ชุดฝึกทักษะระบบควบคุมโดยใช้โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ 2557

ชุดฝึกทักษะระบบควบคุมโดยใช้ โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์

นายปัญญา สวัสดิ์พูน
นายคุณวุฒิ ศรีมุงคุณ
นายจักรพันธ์ นามประกอบ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมไฟฟ้า คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์
พ.ศ. 2557

ชุดฝึกทักษะระบบควบคุมโดยใช้
โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์

นายปัญญา สวัสดิ์พูน
นายคุณวุฒิ ศรีมุงคุณ
นายจักรพันธ์ นามประกอบ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมไฟฟ้า คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์
พ.ศ. 2557

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

สาขาวิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมไฟฟ้า คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

ปริญญา วิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา เทคโนโลยีวิศวกรรมไฟฟ้า **คณะ** เทคโนโลยีอุตสาหกรรม

เรื่อง ชุดฝึกทักษะระบบควบคุมโดยใช้โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรเลอร์
The Control System Training Set By Using Programmable Logic Controller

โดย นายปัญญา สวัสดิ์พูน
นายคุณวุฒิ ศรีมุงคุณ
นายจักรพันธ์ นามประกอบ

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย
ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ .....
(อาจารย์ดุสิต อุทิศสุนทร)

ที่ปรึกษาร่วม .....
(อาจารย์ธนกร ดุจเพ็ญ)

สาขาเทคโนโลยีวิศวกรรมไฟฟ้า คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์
รับรองแล้ว

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์จารินี ม้าแก้ว)
หัวหน้าสาขาเทคโนโลยีวิศวกรรมไฟฟ้า
วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

หัวข้อปริญญานิพนธ์	:	ชุดฝึกทักษะระบบควบคุมโดยใช้ โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรเลอร์
โดย	:	นายปัญญา สวัสดิ์พูน นายคุณวุฒิ ศรีมุงคุณ นายจักรพันธ์ นามประกอบ
ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์	:	อาจารย์ดุสิต อุทิศสุนทร อาจารย์ธนกร ดุจเพ็ญ
สาขาวิชาและคณะ	:	สาขาเทคโนโลยีวิศวกรรมไฟฟ้า คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
ปีการศึกษา	:	2557

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) สร้างชุดฝึกทักษะระบบควบคุมโดยใช้ PLC เพื่อควบคุมสัญญาณไฟจราจรและมอเตอร์ 2) ทดสอบการทำงานของชุดฝึกทักษะระบบควบคุมโดยใช้ PLC เพื่อควบคุมสัญญาณไฟจราจรและมอเตอร์ มีการออกแบบโดยการติดตั้งอุปกรณ์เสริมให้มีความปลอดภัย ทนทาน และสะดวกในการฝึกปฏิบัติ การหาคุณภาพของชุดฝึกทักษะระบบควบคุมโดยใช้ PLC โดยการทดสอบสมรรถนะในการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้าสามเฟสโดยตรง การกลับทางหมุนมอเตอร์ไฟฟ้าสามเฟสโดยตรง การกลับทางหมุนหลังจากหยุดมอเตอร์ไฟฟ้าสามเฟส การกลับทางหมุนมอเตอร์ไฟฟ้าสามเฟสแบบจ๊อกกิ้ง การสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้าสามเฟสแบบสตาร์-เดลต้า การเดินมอเตอร์เรียงตามลำดับ การเดินมอเตอร์เรียงตามลำดับอัตโนมัติ วงจรเริ่มมอเตอร์เรียงตามลำดับอัตโนมัติโดยใช้ PLC การแสดงผลสัญญาณไฟจราจรแบบกระพริบ วงจรแสดงผลสัญญาณไฟจราจรแบบการปล่อยครั้งละสองแยกตรงข้ามกันและวงจรแสดงผลสัญญาณไฟจราจรแบบปล่อยทีละแยก ชุดฝึกทักษะระบบควบคุมโดยใช้ PLC มีความเหมาะสมในเรื่องขนาด น้ำหนัก การเลือกใช้วัสดุ การติดตั้ง การจัดวางและการออกแบบ มีความชัดเจนของสัญลักษณ์และตัวอักษร มีความปลอดภัยในการใช้งาน มีความทนทาน สะดวกในการต่อวงจร การโปรแกรมข้อมูล การเคลื่อนย้ายจัดเก็บและสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานกับการทดลองปฏิบัติการอื่นๆได้อีกด้วย

Project Title	:	The Control System Training Set By Using PLC
By	:	Mr. Panya Sawadpoon
		Mr. Khunnawut SriMungkun
		Mr. Jakkapan Namprakhob
Project Advisors	:	Mr. Dusit Utitsoontorn
		Mr. Thanakorn Dujpen
Major Field and Department	:	Electrical Engineering Technology, Faculty of Industrial Technology
Academic year	:	2014

Abstract

This project aims to : 1) create the control system training set by using PLC to control traffic lights and motors 2) test the operation of the control system training set by using PLC to control traffic lights and motors. The design was created by installation of equipment that is safe, durable and easy to practice, determining the quality of training set by the PLC control system by testing the performance of starting three - phase motor directly, reversing a three-phase electric motor directly, reversing after stop a three-phase electric motor, reversing a three-phase jogging electric motor, the three-phase electric motor starter Star – Delta, running sequential motor, running sequence motor automatically, and the traffic signal control types. The control system training set by using PLC is appropriate in size, weight, material selection, installation, layout, design, clarity of symbols and letters. It is safe to use and durable, convenient to the circuit, easy to program, move, store, and can be applied with other experiments as well.

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงด้วยดีคณะทำงานขอขอบคุณ อาจารย์วีระ เนตราทิพย์ คณบดีคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม ผู้ช่วยศาสตราจารย์จารินี ม้าแก้ว หัวหน้าสาขาเทคโนโลยีวิศวกรรมไฟฟ้า อาจารย์ดุสิต อุทิศสุนทร อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก อาจารย์ธนกร ดุจเพ็ญ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ผู้ช่วยศาสตราจารย์ณฐปกรณ์ จันทปิดตา อาจารย์ภูริช งามคง อาจารย์อำนาจ ราชประโคน อาจารย์สุวัฒน์ มณีวรรณ อาจารย์ณัฐพล ภูครองทอง ดร.สุรชัย ปิยานุกูล อาจารย์ชัยรัตน์ วงศ์ฮาดจันทร์และอาจารย์อำพร สุทาโคตร ที่ให้คำปรึกษาในการดำเนินงานต่างๆ

ขอขอบคุณ คุณนที กิตติธรรมโสภณ ร้านเต็มที่ดีไซน์ อำเภอกระสัง และคุณอิทธินพ เอ็มประโคน ร้านดาต้าคอปปี้แอนปริ้นท์เมืองบุรีรัมย์ ที่ช่วยให้การดำเนินการสร้างชิ้นงานลุล่วงไปได้ด้วยดี สุดท้ายขอขอบคุณครอบครัวที่ให้กำลังใจจนทำให้ปริญญานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์ทุกประการ

คณะผู้จัดทำ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	(1)
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	(2)
กิตติกรรมประกาศ	(3)
สารบัญ	(4)
สารบัญตาราง	(6)
สารบัญภาพ	(10)
บทนำ 1 บทนำ	1
1. ความสำคัญและที่มาของปัญหา	1
2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
3. ขอบเขตการศึกษา	2
4. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
5. คำสำคัญ	3
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
1. แบบฝึกทักษะ	4
2. โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์	6
3. การควบคุม	28
4. สัญญาณไฟจราจร	30
5. มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ	32
6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	38
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน	40
1. ขั้นตอนการดำเนินงาน	40
2. เครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนินงาน	42
3. การออกแบบและสร้างแผงทดลอง	44

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
4. การทดสอบการทำงานของชุดแบบฝึกทักษะระบบควบคุมโดยใช้ PLC	68
บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน	83
1. ผลการทดลองวงจรควบคุมสัญญาณไฟจราจรและมอเตอร์	83
2. ผลการประเมินเครื่องมือวิจัยจากผู้เชี่ยวชาญ	145
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	146
1. สรุปผลการดำเนินงาน	146
2. อภิปรายผลการทดลอง	149
3. ข้อเสนอแนะ	150
บรรณานุกรม	151
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก. ประวัติคณะทำงาน	154
ภาคผนวก ข. คู่มือการใช้งาน	158

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	ตารางเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างการใช้งาน PLC และระบบรีเลย์ในการควบคุม	9
2.2	แสดงคุณสมบัติและประโยชน์ของPLC	22
3.1	เครื่องมือในการดำเนินงาน	42
3.2	วัสดุในการดำเนินงาน	43
3.3	การต่อสายเอาท์พุตไปยังชุดแสดงผลสัญญาณไฟจราจรแบบกระพริบ	76
3.4	การต่อสายเอาท์พุตไปยังชุดแสดงผลสัญญาณไฟจราจรแบบการปล่อยครั้งละสองแยกตรงข้ามกัน	78
3.5	การต่อสายเอาท์พุตไปยังชุดแสดงผลสัญญาณไฟจราจรแบบปล่อยทีละแยก	80
4.1	ตำแหน่งของอินพุตและเอาท์พุตวงจรสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้าสามเฟสโดยตรง	83
4.2	การเขียน Mnemonic Code วงจรสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟสโดยตรง	84
4.3	ตำแหน่งของอินพุตและเอาท์พุตวงจรกลับทางหมุนมอเตอร์ไฟฟ้าสามเฟสแบบ Direct Reversing	87
4.4	การเขียน Mnemonic Code วงจรกลับทางหมุนมอเตอร์ไฟฟ้าสามเฟสแบบ Direct Reversing	89
4.5	ตำแหน่งของอินพุตและเอาท์พุต วงจรกลับทางหมุนมอเตอร์ไฟฟ้าสามเฟสแบบ Reversing After Stop	92
4.6	การเขียน Mnemonic Code วงจรกลับทางหมุนมอเตอร์ไฟฟ้าสามเฟสแบบ Reversing After Stop	94
4.7	ตำแหน่งของอินพุตและเอาท์พุต วงจรกลับทางหมุนมอเตอร์ไฟฟ้าสามเฟสแบบ Jogging	97
4.8	การเขียน Mnemonic Code วงจรกลับทางหมุนมอเตอร์ไฟฟ้าสามเฟสแบบ Jogging	98
4.9	ตำแหน่งของอินพุตและเอาท์พุต วงจรสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้า3 เฟสแบบสตาร์-เดลต้า	101

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่		หน้า
4.10	การเขียน Mnemonic Code วงจรสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้า3 เฟส แบบสตาร์-เดลต้า	103
4.11	ตำแหน่งของอินพุตและเอาท์พุต วงจรเริ่มเดินมอเตอร์เรียงตามลำดับ	106
4.12	การเขียน Mnemonic Code วงจรเริ่มเดินมอเตอร์เรียงตามลำดับ	108
4.13	ตำแหน่งของอินพุตและเอาท์พุต วงจรเริ่มเดินมอเตอร์เรียงตามลำดับอัตโนมัติ	111
4.14	การเขียน Mnemonic Code วงจรเริ่มเดินมอเตอร์เรียงตามลำดับอัตโนมัติ	112
4.15	ตำแหน่งของอินพุตและเอาท์พุต วงจรกลับทางหมุนมอเตอร์ไฟฟ้าสามเฟสแบบ Jogging	116
4.16	การเขียน Mnemonic Code วงจรกลับทางหมุนมอเตอร์ไฟฟ้าสามเฟสแบบ Jogging	118
4.17	ตำแหน่งของอินพุตและเอาท์พุตวงจรแสดงผลสัญญาณไฟจราจร แบบกระพริบ	122
4.18	การเขียน Mnemonic Code วงจรแสดงผลสัญญาณไฟจราจรแบบกระพริบ	124
4.19	ตำแหน่งของอินพุตและเอาท์พุตวงจรแสดงผลสัญญาณไฟจราจรแบบการครั้งละสองแยกตรงข้ามกัน	128
4.20	การเขียน Mnemonic Code วงจรแสดงผลสัญญาณไฟจราจรแบบการปล่อยครั้งละสองแยกตรงข้ามกัน	129
4.21	ตำแหน่งของอินพุตและเอาท์พุตวงจรแสดงผลสัญญาณไฟจราจรแบบปล่อยทีละแยก	135
4.22	การเขียน Mnemonic Code วงจรแสดงผลสัญญาณไฟจราจรแบบปล่อยทีละแยก	139
4.23	ผลการวิจัยจากผู้เชี่ยวชาญทางด้าน PLC	145
ข.1	คำสั่ง LOAD, LOAD NOT	174
ข.2	การเขียนคำสั่ง LD และ LD NOT	174
ข.3	คำสั่ง AND, AND NOT	174
ข.4	การเขียนคำสั่ง AND, AND NOT	175

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่	หน้า
ข.5 คำสั่ง OR, OR NOT	175
ข.6 การเขียนสั่ง OR, OR NOT	175
ข.7 คำสั่ง OUT, OUT NOT	176
ข.8 การเขียนสั่ง OUT, OUT NOT	176
ข.9 คำสั่ง OUTPUT NOT	176
ข.10 การเขียนคำสั่ง OUT NOT	177
ข.11 คำสั่ง END	177
ข.12 ชุดคำสั่งในรูปเชื่อมแบบอนุกรมจะใช้คำสั่ง AND LD	178
ข.13 ชุดคำสั่งในรูปการเชื่อมแบบขนานจะใช้คำสั่ง OR LD	178
ข.14 การเขียนโปรแกรมโดยใช้คำสั่ง AND LD และ OR LD	179
ข.15 การเชื่อมโปรแกรม 2 Block ในแบบขนาน	179
ข.16 แลดเดอร์ไดอะแกรม (Ladder Diagram) A	182
ข.17 แลดเดอร์ไดอะแกรม (Ladder Diagram) B	182
ข.18 แลดเดอร์ไดอะแกรม (Ladder Diagram) ที่ผิด	183
ข.19 แลดเดอร์ไดอะแกรม (Ladder Diagram) ที่ถูก	183
ข.20 การใช้คำสั่ง IL	186
ข.21 การเขียนแลดเดอร์ไดอะแกรมด้วย TR	188
ข.22 การใช้คำสั่ง JMP	189
ข.23 การใช้คำสั่งเซต (SET) และรีเซต (RESET)	190
ข.24 การเขียนแลดเดอร์โดยใช้คำสั่ง SET และ RESET	190
ข.25 การใช้คำสั่ง KEEP – KEEP (11)	191
ข.26 การเขียนแลดเดอร์โดยใช้คำสั่ง KEEP	191
ข.27 การใช้คำสั่ง DIFFERENTIATE UP และ DOWN-DEFU , DIFD	192
ข.28 การเขียนแลดเดอร์โดยใช้คำสั่ง DIFFERENTIATE UPและDOWN-DEFU,DIFD	192
ข.29 การใช้คำสั่ง TIMER:TIM	193
ข.30 การใช้งานของคำสั่ง Timer	194

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่		หน้า
ข.31	การใช้คำสั่ง COUNTER – CNT	195
ข.32	การใช้งานของคำสั่ง Counter	197
ข.33	การประยุกต์ใช้งานของ TIMER และ COUNTER	198
ข.34	การประยุกต์ใช้งานของ TIMER และ COUNTER	199
ข.35	การเขียนแลดเดอร์ไดอะแกรมของปั๊มน้ำ	201
ข.36	การใช้คำสั่ง Reversible Counter CNTR	202
ข.37	การใช้งาน Counter ชนิด UP/DOWN Counter หรือ Reversible Counter	203
ข.38	กลุ่มคำสั่ง Data Movement	204
ข.39	การเขียนกลุ่มคำสั่ง Data Movement	205
ข.40	กลุ่มคำสั่ง Data Shifting	207
ข.41	คำสั่ง SFT	208
ข.42	การกำหนดหมายเลขกำกับหน้าอินพุต – เอาท์พุต	210
ข.43	การกำหนด Mnemonic Code จาก Ladder Diagram	211
ข.44	สัญลักษณ์ไฟฟ้าที่ใช้สำหรับการควบคุมไฟฟ้ามาตรฐาน DIN, IEC, ANSI	213
ข.45	สัญลักษณ์ไฟฟ้าที่ใช้สำหรับการควบคุมไฟฟ้ามาตรฐาน SI	216

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	ไดอะแกรมแสดงการประยุกต์ใช้งานของระบบ PLC	7
2.2	ไดอะแกรมแสดงการทำงานของ PLC	11
2.3	ไดอะแกรมแสดงการทำงานของระบบ CPU	12
2.4	แสดงขั้นตอนการทำงานของหน่วยประมวลผลกลาง	13
2.5	แสดงอินพุตและเอาท์พุตอินเตอร์เฟส (I/O interface)	13
2.6	แสดงการใช้คอมพิวเตอร์เป็นอุปกรณ์เขียนโปรแกรม	14
2.7	แสดงการใช้อุปกรณ์เขียนโปรแกรมขนาดเล็กเป็นอุปกรณ์เขียนโปรแกรม	14
2.8	แผงควบคุมจะลดความยุ่งยากลงได้มากเมื่อระบบที่ใช้ PLC	16
2.9	การใช้คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลใช้เป็นตัวกลางเชื่อมต่อกับระบบคอมพิวเตอร์หลัก	18
2.10	แสดงการแบ่ง PLC ออกเป็นกลุ่มต่างๆตามจำนวนของอินพุตและเอาท์พุต	19
2.11	แสดง PLC กลุ่มต่างๆตามจำนวนของอินพุตและเอาท์พุต	20
2.12	แสดงวงจรแลดเดอร์ทางไฟฟ้าอย่างง่าย	20
2.13	การนำ PLC มาประยุกต์ใช้ในวงจรภาพที่ 2.12	21
2.14	แสดงอุปกรณ์อินพุตและเอาท์พุตไม่ได้ต่อถึงกันโดยตรงแต่ต้องต่อผ่าน PLC	24
2.15	การเปลี่ยนแปลงแบบการเดินสายไฟฟ้าใหม่กับเปลี่ยนที่โปรแกรมใน PLC	25
2.16	ระบบที่ใช้ PLC จะใช้พื้นที่ในการติดตั้งอย่างมีประสิทธิภาพ	26
2.17	แสดงการติดตั้งสถานีอินพุตและเอาท์พุตทางไกล(Remote I/O)	26
2.18	(a) แสดงหน่วยประมวลผลกลางของPLC และ (b) แสดงโมดูลอัจฉริยะ (Intelligent Module) ที่แสดงสถานะของPLC	27
2.19	แสดงร้อยละของอุปกรณ์ต่างๆที่เกิดการเสียหายเมื่อใช้ระบบ PLC	27
2.20	แสดงอุปกรณ์ที่เขียนโปรแกรมสามารถที่จะตรวจสอบสถานะของอุปกรณ์อินพุตและเอาท์พุตได้ รวมถึงตรวจสอบความถูกต้องของวงจรที่ออกแบบได้	28
2.21	ระบบควบคุมแบบวงเปิด	29
2.22	ระบบควบคุมแบบวงปิด	30
2.23	มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ	33
2.24	มอเตอร์เหนี่ยวนำชนิดกรงกระรอกและโรเตอรแบบพันขดลวด	34
2.25	มอเตอร์ชนิดกรงกระรอก	34

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่		หน้า
2.26	โรเตอร์ชนิดขดลวดพัน	35
2.27	โครงมอเตอร์	35
2.28	แสดงส่วนของแกนเหล็กสเตเตอร์	36
2.29	ชุดฝึกทักษะการเรียนรู้การควบคุมสัญญาณไฟจราจรของอนุชน ลิ้มภักดี	38
2.30	ชุดทดลองปฏิบัติการควบคุมมอเตอร์ด้วยพีแอลซีของสุเมธ สงวนใจ	39
3.1	แผนภาพแสดงขั้นตอนการดำเนินงานของปริญญานิพนธ์	41
3.2	แสดงแนวคิดในการออกแบบ	44
3.3	แสดงวงจรการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟสโดยตรง	45
3.4	วงจรกลับทางหมุนมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส แบบ Direct Reversing	46
3.5	วงจรกลับทางหมุนมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส แบบ Reversing After Stop	47
3.6	วงจรกลับทางหมุนมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส แบบ Jogging	48
3.7	วงจรสตาร์ทมอเตอร์ 3 เฟส แบบสตาร์ – เดลต้า	49
3.8	วงจรเริ่มเดินมอเตอร์เรียงตามลำดับ	50
3.9	วงจรเริ่มมอเตอร์เรียงตามลำดับอัตโนมัติ	51
3.10	วงจรเริ่มมอเตอร์เรียงตามลำดับอัตโนมัติโดยใช้ PLC	52
3.11	ระบบไฟจราจร	53
3.12	ระบบไฟจราจรแบบการปล่อยครั้งละสองแยกตรงข้ามกัน	53
3.13	ระบบไฟจราจรแบบปล่อยทีละแยก	54
3.14	ภาพด้านหน้าแสดงการออกแบบในส่วนของแผงทดลองสัญญาณไฟจราจร	55
3.15	ขนาดของแผงวงจรสัญญาณไฟจราจร	55
3.16	การออกแบบแผง PLC	56
3.17	ขนาดของแผง PLC	56
3.18	การออกแบบวงจรแผงควบคุมมอเตอร์	57
3.19	การออกแบบในส่วนของแผงควบคุมมอเตอร์	58
3.20	การเจาะรูเพื่อวางอุปกรณ์โดยเครื่องเจาะเลเซอร์	59
3.21	การพิมพ์ลายวงจรลงบนสติ๊กเกอร์ใส	59

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่		หน้า
3.22	การติดสติ๊กเกอร์ใสลงบนชิ้นงาน	60
3.23	การติดสติ๊กเกอร์ทึบแสงลงบนชิ้นงาน	60
3.24	ภาพชิ้นงานที่ได้จากการออกแบบ	60
3.25	การตัดแผ่นอะครีลิคเพื่อสร้างชิ้นงาน	61
3.26	แผ่นอะครีลิคที่ตัดไว้ประกอบเป็นชิ้นงาน	61
3.27	การประกอบเสาสัญญาณไฟจราจร	62
3.28	ขั้นตอนการติดตั้งอุปกรณ์ลงบนชิ้นงาน	62
3.29	แผงทดลองสัญญาณไฟจราจรที่ประกอบเสร็จแล้ว	63
3.30	ขั้นตอนการติดอุปกรณ์ลงแผงวงจร PLC	63
3.31	แผง PLC ที่ประกอบเสร็จแล้ว	64
3.32	การตัดเหล็กเพื่อสร้างขาตั้งแผงมดลองมอเตอร์	64
3.33	การเชื่อมเหล็กเพื่อสร้างขาตั้งแผงทดลองมอเตอร์	65
3.34	การพ่นสีขาตั้งแผงทดลองมอเตอร์	65
3.35	การยึดแผงทดลองมอเตอร์เข้ากับขาตั้ง	66
3.36	การต่อสายอุปกรณ์	66
3.37	การต่อสายอุปกรณ์	67
3.38	แผงทดลองมอเตอร์ที่ประกอบเสร็จแล้ว	67
3.39	แสดงการต่อแสดงวงจรการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟสโดยตรง	68
3.40	แสดงการต่อวงจรกลับทางหมุนมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส แบบ Direct Reversing	69
3.41	แสดงการต่อวงจรกลับทางหมุนมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส แบบ Reversing After Stop	70
3.42	แสดงการต่อวงจรกลับทางหมุนมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส แบบ Jogging	71
3.43	แสดงการต่อวงจรสตาร์ทมอเตอร์ 3 เฟส แบบสตาร์ – เดลต้า	72
3.44	แสดงการต่อวงจรเริ่มเดินมอเตอร์เรียงตามลำดับ	73
3.45	แสดงวงจรเริ่มมอเตอร์เรียงตามลำดับอัตโนมัติ	74
3.46	แสดงการต่อวงจรเริ่มมอเตอร์เรียงตามลำดับอัตโนมัติโดยใช้ PLC	75

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่		หน้า
3.47	แสดงแผงทดลองสัญญาณไฟจราจรแบบกระพริบ	76
3.48	แสดงรูปแบบสัญญาณไฟจราจรแบบการปล่อยครั้งละสองแยกตรงข้ามกัน	79
3.49	แสดงรูปแบบสัญญาณไฟจราจรแบบปล่อยทีละแยก	81
4.1	แสดงการเขียน Timing Diagram ของวงจรสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟสโดยตรง	83
4.2	การแปลง Timing Diagram ให้เป็น Ladder Diagram ของวงจรสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟสโดยตรง	84
4.3	แสดงการเชื่อมต่อสายสัญญาณจาก Output ของ PLC ไปยัง Input ของวงจรควบคุมมอเตอร์วงจรสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟสโดยตรง	85
4.4	แสดงการเขียน Timing Diagram ของวงจรกลับทางหมุนมอเตอร์ไฟฟ้าสามเฟสแบบ Direct Reversing	87
4.5	การแปลง Timing Diagram ให้เป็น Ladder Diagram ของวงจรกลับทางหมุนมอเตอร์ไฟฟ้าสามเฟสแบบ Direct Reversing	88
4.6	แสดงการเชื่อมต่อสายสัญญาณจาก Output ของ PLC ไปยัง Input ของวงจรกลับทางหมุนมอเตอร์ไฟฟ้าสามเฟสแบบDirect Reversing	90
4.7	แสดงการเขียน Timing Diagram ของวงจรกลับทางหมุนมอเตอร์ไฟฟ้าสามเฟสแบบ Reversing After Stop	92
4.8	การแปลง Timing Diagram ให้เป็น Ladder Diagram ของวงจรกลับทางหมุนมอเตอร์ไฟฟ้าสามเฟสแบบ Reversing After	93
4.9	แสดงการเชื่อมต่อสายสัญญาณจาก Output ของ PLC ไปยัง Input ของวงจรวงจรกลับทางหมุนมอเตอร์ไฟฟ้าสามเฟสแบบ Reversing After Stop	95
4.10	แสดงการเขียน Timing Diagram ของวงจรกลับทางหมุนมอเตอร์ไฟฟ้าสามเฟสแบบ Jogging	97
4.11	การแปลง Timing Diagram ให้เป็น Ladder Diagram วงจรกลับทางหมุนมอเตอร์ไฟฟ้าสามเฟสแบบ Jogging	98
4.12	แสดงการเชื่อมต่อสายสัญญาณจาก Output ของ PLC ไปยัง Input ของวงจรวงจรกลับทางหมุนมอเตอร์ไฟฟ้าสามเฟสแบบ Jogging	99

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4.13	แสดงการเขียน Timing Diagram ของวงจรสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้าสามเฟสแบบ สตาร์ – เดลต้า	101
4.14	การแปลง Timing Diagram ให้เป็น Ladder Diagram ของวงจรสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้าสามเฟสแบบ สตาร์ – เดลต้า	102
4.15	แสดงการเชื่อต่อสายสัญญาณจาก Output ของ PLC ไปยัง Input ของวงจรสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้าสามเฟสแบบ สตาร์ – เดลต้า	104
4.16	แสดงการเขียน Timing Diagram ของวงจรเริ่มเดินมอเตอร์เรียงตามลำดับ	106
4.17	การแปลง Timing Diagram ให้เป็น Ladder Diagram ของวงจรเริ่มเดินมอเตอร์เรียงตามลำดับ	107
4.18	แสดงการเชื่อมต่อสายสัญญาณจาก Output ของ PLC ไปยัง Input ของวงจรเริ่มเดินมอเตอร์เรียงตามลำดับ	109
4.19	แสดงการเขียน Timing Diagram ของวงจรเริ่มเดินมอเตอร์เรียงตามลำดับอัตโนมัติ	111
4.20	การแปลง Timing Diagram ให้เป็น Ladder Diagram ของวงจรเริ่มเดินมอเตอร์เรียงตามลำดับอัตโนมัติ	112
4.21	แสดงการเชื่อมต่อสายสัญญาณจาก Output ของ PLC ไปยัง Input ของวงจรเริ่มเดินมอเตอร์เรียงตามลำดับอัตโนมัติ	113
4.22	แสดงการเขียน Timing Diagram ของวงจรเริ่มเดินมอเตอร์เรียงตามลำดับโดยใช้ PLC	115
4.23	การแปลง Timing Diagram ให้เป็น Ladder Diagram ของวงจรเริ่มเดินมอเตอร์เรียงตามลำดับโดยใช้ PLC	117
4.24	แสดงการเชื่อมต่อสายสัญญาณจาก Output ของ PLC ไปยัง Input ของวงจรเริ่มเดินมอเตอร์เรียงตามลำดับโดยใช้ PLC	120
4.25	แสดงการเขียน Timing Diagram ของวงจรแสดงผลสัญญาณไฟจราจรแบบกระพริบ	122

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4.26	การแปลง Timing Diagram ให้เป็น Ladder Diagram ของวงจรแสดงผลสัญญาณไฟจราจรแบบกระพริบ	123
4.27	แสดงการเชื่อมต่อสายสัญญาณจาก Output ของ PLC ไปยัง Input ของวงจรควบคุมสัญญาณไฟจราจรแบบกระพริบ	125
4.28	แสดงการเขียน Timing Diagram ของวงจรแสดงผลสัญญาณไฟจราจรแบบการปล่อยครั้งละสองแยกตรงข้ามกัน	127
4.29	การแปลง Timing Diagram ให้เป็น Ladder Diagram ของวงจรแสดงผลสัญญาณไฟจราจรแบบการปล่อยครั้งละสองแยกตรงข้ามกัน	128
4.30	แสดงการเชื่อมต่อสายสัญญาณจาก Output ของ PLC ไปยัง Input ของวงจรควบคุมสัญญาณไฟจราจรแบบการปล่อยครั้งละสองแยกตรงข้ามกัน	132
4.31	แสดงการเขียน Timing Diagram ของวงจรแสดงผลสัญญาณไฟจราจรแบบปล่อยทีละแยก	134
4.32	การแปลง Timing Diagram ให้เป็น Ladder Diagram ของวงจรแสดงผลสัญญาณไฟจราจรแบบปล่อยทีละแยก	136
4.33	แสดงการเชื่อมต่อสายสัญญาณจาก Output ของ PLC ไปยัง Input ของวงจรควบคุมสัญญาณไฟจราจรแบบปล่อยทีละแยก	143
ข.1	ขั้นตอนการติดตั้งซอฟต์แวร์	159
ข.2	ขั้นตอนการติดตั้งซอฟต์แวร์	159
ข.3	ขั้นตอนการติดตั้งซอฟต์แวร์	160
ข.4	ขั้นตอนการติดตั้งซอฟต์แวร์	161
ข.5	รายละเอียดหน้าต่างการใช้งาน	161
ข.6	พื้นที่สำหรับเขียนโปรแกรม	163
ข.7	การใช้งานโปรแกรม	163
ข.8	การใช้งานโปรแกรม	163
ข.9	การใช้งานโปรแกรม	164
ข.10	การใช้งานโปรแกรม	164

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่		หน้า
ข.11	การใช้งานโปรแกรม	165
ข.12	การใช้งานโปรแกรม	165
ข.13	สายโหลดข้อมูล	166
ข.14	ขั้นตอนการใช้งาน	167
ข.15	ขั้นตอนการใช้งาน	167
ข.16	ขั้นตอนการใช้งาน	168
ข.17	ขั้นตอนการใช้งาน	168
ข.18	ขั้นตอนการใช้งาน	168
ข.19	ขั้นตอนการใช้งาน	169
ข.20	ขั้นตอนการใช้งาน	169
ข.21	ขั้นตอนการใช้งาน	170
ข.22	ขั้นตอนการใช้งาน	170
ข.23	ขั้นตอนการใช้งาน	171
ข.24	การทำงานของโปรแกรม	171
ข.25	ขั้นตอนการใช้งาน	172
ข.26	ขั้นตอนการใช้งาน	172
ข.27	ขั้นตอนการใช้งาน	173
ข.28	การเขียนแลดเดอร์ไดอะแกรมที่ผิด	180
ข.29	การเขียนแลดเดอร์ไดอะแกรมที่ถูกต้อง	180
ข.30	ภาพแลดเดอร์ไดอะแกรม (Ladder Diagram) A	181
ข.31	ภาพแลดเดอร์ไดอะแกรม (Ladder Diagram) B	181
ข.32	แลดเดอร์ไดอะแกรม (Ladder Diagram) ที่ผิด	184
ข.33	แลดเดอร์ไดอะแกรม (Ladder Diagram) ที่ถูก	184
ข.34	แลดเดอร์ไดอะแกรม (Ladder Diagram) ที่ผิด	184
ข.35	แลดเดอร์ไดอะแกรม (Ladder Diagram) ที่ถูก	185
ข.36	การเขียนเอาท์พุตคอยล์	185

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่		หน้า
ข.37	การใช้คำสั่ง TR (แลดเดอร์ไดอะแกระที่ใช้งานได้)	187
ข.38	การใช้คำสั่ง TR (แลดเดอร์ไดอะแกระที่ใช้งานไม่ได้)	187
ข.39	การเขียนแลดเดอร์ไดอะแกรมด้วย TR	188
ข.40	การใช้คำสั่ง Counter	196
ข.41	ตัวอย่างการใช้งาน	200
ข.42	Timer diagram ลักษณะการทำงานของ CNTR	202
ข.43	ตัวอย่างคำสั่ง MOV	206
ข.44	การเลื่อนข้อมูลทีละบิต	207
ข.45	วงจรควบคุมสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส โดยตรง	209
ข.46	การเขียน Timer diagram	210
ข.47	การเขียนแลดเดอร์ไดอะแกรม	212
ข.48	การเชื่อมต่อระหว่าง PLC ไปยังส่วนแสดงผล	212