผ่านอุปกรณ์แต่ละตัวเมื่อเกิดการลัดวงจรแต่ละบัสในสายย่อยของระบบดัดแปลงจากระบบจริงของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค..... 83

ตารางที่ 6.29 กระแสลัดวงจรที่เกิดขึ้นแต่ละบัลกรณีที่ 3 ของระบบดัดแปลงจากกฟภ.....	85
ตารางที่ 6.30 ค่ากระแสลัดวงจรที่ไหลผ่านอุปกรณ์แต่ละตัวเมื่อเกิดการลัดวงจรแต่ละบัลในสายย่อย ของระบบดัดแปลงจากระบบจริงของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค.....	85
ตารางที่ 6.31 การคำนวณค่าดัชนีพื้นฐานการลัดวงจรแบบสามเฟสของระบบดัดแปลงจากกฟภ.	86
ตารางที่ 6.32 ดัชนีความเชื่อถือได้ในแต่ละกรณีของการลัดวงจรสามเฟสในระบบดัดแปลงจากกฟภ.	87
ตารางที่ 6.33 พารามิเตอร์ต่างๆของเซอร์กิตเบรกเกอร์และรีโคลสเซอร์ของระบบดัดแปลงจาก กฟภ.....	89
ตารางที่ 6.34 ค่ากระแสลัดวงจรที่ไหลผ่านอุปกรณ์แต่ละตัวเมื่อเกิดการลัดวงจรแต่ละบัลในสายย่อย ของระบบดัดแปลงจากระบบจริงของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค.....	89
ตารางที่ 6.35 ดัชนีความเชื่อถือได้ในกรณีที่ 1 ของระบบดัดแปลงจากกฟภ.....	90
ตารางที่ 6.36 กระแสลัดวงจรที่เกิดขึ้นแต่ละบัลกรณีที่ 2 ของระบบดัดแปลงจากกฟภ.....	91
ตารางที่ 6.37 ค่ากระแสลัดวงจรที่ไหลผ่านอุปกรณ์แต่ละตัวเมื่อเกิดการลัดวงจรแต่ละบัลในสายย่อย ของระบบดัดแปลงจากระบบจริงของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค.....	92
ตารางที่ 6.38 กระแสลัดวงจรที่เกิดขึ้นแต่ละบัลกรณีที่ 3 ของระบบดัดแปลงจากกฟภ.....	93
ตารางที่ 6.39 ค่ากระแสลัดวงจรที่ไหลผ่านอุปกรณ์แต่ละตัวเมื่อเกิดการลัดวงจรแต่ละบัลในสายย่อย ของระบบดัดแปลงจากระบบจริงของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค.....	94
ตารางที่ 6.40 ดัชนีความเชื่อถือได้ในแต่ละกรณีของการลัดวงจรหนึ่งเฟสในระบบดัดแปลงจากกฟภ.	95
ตารางที่ 6.41 ขนาดกำลังการผลิตสูงสุดที่เหมาะสมเมื่อพิจารณาการลัดวงจรแบบสามเฟส	96
ตารางที่ 6.42 ขนาดกำลังการผลิตสูงสุดที่เหมาะสมเมื่อพิจารณาการลัดวงจรแบบหนึ่งเฟสลงดิน	96
ตารางที่ 6.43 เวลาในการทำงานของฟิวส์และรีโคลสเซอร์ก่อนและหลังปรับเปลี่ยนการทำงาน..	98
ตารางที่ 6.44 เวลาในการทำงานของฟิวส์และรีโคลสเซอร์ก่อนและหลังปรับเปลี่ยนการทำงาน	100

ตารางที่ 6.45 สรุปผลการทดสอบค่าร้อยละต่างๆ ของระบบ RBTS Bus 2.....	102
ตารางที่ 6.46 สรุปผลการทดสอบค่าร้อยละต่างๆ ของระบบดัดแปลงจากระบบกฟภ.....	102
ตารางที่ 6.47 ขนาดกำลังผลิตที่เหมาะสม ณ ตำแหน่งต่างๆ ของระบบ RBTS	104
ตารางที่ 6.48 ขนาดกำลังผลิตที่เหมาะสม ณ ตำแหน่งต่างๆ ของระบบดัดแปลงจากกฟภ.....	104

สารบัญภาพ

	หน้า
รูปที่ 2.1 การลัดวงจรแบบสามเฟส.....	9
รูปที่ 2.2 การลัดวงจรแบบหนึ่งเฟสลงดิน.....	11
รูปที่ 2.3 ส่วนประกอบสมมาตรของระบบ 3 เฟส.....	12
รูปที่ 2.4 วงจรสมมูลลำดับศูนย์ของหม้อแปลง.....	14
รูปที่ 2.5 วงจรสมมูลขณะเกิดการลัดวงจรแบบหนึ่งเฟสลงดิน.....	15
รูปที่ 3.1 คุณลักษณะของเซอร์กิตเบรกเกอร์แต่ละชนิด.....	20
รูปที่ 3.2 คุณลักษณะของรีโคลสเซอร์.....	21
รูปที่ 3.3 คุณลักษณะของฟิวส์ชนิด K.....	22
รูปที่ 3.4 การทำงานร่วมกันของฟิวส์ที่สถานีไฟฟ้ากับรีโคลสเซอร์.....	25
รูปที่ 3.5 การทำงานร่วมกันของฟิวส์ที่โหลดกับรีโคลสเซอร์.....	27
รูปที่ 3.6 ระบบจำหน่ายไฟฟ้าโดยทั่วไป.....	27
รูปที่ 3.7 การทำงานร่วมกันระหว่างเซอร์กิตเบรกเกอร์ รีโคลสเซอร์ และฟิวส์.....	28
รูปที่ 4.1 การลดขอบเขตการทำงานของรีเลย์.....	29
รูปที่ 4.2 การติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบกระจายตัวบนสายป้อนทางด้านหลังรีโคลสเซอร์และเกิดการลัดวงจรที่สายย่อยหลังรีโคลสเซอร์.....	30
รูปที่ 4.3 การติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบกระจายตัวบนสายป้อนทางด้านหลังรีโคลสเซอร์ และเกิดการลัดวงจรที่สายย่อยหน้ารีโคลสเซอร์.....	31
รูปที่ 4.4 การติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบกระจายตัวบนสายป้อนทางด้านหน้ารีโคลสเซอร์และเกิดการลัดวงจรที่สายย่อยหลังรีโคลสเซอร์.....	31
รูปที่ 4.5 การติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบกระจายตัวบนสายป้อนทางด้านหน้ารีโคลสเซอร์และเกิดการลัดวงจรที่สายย่อยหน้ารีโคลสเซอร์.....	32
รูปที่ 4.6 การเกิดการลัดวงจรคนละสายป้อนกับที่ติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบกระจายตัว.....	33
รูปที่ 4.7 การทำงานร่วมกันผิดพลาดของฟิวส์กับฟิวส์.....	33

รูปที่ 4.8 การทำงานร่วมกันของฟิวส์กับรีโกลสเซอร์ในรูปแบบผลกระทบที่ 1	36
รูปที่ 4.9 กระบวนการหาขนาดกำลังผลิตสูงสุดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบกระจายตัว	42
รูปที่ 4.10 กระบวนการปรับเปลี่ยนระบบป้องกัน	45
รูปที่ 5.1 ตัวอย่างระบบแบบเรเดียล 3 จุดโหลด	48
รูปที่ 5.2 ตำแหน่งการวิเคราะห์การลัดวงจร	52
รูปที่ 6.1 ระบบทดสอบ RBTS BUS 2.....	54
รูปที่ 6.2 ระบบทดสอบที่ดัดแปลงจากระบบของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค	56
รูปที่ 6.3 การทำงานร่วมกันระหว่างเซอร์กิตเบรกเกอร์ รีโกลสเซอร์ และฟิวส์บนสายป้อนที่ 1.....	59
รูปที่ 6.4 การทำงานร่วมกันระหว่างเซอร์กิตเบรกเกอร์ รีโกลสเซอร์ และฟิวส์บนสายป้อนที่ 1.....	68
รูปที่ 6.5 การทำงานร่วมกันระหว่างเซอร์กิตเบรกเกอร์ รีโกลสเซอร์ และฟิวส์หลังทำการปรับเปลี่ยน การทำงานของรีโกลสเซอร์ โดยพิจารณาการลัดวงจรแบบสามเฟส	77
รูปที่ 6.6 การทำงานร่วมกันระหว่างเซอร์กิตเบรกเกอร์ รีโกลสเซอร์ และฟิวส์.....	79
รูปที่ 6.7 การทำงานร่วมกันระหว่างเซอร์กิตเบรกเกอร์ รีโกลสเซอร์ และฟิวส์บนสายป้อนที่ 1.....	88
รูปที่ 6.8 การทำงานร่วมกันระหว่างเซอร์กิตเบรกเกอร์ รีโกลสเซอร์ และฟิวส์หลังทำการปรับเปลี่ยน การทำงานของรีโกลสเซอร์ โดยพิจารณาการลัดวงจรแบบสามเฟส	98
รูปที่ 6.9 การทำงานร่วมกันระหว่างเซอร์กิตเบรกเกอร์ รีโกลสเซอร์ และฟิวส์หลังทำการปรับเปลี่ยน การทำงานของรีโกลสเซอร์ โดยพิจารณาการลัดวงจรแบบหนึ่งเฟสลงดิน	99