สารบาญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(3)
Abstract	(4)
กิตติกรรมประกาศ	(5)
สารบาญ	(6)
รายการตาราง	(10)
รายการภาพประกอบ	(11)
ตัวย่อและสัญลักษณ์	(13)
บทที่	
1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของหัวข้อวิจัย	1
1.2 เอกสารวิจัยที่เกี่ยวข้อง	1
1.3 วัตถุประสงค์	3
1.4 ขอบเขตของการวิจัย	4
1.5 ขั้นตอนและวิธีการวิจัย	4
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
2 ระบบไฟฟ้ากำลัง	5
2.1 บทนำ	5
2.1.1 ทฤษฎีและหลักการ	5
2.1.2 โครงสร้างของระบบไฟฟ้ากำลัง	5
2.1.3 การจัดรูปแบบระบบการป้องกันระบบไฟฟ้ากำลัง	6
2.1.4 ส่วนประกอบของระบบป้องกัน	7
2.1.5 การจัดลำดับความสัมพันธ์ของการป้องกัน	8
2.1.6 รีเลย์ป้องกัน	8
2.2 เหตุผิดปกติในระบบไฟฟ้ากำลัง	10
2.3 การนำระบบกลับคืน	11

สารบาญ (ต่อ)

หน้า

2.4 การใช้ระบบผู้เชี่ยวชาญใน
การวินิจฉัยฟอลท์ในระบบส่งไฟฟ้ากำลัง..... 12
2.5 การใช้ระบบผู้เชี่ยวชาญเพื่อ
นำระบบไฟฟ้ากลับคืน..... 12
3 ทฤษฎี และหลักการของระบบผู้เชี่ยวชาญ..... 13
3.1 คำจำกัดความของระบบผู้เชี่ยวชาญ..... 13
3.2 องค์ประกอบของระบบผู้เชี่ยวชาญ..... 13
3.3 ฐานความรู้..... 15
3.4 กลไกการหาเหตุผล..... 16
3.4.1 การอนุมานแบบเดินหน้า..... 16
3.4.2 การอนุมานแบบถอยหลัง..... 17
3.4.3 การอนุมานแบบผสม..... 20
3.5 วิธีการค้นหาคำตอบ..... 20
3.5.1 การแทนสเปซสถานะในรูปแบบต้นไม้หรือกราฟ..... 21
3.5.2 วิธีการค้นหาเป้าหมายหรือคำตอบ..... 23
3.6 ภาษา LISP..... 26
3.7 การพัฒนาระบบผู้ชำนาญการ..... 26
4 GES : ระบบเปลือกผู้เชี่ยวชาญ..... 30
4.1 สถาปัตยกรรมของระบบผู้เชี่ยวชาญ "GES" 31
4.2 การจัดการกับฐานความรู้..... 32
4.2.1 การแทนความรู้..... 33
4.2.2โครงสร้างส่วนอื่นๆ ของระบบผู้เชี่ยวชาญ "GES" 34
4.2.3 การสร้างฐานความรู้ใหม่..... 35
4.2.4 การปรับปรุงฐานความรู้..... 36
4.3 การอนุมาน..... 37
4.4 ส่วนแสดงฐานความรู้ในระบบ..... 39

สารบาญ (ต่อ)

	หน้า
4.5 ส่วนอธิบายการกำหนดค่าต่างๆ.....	40
5 สถานีไฟฟ้าแรงสูงสำหรับกรณีศึกษา.....	41
5.1 โครงข่ายสำหรับกรณีศึกษา.....	41
5.2 สถานีไฟฟ้าแรงสูงสำหรับกรณีศึกษา.....	41
5.3 สาเหตุของการเกิดฟอลท์ สำหรับสถานีไฟฟ้าแรงสูงกรณีศึกษา.....	44
5.4 การป้องกันอุปกรณ์หลักของระบบส่งจ่ายไฟฟ้ากำลัง.....	47
6 ระบบผู้เชี่ยวชาญเพื่อใช้ในการวิเคราะห์สาเหตุการเกิดฟอลท์.....	53
6.1 ข้อมูลสถิติของการเกิดฟอลท์.....	53
6.2 สาเหตุของการเกิดฟอลท์แบ่งตาม การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย.....	54
6.3 การออกแบบระบบการทำงานส่วนวินิจฉัยฟอลท์.....	59
6.4 ฐานความรู้ของ EGAT I.....	60
6.4.1 รูปแบบโครงสร้างของการสร้างกฎ.....	60
6.4.2 ขั้นตอนการสร้างกฎเพื่อใช้สำหรับการวิเคราะห์ฟอลท์.....	61
6.5 การอนุมานหาเป้าหมายและการแสดงผล.....	72
6.6 สรุป.....	75
7 ระบบผู้เชี่ยวชาญเพื่อใช้ในการนำระบบกลับคืน.....	77
7.1 การนำระบบกลับคืน.....	77
7.2 ขั้นตอนในการนำระบบกลับคืน.....	78
7.3 การออกแบบส่วนการนำระบบกลับคืน.....	79
7.4 โครงสร้างต้นไม้สำหรับตัดสินใจในการนำระบบกลับคืน.....	80
7.5 การทำงานของอุปกรณ์ป้องกันเพื่อแยกแยะสายส่งขั้นพื้นฐาน.....	81
7.6 ตัวอย่างกฎ.....	83
7.7 ฐานข้อมูลความจริงระบบ.....	85
7.8 ตัวอย่างการอนุมานและแสดงผล.....	86
7.9 สรุป.....	87

สารบาญ (ต่อ)

	หน้า
8 สรุปและข้อเสนอแนะ.....	89
8.1 สรุป.....	89
8.2 ข้อเสนอแนะ.....	90
บรรณานุกรม.....	91
ภาคผนวก ก. คู่มือการใช้งานระบบผู้เชี่ยวชาญเพื่อช่วยในการวินิจฉัยฟอลท์ ในระบบส่งกำลังไฟฟ้าและช่วยนำระบบกลับสู่สภาพเดิม.....	93
ภาคผนวก ข. ตัวอย่าง กฎในฐานความรู้ของระบบ.....	103
ภาคผนวก ค. บทความทางวิชาการที่นำเสนอในการประชุมวิชาการ สายงานธุรกิจระบบส่ง การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย.....	127
ประวัติผู้เขียน.....	139

รายการตาราง

ตาราง		หน้า
5-1	สถิติการเกิดฟอลท์ของสายส่งสถานีไฟฟ้าแรงสูงสะเดา พ.ศ. 2535-2544.....	45
5-2	การจัดระบบป้องกันหลักและระบบป้องกันสำรอง.....	46
6-1	สาเหตุของฟอลท์ชนิดที่ 1 จากสภาวะอากาศ.....	54
6-2	สาเหตุของฟอลท์ชนิดที่ 2 เกิดจากสภาพแวดล้อม.....	55
6-3	สาเหตุของฟอลท์ชนิดที่ 3 จากโรงไฟฟ้าขัดข้อง.....	55
6-4	สาเหตุของฟอลท์ชนิดที่ 4 จากอุปกรณ์ผิดปกติ.....	56
6-5	สาเหตุของฟอลท์ชนิดที่ 5 เกิดจากรีเลย์ป้องกันทำงานผิดพลาด.....	56
6-6	สาเหตุของฟอลท์ชนิดที่ 6 เกิดจากการกระทำของคน.....	57
6-7	สาเหตุของฟอลท์ชนิดที่ 7 เกิดจากการกระทำของสัตว์.....	57
6-8	สาเหตุของฟอลท์ชนิดที่ 8 เกิดจากข้อขัดข้อง หรือฟอลท์ในระบบจำหน่าย.....	58
6-9	สาเหตุของฟอลท์ชนิดที่ 9 เกิดจากการบำรุงรักษา.....	58
6-10	สาเหตุของฟอลท์ชนิดที่ 10 เกิดจากการขัดข้องชั่วขณะ.....	59
6-11	ตัวอย่างการวิเคราะห์สาเหตุของฟอลท์.....	62
6-12	ตัวอย่างการวิเคราะห์สาเหตุของฟอลท์.....	62
6-13	ตัวอย่างการวิเคราะห์สาเหตุของฟอลท์.....	63
7-1	ฟอลท์เกิดขึ้นบนสายส่งไป สถานีไฟฟ้าแรงสูงพัทลุง No.1.....	81
7-2	ฟอลท์เกิดขึ้นบนสายส่งไป สถานีไฟฟ้าแรงสูงพัทลุง No.2.....	81
7-3	ฟอลท์เกิดขึ้นบนสายส่งไป สถานีไฟฟ้าแรงสูงหาดใหญ่ 1 No.1.....	81
7-4	ฟอลท์เกิดขึ้นบนสายส่งไป สถานีไฟฟ้าแรงสูงหาดใหญ่ 1 No.2.....	81
7-5	ฟอลท์เกิดขึ้นบนสายส่งไป สถานีไฟฟ้าแรงสูงปัตตานี No.1.....	82
7-6	ฟอลท์เกิดขึ้นบนสายส่งไป สถานีไฟฟ้าแรงสูงปัตตานี No.2.....	82
7-7	ฟอลท์เกิดขึ้นบนสายส่งไป สถานีไฟฟ้าแรงสูงสงขลา No.1.....	82
7-8	ฟอลท์เกิดขึ้นบนสายส่งไป สถานีไฟฟ้าแรงสูงสงขลา No.2.....	82
7-9	ฟอลท์เกิดขึ้นบนสายส่งไป สถานีไฟฟ้าแรงสูงสะเดา	82

รายการภาพประกอบ

ภาพประกอบ		หน้า
1-1	ระบบผู้เชี่ยวชาญที่ใช้ในงานวิจัย.....	2
3-1	องค์ประกอบของระบบผู้เชี่ยวชาญ.....	14
3-2	การทำงานของการอนุมานแบบเดินหน้า.....	17
3-3	ลำดับการพิจารณาเหตุผลของการอนุมานแบบเดินหน้า.....	18
3-4	ลำดับการพิจารณาผลของการอนุมานแบบเดินหน้า.....	18
3-5	การทำงานของการอนุมานแบบถอยหลัง.....	29
3-6	ตัวอย่างการอนุมานแบบย้อนหลัง.....	20
3-7	ต้นไม้แสดงสถานะต่างๆ ของปัญหาจากตัวอย่างที่ 3.1	22
3-8	การค้นหาต้นไม้ตามแนวลึก.....	24
3-9	การค้นหาต้นไม้ตามแนวระดับก่อน.....	25
4-1	สถาปัตยกรรมของระบบเปลือกผู้เชี่ยวชาญ.....	31
4-2	โครงสร้างฐานกฎในระบบเปลือกผู้เชี่ยวชาญ "GES"	33
4-3	โครงสร้างของกฎในระบบเปลือกผู้เชี่ยวชาญ "GES"	34
4-4	ส่วนโปรแกรมที่ใช้ในการอนุมานแบบเดินหน้า	37
4-5	ส่วนโปรแกรมที่ใช้ในการอนุมานแบบถอยหลัง	38
4-6	ส่วนโปรแกรมที่ใช้ในการอนุมานแบบผสม.....	39
5-1	โครงข่ายระบบที่ทำ การศึกษา.....	42
5-2	สายส่งจากสถานีไฟฟ้าแรงสูงหาดใหญ่ 2ไปสถานีไฟฟ้าแรงสูงสะเดา.....	44
5-3	รูปแบบการจัดอุปกรณ์ป้องกันให้กับชุดสายส่งไปสถานีไฟฟ้าแรงสูงสะเดา....	45
5-4	ส่วนประกอบระบบป้องกันหม้อแปลงกำลัง.....	48
5-5	ส่วนประกอบระบบป้องกันหม้อแปลงจ่ายโหลด.....	49
5-6	ส่วนประกอบระบบป้องกันบัสบาร์.....	50
5-7	ส่วนประกอบระบบป้องกันในสายส่ง.....	51
5-8	ส่วนประกอบระบบป้องกันเซอร์กิตเบรกเกอร์.....	52
6-1	แนวเขตสายส่งหาดใหญ่ – สะเดา.....	54
6-2	การจัดระบบการทำงานของการวิเคราะห์ฟอลท์.....	59
6-3	ต้นไม้สำหรับตัดสินใจจากข้อมูลตาราง 6-11	64
6-4	ต้นไม้สำหรับตัดสินใจจากข้อมูลตาราง 6-12	65
6-5	ต้นไม้สำหรับตัดสินใจจากข้อมูลตาราง 6-13	66

รายการภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ		หน้า
6-6	เป้าประสงค์ของคำตอบที่ต้องการจากการอนุมาน.....	72
6-7	เส้นทางการอนุมานหาคำตอบของกลไกการอนุมาน	73
6-8	เป้าประสงค์ของคำตอบที่ต้องการจากการอนุมาน.....	73
6-9	เส้นทางการอนุมานหาคำ ตอบของกลไกการอนุมาน.....	74
6-10	เป้าประสงค์ของคำตอบที่ต้องการจากการอนุมาน.....	74
6-11	เส้นทางการอนุมานหาคำตอบของกลไกการอนุมาน	75
7-1	โครงข่ายการเชื่อมโยงกับสถานีไฟฟ้าแรงสูงหาดใหญ่ 2	77
7-2	การทำงานของระบบ.....	79
7-3	ต้นไม้สำหรับตัดสินใจในการนำระบบกลับคืน.....	80
7-4	เป้าประสงค์ที่ได้จากการอนุมาน.....	86
7-5	เส้นทางบางส่วนที่ระบบใช้ในการค้นหาเป้าประสงค์.....	87

ตัวย่อและสัญลักษณ์

EGAT	=	Electricity Generating Authority of Thailand (การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย : กฟผ.)
PEA	=	Provincial Electricity Authority (การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค : กฟภ.)
MEA	=	Metropolitan Electricity Authority (การไฟฟ้านครหลวง : กฟน.)
GES	=	General Expert System
HVDC	=	High Voltage Direct Current
B1	=	บัสบาร์หมายเลข 1
87	=	Bus Differential Relay
21/21N	=	Distance Relay
25	=	Synchrocheck
79	=	Recloser
67N	=	Directional Ground Over Current Relay
50BF	=	Breaker Fail
86 B1	=	Lockout Bus Number 1
O/C BU	=	Over Current Back-up Relay
CB	=	Circuit Breaker
51G	=	Over Current Ground
87K	=	Transformer Differential Relay
SDO	=	Sdao Substation (สถานีไฟฟ้าแรงสูงสะเดา)
PTN	=	Puttani Substation (สถานีไฟฟ้าแรงสูงปัตตานี)
PU	=	Putthalung Substation (สถานีไฟฟ้าแรงสูงพัทลุง)
SKL	=	Songkhla Substation (สถานีไฟฟ้าแรงสูงสงขลา)
HY1	=	Hadyai 1 Substation (สถานีไฟฟ้าแรงสูงหาดใหญ่ 1)
HY2	=	Hadyai 2 Substation (สถานีไฟฟ้าแรงสูงหาดใหญ่ 2)
KT1, 2, 3, 4, 5A	=	หม้อแปลงหมายเลข 1, 2, 3, 4, 5 ตามลำดับ
F, O, M	=	Fail, Open, Main ตามลำดับ