

รหัสโครงการ 58EE105

ชุดทดลองการแสดงผลการจัดลำดับการทำงานของบัสด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์
Substation Sequence Switching Display
using Computer Program Laboratory Sets

บทคัดย่อ (Abstract)

โครงการนี้นำเสนอชุดทดลองการแสดงผลการจัดลำดับการทำงานของบัสด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ วัตถุประสงค์ในการจัดทำโครงการ เพื่อให้เป็นชุดทดลองประกอบการเรียนวิชาปฏิบัติการระบบวิศวกรรมไฟฟ้า โดยประกอบด้วยการแสดงผลการจัดลำดับการทำงานของบัส 4 แบบ คือ การจัดบัสแบบบัสเดียว การจัดบัสแบบบัสประธานและบัสโอน การจัดบัสแบบประธานคู่และบัสโอน และ การจัดบัสแบบเบรกเกอร์ครึ่ง ซึ่งเป็นรูปแบบการจัดลำดับบัสที่นิยมใช้ในปัจจุบัน โดยโครงการนี้ทำการออกแบบชุดทดลองให้สอดคล้องกับการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ ใน สถานีไฟฟ้าย่อย ทำให้ผู้เรียนได้ทำการทดลองการลำดับสวิตช์ของอุปกรณ์ ในสภาวะการทำงานปกติและในสภาวะที่ต้องการซ่อมแซมบำรุงรักษาอุปกรณ์ในสถานีไฟฟ้าย่อย รวมทั้งมีการให้ผู้เรียนได้ทำการทดลองผ่าน โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมโยงกับฮาร์ดแวร์ โดยใช้การสื่อสารข้อมูล การเชื่อมต่อแบบพอร์ตอนุกรม อาร์เอส 485 โดยใช้โปรโตคอล มอดบัส ซึ่งเป็นวิธีการสื่อสารที่นิยมใช้ในวงการอุตสาหกรรม ให้สามารถเข้าใจถึงเหตุการณ์จริงในการสวิตซ์ในสถานีไฟฟ้าโดยได้อ้างอิงจากหนังสือการปฏิบัติงานศูนย์สั่งการจ่ายไฟฟ้า

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำโครงการนี้สามารถสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี เป็นผลเนื่องมาจากคณะกรรมการสอบทุกท่านที่อนุญาติให้ทำโครงการนี้ พร้อมทั้งอนุญาติให้ผ่านผลการสอบ โดยเฉพาะท่านอาจารย์พรวีร์ ศรี โหมค ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการและท่านอาจารย์เพชร นันทิวัดนา ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาร่วม คอยให้คำแนะนำในเรื่องอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำโครงการและให้คำแนะนำในการเลือกการเชื่อมโยงอุปกรณ์ระหว่างซอฟต์แวร์และฮาร์ดแวร์การใช้โปรแกรมในการเขียนคำสั่งในการทำงาน รวมไปถึงพี่ๆและเพื่อนๆในภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ประยุกต์ที่คอยช่วยเหลือคอยให้กำลังใจในการทำงาน และสถานที่ที่มหาลัยศรีปทุม วิทยาเขตบางเขนที่ใช้ในการทำโครงการ จึงใคร่ขอขอบคุณอาจารย์ทุกท่านเป็นอย่างสูงในความกรุณา ผู้จัดทำจึงขอมอบปริญญาบัตรฉบับนี้ไว้กับมหาวิทยาลัยศรีปทุม เพื่อใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาชุดทดลองการแสดงผลการจัดลำดับสวิตซ์ในสถานีไฟฟ้าย่อยนี้ กับผู้สนใจต่อไป

ผู้จัดทำ

พ.ศ. 2559

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญภาพ	จ
สารบัญตาราง	ญ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ	2
1.3 ขอบเขตของโครงการ	2
1.4 ประโยชน์ของโครงการ	3
1.5 การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	4
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	
2.1 ระบบไฟฟ้ากำลัง	7
2.2 ระบบไฟฟ้าในประเทศไทยและหน่วยงานที่รับผิดชอบในระบบไฟฟ้ากำลัง	22
2.3 สถานีไฟฟ้าย่อย	23
2.4 การออกแบบการจัดวางระบบตัดตอนกำลังไฟฟ้า	27
2.5 การจัดเรียงระบบตัดตอนกำลังไฟฟ้า	28
2.6 อุปกรณ์และวัสดุสถานีไฟฟ้าแรงสูง	36
2.7 การสื่อสารแบบ Modbus Protocol	54

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 การออกแบบโครงการ	
3.1 แผนผังการดำเนินงานโครงการ	60
3.2 องค์ประกอบของโครงการ	61
3.3 คอมพิวเตอร์และอุปกรณ์เชื่อมโยง	61
3.4 โปรแกรมการแสดงผลการจัดลำดับบัตรด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์	62
3.5 หน้าจอโปรแกรมการแสดงผล	65
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	
การทดลองที่ 1 ระบบบัตรเดี่ยว	69
การทดลองที่ 2 ระบบบัตรประธานและบัตรโอน	77
การทดลองที่ 3 ระบบบัตรประธานคู่และบัตรโอน	89
การทดลองที่ 4 ระบบบัตรแบบเบรกเกอร์ครึ่ง	105
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ	127
เอกสารอ้างอิง	128
ภาคผนวก	

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันไฟฟ้ากับระยะทางในระบบส่งกำลังไฟฟ้า	19
ตารางที่ 2.2 จีดจำกัดของแรงดันไฟฟ้าในระบบส่งกำลังไฟฟ้าตามมาตรฐานอเมริกา	20
ตารางที่ 2.3 ค่า Standard Accuracy Classes And Limits Of TCF For Voltage Transformer	52
ตารางที่ 2.4 ค่า Standard Burdens For Voltage Transformer	53
ตารางที่ 4.1 การจ่ายไฟเข้าระบบบัสเดี่ยว (Single Bus)	69
ตารางที่ 4.2 บันทึกผลการทดลองที่ 1	70
ตารางที่ 4.3 กรณีบำรุงรักษา (Maintenance) Circuit Breaker CB7022	72
ตารางที่ 4.4 บันทึกผลการทดลองที่ 1.2	72
ตารางที่ 4.5 กรณีบำรุงรักษา (Maintenance) Main Bus	74
ตารางที่ 4.6 บันทึกผลการทดลองที่ 1.3	75
ตารางที่ 4.7 การจ่ายไฟเข้าระบบบัสประธานและบัสโอน (Main And Transfer Bus)	77
ตารางที่ 4.8 บันทึกผลการทดลองที่ 2.1	78
ตารางที่ 4.9 กรณีบำรุงรักษา (Maintenance) Circuit Breaker CB70112	80
ตารางที่ 4.10 บันทึกผลการทดลองที่ 2.2	81
ตารางที่ 4.11 กรณีบำรุงรักษา (Maintenance) Circuit Breaker CB70212	83
ตารางที่ 4.12 บันทึกผลการทดลองที่ 2.3	84
ตารางที่ 4.13 กรณีบำรุงรักษา (Maintenance) Circuit Breaker CB70412	86
ตารางที่ 4.14 บันทึกผลการทดลองที่ 2.4	87
ตารางที่ 4.15 การจ่ายไฟเข้าระบบบัสประธานคู่และบัสโอน (Double Main And Transfer Bus)	89
ตารางที่ 4.16 บันทึกผลการทดลองที่ 3.1	90
ตารางที่ 4.17 กรณีบำรุงรักษา (Maintenance) Circuit Breaker CB80412	92
ตารางที่ 4.18 บันทึกผลการทดลองที่ 3.2	93
ตารางที่ 4.19 กรณีบำรุงรักษา (Maintenance) Circuit Breaker CB80112	95
ตารางที่ 4.20 บันทึกผลการทดลองที่ 3.3	96

สารบัญตาราง (ต่อ)

	หน้า
ตารางที่ 4.21 กรณีบำรุงรักษา (Maintenance) Circuit Breaker CB80312	98
ตารางที่ 4.22 บันทึกผลการทดลองที่ 3.4	99
ตารางที่ 4.23 กรณีบำรุงรักษา (Maintenance) Bus 1	101
ตารางที่ 4.24 บันทึกผลการทดลองที่ 3.5	102
ตารางที่ 4.25 การจ่ายไฟเข้าระบบบัสแบบเบรกเกอร์ครึ่ง (Beaker And A Half)	105
ตารางที่ 4.26 บันทึกผลการทดลองที่ 4.1	106
ตารางที่ 4.27 กรณีบำรุงรักษา (Maintenance) Circuit Breaker CB90232	111
ตารางที่ 4.28 บันทึกผลการทดลองที่ 4.2	112
ตารางที่ 4.29 กรณีบำรุงรักษา (Maintenance) Circuit Breaker CB90212	114
ตารางที่ 4.30 บันทึกผลการทดลองที่ 4.3	115
ตารางที่ 4.31 กรณีบำรุงรักษา (Maintenance) Circuit Breaker CB90112	117
ตารางที่ 4.32 บันทึกผลการทดลองที่ 4.4	118
ตารางที่ 4.33 กรณีบำรุงรักษา (Maintenance) Circuit Breaker CB90122	120
ตารางที่ 4.34 บันทึกผลการทดลองที่ 4.5	121
ตารางที่ 4.35 กรณีบำรุงรักษา (Maintenance) Bus 1	123
ตารางที่ 4.36 บันทึกผลการทดลองที่ 4.6	124

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1.1 โครงสร้างของระบบไฟฟ้ากำลัง	1
ภาพที่ 1.2 ชุดทดสอบการจัดลำดับการทำงานของบัส	3
ภาพที่ 2.1 หลักการทำงานและโรงไฟฟ้าพลังน้ำ	8
ภาพที่ 2.2 หลักการทำงานโรงไฟฟ้ากังหันก๊าซ	9
ภาพที่ 2.3 หลักการทำงานโรงไฟฟ้าพลังงานความร้อนกังหันไอน้ำ	9
ภาพที่ 2.4 หลักการทำงานโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม	10
ภาพที่ 2.5 โรงไฟฟ้านิวเคลียร์	11
ภาพที่ 2.6 โรงไฟฟ้าดีเซล	12
ภาพที่ 2.7 โรงไฟฟ้าพลังงานลมอ่างพักน้ำ อ.สีคิ้ว จ.นครราชสีมา	13
ภาพที่ 2.8 การใช้พลังงานจากแสงอาทิตย์บริษัท โซลาร์ฟาร์มโคราช 1	14
ภาพที่ 2.9 การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลมและพลังงานแสงอาทิตย์	15
ภาพที่ 2.10 สถานีไฟฟ้าย่อยแปลงแรงดันสูงหรือลานไกไฟฟ้า	15
ภาพที่ 2.11 สายส่งไฟฟ้าในลักษณะเหนือศีรษะ	16
ภาพที่ 2.12 สายเคเบิลในอุโมงค์ใต้ดิน	17
ภาพที่ 2.13 สถานีไฟฟ้าย่อยต้นทาง	17
ภาพที่ 2.14 สายส่งไฟฟ้าย่อย	18
ภาพที่ 2.15 สถานีไฟฟ้าย่อยจำหน่าย	21
ภาพที่ 2.16 สายจำหน่ายแรงสูงหรือสายป้อน	22
ภาพที่ 2.17 ภาพจริงของสถานีไฟฟ้าย่อย	23
ภาพที่ 2.18 อุปกรณ์ในสถานีไฟฟ้า	24
ภาพที่ 2.19 สถานีไฟฟ้าแรงสูงแบบ GIS แบบภายในอาคาร	26
ภาพที่ 2.20 เปรียบเทียบระหว่างสถานีไฟฟ้าแรงสูงแบบ GIS และ AIS	26
ภาพที่ 2.21 ตัวอย่าง Single Line Diagram ของอุปกรณ์ Switching ในสถานีไฟฟ้าแรงสูง	29
ภาพที่ 2.22 Sing Bus Schematic Diagram	30
ภาพที่ 2.23 Double Bus Single Breaker Scheme	31
ภาพที่ 2.24 Main And Transfer Bus Scheme	32

สารบัญภาพ (ต่อ)

	หน้า
ภาพที่ 2.25 Double Main And Transfer Bus Scheme	33
ภาพที่ 2.26 Double Bus Double Breaker Scheme	34
ภาพที่ 2.27 Breaker And A Half Scheme	35
ภาพที่ 2.28 Ring Bus Sectionalization Scheme	36
ภาพที่ 2.29 โครงสร้างของสวิตช์ตัดตอนไฟฟ้าแรงสูง	37
ภาพที่ 2.30 ชนิดของสวิตช์ตัดตอนไฟฟ้าแรงสูง	38
ภาพที่ 2.31 การแบ่งประเภทของเซอร์กิตเบรกเกอร์	39
ภาพที่ 2.32 โครงสร้างของหม้อแปลงไฟฟ้า	40
ภาพที่ 2.33 การติดตั้งของ Conservator และ Air Dryer	42
ภาพที่ 2.34 Tap Changer	44
ภาพที่ 2.35 น้ำมันหม้อแปลงไฟฟ้า	45
ภาพที่ 2.36 บุชชิงหม้อแปลงไฟฟ้า	46
ภาพที่ 2.37 หม้อแปลงไฟฟ้ากำลัง	47
ภาพที่ 2.38 หม้อแปลงจำหน่าย	48
ภาพที่ 2.39 หม้อแปลงกระแส	49
ภาพที่ 2.40 สัญลักษณ์ของหม้อแปลงกระแสไฟฟ้า	50
ภาพที่ 2.41 หม้อแปลงแรงดัน	51
ภาพที่ 2.42 ก้านดักฟ้าผ่าหรือก้านดักเสิร์จ	54
ภาพที่ 2.43 การติดต่อสื่อสารแบบ Master/Slave	55
ภาพที่ 2.44 ลักษณะเฟรมข้อมูลของ Modbus Rtu	56
ภาพที่ 2.45 ลักษณะข้อมูลแต่ละไบต์ของ Modbus Rtu	56
ภาพที่ 2.46 ลักษณะเฟรมข้อมูลของ Modbus Ascii	57
ภาพที่ 2.47 ลักษณะข้อมูลแต่ละไบต์ของ Modbus Ascii	58
ภาพที่ 2.48 เชื่อมต่ออุปกรณ์ Modbus Tcp/Ip	59
ภาพที่ 2.49 การแปลง Modbus Serial เป็น Modbus Ethernet	59

สารบัญภาพ (ต่อ)

	หน้า
ภาพที่ 3.1 แผนผังการดำเนินงานโครงการ	60
ภาพที่ 3.2 องค์ประกอบของโครงการ	61
ภาพที่ 3.3 หน้าจอการแสดงผลของโปรแกรม	62
ภาพที่ 3.4 สัญลักษณ์การแสดงผลอุปกรณ์ในโครงการ (Project Symbol)	63
ภาพที่ 3.5 หน้าต่างการสั่งงานอุปกรณ์ (Face Plate)	63
ภาพที่ 3.6 คำสั่งจ่ายไฟฟ้า (Energize) และสั่งหยุดจ่ายไฟฟ้า (Denergize) แบบจำลอง	64
ภาพที่ 3.7 คำสั่งในการปิด-เปิดวงจรของตัวตัดวงจรและบัสประธาน (Disconnect-Connect)	64
ภาพที่ 3.8 หน้าจอหลักระบบบัสเดี่ยว (Single Bus System)	65
ภาพที่ 3.9 หน้าจอหลักระบบบัสประธานและบัสโอน (Main And Transfer Bus System)	65
ภาพที่ 3.10 หน้าจอหลักระบบบัสประธานคู่และบัสโอน (Double Main And Transfer Bus)	66
ภาพที่ 3.11 หน้าจอหลักระบบบัสแบบเบรกเกอร์ครึ่ง (Beaker And A Half)	66
ภาพที่ 3.12 หน้าปกใบงานการทดลอง	67
ภาพที่ 4.1 สภาวะก่อนจ่ายไฟเข้าระบบบัสเดี่ยว (Single Bus)	71
ภาพที่ 4.2 สภาวะหลังจ่ายไฟเข้าระบบบัสเดี่ยว (Single Bus)	71
ภาพที่ 4.3 สภาวะก่อนบำรุงรักษา (Maintenance) Circuit Breaker CB7022	73
ภาพที่ 4.4 สภาวะหลังบำรุงรักษา (Maintenance) Circuit Breaker CB7022	73
ภาพที่ 4.5 สภาวะก่อนบำรุงรักษา (Maintenance) Main Bus	76
ภาพที่ 4.6 สภาวะหลังบำรุงรักษา (Maintenance) Main Bus	76
ภาพที่ 4.7 สภาวะก่อนจ่ายไฟเข้าระบบบัสประธานและบัสโอน (Main And Transfer Bus)	79
ภาพที่ 4.8 สภาวะหลังจ่ายไฟเข้าระบบบัสประธานและบัสโอน (Main And Transfer Bus)	79
ภาพที่ 4.9 สภาวะก่อนบำรุงรักษา (Maintenance) Circuit Breaker CB70112	82
ภาพที่ 4.10 สภาวะหลังบำรุงรักษา (Maintenance) Circuit Breaker CB70112	82
ภาพที่ 4.11 สภาวะก่อนหลังบำรุงรักษา (Maintenance) Circuit Breaker CB70212	85
ภาพที่ 4.12 สภาวะหลังบำรุงรักษา (Maintenance) Circuit Breaker CB70212	85
ภาพที่ 4.13 สภาวะก่อนบำรุงรักษา (Maintenance) Circuit Breaker CB70412	88
ภาพที่ 4.14 สภาวะหลังบำรุงรักษา (Maintenance) Circuit Breaker CB70412	88

สารบัญภาพ (ต่อ)

	หน้า
ภาพที่ 4.15 สภาวะก่อนจ่ายไฟเข้าระบบบัสประธานคู่และบัสโอน (Double Main And Transfer Bus)	91
ภาพที่ 4.16 สภาวะหลังจ่ายไฟเข้าระบบบัสประธานคู่และบัสโอน (Double Main And Transfer Bus)	91
ภาพที่ 4.17 สภาวะก่อนบำรุงรักษา (Maintenance) Circuit Breaker CB80412	94
ภาพที่ 4.18 สภาวะหลังก่อนบำรุงรักษา (Maintenance) Circuit Breaker CB80412	94
ภาพที่ 4.19 สภาวะก่อนบำรุงรักษา (Maintenance) Circuit Breaker CB80112	97
ภาพที่ 4.20 สภาวะหลังบำรุงรักษา (Maintenance) Circuit Breaker CB80112	97
ภาพที่ 4.21 สภาวะก่อนบำรุงรักษา (Maintenance) Circuit Breaker CB80312	100
ภาพที่ 4.22 สภาวะหลังบำรุงรักษา (Maintenance) Circuit Breaker CB80312	100
ภาพที่ 4.23 สภาวะก่อนบำรุงรักษา (Maintenance) Bus 1	104
ภาพที่ 4.24 สภาวะหลังบำรุงรักษา (Maintenance) Bus 1	104
ภาพที่ 4.25 สภาวะก่อนจ่ายไฟเข้าระบบบัสแบบเบรกเกอร์ครึ่ง (Beaker And A Half)	110
ภาพที่ 4.26 สภาวะหลังจ่ายไฟเข้าระบบบัสแบบเบรกเกอร์ครึ่ง (Beaker And A Half)	110
ภาพที่ 4.27 สภาวะก่อนบำรุงรักษา (Maintenance) Circuit Breaker CB90232	113
ภาพที่ 4.28 สภาวะหลังบำรุงรักษา (Maintenance) Circuit Breaker CB90232	113
ภาพที่ 4.29 สภาวะก่อนบำรุงรักษา (Maintenance) Circuit Breaker CB90212	116
ภาพที่ 4.30 สภาวะหลังบำรุงรักษา (Maintenance) Circuit Breaker CB90212	116
ภาพที่ 4.31 สภาวะก่อนบำรุงรักษา (Maintenance) Circuit Breaker CB90112	119
ภาพที่ 4.32 สภาวะหลังบำรุงรักษา (Maintenance) Circuit Breaker CB90112	119
ภาพที่ 4.33 สภาวะก่อนบำรุงรักษา (Maintenance) Circuit Breaker CB90122	122
ภาพที่ 4.34 สภาวะหลังบำรุงรักษา (Maintenance) Circuit Breaker CB90122	122
ภาพที่ 4.35 สภาวะหลังบำรุงรักษา (Maintenance) Circuit Breaker CB90122	126
ภาพที่ 4.36 สภาวะหลังบำรุงรักษา (Maintenance) Main Bus 1	126