สารบัญ

	หน้า
ใบรับรองโครงงานวิจัย	ก
บทคัดย่อ	ข
Abstract	ค
กิตติกรรมประกาศ	ฆ
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญรูปภาพ	ช
สารบัญกราฟ	ญ
ลำดับสัญลักษณ์	ฎ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน	1
1.3 ขอบข่ายของโครงงาน	1
1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน	1
1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.6 งบประมาณที่ใช้	2
บทที่ 2 ระบบป้องกันไฟฟ้ากำลัง	3
2.1 รีเลย์ป้องกัน	3
2.2 ระบบป้องกันสำหรับบัส	33
2.3 หลักการป้องกันหม้อแปลง	37
2.4 การป้องกันเครื่องกำเนิดไฟฟ้า	39
2.5 การป้องกันกระแสเกิน	46

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.6 การป้องกันระยะทาง	52
2.7 การลำดับความสัมพันธ์การป้องกัน	55
2.8 การต่อจุดกลางลงดิน	60
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน	65
3.1 จัดการดำเนินงาน	65
3.2 ศึกษาเนื้อหาระบบป้องกันไฟฟ้า	65
3.3 เลือกโปรแกรมที่จะนำเสนอระบบป้องกันไฟฟ้า	65
3.4 ศึกษาโปรแกรม	65
3.5 ทำโปรแกรมช่วยสอนระบบป้องกันไฟฟ้า	65
3.6 นำโปรแกรมช่วยสอนลงใน CD-ROM	66
บทที่ 4 ผลการทดลองและผลการวิเคราะห์	67
4.1 ผลที่ได้จากการทำโครงงาน	67
4.2 ปัญหาที่พบระหว่างการทำโครงงาน	68
บทที่ 5 สรุปและวิจารณ์ผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	69
5.1 แนวทางการพัฒนาต่อ	69
5.2 สรุปผล	69
บรรณานุกรม	70
ประวัติผู้ทำโครงงาน	71

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน	1
ตารางที่ 2.1.1 รหัสรีเลย์ที่ใช้ในการป้องกันกำลังไฟฟ้าตามมาตรฐาน ANSI	I9
ตารางที่ 2.1.2 ย่านปรับตั้งกระแสโหลดผ่านรีเลย์กระแสเกิน	15
ตารางที่ 2.7.1 การปรับตั้งกระแสพิคอัพ	58

สารบัญรูปภาพ

	หน้า
รูปที่ 2.1.1 การแบ่งเขตการป้องกันสำหรับรีเลย์หลัก	3
รูปที่ 2.1.2 การป้องกันของรีเลย์ทำงานสำรอง	4
รูปที่ 2.1.3 ไดอะแกรมเส้นเดียวใช้รีเลย์ป้องกันระบบไฟฟ้า	5
รูปที่ 2.1.4 ประเภทของรีเลย์ป้องกัน	6
รูปที่ 2.1.5 รีเลย์แบบดูดแม่เหล็กไฟฟ้า	7
รูปที่ 2.1.6 รีเลย์แบบเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า ชนิดจานเหนี่ยวนำ	8
รูปที่ 2.1.7 รีเลย์แบบเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า ชนิดถ้วยเหนี่ยวนำ	8
รูปที่ 2.1.8 แผนการทำงานของรีเลย์กระแสเกินแบบสแตติก	9
รูปที่ 2.1.9 ส่วนประกอบของรีเลย์กระแสเกินชนิดจานเหนี่ยวนำ	14
รูปที่ 2.1.10 การจัดลำดับความสัมพันธ์	23
รูปที่ 2.1.11 การใช้รีเลย์กรแสเกินป้องกันมอเตอร์	24
รูปที่ 2.1.12 การใช้รีเลย์กระแสเกินไฟรั่วลงดินร่วมกับรีเลย์กระแสเกินของเฟส	24
รูปที่ 2.1.13 ชุดควบคุมรีเลย์กระแสเกินแบบมีทิศทาง	25
รูปที่ 2.1.14 แสดงการต่อรีเลย์กระแสเกินมีทิศทางเฟสเดียว	26
รูปที่ 2.1.15 รีเลย์กระแสผลต่าง	26
รูปที่ 2.1.16 รีเลย์กระแสแบบผลต่างเป็นเปอร์เซ็นต์	27
รูปที่ 2.1.17 รีเลย์แรงดันต่ำเกิน	28
รูปที่ 2.1.18 ระบบการจ่ายไฟฟ้าวงจรตาข่ายแรงดันต่ำกว่า 600 V	29
รูปที่ 2.1.19 ระบบการจ่ายไฟแรงสูงประธานเดี่ยว	30
รูปที่ 2.1.20 ระบบการจ่ายไฟแรงสูงประธานคู่	31
รูปที่ 2.1.21 ระบบการป้องกันเครื่องกำเนิดไฟฟ้าในสถานะประกอบการ	32
รูปที่ 2.2.1 การป้องกันบัสโดยใช้รีเลย์รองของระบบ	33
รูปที่ 2.2.2 การป้องกันบัสโดยใช้รีเลย์ต่อระหว่างโครงสร้างรองรับกับดิน	34
รูปที่ 2.2.3 การป้องกันบัสซึ่งแบ่งออกเป็น 3 เขต	34
รูปที่ 2.2.4 การป้องกันการลัดวงจรลงดินที่บัส	35
รูปที่ 2.2.5 การป้องกันการลัดวงจรระหว่างเฟสและลงดินที่บัส	35

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 2.2.6 การป้องกันการลัดวงจรระหว่างเฟสและลงดินที่บัสโดยใช้ CT ต่างกัน 36

รูปที่ 2.2.7 เขตการป้องกันของบัสแยกส่วน 37

รูปที่ 2.3.1 การป้องกันการลัดวงจรจากถังลงดิน 38

รูปที่ 2.3.2 การป้องกันหม้อแปลงแบบใช้กระแสผลต่าง 38

รูปที่ 2.4.1 แสดงระบบการป้องกันขดลวดด้วยระบบวัดค่าผลต่างโดยใช้รีเลย์อิมพีแดนซ์สูง 39

รูปที่ 2.4.2 การป้องกันแบบวัดผลต่างของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า 40

รูปที่ 2.4.3 การป้องกันลงดินโดยใช้เซนติติฟ 41

รูปที่ 2.4.4 การป้องกันการลัดวงจรระหว่างรอบขดลวดโดยการวัดแรงดันคงค้าง 42

รูปที่ 2.4.5 การป้องกันการลัดวงจรจากโรเตอร์ลงดิน 43

รูปที่ 2.4.6 แผนภาพ R-X 44

รูปที่ 2.4.7 การป้องกันเมื่อมีกระแสซีเควนซ์ลบไหล 45

รูปที่ 2.5.1 หลักการของการจัดลำดับชั้นการทำงานของรีเลย์ด้วยเวลาสำหรับระบบเรเดียล 47

รูปที่ 2.5.2 การลำดับขนาดของกระแส 48

รูปที่ 2.5.3 วิธีการต่อรีเลย์กระแสเกินในระบบป้องกัน 49

รูปที่ 2.5.4 รีเลย์แบบรู้ทิศทาง 50

รูปที่ 2.6.1 การแบ่งเขตป้องกัน 52

รูปที่ 2.6.2 การกำหนดระยะทางของโซนแต่ละโซน 53

รูปที่ 2.6.3 การเกิดการลัดวงจรบนสายส่งไฟฟ้า 53

รูปที่ 2.6.4 การป้องกันสายส่งด้วยระบบการพาห์คลื่นผ่านสายส่งไฟฟ้า 54

รูปที่ 2.7.1 ไม่มีการจัดลำดับความสัมพันธ์ 55

รูปที่ 2.7.2 การจัดลำดับความสัมพันธ์ทั้งหมด 55

รูปที่ 2.7.3 การจัดลำดับความสัมพันธ์บางส่วน 56

รูปที่ 2.7.4 ไดอะแกรมเส้นเดียวของระบบไฟฟ้า 56

รูปที่ 2.8.1 การต่อลงดินโดยตรง 61

รูปที่ 2.8.2 การต่อจุดกลางลงดินผ่านความต้านทาน 62

รูปที่ 2.8.3 การต่อจุดกลางลงดินผ่านขดลวดอับอาร์ก 62

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 2.8.4 การต่อจุดกลางลงดินผ่านหม้อแปลงแรงดัน	63
รูปที่ 2.8.5 ระบบไม่ต่อลงดิน	64
รูปที่ 4.1 ตัวอย่างแสดงหน้าต่าง Main	67
รูปที่ 4.2 ตัวอย่างหน้าต่างโปรแกรมย่อย	68

สารบัญกราฟ

หน้า

กราฟที่ 2.1.1 เส้นโค้งแสดงเวลากระแสรีเลย์เกินแบบเวลาผกผัน 12
กราฟที่ 2.1.2 แสดงเวลากระแสของรีเลย์กระแสเกินแบบเวลาตายตัว 13
กราฟที่ 2.1.3 เส้นโค้งแสดงกระแสรีเลย์กระแสเกินแบบ IDMT 13
กราฟที่ 2.1.4 เส้นโค้ง-เวลากระแสสำหรับรีเลย์กระแสเกินช่วงเวลา 16
กราฟที่ 2.1.5 เส้นโค้ง-เวลากระแสสำหรับรีเลย์กระแสเกินช่วงเวลาสั้น 17
กราฟที่ 2.1.6 เส้นโค้ง-เวลากระแสสำหรับรีเลย์เวลาผกผันปานกลาง 18
กราฟที่ 2.1.7 เส้นโค้ง-เวลากระแสสำหรับรีเลย์เวลาผกผัน 19
กราฟที่ 2.I.8 เส้นโค้ง-เวลากระแสสำหรับรีเลย์เวลาผกผันมาก 20
กราฟที่ 2.1.9 เส้นโค้ง-เวลากระแสสำหรับรีเลย์เวลาผกผันมากสุด 21
กราฟที่ 2.1.10 เส้นโค้ง-เวลากระแสสำหรับรีเลย์กระแสเกินทั้ง 5 แบบ 22
กราฟที่ 2.5.1 แสดงเวลา-กระแสของรีเลย์กระแสเกินแบบตายตัว 46
กราฟที่ 2.5.2 เส้นโค้งเวลา-กระแสรีเลย์กระแสเกินแบบ IDMT 46
กราฟที่ 2.5.3 เส้นโค้งแสดงเวลา-กระแสรีเลย์กระแสเกินแบบผกผัน 47
กราฟที่ 2.5.4 การเปรียบเทียบเส้นโค้งคุณลักษณะของรีเลย์ป้องกันกระแสเกินตระกูล CO 49
กราฟที่ 2.5.5 ลักษณะเวลากับกระแสของรีเลย์ 51
กราฟที่ 2.7.1 เส้นโค้งเวลา-กระแสของรีเลย์กระแสเกิน 58
กราฟที่ 2.7.2 การปรับตั้งการทริปของเซอร์กิตเบรกเกอร์แรงต่ำ 59
กราฟที่ 2.7.3 เส้นโค้งเวลา-กระแสของฟิวส์ 59

ลำดับสัญลักษณ์

สัญลักษณ์	ความหมาย	หน่วย
A	กระแสไฟฟ้า	Ampere
CB	เซอร์กิตเบรกเกอร์	--------
CT	หม้อแปลงกระแส	--------
CTS	ตัวคูณค่ากระแสแทป	--------
IDMT	รีเลย์กระแสเกินแบบเวลาผกผันตายตัวต่ำสุด	--------
PSM	ตัวคูณค่าปรับตัวปลั๊ก	--------
R	ความต้านทาน	Ohm
TDS	ค่าปรับตั้งหน้าปัดตั้งเวลา	--------
TMS	ตัวคูณค่าปรับตั้งเวลา	--------
V	ความต่างศักย์ไฟฟ้า	Volt
Z	อิมพิแดนซ์	Ohm