

รหัสโครงการ 58EE106

ชุดทดลองการจัดลำดับการทำงานของบัส

SWITCHING SEQUENCE IN SUBSTATION LABORATORY

บทคัดย่อ (Abstract)

โครงการเล่มนี้ นำเสนอชุดทดลองการจัดลำดับการทำงานของบัส วัตถุประสงค์ในการจัดทำโครงการ เพื่อให้เป็นชุดทดลองและใบงานการทดลองประกอบการเรียนการสอน ในวิชาปฏิบัติการระบบวิศวกรรมไฟฟ้า โดยประกอบด้วยการจัดลำดับการทำงานของบัส 4 แบบ คือ การจัดระบบบัสแบบบัสเดียว การจัดระบบบัสแบบบัสประธานและบัสโอน การจัดระบบบัสแบบประธานคู่และบัสโอน การจัดระบบบัสแบบเบรกเกอร์ครึ่ง โดยโครงการเล่มนี้ ทำการออกแบบชุดทดลอง และใบงานการทดลองให้สอดคล้องกับการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ ในสถานีไฟฟ้าย่อยตามหลักปฏิบัติงานของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย เพื่อให้ผู้เรียนได้ทำการทดลองการลำดับสวิตช์ของอุปกรณ์ ในสภาวะการทำงานปกติ ในสภาวะที่ต้องซ่อมแซมบำรุงรักษาอุปกรณ์ในสถานีไฟฟ้าย่อย รวมทั้งมีการเชื่อมโยงกับซอฟต์แวร์ ทำให้ผู้เรียนได้ทำการทดลองผ่านโปรแกรมคอมพิวเตอร์

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำโครงการเล่มนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี เป็นผลมาจากท่านคณะกรรมการสอบทุกท่านที่ให้ทำโครงการนี้ พร้อมทั้งอนุมัติให้ผ่านผลการสอบ โดยเฉพาะท่านอาจารย์พศวีร์ ศรีโหมด ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการและท่านอาจารย์เพชร นันทิวัฒนา เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาร่วมคอยให้คำแนะนำในเรื่องอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำโครงการให้คำแนะนำในการเลือกการเชื่อมโยงอุปกรณ์ระหว่างฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์การใช้โปรแกรมในการเขียนคำสั่งในการทำงานรวมถึงพี่ๆเพื่อนๆในภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ประยุกต์ที่คอยช่วยเหลือคอยให้กำลังใจในการทำงานและสถานที่ มหาวิทยาลัยศรีปทุมวิทยาเขตบางเขนในการทำโครงการจึงขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกๆท่านในความกรุณาเป็นอย่างสูง ผู้จัดทำจึงขอมอบปริญญาบัตรเล่มนี้ไว้กับมหาวิทยาลัยศรีปทุม วิทยาเขตบางเขน เพื่อใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาชุดทดลองการจัดลำดับการทำงานของบัส และ สวิตซ์อุปกรณ์ระบบบัสในสถานีไฟฟ้าย่อยกับผู้สนใจต่อไป

คณะผู้จัดทำ

พ.ศ.2558

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 ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	3
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	
2.1 ระบบไฟฟ้ากำลัง	4
2.2 ระบบไฟฟ้าในประเทศไทยและหน่วยงานที่รับผิดชอบในระบบไฟฟ้ากำลัง	18
2.3 สถานีไฟฟ้าย่อย	19
2.4 การออกแบบการจัดวางระบบตัดตอนกำลังไฟฟ้า	23
2.5 การจัดเรียงระบบตัดตอนกำลังไฟฟ้า	25
2.6 อุปกรณ์และวัสดุสถานีไฟฟ้าแรงสูง	33
2.7 อาครีโน้ เมก้า 2560	50
2.8 การสื่อสารแบบ มอดบัสโปรโตคอล	54
บทที่ 3 การออกแบบโครงการ	
3.1 ศึกษาข้อมูลและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	60
3.2 จัดทำใบงานการทดลอง	60
3.3 การออกแบบในด้านฮาร์ดแวร์	62

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.4 การเชื่อมต่อการทำงานระหว่างฮาร์ดแวร์กับซอฟต์แวร์	83
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	
4.1 ใบงานการทดลองที่ 1	84
4.2 ใบงานการทดลองที่ 2	93
4.3 ใบงานการทดลองที่ 3	110
4.4 ใบงานการทดลองที่ 4	131
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ	
เอกสารอ้างอิง	157
ภาคผนวก	158
ภาคผนวก ก ข้อมูลการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตและเอาต์พุต	159
ภาคผนวก ข ภาพการกำหนดเส้นสาย	165
ภาคผนวก ค โปรแกรมการแสดงผลอาเดรียโน	170
ภาคผนวก ง ภาพการจัดทำโครงงาน	179
ภาคผนวก จ ประวัติผู้จัดทำ	189

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 2.1 หลักการทำงานและโรงไฟฟ้าพลังน้ำ	5
ภาพที่ 2.2 หลักการทำงานโรงไฟฟ้ากังหันก๊าซ	6
ภาพที่ 2.3 หลักการทำงานโรงไฟฟ้าพลังงานความร้อนกังหันไอน้ำ	6
ภาพที่ 2.4 หลักการทำงานโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม	7
ภาพที่ 2.5 โรงไฟฟ้านิวเคลียร์	8
ภาพที่ 2.6 หลักการโรงไฟฟ้าดีเซล	9
ภาพที่ 2.7 ระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลม	10
ภาพที่ 2.8 การใช้พลังงานจากแสงอาทิตย์	11
ภาพที่ 2.9 สถานีไฟฟ้าย่อยแปลงแรงดันสูงหรือลานไกไฟฟ้า	12
ภาพที่ 2.10 สายส่งไฟฟ้าในลักษณะเหนือศีรษะ	13
ภาพที่ 2.11 สายเคเบิลในอุโมงค์ใต้ดิน	13
ภาพที่ 2.12 สถานีไฟฟ้าย่อยต้นทาง Primary Substation	14
ภาพที่ 2.13 สายส่งไฟฟ้าย่อย	14
ภาพที่ 2.14 สถานีไฟฟ้าย่อยจำหน่าย	16
ภาพที่ 2.15 สายจำหน่ายแรงสูงหรือสายป้อน	17
ภาพที่ 2.16 สถานีไฟฟ้า	19
ภาพที่ 2.17 อุปกรณ์ในสถานีไฟฟ้า	20
ภาพที่ 2.18 สถานีไฟฟ้าแรงสูงแบบ GIS แบบภายในอาคาร	22
ภาพที่ 2.19 เปรียบเทียบระหว่างสถานีไฟฟ้าแรงสูงแบบ GIS และ AIS	22
ภาพที่ 2.20 ตัวอย่าง Single Line Diagram ของสถานีไฟฟ้าแรงสูง	25
ภาพที่ 2.21 Sing Bus Schematic Diagram	26
ภาพที่ 2.22 Double Bus Single Breaker Scheme	27
ภาพที่ 2.23 Main and Transfer Bus Scheme	28
ภาพที่ 2.24 Double Main and transfer Bus Scheme	29
ภาพที่ 2.25 Double Bus Double Breaker Scheme	30
ภาพที่ 2.26 Breaker and a Half Scheme	31
ภาพที่ 2.27 Ring Bus Sectionalization Scheme	32

สารบัญภาพ (ต่อ)

	หน้า
ภาพที่ 2.28 โครงสร้างของสวิตช์ตัดตอนไฟฟ้าแรงสูง	33
ภาพที่ 2.29 ชนิดของสวิตช์ตัดตอนไฟฟ้าแรงสูง	34
ภาพที่ 2.30 การแบ่งประเภทของเซอร์กิตเบรกเกอร์	35
ภาพที่ 2.31 โครงสร้างของหม้อแปลงไฟฟ้า	37
ภาพที่ 2.32 ถ่ายการติดตั้งของ Conservator และ Air Dryer	39
ภาพที่ 2.33 ถ่าย Tap Changer	40
ภาพที่ 2.34 น้ำมันหม้อแปลงไฟฟ้า	41
ภาพที่ 2.35 บุชชิงหม้อแปลงไฟฟ้า	42
ภาพที่ 2.36 หม้อแปลงไฟฟ้ากำลัง Power Transformer	43
ภาพที่ 2.37 หม้อแปลงจำหน่าย	44
ภาพที่ 2.38 หม้อแปลงกระแส Current Transformer	45
ภาพที่ 2.39 สัญลักษณ์ของหม้อแปลงกระแสไฟฟ้า	46
ภาพที่ 2.40 หม้อแปลงแรงดัน Voltage Transformer	47
ภาพที่ 2.41 กับดีกฟ้าผ่าหรือกับดีกเสิร์จ	49
ภาพที่ 2.42 Arduino Mega 2560	50
ภาพที่ 2.43 จุดเชื่อมต่อ Arduino Mega 2560 board Power	51
ภาพที่ 2.44 Arduino Mega 2560 board	53
ภาพที่ 2.45 การติดต่อสื่อสารแบบ Master/Slave	54
ภาพที่ 2.46 ลักษณะเฟรมข้อมูลของ Modbus RTU	55
ภาพที่ 2.47 ลักษณะข้อมูลแต่ละไบต์ของ Modbus RTU	56
ภาพที่ 2.48 ลักษณะเฟรมข้อมูลของ Modbus ASCII	57
ภาพที่ 2.49 ลักษณะข้อมูลแต่ละไบต์ของ Modbus ASCII	57
ภาพที่ 2.50 เชื่อมต่ออุปกรณ์ Modbus TCP/IP	58
ภาพที่ 2.51 การแปลง Modbus Serial เป็น Modbus Ethernet	58
ภาพที่ 3.1 องค์ประกอบของโครงการงาน	59
ภาพที่ 3.2 การดำเนินงานของโครงการงาน	59

สารบัญญภาพ (ต่อ)

	หน้า
ภาพที่ 3.3 หน้าปกใบงานการทดลอง	61
ภาพที่ 3.4 สวิตช์กดติดปล่อยดับ	63
ภาพที่ 3.5 ไพลอตแลมป์ NXD-213 สีแดง DC12V	63
ภาพที่ 3.6 ไพลอตแลมป์ NXD-212 สีแดง DC12V	64
ภาพที่ 3.7 หลอดไฟแอลอีดี	65
ภาพที่ 3.8 บัสเซอร์แอลอีดี 12V	65
ภาพที่ 3.9 โครงสร้างชุดทดลองแบบบัสแบบบัสเดี่ยว	66
ภาพที่ 3.10 วงจรชุดทดลองแบบบัสเดี่ยว	67
ภาพที่ 3.11 ชุดทดลองแบบบัสเดี่ยว เมื่อพร้อมใช้งาน	68
ภาพที่ 3.12 โครงสร้างชุดทดลองแบบบัสประธานและบัสโอน	69
ภาพที่ 3.13 วงจรชุดทดลองแบบบัสประธานและบัสโอน ตัวที่ 1	70
ภาพที่ 3.14 วงจรชุดทดลองแบบบัสประธานและบัสโอน ตัวที่ 2	71
ภาพที่ 3.15 ชุดทดลองแบบบัสประธานและบัสโอน เมื่อพร้อมใช้งาน	72
ภาพที่ 3.16 โครงสร้างชุดทดลองแบบบัสประธานคู่และบัสโอน	73
ภาพที่ 3.17 วงจรชุดทดลองแบบบัสประธานคู่และบัสโอน ตัวที่ 1	74
ภาพที่ 3.18 วงจรชุดทดลองแบบบัสประธานคู่และบัสโอน ตัวที่ 2	75
ภาพที่ 3.19 ชุดทดลองแบบบัสประธานคู่และบัสโอน เมื่อพร้อมใช้งาน	76
ภาพที่ 3.20 โครงสร้างชุดทดลองแบบบัสเบรกเกอร์ครึ่ง	77
ภาพที่ 3.21 วงจรชุดทดลองแบบบัสเบรกเกอร์ครึ่ง ตัวที่ 1	78
ภาพที่ 3.22 วงจรชุดทดลองแบบบัสเบรกเกอร์ครึ่ง ตัวที่ 2	79
ภาพที่ 3.23 วงจรชุดทดลองแบบบัสเบรกเกอร์ครึ่ง ตัวที่ 3	80
ภาพที่ 3.24 ชุดทดลองแบบบัสเบรกเกอร์ครึ่ง เมื่อพร้อมใช้งาน	81
ภาพที่ 3.25 การออกแบบวงจรรีเลย์	82
ภาพที่ 3.26 การออกแบบแผ่นปรี้นวงจรรีเลย์	82
ภาพที่ 3.27 การเชื่อมต่อการทำงานระหว่างฮาร์ดแวร์กับซอฟต์แวร์	83

สารบัญภาพ (ต่อ)

	หน้า
ภาพที่ 4.1 สภาพวงจรก่อนจ่ายไฟเข้าระบบบัสเดี่ยว	85
ภาพที่ 4.2 สภาพวงจรขณะจ่ายไฟเข้าของระบบบัสเดี่ยว	86
ภาพที่ 4.3 สภาพวงจรจ่ายไฟปกติของระบบบัสเดี่ยว	87
ภาพที่ 4.4 สภาพวงจรขณะบำรุงรักษา (Maintenance) Circuit Breaker CB7022	88
ภาพที่ 4.5 สภาพวงจรจ่ายไฟปกติของระบบบัสเดี่ยว	90
ภาพที่ 4.6 สภาพวงจรขณะบำรุงรักษา (Maintenance) Main Bus	90
ภาพที่ 4.7 สภาพวงจรก่อนจ่ายไฟเข้าระบบบัสประธานและบัสโอน	95
ภาพที่ 4.8 สภาพวงจรขณะจ่ายไฟเข้าระบบบัสประธานและบัสโอน	95
ภาพที่ 4.9 สภาพวงจรจ่ายไฟปกติระบบบัสประธานและบัสโอน	98
ภาพที่ 4.10 สภาพวงจรขณะบำรุงรักษา (Maintenance) Circuit Breaker CB70112	98
ภาพที่ 4.11 สภาพวงจรจ่ายไฟปกติระบบบัสประธานและบัสโอน	102
ภาพที่ 4.12 สภาพวงจรขณะบำรุงรักษา (Maintenance) Circuit Breaker CB70212	102
ภาพที่ 4.13 สภาพวงจรจ่ายไฟปกติระบบบัสประธานและบัสโอน	106
ภาพที่ 4.14 สภาพวงจรขณะบำรุงรักษา (Maintenance) Circuit Breaker CB70412	106
ภาพที่ 4.15 สภาพวงจรก่อนจ่ายไฟเข้าระบบบัสประธานคู่และบัสโอน	112
ภาพที่ 4.16 สภาพวงจรขณะจ่ายไฟเข้าระบบบัสประธานคู่และบัสโอน	112
ภาพที่ 4.17 สภาพวงจรจ่ายไฟปกติระบบบัสประธานคู่และบัสโอน	115
ภาพที่ 4.18 สภาพวงจรขณะบำรุงรักษา (Maintenance) Circuit Breaker CB80412	115
ภาพที่ 4.19 สภาพวงจรจ่ายไฟปกติระบบบัสประธานคู่และบัสโอน	119
ภาพที่ 4.20 สภาพวงจรขณะบำรุงรักษา (Maintenance) Circuit Breaker CB80112	119
ภาพที่ 4.21 สภาพวงจรจ่ายไฟปกติระบบบัสประธานคู่และบัสโอน	123
ภาพที่ 4.22 สภาพวงจรขณะบำรุงรักษา (Maintenance) Circuit Breaker CB80312	123
ภาพที่ 4.23 สภาพวงจรจ่ายไฟปกติระบบบัสประธานคู่และบัสโอน	127
ภาพที่ 4.24 สภาพวงจรขณะบำรุงรักษา (Maintenance) MAINBUS 1	127
ภาพที่ 4.25 สภาพวงจรก่อนจ่ายไฟเข้าระบบบัสแบบเบรกเกอร์ครึ่ง	133
ภาพที่ 4.26 สภาพวงจรขณะจ่ายไฟเข้าระบบบัสแบบเบรกเกอร์ครึ่ง	134
ภาพที่ 4.27 สภาพวงจรจ่ายไฟปกติระบบบัสแบบเบรกเกอร์ครึ่ง	139

สารบัญภาพ (ต่อ)

	หน้า
ภาพที่ 4.28 สภาพวงจรขณะบำรุงรักษา (Maintenance) Circuit Breaker CB90232	139
ภาพที่ 4.29 สภาพวงจรจ่ายไฟปกติระบบบัสแบบเบรกเกอร์ครึ่ง	141
ภาพที่ 4.30 สภาพวงจรขณะบำรุงรักษา (Maintenance) Circuit Breaker CB90212	142
ภาพที่ 4.31 สภาพวงจรจ่ายไฟปกติระบบบัสแบบเบรกเกอร์ครึ่ง	144
ภาพที่ 4.32 สภาพวงจรขณะบำรุงรักษา (Maintenance) Circuit Breaker CB90112	145
ภาพที่ 4.33 สภาพวงจรจ่ายไฟปกติระบบบัสแบบเบรกเกอร์ครึ่ง (Beaker and a Half)	144
ภาพที่ 4.34 สภาพวงจรขณะบำรุงรักษา (Maintenance) Circuit Breaker CB90122	148
ภาพที่ 4.35 สภาพวงจรจ่ายไฟปกติระบบบัสแบบเบรกเกอร์ครึ่ง (Beaker and a Half)	151
ภาพที่ 4.36 สภาพวงจรขณะบำรุงรักษา (Maintenance) Main Bus 1	152

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1	ความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันไฟฟ้ากับระยะทางในระบบส่งกำลังไฟฟ้า	15
ตารางที่ 2.2	ค่า Standard Accuracy Classes and Limits of TCF for Voltage Transformer	48
ตารางที่ 2.3	ค่า Standard Burdens for Voltage Transformer	48
ตารางที่ 2.4	รายการแสดงข้อมูล Arduino Mrga 2560	50
ตารางที่ 4.1	การจ่ายไฟเข้าระบบบัสเดี่ยว (Single Bus)	85
ตารางที่ 4.2	บันทึกผลการทดลองที่ 1	86
ตารางที่ 4.3	กรณีบำรุงรักษา (Maintenance) Circuit Breaker CB7022	87
ตารางที่ 4.4	บันทึกผลการทดลองที่ 1.2	88
ตารางที่ 4.5	กรณีบำรุงรักษา (Maintenance) Main Bus	89
ตารางที่ 4.6	บันทึกผลการทดลองที่ 1.3	91
ตารางที่ 4.7	การจ่ายไฟเข้าระบบบัสประธานและบัสโอน	94
ตารางที่ 4.8	บันทึกผลการทดลองที่ 2.1	96
ตารางที่ 4.9	กรณีบำรุงรักษา (Maintenance) Circuit Breaker CB70112	97
ตารางที่ 4.10	บันทึกผลการทดลองที่ 2.2	99
ตารางที่ 4.11	กรณีบำรุงรักษา (Maintenance) Circuit Breaker CB70212	101
ตารางที่ 4.12	บันทึกผลการทดลองที่ 2.3	103
ตารางที่ 4.13	กรณีบำรุงรักษา (Maintenance) Circuit Breaker CB70412	105
ตารางที่ 4.14	บันทึกผลการทดลองที่ 2.4	107
ตารางที่ 4.15	การจ่ายไฟเข้าระบบบัสประธานคู่และบัสโอน	111
ตารางที่ 4.16	บันทึกผลการทดลองที่ 3.1	113
ตารางที่ 4.17	กรณีบำรุงรักษา (Maintenance) Circuit Breaker CB80412	114
ตารางที่ 4.18	บันทึกผลการทดลองที่ 3.2	116
ตารางที่ 4.19	กรณีบำรุงรักษา (Maintenance) Circuit Breaker CB80112	118
ตารางที่ 4.20	บันทึกผลการทดลองที่ 3.3	120
ตารางที่ 4.21	กรณีบำรุงรักษา (Maintenance) Circuit Breaker CB80312	122
ตารางที่ 4.22	บันทึกผลการทดลองที่ 3.4	124

สารบัญตาราง(ต่อ)

	หน้า
ตารางที่ 4.23 กรณีบำรุงรักษา (Maintenance) Bus 1	126
ตารางที่ 4.24 บันทึกผลการทดลองที่ 3.5	128
ตารางที่ 4.25 การจ่ายไฟเข้าระบบบัสแบบเบรกเกอร์ครึ่ง	132
ตารางที่ 4.26 บันทึกผลการทดลองที่ 4.1	135
ตารางที่ 4.27 กรณีบำรุงรักษา (Maintenance) Circuit Breaker CB90232	138
ตารางที่ 4.28 บันทึกผลการทดลองที่ 4.2	140
ตารางที่ 4.29 กรณีบำรุงรักษา (Maintenance) Circuit Breaker CB90212	141
ตารางที่ 4.30 บันทึกผลการทดลองที่ 4.3	143
ตารางที่ 4.31 กรณีบำรุงรักษา (Maintenance) Circuit Breaker CB90112	144
ตารางที่ 4.32 บันทึกผลการทดลองที่ 4.4	146
ตารางที่ 4.33 กรณีบำรุงรักษา (Maintenance) Circuit Breaker CB90122	147
ตารางที่ 4.34 บันทึกผลการทดลองที่ 4.5	149
ตารางที่ 4.35 กรณีบำรุงรักษา (Maintenance) Bus 1	150
ตารางที่ 4.36 บันทึกผลการทดลองที่ 4.6	153