

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VI
สารบัญรูป	VIII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา.....	1
1.3 สมมติฐานของการศึกษา.....	1
1.4 ทฤษฎีหรือแนวคิดที่ใช้ในงานวิจัย.....	2
1.5 ขอบเขตของงานวิจัย	2
1.6 ขั้นตอนของการศึกษา	2
บทที่ 2 ทฤษฎีเบื้องต้น.....	4
2.1 บทนำ.....	4
2.2 ปรากฏการณ์ฟ้าผ่า (The Lightning Flash)	5
2.3 ผลที่เกิดขึ้นจากฟ้าผ่า (The Lightning Flash of Effect)	7
2.3.1 แรงดัน	7
2.3.2 ความชันกระแสฟ้าผ่า.....	9
2.3.3 แรงกระทำ กระแสฟ้าผ่า.....	10
2.3.4 ความร้อน	10
2.4 การป้องกันและแรงดันไฟฟ้าเกินเนื่องจากฟ้าผ่าที่เกิดบนสาย.....	10
2.4.1 การป้องกันแรงดันเกินในระบบสายส่ง.....	11
2.4.2 แรงดันไฟฟ้าเกินเนื่องจากฟ้าผ่าที่เกิดบนสาย.....	11
2.5 อัตราการวาบไฟตามผิว (Flashover Rate).....	13
2.5.1 รูปคลื่นอิมพัลส์ฟ้าผ่า (Lightning impulse)	13
2.5.2 โอกาสการเกิดฟ้าผ่า	14
2.5.3 จำนวนครั้งที่ฟ้าผ่าลงสู่ระบบสายส่ง	15

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.5.4 ไฟฟ้าในระบบสายส่ง	18
2.5.5 ไฟฟ้าในระบบสายเฟส	19
2.5.6 ไฟฟ้าลงบนสายล่อฟ้า.....	21
2.6 อัตราการวาบไฟตามผิวย้อนกลับ (Back flashover Rate)	24
บทที่ 3 โปรแกรมและแบบจำลองที่ใช้ในการวิเคราะห์.....	26
3.1 บทนำ.....	26
3.2.1 TACS	26
3.2.2 MODELS.....	26
3.2 การจำลองอุปกรณ์ต่างๆ ในระบบ	27
3.2.1 แบบจำลองเสิร์จไฟฟ้า	27
3.2.2 แบบจำลองสายส่ง.....	27
3.2.3 แบบจำลองเสาไฟฟ้า.....	28
3.2.4 แบบจำลองท่อนลวด.....	29
3.2.3 แบบจำลองความต้านทานดินที่ฐานเสาไฟฟ้า	30
บทที่ 4 กระบวนการและผลการวิเคราะห์.....	34
4.1 กระบวนการวิเคราะห์.....	34
4.2 ผลการวิเคราะห์.....	35
บทที่ 5 สรุปผลงานวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	102
เอกสารอ้างอิง	103
ภาคผนวก	105
ประวัติผู้เขียน	110

สารบัญตาราง

[illegible]

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.29 ค่าแรงดันตกคร่อมลูกถ้วย ของการปักเสาพาดสายไฟฟ้าที่ระยะห่าง 110 เมตร.....	87
4.30 ค่าเปอร์เซ็นต์ของแรงดันวาบไฟวิกฤตกรณีใช้ลูกถ้วย 7 ลูกถ้วย.....	88
4.31 ค่าเปอร์เซ็นต์ของแรงดันวาบไฟวิกฤตกรณีใช้ลูกถ้วย 8 ลูกถ้วย.....	89
4.32 ค่าเปอร์เซ็นต์ของแรงดันวาบไฟวิกฤตกรณีใช้ลูกถ้วย 9 ลูกถ้วย.....	90
4.33 ค่าแรงดันตกคร่อมลูกถ้วย ของการปักเสาพาดสายไฟฟ้าที่ระยะห่าง 120 เมตร.....	94
4.34 ค่าเปอร์เซ็นต์ของแรงดันวาบไฟวิกฤตกรณีใช้ลูกถ้วย 7 ลูกถ้วย.....	95
4.35 ค่าเปอร์เซ็นต์ของแรงดันวาบไฟวิกฤตกรณีใช้ลูกถ้วย 8 ลูกถ้วย.....	96
4.36 ค่าเปอร์เซ็นต์ของแรงดันวาบไฟวิกฤตกรณีใช้ลูกถ้วย 9 ลูกถ้วย.....	97
4.37 แสดงค่าความต้านทานอิมพัลส์สูงสุดที่รับได้ต่อระยะห่างของการปักเสาพาดสายไฟฟ้า กรณีใช้ลูกถ้วย 7 ลูกถ้วย.....	99
4.38 แสดงค่าความต้านทานอิมพัลส์สูงสุดที่รับได้ต่อระยะห่างของการปักเสาพาดสายไฟฟ้า กรณีใช้ลูกถ้วย 8 ลูกถ้วย.....	99
4.39 แสดงค่าความต้านทานอิมพัลส์สูงสุดที่รับได้ต่อระยะห่างของการปักเสาพาดสายไฟฟ้า กรณีใช้ลูกถ้วย 9 ลูกถ้วย.....	100

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 ช่วงระยะเวลาและขนาดของแรงดันเกินประเภทต่างๆ.....	4
2.2 ประจุไฟฟ้าที่เกิดที่ก้อนเมฆก่อนเกิดฟ้าผ่า.....	6
2.3 ขั้นตอนการเกิดฟ้าผ่า.....	6
2.4 ฟ้าผ่าลงที่สายล่อฟ้าบนเสาส่ง.....	8
2.5 คลื่นเคลื่อนที่และสะท้อนกลับจากเสาข้างเคียง.....	9
2.6 ลักษณะการเคลื่อนที่ของคลื่นเมื่อเกิดฟ้าผ่า.....	9
2.7 แรงกระทำที่เกิดเนื่องจากกระแสฟ้าผ่ากับสนามแม่เหล็ก.....	10
2.8 ฟ้าผ่าโดยตรงลงสายส่ง.....	11
2.9 ฟ้าผ่าลงสายดิน.....	12
2.10 ฟ้าผ่าลงดิน	12
2.11 ฟ้าผ่าลงดินเฉียดขนานกับสายส่ง.....	13
2.12 รูปคลื่นอิมพัลส์ฟ้าผ่าเต็ม.....	14
2.13 โอกาสการเกิดฟ้าผ่าที่มีกราฟกระแสฟ้าผ่ากราฟยอดเกินกว่า I_0 สำหรับฟ้าผ่าชั่วลบ.....	15
2.14 Right-of way width หรือ shadow width (W).....	17
2.15 ตำแหน่งฟ้าผ่า และ การเกิดการชิลด์ลัมเหลวและแลบข้ามกลับ.....	18
2.16 วงจรของฟ้าผ่าบนสายเฟส.....	19
2.17 แรงดันแลบข้ามลูกถ้วยไฟฟ้า.....	20
2.18 แรงดันที่เสาและแรงดันคร่อมลูกถ้วยฉนวน.....	21
2.19 สายส่ง 3 เฟสที่มีแฟกเตอร์คัปปลิงและแรงดันยอดเสาแตกต่างกัน.....	24
3.1 รูปคลื่นของแหล่งจ่ายกระแสอิมพัลส์ที่ใช้ในการวิเคราะห์.....	27
3.2 การจัดวางสายเฟสเดี่ยวและสายล่อฟ้าของระบบ 115 kV.....	27
3.3 แบบจำลองสายส่งและคอนที่ใช้ในการศึกษา.....	28
3.4 โครงสร้างเสาและการต่อลงดินของระบบ 115 kV.....	28
3.5 แบบจำลองเสาที่ใช้ในการศึกษา.....	29
3.6 อิมพัลส์เบรกดาวน์ของดินรอบๆ รากสายดิน	30
3.7 การเกิดดิสชาร์จบริเวณรอบๆ รากสายดิน.....	32
3.8 แบบจำลองวงจรสมมูลของตัวนำลงดินชนิดขึ้นกับความถี่และกระแส.....	32
3.9 บล็อกไดอะแกรมของแบบจำลอง.....	33

สารบัญรูป (ต่อ)

[illegible]

สารบัญรูป (ต่อ)

[illegible]

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.59 กราฟระยะห่างเสาไฟฟ้ากับความต้านทานอิมพัลส์ที่เหมาะสม กรณีใช้ 7 ลูกถ้วย.....	100
4.60 กราฟระยะห่างเสาไฟฟ้ากับความต้านทานอิมพัลส์ที่เหมาะสม กรณีใช้ 8 ลูกถ้วย.....	100
4.61 กราฟระยะห่างเสาไฟฟ้ากับความต้านทานอิมพัลส์ที่เหมาะสม กรณีใช้ 9 ลูกถ้วย.....	101