

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ.....	(3)
Abstract.....	(4)
กิตติกรรมประกาศ.....	(5)
สารบัญ.....	(6)
รายการตาราง.....	(8)
รายการภาพประกอบ.....	(9)
ตัวย่อและสัญลักษณ์.....	(11)
บทที่	
1 บทนำ.....	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของการวิจัย.....	1
1.2 การตรวจเอกสาร.....	2
1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	4
1.4 ขอบเขตการวิจัย.....	4
1.5 ขั้นตอนและวิธีการวิจัย.....	4
1.6 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย.....	5
2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	6
2.1 ส่วนประกอบของระบบจำหน่ายไฟฟ้า.....	6
2.2 ส่วนประกอบสมมาตร.....	9
2.3 ลักษณะและผลกระทบของสิ่งผิดปกติ.....	11
2.4 ชนิดของการลัดวงจรและผลกระทบ.....	15
2.5 ส่วนประกอบของการเฝ้าระวังอัตโนมัติสำหรับระบบจำหน่ายไฟฟ้า.....	20
2.6 อัลกอริทึมที่ใช้ในการประมวลผลสัญญาณ.....	25
2.7 การคำนวณค่ากระแสลัดวงจร.....	29
2.8 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับระบบงานสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (Geographic Information System: GIS).....	30
2.9 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับระบบ SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition).....	31

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.10 การสื่อสารข้อมูลผ่านระบบโทรศัพท์.....	33
2.11 สรุป.....	33
3 การดำเนินการวิจัยการ फैาระวังอัตโนมัติสำหรับระบบจำหน่ายไฟฟ้าไลน์แยก.....	34
3.1 การทำงานของการ फैาระวังอัตโนมัติสำหรับระบบจำหน่ายไฟฟ้าไลน์แยก.....	34
3.2 Remote Unit.....	37
3.3 Station Unit.....	46
3.4 การสื่อสารข้อมูลระหว่าง Remote Unit และ Station Unit.....	49
3.5 การสร้างสัญญาณนอกของสิ่งผิดปกติเพื่อใช้ในการทดสอบ.....	55
3.6 ฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ที่ใช้ในงานวิจัย	58
4 การทดสอบและผลการทดสอบ.....	60
4.1 การทดสอบการจำแนกชนิดสิ่งผิดปกติ.....	60
4.2 การทดสอบการทำงานทั้งระบบ.....	62
4.3 การวิเคราะห์และการทดสอบ.....	63
5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	65
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	65
5.2 ปัญหาและอุปสรรคในการวิจัย.....	66
5.3 ข้อเสนอแนะ.....	66
5.4 การนำงานวิจัยไปพัฒนา.....	67
บรรณานุกรม.....	68
ภาคผนวก.....	71
ประวัติผู้เขียน.....	79

รายการตาราง

ตาราง	หน้า
2-1 Ability of Manufacturing and Process Industries to Voltage Dips	12
2-2 IEEE Std 1159-1995.....	14
2-3 Maximum Current to Avoid Saturation.....	21
2-4 Accuracy Class for protective CT.....	22
2-5 Accuracy Class for protective PT.....	22
2-6 Characteristics of the discussed algorithm.....	26
2-7 ค่า $x(n)$ ที่ได้จากการ Sampling ด้วยอัตรา 800 Sampling/sec.....	27
3-1 สรุปค่าความแตกต่างระหว่างมุม Negative sequence current (I_{2F}) กับ Positive sequence current (I_{1F})	42
3-2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างขนาดกระแส Zero-Sequence กับชนิดการลัดวงจรลงดิน.....	43
3-3 ค่าคงที่สำหรับคุณสมบัติ OnComm.....	52
3-4 PCI6024 E Series Channel, Speed, and Resolution Specifications.....	58
3-5 1200 Family Channel, Speed, and Resolution Specifications.....	59
4-1 ผลการทดสอบการจำแนกชนิดสิ่งผิดปกติ.....	62

รายการภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1-1 แสดงการรวมระบบต่างๆด้วยระบบ DMS.....	3
2-1 typical electrical power grid.....	6
2-2 ลักษณะระบบจำหน่ายไฟฟ้าแรงสูง.....	8
2-3 Symmetrical component of an unbalanced system of voltages.....	9
2-4 แสดงเฟสเซอร์แรงดันของระบบสมดุล.....	10
2-5 แสดงเฟสเซอร์แรงดันของระบบไม่สมดุล.....	10
2-6 แรงดันตกชั่วขณะจากสาเหตุการเกิดลัดวงจรลงดิน.....	11
2-7 ไฟฟ้าดับชั่วขณะจากสาเหตุรีโกลสเซอร์มีการทำงานเนื่องจากการเกิดลัดวงจร.....	11
2-8 แรงดันเกินชั่วขณะจากสาเหตุจากการเกิดลัดวงจรลงดิน.....	12
2-9 ค่าเปอร์เซ็นต์การลดลงของแรงดันที่มีผลต่ออุปกรณ์แต่ละชนิด.....	13
2-10 Short circuit.....	16
2-11 Three Phase Fault.....	17
2-12 Single Line to Ground Fault.....	17
2-13 Line to Line Fault.....	17
2-14 Double Line to Ground Fault.....	17
2-15 รูปคลื่นแรงดัน.....	18
2-16 แรงดันตกชั่วขณะ.....	18
2-17 decaying dc offset is present in current signal.....	19
2-18 decaying dc offset is not present in current signal.....	19
2-19 Power quality monitoring equipment scheme.....	20
2-20 ลักษณะการเกิด Aliasing.....	23
2-21 Single ended data transmission.....	24
2-22 Differential data transmission.....	24
2-23 การสุ่มสัญญาณ V_k 1 cycle.....	28
2-24 ตัวอย่างการคำนวณค่ากระแสลัดวงจร Single line to ground.....	29
3-1 ระบบเฝ้าระวังอัตโนมัติสำหรับระบบจำหน่ายไฟฟ้าไลน์แยก.....	34
3-2 ขั้นตอนการทำงานของระบบเฝ้าระวังอัตโนมัติสำหรับระบบจำหน่ายไฟฟ้าไลน์แยก.....	35

รายการภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ	หน้า
3-3 ขั้นตอนการทำงานของ Remote Unit.....	36
3-4 ขั้นตอนการทำงานของ Station Unit.....	37
3-5 ขั้นตอนการทำงานส่วนประมวลผล.....	40
3-6 Negative sequence vs positive sequence fault signature.....	41
3-7 Illustration of the angle comparator limits: negative sequence vs positive sequence fault signature	42
3-8 Block diagram of the phase selector.....	43
3-9 Block Diagram of event selector.....	46
3-10 สรุปขั้นตอนการทำงานของ Station Unit.....	47
3-11 การแสดงผลเมื่อได้รับข้อมูลว่ามีสิ่งผิดปกติเกิดขึ้นในไลน์แยก ช.สาคร บ.สามแสน.....	48
3-12 แสดงการรายงานข้อมูลสิ่งผิดปกติที่เกิดขึ้นในระบบจำหน่ายไลน์แยก RoalF-01.....	49
3-13 รูปแบบการทำงานของโปรโตคอล.....	50
3-14 ส่วนประกอบของเฟรมข้อมูล (data frame) มีขนาดรวม 1020 bytes.....	50
3-15 ขั้นตอนการสื่อสารข้อมูลผ่านระบบโทรศัพท์ของ Remote Unit.....	53
3-16 ขั้นตอนการสื่อสารข้อมูลผ่านระบบโทรศัพท์ของ Station Unit.....	54
3-17 รูปแบบข้อมูลที่ได้จากสถานีไฟฟ้า ทำการ Sampling สัญญาณ 1 cycle.....	55
3-18 เปรียบเทียบลักษณะกราฟระหว่างค่าที่ได้จากการ Sampling และค่าที่ได้จากการคำนวณตามสมการ	56
3-19 ขั้นตอนการสร้างสัญญาณอนาล็อกด้วย Labview.....	57
3-20 โปรแกรม Labview สำหรับสร้างสัญญาณอนาล็อก.....	57
4-1 การจำลองระบบเฟิร์มแวร์อัตโนมัติสำหรับระบบจำหน่ายไฟฟ้าไลน์แยก สำหรับทดสอบการจำแนกชนิดสิ่งผิดปกติ	60
4-2 ขั้นตอนการอ่านข้อมูลของ PC2.....	61
4-3 การจำลองระบบเฟิร์มแวร์อัตโนมัติสำหรับระบบไฟฟ้าไลน์แยก.....	63

ตัวย่อและสัญลักษณ์

GIS	=	Geographic Information System
DMS	=	Distribution Management System
SCADA	=	Supervisory Control and Data Acquisition
IEEE	=	The Institute of Electrical and Electronics Engineering
CT	=	Current transformer
PT	=	Potential transformer
PC	=	Personal computer
X	=	Reactance
R	=	Resistance
RMS	=	Root Mean Square
DFT	=	Discrete Fourier Transform
LS	=	Least Squares
DC	=	Direct Current
Hz	=	Hertz
RTU	=	Remote Terminal Unit
DCE	=	Data Communication Equipment
V	=	Volt
pu	=	per unit
kV	=	kilovolts