

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	จ
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญ	จ
รายการตาราง	ช
รายการรูปประกอบ	ฅ
บทที่	
1. บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของการวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	2
1.4 วิธีการดำเนินการวิจัย	3
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 ลักษณะการเกิดปรากฏการณ์ฟ้าผ่า	4
2.2 หัวล่อฟ้า (Air Terminal)	14
2.3 ลักษณะรูปคลื่นมาตรฐานของสัญญาณจากปรากฏการณ์ฟ้าผ่า	17
2.4 ปัญหาที่จากการเกิดสภาวะความผิดปกติ (Fault) ทางไฟฟ้า	19
2.5 หลักการป้องกันฟ้าผ่าโดยทั่วไป	22
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	22

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3. การออกแบบและประกอบสร้าง	24
3.1 การออกแบบและประกอบสร้าง	24
3.2 บล็อกไดอะแกรมรวมอุปกรณ์ป้องกันไฟกระชอกทางด้าน เอช	35
3.3 Flow Chart for Design of AC Electronics Load Surge Protection	36
4. ผลการทดสอบ	37
4.1 วัตถุประสงค์	37
4.2 ขั้นตอนการทดลอง	37
4.3 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง	38
4.4 การทดลองชุดอุปกรณ์ โหมดป้องกันแรงดันเกินในสภาวะชั่วขณะ	38
4.5 การทดลองชุดอุปกรณ์โหมดป้องกันแรงดันเกินช่วงสั้น	44
5. บทสรุปและข้อเสนอแนะ	54
5.1 สรุปผลการวิจัย	54
5.2 อภิปรายผล	55
5.3 ข้อเสนอแนะ	55
เอกสารอ้างอิง	57
ภาคผนวก	
ก. ข้อมูลทางเทคนิคของอุปกรณ์	59
ข. ผลงานที่ได้รับการตีพิมพ์	88
ประวัติผู้วิจัย	95

รายการตาราง

ตาราง	หน้า
2.1 CAT. แสดงความรุนแรงในแต่ละบริเวณมาตรฐานรูปคลื่นแกว่ง (0.5 μ S 100 kHz Ring Wave)	18
2.2 CAT. แสดงความรุนแรงในแต่ละบริเวณมาตรฐานรูปคลื่นร่วมแรงดันกับกระแส (1.2/50 μ S-8/20 μ S Combination Wave)	18
4.1 บันทึกผลการทดลองชุดโหมดป้องกันในสภาวะชั่วขณะ	43
4.2 บันทึกผลการทดลองชุดอุปกรณ์โหมดป้องกันแรงดันเกินช่วงสั้น	52

รายการรูปประกอบ

รูป	หน้า	
2.1	ลักษณะการเกิดปรากฏการณ์ฟ้าผ่า	4
2.2	ลักษณะการสะสมประจุไฟฟ้า	4
2.3	ลักษณะการเกิดประจุไฟฟ้าตามพื้นผิวโลก	5
2.4	เกิดเส้นทางนำขึ้น	6
2.5	การเกิด Return Stroke Current	6
2.6	แสดงลักษณะการเข้ามาของแรงดันเกินที่เกิดขึ้นในอาคารสำนักงานหรือโรงงานที่ตั้งอยู่ ณ บริเวณที่ใกล้เคียงกับจุดที่เกิดปรากฏการณ์ฟ้าผ่า	7
2.7	โครงสร้างระบบงานอธิบายผลกระทบในรูปแบบ Atmospheric Transient	8
2.8	โครงสร้างระบบงานอธิบายผลกระทบในรูปแบบ Earth Current Transient	9
2.9	การแพร่กระจายในลักษณะสนามไฟฟ้า	10
2.10	การแพร่กระจายในลักษณะสนามแม่เหล็ก	10
2.11	แสดงลักษณะการติดตั้งสาย Down Lead	11
2.12	โครงสร้างระบบงานสื่อสาร	12
2.13	วงจรเทียบเคียงเสารับ-ส่งสัญญาณกับสาย Coaxial	12
2.14	ค่า Earth Potential Rise (กำหนดกระแสฟ้าผ่ามีค่าเท่ากับ 30 kA)	13
2.15	ลักษณะการป้องกันฟ้าผ่าแบบ Flanklin Rod	14
2.16	ลักษณะการป้องกันฟ้าผ่าแบบ Faraday Cage	15
2.17	ลักษณะโครงสร้างของหัวล่อฟ้าและการต่อใช้งาน	16
2.18	แสดงรูปคลื่นสัญญาณแกว่ง หรือ Ring Wave	17
2.19	รูปคลื่นกระแสไฟฟ้าเกินชั่วขณะ 8/20 μ S	17
2.20	แรงดันไฟฟ้าเกินชั่วขณะ 1.2/50 μ S	17
2.21	แสดงลักษณะการจัด Category ค่าระดับความรุนแรงและลักษณะของรูปคลื่น แสดงมาตรฐานของออสเตรเลีย-นิวซีแลนด์	19
2.22	แสดงลักษณะการจัด Category ค่าระดับความรุนแรงและลักษณะของรูปคลื่น มาตรฐาน ANSI/IEEE	19
2.23	Voltage Swell จากสาเหตุการเกิดความผิดปกติทางไฟฟ้าลงดิน	20
2.24	แรงดันเกินชั่วขณะที่มีสาเหตุมาจากฟอลต์แบบ Single Line to Ground Fault	20

รายการรูปประกอบ (ต่อ)

รูป	หน้า
2.25 แรงดันไฟเกินที่มีค่าสูงอยู่ในช่วงระหว่าง 110% ถึง 120%	21
2.26 แรงดันไฟเกินในลักษณะของ Long Duration Variations	21
3.1 แสดงชุดที่ 1 โหมดการป้องกันแรงดันเกินในสภาวะชั่วขณะ	24
3.2 แสดงลักษณะการนำเอา MOV มาต่อขนานกัน	26
3.3 แสดงส่วนประกอบของวงจรป้องกันแรงดันเกินช่วงสั้น	27
3.4 แสดงวงจรเรียงสัญญาณ (Rectifier Circuit)	27
3.5 แสดงวงจรเปรียบเทียบสัญญาณของออปแอมป์	30
3.6 แสดงวงจรขยายแบบนอนอินเวอร์ตซึ่งมีอัตราขยาย 100 เท่า	31
3.7 แสดงวงจรแบ่งแรงดันด้านอินพุต	32
3.8 แสดงวงจรชุดป้องกันแรงดันเกินช่วงสั้น	33
3.9 แสดงวงจรชุดป้องกันแรงดันเกินช่วงสั้นและลายปริน	34
3.10 แสดงชุดที่ 2 โหมดป้องกันแรงดันเกินช่วงสั้น	34
3.11 บล็อกไดอะแกรมรวมอุปกรณ์ป้องกันไฟกระชอกทางด้านเอซี	35
3.12 Flow chart for Design of AC Electronics Load Surge Protection	36
4.1 เป็นลักษณะการต่อวงจรทดสอบอุปกรณ์ป้องกันแรงดันเกินในสภาวะชั่วขณะ	38
4.2 ลักษณะรูปคลื่นสัญญาณทดสอบขนาดพิกัดแรงดัน 6000 โวลต์ (1.2/50 μ s)	39
4.3 แสดงลักษณะการเกิดแรงดันไฟกระชอกชั่วขณะ ในขณะไม่มี Suppression Device	39
4.4 แสดงลักษณะการเกิดแรงดันไฟกระชอกชั่วขณะ ในขณะมี Suppression Device	40
4.5 รูปคลื่นสัญญาณเอาต์พุตทดสอบวัสดุลดทอน GDT และ MOV ที่พิกัดแรงดัน 1000 โวลต์	40
4.6 รูปคลื่นสัญญาณเอาต์พุตทดสอบวัสดุลดทอน GDT และ MOV ที่พิกัดแรงดัน 2000 โวลต์	41
4.7 รูปคลื่นสัญญาณเอาต์พุตทดสอบวัสดุลดทอน GDT และ MOV ที่พิกัดแรงดัน 3000 โวลต์	41
4.8 รูปคลื่นสัญญาณเอาต์พุตทดสอบวัสดุลดทอน GDT และ MOV ที่พิกัดแรงดัน 4000 โวลต์	42

รายการรูปประกอบ (ต่อ)

รูป	หน้า
4.9 รูปคลื่นสัญญาณเอาต์พุตทดสอบวัสดุทดสอบ GDT และ MOV ที่พิกัดแรงดัน 5000 โวลต์	42
4.10 รูปคลื่นสัญญาณเอาต์พุตทดสอบวัสดุทดสอบ GDT และ MOV ที่พิกัดแรงดัน 6000 โวลต์	43
4.11 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันทดสอบกับแรงดันไฟฟ้าป้อนผ่านวัสดุทดสอบ GDT และ MOV	44
4.12 แสดงวงจรทดลองชุดอุปกรณ์โหลดอิเล็กทรอนิกส์	44
4.13 ลักษณะรูปคลื่นทดสอบแรงดันไฟเกินช่วงสั้น	45
4.14 ลักษณะรูปคลื่นทดสอบแรงดันไฟเกินช่วงสั้น ขณะไม่มี Electronic Load	45
4.15 ลักษณะรูปคลื่นทดสอบแรงดันไฟเกินช่วงสั้น ขณะมี Electronic Load	46
4.16 ลักษณะรูปคลื่นสัญญาณทดสอบขนาดพิกัดแรงดันไฟฟ้า 280 โวลต์	46
4.17 ลักษณะรูปคลื่นสัญญาณทดสอบขนาดพิกัดแรงดันไฟฟ้า 340 โวลต์	47
4.18 ลักษณะรูปคลื่นสัญญาณทดสอบขนาดพิกัดแรงดันไฟฟ้า 400 โวลต์	47
4.19 แสดงรูปคลื่นสัญญาณแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมที่เอาต์พุต พิกัดแรงดันไฟฟ้า 260 โวลต์	48
4.20 แสดงรูปคลื่นสัญญาณแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมที่เอาต์พุต พิกัดแรงดันไฟฟ้า 280 โวลต์	48
4.21 แสดงรูปคลื่นสัญญาณแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมที่เอาต์พุต พิกัดแรงดันไฟฟ้า 300 โวลต์	49
4.22 แสดงรูปคลื่นสัญญาณแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมที่เอาต์พุต พิกัดแรงดันไฟฟ้า 320 โวลต์	49
4.23 แสดงรูปคลื่นสัญญาณแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมที่เอาต์พุต พิกัดแรงดันไฟฟ้า 340 โวลต์	50
4.24 แสดงรูปคลื่นสัญญาณแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมที่เอาต์พุต พิกัดแรงดันไฟฟ้า 360 โวลต์	50
4.25 แสดงรูปคลื่นสัญญาณแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมที่เอาต์พุต พิกัดแรงดันไฟฟ้า 380 โวลต์	51
4.26 แสดงรูปคลื่นสัญญาณแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมที่เอาต์พุต พิกัดแรงดันไฟฟ้า 400 โวลต์	51
4.27 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันไฟฟ้าทดสอบกับแรงดันไฟฟ้าตกคร่อม	52