ชุดฝึกควบคุมระบบอัตโนมัติควบคุมด้วยระบบโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์
AUTOMATION CONTROL WITH PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER TRAINING SET

ติณณภพ รัฐสมุทร
พีรพัฒน์ แสงม่วง
ณัฐพล อั่วกลาง

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน นครราชสีมา
ปีการศึกษา 2564

ชุดฝึกควบคุมระบบอัตโนมัติควบคุมด้วยระบบโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์

ติณณภพ รัฐสมุทร
พีรพัฒน์ แสงม่วง
ณัฐพล อั่วกลาง

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน นครราชสีมา
ปีการศึกษา 2564

AUTOMATION CONTROL WITH PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER TRAINING SET

TINNAPOP RATSAMUT
PEERAPUT SANGMOUNG
NATTAPON OURKLANG

A PROJECT REPORT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS
FOR THE DEGREE OF BACHELOR OF ENGINEERING IN MECHATRONICS
ENGINEERING FACULTY OF ENGINEERING AND ARCHITECTURE
RAJAMANGALA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY ISAN
ACADEMIC YEAR 2021

ชื่อปริญญานิพนธ์	: ชุดฝึกควบคุมอัตโนมัติควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์
ชื่อนักศึกษา	: นายติณณภพ รัฐสมุทร
	นายพีรพัฒน์ แสงม่วง
	นายณัฐพล อั่วกลาง
สาขา	: วิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์
คณะ	: คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษา	: อาจารย์เกษม พรมรินทร์
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	: อาจารย์ปรีชา สมหวัง
ปีกาศึกษา	: 2564

สาขาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน อนุมัติให้ปริญญานิพนธ์นี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต

.....

(อาจารย์เกษม พรมรินทร์)

หัวหน้าสาขาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์

.....

(อาจารย์เกษม พรมรินทร์)

ประธานกรรมการ

.....

(อาจารย์เอกบดี เมืองกลาง)

กรรมการ

.....

(อาจารย์ปรีชา สมหวัง)

กรรมการ

ชื่อปริญญานิพนธ์ : ชุดฝึกควบคุมอัตโนมัติควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์
ชื่อนักศึกษา : นายติณณภพ รัฐสมุทร
นายพีรพัฒน์ แสงม่วง
นายณัฐพล อั่วกลาง
อาจารย์ที่ปรึกษา : อาจารย์เกษม พรมรินทร์
อาจารย์ปรีชา สมหวัง
สาขา : วิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์
ปีกาศึกษา : 2564

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างชุดฝึกควบคุมอัตโนมัติควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์ และ จำลองการทำงานของชุดฝึกให้สามารถทำงานได้ตามเงื่อนไขที่กำหนด ควบคุมการทำงานด้วย PLC Mitsubishi FX5U โดยใช้โปรแกรม GX works3 เพื่อควบคุมการทำงานของชุดฝึกควบคุมอัตโนมัติควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์ ซึ่งชุดฝึกนี้จัดทำขึ้นเพื่อมอบให้แก่สาขาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์ ผู้จัดทำได้สร้างเงื่อนไขการทำงานโดย ใช้หน้าจอทัชสกรีนทดแทนการใช้สวิตช์ Start , Stop และ Selector switch และ สามารถสั่งการทำงาน Output ของ PLC บรรลุตามเงื่อนไข โดยควบคุมสัญญาณจารจร ดังนั้นผู้จัดทำจึงได้ทำการทดสอบเงื่อนไขนี้ แบ่งออกเป็น 5 รอบ ในการหาประสิทธิภาพชุดฝึกควบคุมอัตโนมัติควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์ และ ผู้จัดทำได้ทำแบบฟอร์มประเมินและพัฒนาเป็นแบบออนไลน์ เพื่อหาข้อบกพร่องและพัฒนาของชุดฝึกควบคุมอัตโนมัติควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์ สรุปผลการประเมินด้านการออกแบบและการจัดรูปแบบของอุปกรณ์ ค่าเฉลี่ยความพึงพอใจ 4.52 ระดับเกณฑ์การประเมินคะแนนระดับดีมาก การประเมินด้านเนื้อหา/เงื่อนไขการทำงานค่าเฉลี่ยความพึงพอใจ 4.58 ระดับเกณฑ์การประเมินคะแนนระดับดีมาก การประเมินด้านประโยชน์และการนำไปใช้ค่าเฉลี่ยความพึงพอใจ 4.74 ระดับเกณฑ์การประเมินคะแนนระดับดีมาก

คำสำคัญ : ชุดฝึก โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์

Project Report Title : Automation control with programmable logic controller training set
Name : Mr. Tinnapop Ratsamut
Mr. Peeraput Sangmoung
Mr. Nattapon Ourklang
Project Advisor : Mr. Kasem Promarin
Mr. Preecha Somwang
Major Field : Mechatronics Engineering
Academic Year : 2021

Abstract

This dissertation aims to create a series of Automation control with programmable logic controller training set and simulate the operation of the training set to be able to work under the specified conditions. control work too PLC Mitsubishi FX5U by using the program GX works3 to control the operation of the automatic control training set controlled by a programmable logic controller. This training series was created for mechatronics engineering. Organizers have created working conditions using touch screens instead of switches Start , Stop and Selector switch and the PLC output can be commanded according to the conditions by controlling the traffic lights. The organizer then tested this condition divided into 5 rounds to find efficiency of Automation control with programmable logic controller training set and the organizer has prepared an online assessment and development form. to find flaws and develop of Automation control with programmable logic controller training set. Summary of device design and configuration evaluation the average satisfaction is 4.52 the rating criteria level is very good and content assessment working conditions average satisfaction 4.58 and the evaluation criteria are at a very good level assessment of usefulness and use average satisfaction 4.74 the evaluation criteria are at a very good level.

Keywords: Training set, programmable logic controller

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์เรื่อง ชุดฝึกควบคุมระบบอัตโนมัติควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์ ปริญญานิพนธ์นี้เป็นอีกปริญญานิพนธ์หนึ่งที่ช่วยให้นักศึกษาได้พัฒนาศักยภาพซึ่งนักศึกษาสามารถนำประสบการณ์นี้ไปปรับใช้ในชีวิตประจำวันได้ต่อไป

การจัดทำโครงงานปริญญานิพนธ์ในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี เนื่องจากได้รับความอนุเคราะห์จากคณะอาจารย์ที่ได้ให้คำปรึกษา และคำแนะนำต่างๆ ในการแก้ไขปัญหาและให้ความช่วยเหลือด้วยดีเสมอมา ขอกราบขอบพระคุณคณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์ทุกท่าน และขอขอบพระคุณอย่างยิ่งสำหรับท่านอาจารย์ อาจารย์เกษม พรมรินทร์ และอาจารย์ปรีชา สมหวัง อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูล และให้คำแนะนำเกี่ยวกับกับปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ให้บรรลุสำเร็จเสร็จสมบูรณ์ และบุคคลที่มิได้กล่าวมาได้ ณ ที่นี้ด้วยที่ได้มีส่วนช่วยเหลือ ช่วยชี้แนะอันก่อให้เกิดผลประโยชน์ต่อโครงงานและการจัดทำปริญญานิพนธ์สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ท้ายนี้คณะผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่าปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นประโยชน์ต่อผู้ที่มีความสนใจชุดฝึกควบคุมระบบอัตโนมัติควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์เบื้องต้น หากรายงานฉบับนี้มีข้อผิดพลาดประการใด ข้าพเจ้าก็ขออภัยมา ณ ที่นี้ด้วย

คณะผู้จัดทำ

พฤษภาคม 2564

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	**ก**
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	**ข**
กิตติกรรมประกาศ	**ค**
สารบัญ	**ง**
สารบัญตาราง	**ฉ**
สารบัญภาพ	**ช**
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ที่มาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขตของโครงงาน	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.5 แผนการดำเนินการ	2
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	
2.1 ภาพรวมของโครงงาน	3
2.2 องค์ประกอบหลักของชุดฝึกควบคุมระบบอัตโนมัติ	3
2.3 โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์	8
2.4 ทฤษฎีพื้นฐานด้านดิจิตอล	12
2.5 ทฤษฎีพื้นฐานด้านลอจิก	13
2.6 ทฤษฎีลอจิกเกต	14
2.7 ทฤษฎีที่ใช้ในการสร้างชุดควบคุมสำหรับชุดฝึกควบคุมระบบอัตโนมัติ	18
2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	19
บทที่ 3 ขั้นตอนการดำเนินการ	
3.1 ขั้นตอนการออกแบบ	20
3.2 หน้าที่และการทำงานของอุปกรณ์	21

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 3 ขั้นตอนการดำเนินการ

3.3 หลักการทำงานของชุดฝึก 22

3.4 ออกแบบโครงสร้างชุดฝึก 23

3.5 การต่อวงจรไฟฟ้า 25

บทที่ 4 การทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

4.1 การเตรียมการทดลองของชุดควบคุมสำหรับชุดฝึก 27

4.2 ขั้นตอนการทดลอง 28

4.3 ผลการทดลอง 31

4.4 แบบการประเมินความพึงพอใจ 34

4.5 ผลการประเมินความพึงพอใจ 37

4.6 การวิจารณ์ผลการประเมินความพึงพอใจ 43

บทที่ 5 สรุป

5.1 สรุปผลการทดลอง 44

5.2 ปัญหาและการแก้ไข 44

5.3 การนำไปใช้ประโยชน์ แนวทางการประยุกต์หรือพัฒนาต่อยอด 46

บรรณานุกรม 47

ภาคผนวก

ก การตั้งค่าโปรแกรม GX Work 3 และ SKTool 7.0 SK Series 49

ข แบบของการออกแบบ 59

ค การดำเนินการสร้างชุดฝึก 62

ประวัติผู้จัดทำ

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1.1	แผนการดำเนินงาน	1
2.1	สัญลักษณ์และความหมายของคำสั่งที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมภาษาแลดเดอร์	11
2.2	การแสดงความสัมพันธ์ของเลขฐานต่าง ๆ	13
2.3	แสดงค่าอินพุตและเอาต์พุตของ Inverter-not	15
2.4	แสดงค่าอินพุตและเอาต์พุตของ AND gate	15
2.5	แสดงค่าอินพุตและเอาต์พุตของ OR gate	16
2.6	แสดงค่าอินพุตและเอาต์พุตของ NAND gate	16
2.7	แสดงค่าอินพุตและเอาต์พุตของ NOR gate	17
2.8	แสดงค่าอินพุตและเอาต์พุตของ X-NOR gate	17
2.9	แสดงค่าอินพุตและเอาต์พุตของ X-OR gate	18
3.1	ตารางแสดงหน้าที่การทำงานของอุปกรณ์	21
4.1	ผลการทดลอง	32
4.2	จำนวนผู้ตอบแบบสอบถาม	37
4.3	ผลประเมินด้านการออกแบบ และการจัดรูปแบบอุปกรณ์	39
4.4	ผลประเมินด้านเนื้อหาเงื่อนไขการทำงาน	41
4.5	ผลประเมินด้านประโยชน์และการนำไปใช้	42

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	ภาพรวมของการสร้างชุดควบคุมสำหรับชุดฝึกงานเมคคาทรอนิกส์	3
2.2	ภาพของเทอร์มินอลบล็อก ในชุดฝึกควบคุมระบบอัตโนมัติ	4
2.3	ภาพจอสัมผัส ในชุดฝึกควบคุมระบบอัตโนมัติ	4
2.4	ภาพการทำงานของจอ ทัชสกรีน	5
2.5	ภาพโครงสร้างของทัชสกรีนแบบความต้านทาน	6
2.6	ภาพโครงร้างของจอทัชสกรีนแบบเก็บประจุ	6
2.7	ฟิวส์ในชุดฝึกควบคุมระบบอัตโนมัติ	7
2.8	สวิตช์ในชุดฝึกควบคุมระบบอัตโนมัติ	7
2.9	ภาพPLC ในชุดฝึกควบคุมระบบอัตโนมัติ	8
2.10	โครงสร้างพื้นฐานของ PLC	8
2.11	ภาพ PLC Mitsubishi FX5U	9
2.12	ภาพตัวอย่างอุปกรณ์ทางด้านอินพุตของ PLC	10
2.13	ภาพตัวอย่างอุปกรณ์ทางด้านเอาต์พุตของ PLC	10
2.14	แหล่งจ่ายกำลังไฟ PLC	10
2.15	โครงสร้างของภาษาแลดเดอร์ไดอะแกรม	11
2.16	อินเวอร์เตอร์ (Inverter-not)	14
2.17	แอนด์เกต (AND gate)	15
2.18	ออร์เกต (OR gate)	15
2.19	แนนด์เกต (NAND gate)	16
2.20	นอร์เกต (NOR gate)	16
2.21	เอ็กซ์คลูซิฟนอร์เกต (X-NOR gate)	17
2.22	เอ็กซ์คลูซิฟออร์เกต (X-OR gate)	17
3.1	ขั้นตอนการทำงาน	20
3.2	ผังการทำงานของของชุดฝึก	22
3.3	ภาพรวมโครงสร้างของแผงควบคุมชุดฝึก	23
3.4	ภาพรวมโครงสร้างของชุดคอลโทรเลอร์	23
3.5	ภาพรวมโครงสร้างของชุดฝึก	24

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
3.6	แผนภาพการต่อวงจรเข้า PLC	25
3.7	แผนภาพการต่อวงจร	26
4.1	ชุดฝึกควบคุมระบบอัตโนมัติควบคุมด้วยระบบโปแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์	27
4.2	ภาพการทำงานแบบปล่อยทีละแยก (แบบที่ 1)	28
4.3	ภาพการทำงานแบบปล่อยทีละแยก (แบบที่ 2)	29
4.4	ภาพการทำงานแบบปล่อยทีละสาย (แบบที่ 1)	29
4.5	ภาพการทำงานแบบปล่อยทีละสาย (แบบที่ 2)	30
4.6	กดปุ่ม Stop บน Touch screen ไฟสีเหลืองทั้ง จะกระพริบ(แบบที่ 1)	30
4.7	กดปุ่ม Stop บน Touch screen ไฟสีเหลืองทั้ง จะกระพริบ(แบบที่ 2)	31
4.8	กราฟแสดงผลการทดลองแต่ละรอบ	33
4.9	QR code แบบสอบถามประเมินความพึงพอใจ	37
4.10	กราฟแสดงจำแนกตามเพศ	38
4.11	กราฟแสดงจำแนกตามอายุ	38
4.12	กราฟแสดงจำแนกตามตำแหน่งหน้าที่	39
4.13	กราฟแสดงค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ X-Bar ด้านการออกแบบ และการจัดรูปแบบอุปกรณ์	40
4.14	กราฟแสดงค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ X-Bar ด้านเนื้อหา/เงื่อนไขการทำงาน	42
4.15	กราฟแสดงค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ X-Bar ด้านประโยชน์และการนำไปใช้	43
ก.1	ไอคอนโปรแกรม GX works3	49
ก.2	ภาพการสร้าง Project สำหรับเขียน Ladder	49
ก.3	ภาพการตั่งค่า Project	50
ก.4	หน้าต่างโปรแกรมเมื่อสร้าง Project สำเร็จ	51
ก.5	ภาพการเข้าไปตั่งค่าการเชื่อมต่อ	51
ก.6	ภาพการตั่งค่า IP Address	52
ก.7	ภาพหน้าต่าง External device configutation	52
ก.8	ภาพการตั่งค่าการเชื่อมต่อ อุปกรณ์ภายนอก	53
ก.9	ไอคอนโปรแกรม SKTool 7.0	53

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
ก.10	ภาพหน้าต่างโปรแกรม SKTool 7.0	54
ก.11	ภาพการสร้าง Project โปรแกรม SKTool 7.0	54
ก.12	ภาพการตั่งค่าเพื่อสร้าง Project	55
ก.13	ภาพการตั่งค่าการเชื่อมต่อ Interface	55
ก.14	ภาพหน้าต่างโปรแกรมเมื่อสร้าง Project เสร็จ	56
ก.15	ภาพขั้นตอนการเข้าไปตั่งค่าการเชื่อมต่อกับ PLC	56
ก.16	ภาพการตั่งค่าการเชื่อมต่อกับ PLC	57
ก.17	ภาพ Toolbar ของโปรแกรม SKTool 7.0	57
ก.18	ภาพการดาวน์โหลดโปรแกรมลง HMI	58
ข.1	แบบชุดฝึกควบคุมระบบอัตโนมัติควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิคคอลโทรลเลอร์	59
ข.2	แบบชุดคอนโทรเลอร์ของชุดฝึกควบคุมระบบอัตโนมัติควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิคคอลโทรลเลอร์	60
ข.3	ชุดแผงควบคุมของชุดฝึกควบคุมระบบอัตโนมัติควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิคคอลโทรลเลอร์	61
ค.1	ภาพการเลือกซื้อแผ่นอะคริลิค	62
ค.2	ภาพการเลือกซื้อดอกสว่าน	62
ค.3	ภาพการเลือกซื้อหางปลา	63
ค.4	ภาพการเลือกซื้อสายไฟ	63
ค.5	ภาพการใช้เครื่อง CNC ในการกัดแผ่นอะคริลิค	64
ค.6	ภาพของแผ่นอะคริลิคหลังจากผ่านการกัด	64
ค.7	ภาพอุปกรณ์ในชุดฝึก	65
ค.8	ภาพการมาร์คสายไฟ	65
ค.9	ภาพการ Wiring สายไฟ	66
ค.10	ภาพการเก็บสายไฟ	66
ค.11	ภาพการประกอบชุดฝึก	67
ค.12	ภาพการนำชุดฝึกลงในกล่องอะลูมิเนียม	67
ค.13	ภาพชุดฝึกเมื่อประกอบสำเร็จ	68

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

ในปัจจุบันระบบควบคุมอัตโนมัติ เข้ามามีส่วนร่วมกับการศึกษา และ โรงงานอุตสาหกรรมมากขึ้น สาขาเมคคาทรอนิกส์จึงเห็นความสำคัญในเรื่องนี้ ดังนั้นการเรียนการสอนในปัจจุบันจึงต้องพัฒนาตามการเปลี่ยนแปลง ซึ่งล้วนแล้วแต่ต้องใช้ครุภัณฑ์ประกอบการเรียนการสอนในภาคทฤษฎี และ ปฏิบัติ แต่ในปัจจุบันสาขาเมคคาทรอนิกส์นั้นขาดครุภัณฑ์ทางการเรียนการสอน ทำให้เกิดปัญหาด้านการเรียนการสอนทำให้ เรียนรู้ได้ไม่ทั่วถึง เป็นผลให้การเรียนการสอนไม่เต็มประสิทธิภาพเท่าที่ควร

ชุดฝึกควบคุมระบบอัตโนมัติควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์ เป็นชุดฝึกที่ใช้ในการออกแบบระบบอัตโนมัติ และ ออกแบบการเขียนโปรแกรมตามหลักสูตรการศึกษา ที่เรียนรู้มาเป็นต้นแบบแนวทางการสร้าง ในสื่อการเรียนการสอนของอาจารย์แต่ละท่านนั้น มีชุดฝึกควบคุมระบบอัตโนมัติ มาเกี่ยวข้องกับการเรียนการสอน แต่เนื่องจากสาขาเมคคาทรอนิกส์มีนักศึกษาที่เพิ่มขึ้นในแต่ละปี ทำให้ครุภัณฑ์ไม่เพียงพอต่อความต้องการ ดังนั้นเพื่อให้การเรียนการสอนครอบคลุมกับนักศึกษาทุกคน จึงมีแนวคิดที่จะจัดทำชุดฝึกควบคุมระบบอัตโนมัติควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์ขึ้นมา เพื่อให้ครุภัณฑ์เพียงพอสำหรับการเรียนการสอน และเสริมสร้างศักยภาพในด้านการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

จากเหตุผลดังกล่าวคณะผู้จัดทำจึงนำความรู้ที่ได้ศึกษาด้านระบบอัตโนมัติหรือชุดฝึกพื้นฐานที่เกี่ยวข้องมาประยุกต์สร้าง เป็นสื่อการสอนให้กับนักศึกษา และ แนวคิดที่จัดทำชุดฝึกควบคุมระบบอัตโนมัติควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์ขึ้นมา โดยอ้างอิงจากชุดฝึกมาตราฐานเพื่อให้การศึกษามีประสิทธิภาพ และ สามารถนำไปต่อยอดในอนาคตต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อออกแบบและสร้างชุดฝึกควบคุมระบบอัตโนมัติควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์

1.2.2 เพื่อจำลองการทำงานของชุดฝึกให้สามารถทำงานได้ตามเงื่อนไขที่กำหนด

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1.3.1 ใช้เป็นอุปกรณ์ควบคุมชุดฝึก (ชุด Modular Production System station)

1.3.2 ควบคุมการทำงานด้วย PLC ยี่ห้อ Mitsubishi สั่งการทำงานด้วยโปรแกรม GX Works3

1.3.3 ออกแบบและสร้าง ชุดฝึกควบคุมระบบอัตโนมัติควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์ จากชุดฝึกมาตราฐาน

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ชุดฝึกควบคุมระบบอัตโนมัติควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์

1.4.2 ได้ชุดฝึกที่สามารถจำลองการทำงานได้ตามเงื่อนไขที่กำหนด

1.5 แผนการดำเนินการ

ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินงาน

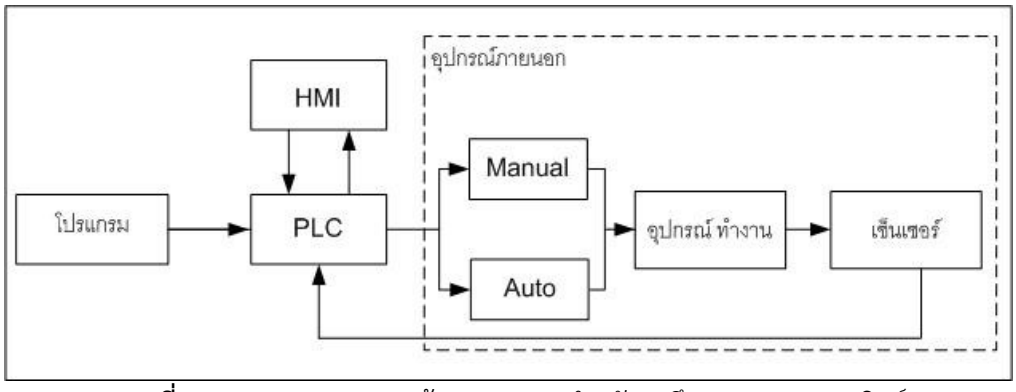
ขั้นตอนการดำเนินการ	กรกฎาคม				สิงหาคม				กันยายน				ตุลาคม			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1. ศึกษาค้นคว้าข้อมูล																
2. ออกแบบชิ้นงาน																
3. จัดหาวัสดุอุปกรณ์																
4. จัดทำโครงสร้างชิ้นงาน																
5. ทดสอบและวิเคราะห์ผล																
6. จัดทำปริญญานิพนธ์																

บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การออกแบบชุดฝึกควบคุมระบบอัตโนมัติควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์ ได้พิจารณาทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง และศึกษาค้นคว้าข้อมูลต่างๆ เพื่อทำความเข้าใจกับอุปกรณ์ต่างๆ จนสามารถประยุกต์การทำงาน และลงมือปฏิบัติตามความสามารถและความสนใจ โดยอาศัยหลักสูตรและทฤษฎีการเรียนรู้เป็นแนวทางการสร้างทฤษฎีที่เกี่ยวข้องนี้เป็นการกล่าวถึงเนื้อหาเกี่ยวกับการออกแบบชุดฝึกควบคุมระบบอัตโนมัติควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์ ที่อ้างอิงจากชุดฝึกศูนย์รับรองมาตรฐานฝีมือแรงงานแห่งชาติ

2.1 ภาพรวมของโครงงาน

ภาพรวมของการออกแบบชุดฝึกควบคุมระบบอัตโนมัติควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์ แสดงได้ดังภาพที่ 2.1 ซึ่งเขียนโปรแกรมเพื่อป้อนข้อมูลเข้าสู่ PLC ซึ่งชุดฝึกทำงานตามโปรแกรมที่เขียน โดยจะทำงาน Manual หรือ Auto ชุดฝึกควบคุมระบบอัตโนมัติควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์



ภาพที่ 2.1 ภาพรวมของการสร้างชุดควบคุมสำหรับชุดฝึกงานเมคคาทรอนิกส์

2.2 องค์ประกอบหลักของชุดฝึกควบคุมระบบอัตโนมัติ

ชุดฝึกควบคุมระบบอัตโนมัติควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์ ประกอบด้วยอุปกรณ์ในแผงควบคุม อุปกรณ์คอนโทรเลอร์

2.2.1 อุปกรณ์ในแผงควบคุม

1) เทอร์มินอล บล็อก (Terminal block) อุปกรณ์เชื่อมต่อระหว่างสายไฟด้านหนึ่งเข้ากับสายไฟอีกด้านหนึ่ง หรือใช้เป็นจุดพักสายไฟ เพื่อให้ง่ายและรวดเร็วในการต่อเข้ากับอุปกรณ์หรือเพื่อเก็บสายไฟให้เป็นระเบียบ สามารถตรวจสอบจุดที่มีปัญหาต่างๆ ได้ง่าย

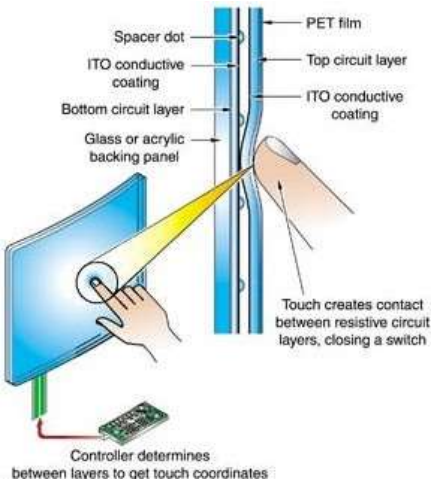
ข้อดีของเทอร์มินอล บล็อก คือติดตั้งง่ายยึดสายได้แน่นราคาถูกและ

ข้อเสียของเทอร์มินอล บล็อก คือทนอุณหภูมิได้น้อย

ภาพที่ 2.2 ภาพของเทอร์มินอลบล็อก ในชุดฝึกควบคุมระบบอัตโนมัติ [1]

2) จอสัมผัส (Touch screen proface) เป็นจอสัมผัสแบบ HMI ใช้ทำงานโดยการสื่อสารกันระหว่าง PLC และแสดงในรูปแบบกราฟฟิก ซึ่งเป็นรูปแบบปุ่มกดหน้าตู้ซึ่งเชื่อมต่อกับPLC แต่เป็นจอสัมผัสสามารถแสดงการทำงานของเครื่องจักร เช่นเวลา จำนวนรอบการทำงานและผู้ใช้งานยังสามารถกดเปิดปิดการทำงานของเครื่องจักรได้ที่หน้าจอสัมผัสได้เลย

ภาพที่ 2.3 ภาพจอสัมผัส ในชุดฝึกควบคุมระบบอัตโนมัติ [2]



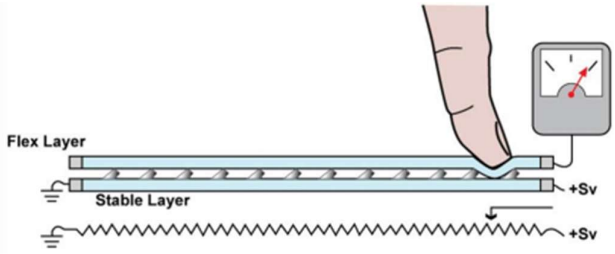
ภาพที่ 2.4 ภาพการทำงานของจอ ทัชสกรีน [2]

จากภาพที่ 2.4 เมื่อสัมผัสลงบนหน้าจอทัชสกรีน ผิวพลาสติกชั้นบนก็จะโค้งลง ไปสัมผัสกับแผ่นกระจกชั้นล่างทำให้ตัวนำไฟฟ้าที่ฉาบไว้แตะกันเกิดกระแสที่ วงจรทั้ง 4 ด้าน ส่งให้กับตัวประมวลผลของอุปกรณ์ออกมาเป็นพิกัด X , Y ชนิดของหน้าจอทัชสกรีนจะแบ่งออกได้ 2 ชนิดดังนี้

(1) หน้าจอแบบความต้านทาน (Resistive) เทคโนโลยีแบบความต้านทานถือว่าเป็นแบบที่ประหยัด และเหมาะกับการ ใช้งานประเภทต่างๆได้กว้างขวาง เช่น ในร้านอาหาร ร้านค้าที่ใช้เครื่อง POS งาน ควบคุมทางอุตสาหกรรมรวมทั้งใช้ในอุปกรณ์พกพาอย่าง PDA,MOBILE เป็นต้น ทัชสกรีน แบบความต้านทาน จะประกอบด้วย เลเยอร์ด้านบนที่ยืดหยุ่น และที่เลเยอร์ด้านล่างที่อยู่บน พื้นแข็งคั่นระหว่าง 2 เลเยอร์นี้ด้วยเม็ด ฉนวนซึ่งทำหน้าที่แยกไม่ให้ด้านในของทั้ง 2 เลเยอร์สัมผัสกัน เพราะด้านในของ 2 เลเยอร์นี้จะ เคลือบด้วยสารตัวนำไฟฟ้าที่มีคุณสมบัติ โปร่งแสง ในเวลาใช้งานจะมีการปล่อยกระแสที่เลเยอร์สารตัวนำและเมื่อกดที่ทัชสกรีน จะทำให้วงจร 2 เลเยอร์ต่อถึงกัน จากนั้นวงจรควบคุมก็จะคำนวณค่ากระแสไฟฟ้า ซึ่งจะแตกต่างไปตามตำแหน่งที่สัมผัสดังนั้นเมื่อคำนวณค่า กระแสตามแนวตั้งและแนวนอนก็จะได้ ตำแหน่งที่สัมผัสบนหน้าจอแบบความต้านทาน

ข้อดีของหน้าจอแบบความต้านทาน คือ ราคาไม่แพง สามารถใช้อะไรสัมผัสก็ได้ และ หาตำแหน่งที่สัมผัสได้ละเอียง

ข้อเสียของ หน้าจอแบบความต้านทาน คือ เกิดการเลื่อนจุดได้ง่าย

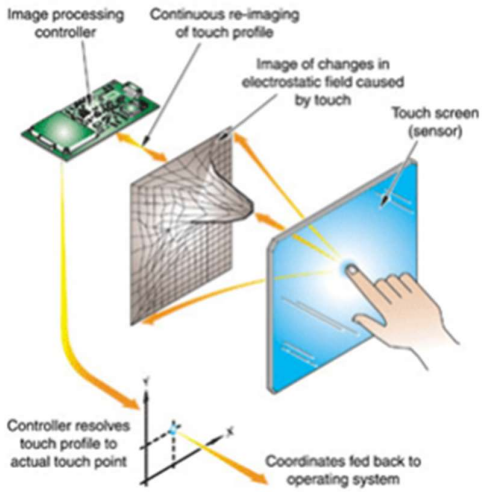


ภาพที่ 2.5 ภาพโครงสร้างของทัชสกรีนแบบความต้านทาน [2]

(2) หน้าจอแบบเก็บประจุ เทคโนโลยีแบบเก็บประจุมีคุณสมบัติที่โดดเด่นทั้งความทนทาน ความโปร่ง แสงมักเป็นที่นิยมใน Application ประเภทเกม Entertainment, ATM, Kiosk, อุปกรณ์ทางอุตสาหกรรมและ POS โครงสร้างของทัชสกรีนแบบเก็บประจุนั้น ประกอบด้วยแผ่นแก้วเคลือบผิวด้วยอ็อกไซด์ของโลหะแบบโปร่งแสง เมื่อถึงเวลาการใช้งานก็จะมีการป้อนแรงดันไฟฟ้าที่มุมทั้ง 4ของทัชสกรีน เพื่อสร้างสนามแม่เหล็กไฟฟ้าความเข้มสม่ำเสมอตลอด ทั่วทั้งแผ่น ผู้ใช้จะต้องใช้นิ้วมือเปล่าๆสัมผัสที่จอเพื่อดึงกระแสจากแต่ละมุมที่ให้แรงดันตกลง จากนั้นแผงวงจรควบคุมก็จะคำนวณเป็นตำแหน่งที่สัมผัสได้

ข้อดีของหน้าจอแบบเก็บประจุ คือ แสงจากหน้าจอสามารถผ่านออกมาได้ ภาพจึงชัด และหาตำแหน่งที่สัมผัสได้ละเอียด สามารถสัมผัสด้วยนิ้ว

ข้อเสียของหน้าจอแบบเก็บประจุ คือ ราคาแพง



ภาพที่ 2.6 ภาพโครงร้างของจอทัชสกรีนแบบเก็บประจุ [2]

3) ฟิวส์ (Fuse) เป็นอุปกรณ์นิรภัยชนิดหนึ่งที่อยู่ในเครื่องใช้ไฟฟ้าโดยจะป้องกันการลัดวงจร และการใช้กระแสเกินในวงจรไฟฟ้า โดยจะหลอมละลาย และตัดกระแสไฟออกจากวงจรเพื่อป้องการอุปกรณ์เสียหาย

ภาพที่ 2.7 ฟิวส์ในชุดฝึกควบคุมระบบอัตโนมัติ [3]

4) สวิตช์ (Rocker switch) เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดหนึ่งที่ใช้ควบคุมวงจรกระแสไฟฟ้าทำหน้าที่เปิดกระแสไฟหรือตัดกระแสไฟไม่ให้ไหลเข้าสู่เครื่องใช้ไฟฟ้า

ภาพที่ 2.8 สวิตช์ในชุดฝึกควบคุมระบบอัตโนมัติ [4]

2.2.2 อุปกรณ์คอนโทรเลอร์

พีแอลซี (Programmable logic control) อุปกรณ์ควบคุมการทำงานของเครื่องจักรหรือระบบการทำงานต่างๆ ซึ่งมีการทำงานคล้ายคลึงกับโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ที่ PLC จะมีส่วนที่เป็นอินพุตที่ต่อเข้ากับตัวตรวจหรือสวิตช์ต่างๆ และเอาต์พุตจะต่อออกไปควบคุมการทำงานของอุปกรณ์หรือเครื่องจักรได้ทันที ควบคุมการทำงานโดยการป้อนโปรแกรมคำสั่งเข้าไปใน PLC โดยมี Microprocessor เป็นสมองสั่งการสำคัญ ซึ่งในปัจจุบันเครื่อง PLC สามารถควบคุมการทำงานของระบบให้มีความยืดหยุ่น และประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น จึงจะเห็นได้ว่า โรงงานอุตสาหกรรมส่วนใหญ่เปลี่ยนมาใช้ PLC มากขึ้น

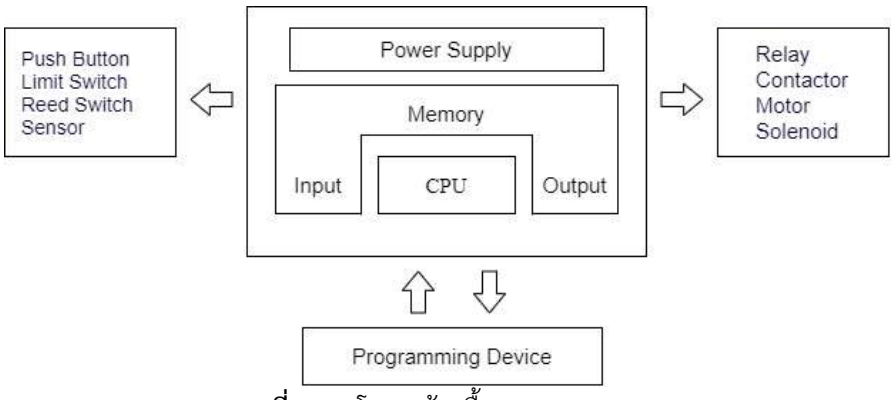
ภาพที่ 2.9 ภาพPLC ในชุดฝึกควบคุมระบบอัตโนมัติ [5]

2.3 โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์

ระบบควบคุมอัตโนมัติในโรงงานอุตสาหกรรมได้มีการพัฒนาขึ้นมาเป็นลำดับเริ่มตั้งแต่การควบคุมด้วยระบบรีเลย์ ต่อมาวิทยาการทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ได้เข้ามามีบทบาทระบบการควบคุมอยู่ในรูปของบอร์ดอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งในการควบคุมทั้งสองแบบยังมีข้อเสียอยู่มาก เพราะเป็นระบบทางด้านฮาร์ดแวร์ และมีขนาดที่ใหญ่สิ้นเปลืองเนื้อที่การปรับปรุงแก้ไขเปลี่ยนแปลงทำได้ยาก ปัจจุบันได้มีการพัฒนาเทคโนโลยีทางด้านไมโครโพรเซสเซอร์ได้นำอุปกรณ์ Programmable logic controller (PLC) เพื่อนำไปใช้ควบคุมระบบการผลิตต่างๆ ในโรงงานอุตสาหกรรมให้มีการทำงานอัตโนมัติ

2.3.1 โครงสร้างพื้นฐานของ PLC

PLC เป็นอุปกรณ์ควบคุมการทำงานของเครื่องจักรในกระบวนการผลิตของระบบอุตสาหกรรมอัตโนมัติเป็นหน่วยประมวลผลสั่งการรับข้อมูลจากภาคอินพุตเข้าไปประมวลผล และส่งข้อมูลที่ประมวลผลออกไปยังภาคเอาต์พุตเพื่อนำไปควบคุมการทำงานของเครื่องจักรโดยการเขียนโปรแกรมคำสั่งเข้าไปเก็บในหน่วยความจำของ PLC



ภาพที่ 2.10 โครงสร้างพื้นฐานของ PLC [6]

โครงสร้างพื้นฐานของ PLC แบ่งออกได้ดังนี้

1) ตัวประมวลผล Central processing unit (CPU) ทำหน้าที่คำนวณและควบคุม ซึ่งเปรียบเสมือนสมองของ PLC ภายในประกอบด้วยวงจรลอจิกหลายชนิดและมีไมโครโพรเซสเซอร์เบส (Microprocessor based) ใช้แทนอุปกรณ์จำพวกรีเลย์ เคาน์เตอร์/ไทม์เมอร์ และซีเควนเซอร์ เพื่อให้ผู้ใช้สามารถออกแบบวงจรโดยใช้ Relay ladder diagram ได้ CPU รับข้อมูลจากอุปกรณ์อินพุตต่างๆ จากนั้นทำการประมวลผลและเก็บข้อมูลโดยใช้โปรแกรมจากหน่วยความจำ หลังจากนั้นส่งข้อมูลที่เหมาะสมและถูกต้องออกไปยังอุปกรณ์เอาต์พุต

ภาพที่ 2.11 ภาพ PLC Mitsubishi FX5U [5]

2) หน่วยความจำ (Memory unit) ทำหน้าที่เก็บรักษาโปรแกรม และข้อมูลที่ใช้ในการทำงานโดยขนาดของหน่วยความจำถูกแบ่งออกเป็นบิตข้อมูล (Data bit) ภายในหน่วยความจำ 1 บิต มีค่าสภาวะทางลอจิก 0 หรือ 1 แตกต่างกันแล้วแต่คำสั่ง ซึ่ง PLC ประกอบด้วยหน่วยความจำสองชนิดคือ ROM และ RAM

3) หน่วยอินพุต-เอาต์พุต (Input-Output unit) ส่วนของอินพุตและเอาต์พุต (VO Unit) ต่อร่วมกับชุดควบคุมเพื่อรับสภาวะและสัญญาณต่างๆ เช่น หน่วยอินพุตรับสัญญาณหรือสภาวะแล้วส่งไปยัง CPU เพื่อประมวลผล เมื่อ CPU ประมวลผลแล้วส่งให้ส่วนของเอาต์พุต เพื่อให้อุปกรณ์ทำงานตามที่โปรแกรมเอาไว้

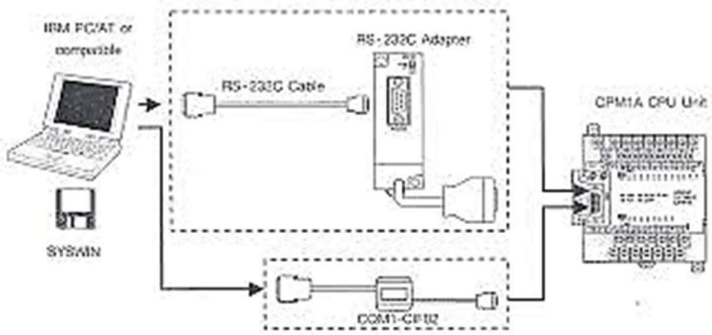
(1) หน่วยอินพุต (Input unit) สัญญาณอินพุตจากภายนอกที่เป็นสวิตช์และตัวตรวจจับชนิดต่างๆ ถูกแปลงให้เป็นสัญญาณที่เหมาะสมถูกต้อง ทั้ง AC และ DC เพื่อส่งให้ CPU ดังนั้น สัญญาณเหล่านี้ต้องมีความถูกต้องเพื่อไม่ให้ CPU เกิดความเสียหาย

ภาพที่ 2.12 ภาพตัวอย่างอุปกรณ์ทางด้านอินพุตของ PLC [7]

(2) หน่วยเอาต์พุต ทำหน้าที่รับข้อมูลจากตัวประมวลผลแล้วส่งต่อข้อมูลไปควบคุมอุปกรณ์ภายนอกเช่น รีเลย์ หลอดไฟ มอเตอร์ และโซลินอยด์วาล์ว เป็นต้น

ภาพที่ 2.13 ภาพตัวอย่างอุปกรณ์ทางด้านเอาต์พุตของ PLC [7]

4) อุปกรณ์ต่อร่วม (Peripheral device) อุปกรณ์ที่ใช้ในการต่อกับ PLC เพื่อใช้สำหรับการเขียนโปรแกรม และป้อนโปรแกรมเข้าสู่ PLC และซอฟต์แวร์ที่รองรับการเขียนโปรแกรมของ PLC Mitsubishi FX5U คือซอฟต์แวร์ที่ชื่อว่า GX Works3



ภาพที่ 2.14 แหล่งจ่ายกำลังไฟ PLC [8]

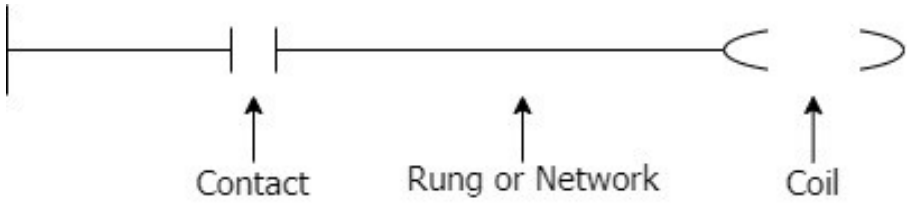
2.3.2 ภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม

ปริญญานิพนธ์นี้ได้ใช้ PLC ยี่ห้อ Mitsubishi รุ่น FX5U ควบคุมเครื่องจักร ซึ่งสามารถเขียนโปรแกรมได้ 3 ภาษา ดังนี้

1) Ladder diagram (LAD) คือ ภาษาการเขียนโปรแกรมที่มีลักษณะเป็นเหมือนหน้าสัมผัสเปิด - ปิด คล้ายกับวงจรรีเลย์

2) Function block diagram (FBD) คือ ภาษาการเขียนโปรแกรมที่อิงอยู่กับ ลอจิกแบบกราฟิกสัญลักษณ์ที่ใช้ในพีชคณิตบูลีน

3) Structured text (ST) คือ การใช้ข้อความและภาษาการเขียนโปรแกรมในระดับสูงภาษาที่นิยมใช้เขียนโปรแกรม PLC คือ ภาษาแลดเดอร์ไดอะแกรม มีโครงสร้างพื้นฐานมาจากวงจรควบคุมแบบรีเลย์ ซึ่งประกอบด้วยหน้าสัมผัส (Contact) สำหรับสัญญาณอินพุตและมีคอยล์ (Coil) เป็นสัญญาณเอาต์พุต โดยที่เส้นแนวนอนเรียกว่ารัง (Rung) หรือเน็ตเวิร์ค (Network)



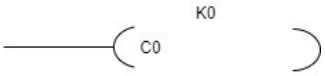
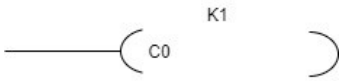
ภาพที่ 2.15 โครงสร้างของภาษาแลดเดอร์ไดอะแกรม [13]

2.3.3 คำสั่งที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม

ตารางที่ 2.1 สัญลักษณ์และความหมายของคำสั่งที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมภาษาแลดเดอร์

คำสั่ง	สัญลักษณ์	ความหมาย
Normally open		Normally open เป็นคำสั่งหน้าสัมผัส เปิด และปิดเมื่อ Input เป็น 1
Normally close		Normally close เป็นคำสั่งหน้าสัมผัสปิด และเปิดเมื่อ Input เป็น 1

ตารางที่ 2.1(ต่อ) สัญลักษณ์และความหมายของคำสั่งที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมภาษาแลดเดอร์

คำสั่ง	สัญลักษณ์	ความหมาย
Output coil		Output coil เป็น คำสั่งการแสดงผลของ Output
Set		Set เป็นคำสั่งเซ็ตค่าทำให้ค่าลอจิก เป็น “1”
Reset		Reset เป็นคำสั่งรีเซ็ตค่าทำให้ค่าลอจิกเป็น “0”
Timer		อุปกรณ์ตั้งเวลาให้สัญญาณ ON เมื่อครบเวลา
Counter		อุปกรณ์นับให้สัญญาณ ON เมื่อครบจำนวน
Move		คำสั่ง Move เป็นคำสั่งที่ทำหน้าที่ในการนำข้อมูล Data ไปจัดเก็บใน จุดที่ต้องการ ส่วนมากย้ายไปเก็บที่ปลายทาง

2.4 ทฤษฎีพื้นฐานด้านดิจิตอล

2.4.1 ระบบเลขฐาน (Number system)

จัดเป็นระบบตัวเลขที่ใช้งานอยู่ใน PLC ดังนั้นผู้ใช้จึงต้องมีความจำเป็นที่จะต้องศึกษาระบบเลขฐาน เพื่อการใช้งานที่ถูกต้อง ระบบเลขฐานที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม PLC นั้น จะมีอยู่ 3 ระบบ

1) ระบบเลขฐานสอง (Binary: BIN) มีตัวเลขไม่ซ้ำกันอยู่ทั้งหมด 2 ตัว คือ 0 และ 1

2) ระบบเลขฐานสิบ (Decimal: BCD) มีตัวเลขไม่ซ้ำกันอยู่ ทั้งหมด 10 ตัว คือ 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 หรือเรียกอีกยางหนึ่งว่า BCD Code

3) ระบบเลขฐานสิบหก (Hexadecimal: HEX) มีตัวเลขที่ไม่ซ้ำกันอยู่ทั้งหมด 16 ตัว คือ 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 A B C D E F [15]

ตารางที่ 2.2 การแสดงความสัมพันธ์ของเลขฐานต่าง ๆ

Decimal	Binary	Hexadecimal
0	0000	0
1	0001	1
2	0010	2
3	0011	3
4	0100	4
5	0101	5
6	0110	6
7	0111	7
8	1000	8
9	1001	9
10	1010	A
11	1011	B
12	1100	C
13	1101	D
14	1110	E
15	1111	F

2.5 ทฤษฎีพื้นฐานด้านลอจิก

เมื่อทราบหลักการของเลขฐานชนิดต่าง ๆ แล้ว หลักการทำงานของ พีแอลซีก็ยังใช้ตรรกะลอจิก เพื่อทำให้เกิดสัญญาณเอาต์พุตที่มีเงื่อนไขต่าง ๆ หลักการ ทำงานของวงจรตรรกะ มีดังนี้ วงจรตรรกะ หมายถึง วงจรไฟฟ้าที่ประกอบไปด้วยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์หรือระดับรีเลย์ที่ มีสัญญาณเพียง 2 ระดับ หรือ 2 เหตุการณ์ที่แตกต่างกัน เช่น การเปิดปิดวาล์ว การปิดเปิดสวิตช์ เป็นต้น วงจรตรรกะ มี 2 ชนิด คือ แบบบวก (Positive logic) แบบลบ (Negative logic) ลอจิกแบบบวก จะใช้สัญญาณไฟฟ้าระดับสูงแทนสภาวะลอจิก "1" และใช้สัญญาณไฟฟ้าระดับต่ำแทนสภาวะ ลอจิก "0" ส่วนวงจรลอจิกแบบลบจะใช้สัญญาณไฟฟ้าระดับต่ำ แทนสภาวะลอจิก "1" และใช้สัญญาณไฟฟ้าระดับสูง แทนสภาวะลอจิก "0" สภาวะทางลอจิก คือ สภาวะที่ "1" หรือ "0" ใช้แทนการทำงานของ

อุปกรณ์ที่เปลี่ยนแปลง สองสภาวะ ระบบควบคุมที่ใช้รีเลย์ และพีแอลซีจะนำเอาสภาวะของอุปกรณ์เหล่านี้มาปฏิบัติลอจิก ด้วยกันเพื่อให้เข้ากันกับเงื่อนไขที่ควบคุมปฏิบัติการลอจิกประกอบด้วย AND OR และ NOT เพื่อ ทำให้สภาวะอินพุตต่าง ๆ เช่น A , B ทำให้เกิด Y เป็นต้น

พีชคณิตบูลีนมีไว้สำหรับอธิบายความสัมพันธ์ทางลอจิกทำให้เข้าใจได้ง่ายขึ้น ตัวอยางเช่น สมการบบูลีนที่เขียนไว้ดังนี้Y (แสงไฟฟ้า) = A (สวิตช์) . B (หลอดไฟ) วงจรลอจิกที่ใช้วิธีการเดินสายไฟเชื่อมอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น รีเลย์ สวิตช์ซึ่งมีความยุ่งยาก และสามารถแก้ไขเพิ่มเติมส่วนต่าง ๆ ได้ค่อนข้างยุ่งยาก ส่วน พีแอลซีใช้โปรแกรมลอจิกกาหนดเงื่อนไขในการควบคุมแทนการเดินสายไฟเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่าง ๆ ทำให้มีความสะดวกกวาวิธีการข้างต้น

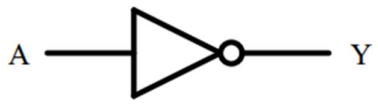
พีแอลซี แทนวงจรรีเลย์ด้วยปฏิบัติการทางลอจิก AND OR และ NOT ซึ่งกำหนดตามเงื่อนไขที่ต้องการควบคุมโดยใช้คำสั่งหรือภาษา PC (PC language) ภาษาพื้นฐานที่ พีแอลซีใช้ในการควบคุม "ON" หรือ "OFF"คือ ภาษาแลดเดอร์และภาษาบูลีน ภาษาแลดเดอร์ใช้สัญลักษณ์ของหน้าสัมผัสในการเขียนโปรแกรม โดยการเปลี่ยนวงจรรีเลย์ให้เป็นโปรแกรม พีแอลซีนั้นทำได้โดยใช้หน้าสัมผัสภาษาแลดเดอร์แทนสัญลักษณ์รีเลย

การทำงานของอุปกรณ์ทางดิจิตอลนั้น (Digital equipment) จะอยู่บนหลักการพื้นฐานของลอจิกพื้นฐาน 3 ตัว คือ AND OR และ NOT แต่ละตัวจะมีหลักการของตัวเองและสัญลักษณ์ของตัวเองจะยกตัวอย่างต่อไปนี้ กำหนดให้ Y เป็นเอาต์พุต (Output) และสัญญาณอินพุต (Input) ให้เป็นตัวอักษร ABC ส่วนเลข 1 หมายถึงมีสัญญาณ เลข 0 หมายถึงไม่มี [15]

2.6 ทฤษฎีลอจิกเกต

พีแอลซีทำงานด้วยหลักการของ Binary ก็คือ เป็นอย่างใดอย่างหนึ่งใน 2 สถานะ เช่น สูงหรือต่ำ ปิดหรือเปิด "0" หรือ "1" จะใช้เกตเป็นสัญญาลักณ์ของวงจรที่ใช้แทนลอจิก ระบบที่เรียกว่าพีชคณิตบูลีนที่ใช้แสดงอินพุตและเอาต์พุต เกตพื้นฐานมีดังนี้

2.6.1 อินเวอร์เตอร์ (Inverter-not) อินเวอร์เตอร์เกตเป็นเกตที่มี 1 อินพุต 1 เอาต์พุต วงจรให้เอาต์พุตที่ตรงข้ามกับอินพุต เช่น ถ้าอินพุตเป็น "0" เอาต์พุตจะเป็น "1" ถ้าอินพุตเป็น "1" เอาต์พุตจะเป็น [15]



รูปที่ 2.16 อินเวอร์เตอร์ (Inverter-not) [14]

ตารางที่ 2.3 แสดงค่าอินพุตและเอาต์พุตของ Inverter-not

A	Y
0	1
1	0

2.6.2 แอนด์เกต (AND gate) เป็นเกตที่มีตั้งแต่สองอินพุตขึ้นไป มี 1 เอาต์พุต วงจรให้เอาต์พุตเป็น "1" เมื่อ อินพุตทุกตัวมีค่าเป็น "1"กรณีอื่น ๆ เอาต์พุตจะมีค่าเป็น "0"

รูปที่ 2.17 แอนด์เกต (AND gate) [14]

ตารางที่ 2.4 แสดงค่าอินพุตและเอาต์พุตของ AND gate

A	B	Y
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

2.6.3 ออร์เกต (OR gate) เป็นเกตที่มีตั้งแต่สองอินพุตขึ้นไป มี 1 เอาต์พุต วงจรให้เอาต์พุตเป็น "1" เมื่อตัว ใดตัวหนึ่งมีค่าเป็น "1" เมื่ออินพุตทุกตัวมีค่าเท่ากับ "0" เอาต์พุตจะมีค่าเป็น 0

รูปที่ 2.18 ออร์เกต (OR gate) [14]

ตารางที่ 2.5 แสดงค่าอินพุตและเอาต์พุตของ OR gate

A	B	Y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

2.6.4 แนนด์เกต (NAND gate) เป็นเกตที่มีตั้งแต่สองอินพุตขึ้นไป มีการทำงานตรงข้ามกับแอนด์เกต (วงจรให้ เอาต์พุตเป็น"0" เมื่ออินพุตทุกตัวมีค่าเป็น "1"กรณีอื่น ๆ ค่าเอาต์พุตจะมีค่าเป็น "1")

รูปที่ 2.19 แนนด์เกต (NAND gate) [14]

ตารางที่ 2.6 แสดงค่าอินพุตและเอาต์พุตของ NAND gate

A	B	Y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

2.6.5 นอร์เกต (NOR gate) เป็นเกตที่มีตั้งแต่สองอินพุตขึ้นไป มีการทำงานตรงข้ามกับออร์เกต (วงจรจะให้ เอาต์พุตเป็น "0" ก็ต่อเมื่ออินพุตตัวใดตัวหนึ่งมีค่าเป็น "1")

รูปที่ 2.20 นอร์เกต (NOR gate) [14]

ตารางที่ 2.7 แสดงค่าอินพุตและเอาต์พุตของ NOR gate

A	B	Y
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

2.6.6 เอ็กซ์คลูซิฟนอร์เกต (X-NOR gate) เป็นเกตที่มี 2 อินพุต 1 เอาต์พุต วงจรให้เอาต์พุตเป็น "1" เมื่ออินพุตมีค่า เหมือนกันให้เอาต์พุตเป็น "0" เมื่ออินพุตมีค่าต่างกัน

รูปที่ 2.21 เอ็กซ์คลูซิฟนอร์เกต (X-NOR gate) [14]

ตารางที่ 2.8 แสดงค่าอินพุตและเอาต์พุตของ X-NOR gate

A	B	Y
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

2.6.7 เอ็กซ์คลูซิฟออร์เกต (X-OR gate) เป็นเกตที่มี 2 อินพุต 1 เอาต์พุต วงจรให้เอาต์พุตเป็น "1" เมื่ออินพุตมีค่าต่างกันให้เอาต์พุตเป็น "0" เมื่ออินพุตมีค่าเหมือนกัน

รูปที่ 2.22 เอ็กซ์คลูซิฟออร์เกต (X-OR gate) [14]

ตารางที่ 2.9 แสดงค่าอินพุตและเอาต์พุตของ X-OR gate

A	B	Y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

2.7 ทฤษฎีที่ใช้ในการสร้างชุดควบคุมสำหรับชุดฝึกควบคุมระบบอัตโนมัติ

ชุดควบคุมสำหรับชุดฝึกควบคุมระบบอัตโนมัติด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์ ชุดฝึกจึงต้องใช้หลักการการคำนวณหาการเลือกใช้ขนาดของฟิวส์ให้เหมาะสม ทำได้โดยการคำนวณหาปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านอุปกรณ์และเครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ รวมกันโดยใช้ความสัมพันธ์

สูตรการคำนวณหากระแสไฟฟ้าเพื่อเลือกขนาดของฟิวส์

$$I = \frac{P}{E} \tag{2.1}$$

เมื่อ I = กระแสไฟฟฟ้ามีหน่วยเป็น แอมแปร์ (A)

P = กำลังไฟฟ้ามีหน่วยเป็น วัตต์ (W)

E = ค่าความต่างศักย์มีหน่วยเป็น โวลต์ (V)

สูตรการคำนวณหาแรงเฉือนที่จะทำให้เกิดความเสียหายกับวัสดุ

$$F = \tau_d \times d \times t \tag{2.2}$$

เมื่อ τ_d = ความเค้นเฉือนของวัสดุมีหน่วยเป็น (N/m^2)

d = ความกว้างของแผ่นวัสดุมีหน่วยเป็น (m)

t = ความหนาของวัสดุมีหน่วยเป็น (m)

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การทำชุดฝึกควบคุมระบบอัตโนมัติควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์ครั้งนี้ เป็นชุดฝึกควบคุมสำหรับชุดฝึกงานด้วยระบบ Manual หรือ Auto ซึ่งมีหลักการของการศึกษาปฏิบัติ ดังนี้

2.8.1 เป็นการเรียนการสอนที่นักศึกษาต้องลงมือปฏิบัติตามความสามารถความถนัด นักศึกษาจึงใช้เวลาส่วนใหญ่เรียนด้วยตัวเองหรือจากสื่อ

2.8.2 เป็นการเรียนการสอนเน้นลงมือปฏิบัติด้วยตัวเอง เพื่อให้มีศักยภาพในด้านนี้มากยิ่งขึ้น

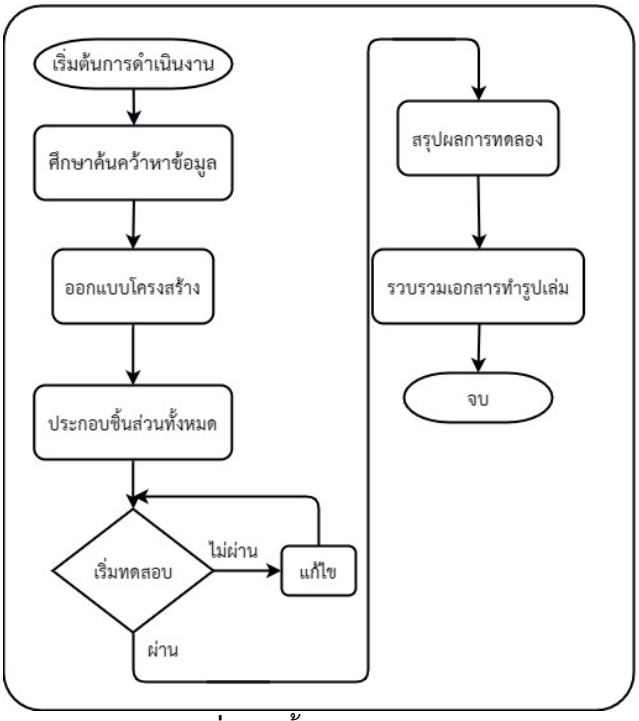
2.8.3 ใช้สื่อประเภทต่างๆ เป็นเครื่องมือในการศึกษาเพราะในปัจจุบันระบบอัตโนมัติ หรือ PLC เริ่มเข้ามามีส่วนร่วมกับการทำงานและการศึกษามากขึ้น ความรู้ส่วนใหญ่จะมีการใช้สื่อผสมโดยการสื่อประเภทปฏิบัติและทำตามเป็นหลัก

ชนิตา เพ็ชรหิน (2560) โครงงานสหกิจศึกษานี้นำเสนอการออกแบบ และสร้างเครื่องทดสอบการรั่วซึมของหม้อน้ำรถยนต์แบบอัตโนมัติควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (พีแอลซี) ณ บริษัท ซีเอชโอโตพาร์ต จำกัด เครื่องทดสอบนี้ถูกออกแบบโดยใช้วิธีการทดสอบแบบแห้งการทดสอบทำ ได้โดยการใช้อากาศที่มีแรงดันผ่านหม้อน้ำที่ปิดผนึก อากาศที่มีแรงดันในหม้อน้ำถูกวัดและแสดงผลถ้าความดันเพิ่มขึ้นอย่างสม่ำเสมอในหม้อน้ำนั่นหมายความว่าหม้อน้ำไม่มีการรั่วซึม แต่ถ้าความดันลดลงอย่างฉับพลันนั่นหมายความว่าหม้อน้ำมีการรั่วซึมแล้วหม้อน้ำนั้นก็ถูกส่งกลับไปทำการแก้ไข้ขั้นตอนเริ่มต้น ด้วยการออกแบบโครงสร้างทางกลของเครื่องก่อนการเชื่อมต่อระหว่าง PLC และอุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุตถูกออกแบบ และติดตั้งจากนั้นชุดคำสั่งของPLC ถูกโปรแกรม ทฤษฎีและหลักการทำงานของส่วนประกอบของเครื่องทดสอบการรั่วซึมนี้ตลอดจนชุดคำสั่งของพีแอลซีได้ถูกนำเสนอไว้อย่างละเอียดในรายงานฉบับนี้ [15]

บทที่ 3
ขั้นตอนการดำเนินการ

การออกแบบชุดฝึกควบคุมระบบอัตโนมัติควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์ ใช้บอร์ดควบคุมการทำงานและป้อนค่าต่างๆ ให้ PLC Mitsubishi FX5U 32-MR/ES ประมวลผล ใช้โปรแกรม GX work3 เขียนคำสั่งควบคุมการทำงานด้วยภาษาแลดเดอร์ ออกแบบการควบคุมเครื่องจักรด้วยระบบอัตโนมัติตามกระบวนการที่กำหนด มีรายระเอียดดังนี้

3.1 ขั้นตอนการออกแบบ



ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการทำงาน

เมื่อเริ่มขั้นการดำเนินงานโดยคณะผู้จัดทำต้องปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษาหลังจากนั้นต้องทำการศึกษาค้าข้อมูลเกี่ยวกับสิ่งที่จะทำ ขั้นตอนถัดไปทางคณะผู้จัดทำต้องทำการออกแบบโครงสร้างของตัวเครื่อง และตำแหน่งการจัดวางเพื่อให้มีความเป็นระเบียบเรียบร้อย และดำเนินการสั่งซื้ออุปกรณ์ต่างๆเพื่อใช้ในการประกอบเข้าด้วยกัน เมื่อเสร็จเรียบร้อยแล้วทางคณะผู้จัดทำจึงได้ทำการทดสอบตามกระบวนการเพื่อที่จะสามารถสรุปผลการทดลองให้ตรงตามมาตราฐานเพื่อนำไปใช้ในการรวบรวมเอกสารทำเป็นรูปเล่ม

3.2 หน้าที่และการทำงานของอุปกรณ์

ตารางที่ 3.1 ตารางแสดงหน้าที่การทำงานของอุปกรณ์

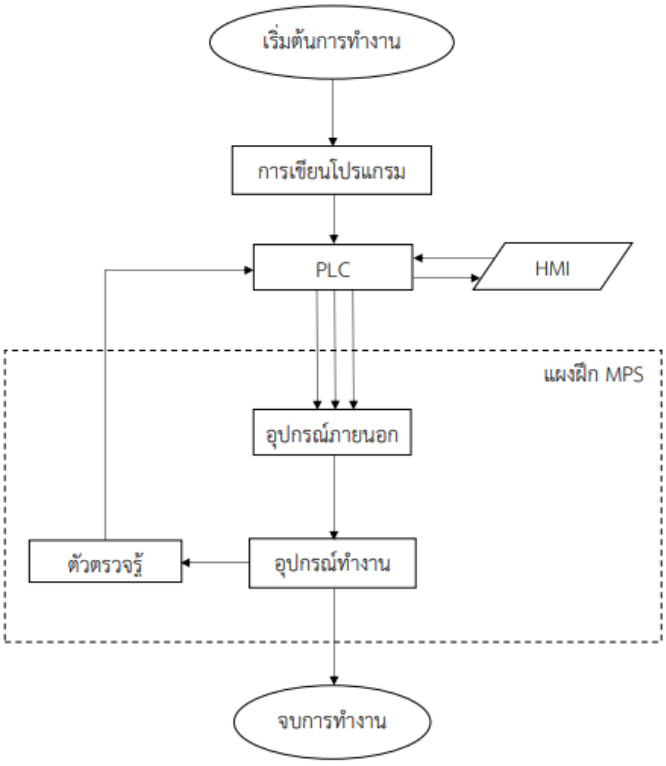
อุปกรณ์	หน้าที่
เทอร์มินอล บล็อก (Terminal block)	ทำหน้าที่ เป็นสะพานไฟ Input และ Output และเป็นจุดเชื่อมต่อไปยังชุด PLC
จอสัมผัส (Touch screen proface) ยี่ห้อ Samkoon HMI SK-070HS ใช้แรงดันไฟ 24 VDC	ทำหน้าที่ สื่อสารกันระหว่าง PLC และแสดงในรูปแบบกราฟิก ซึ่งเป็นรูปแบบปุ่มกดหน้าตู้ซึ่งเชื่อมต่อกับPLC แต่เป็นจอสัมผัส
PLC (Programmable logic control) ยี่ห้อ PLC Mitsubishi FX5U ใช้แรงดันไฟ 24 VDC	ทำหน้าที่ ควบคุมการทำงานของเครื่องจักร และระบบการทำงานต่างๆ ซึ่งมีการทำงานคล้ายคลึงกับโปรแกรมคอมพิวเตอร์

ตารางที่ 3.1 ตารางแสดงหน้าที่การทำงานของอุปกรณ์ **(ต่อ)**

อุปกรณ์	หน้าที่
ฟิวส์ (Fuse) ใช้แรงดันไฟ 220 VAC	 ทำหน้าที่ ป้องกันการลัดวงจร และการใช้กระแสเกินในวงจรไฟฟ้า
สวิตช์ (Rocker switch)	 ทำหน้าที่ เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ควบคุมวงจรกระแสไฟฟ้าทำหน้าที่เปิดกระแสไฟ

3.3 หลักการทำงานของชุดฝึก

หลักการทำงานของชุดควบคุมสำหรับชุดฝึกควบคุมระบบอัตโนมัติควบคุมด้วยระบบโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์จากการได้ศึกษาข้อมูลจึงทำการเขียนวงจร Flow chart ดังนี้



ภาพที่ 3.2 ผังการทำงานของของชุดฝึก

3.4 ออกแบบโครงสร้างชุดฝึก

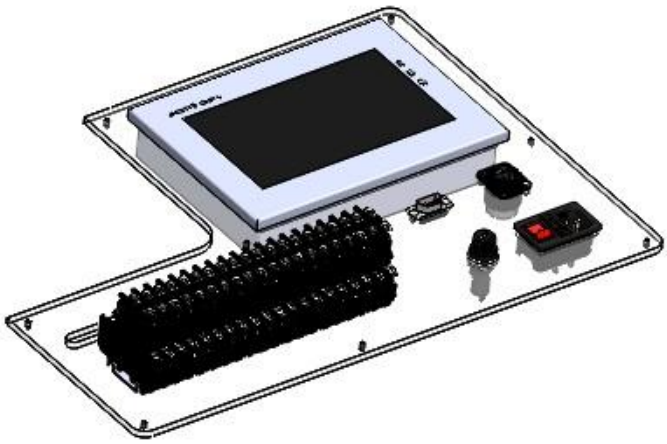
องค์ประกอบหลักของชุดควบคุมสำหรับชุดฝึกงานเมคคาทรอนิกส์ ที่อ้างอิงจากชุดฝึกศูนย์รับรองมาตรฐานฝีมือแรงงานแห่งชาติ จะแบ่งเป็น 2 ส่วน

3.4.1 ชุดคอนโทรเลอร์

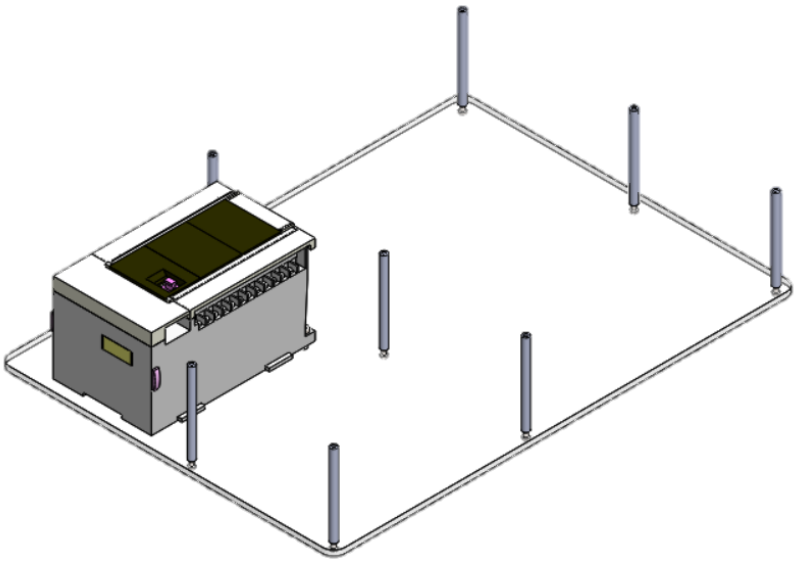
มีหน้าที่ประมวลผลอินพุต และ ควบคุมการทำงานของเอาต์พุต

3.4.2 ชุดแผงควบคุม

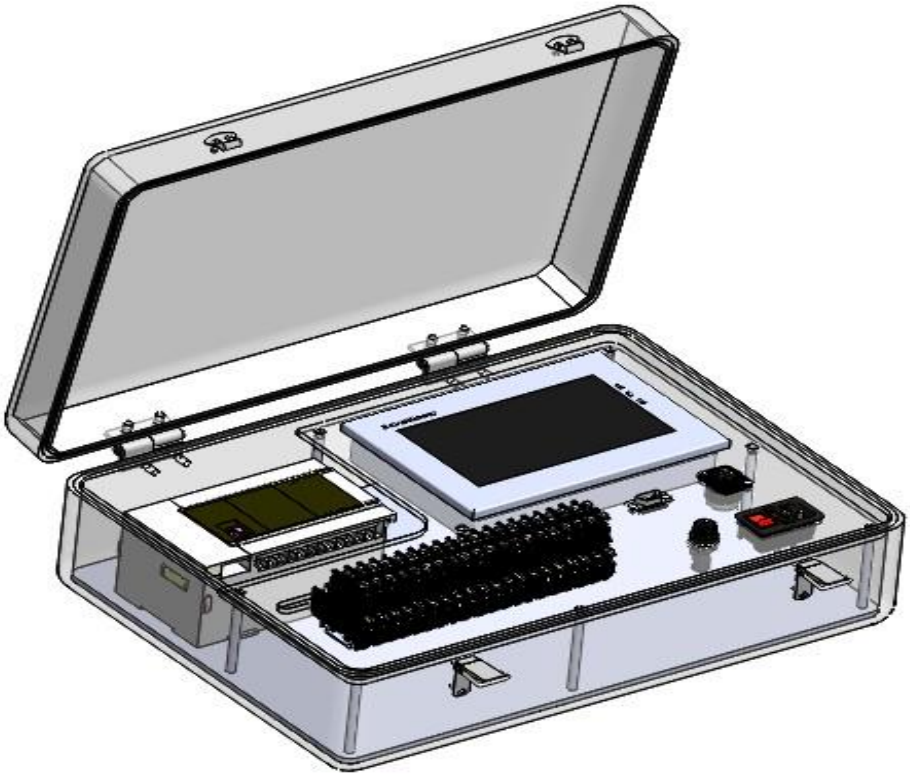
มีหน้าที่รับข้อมูลจากผู้ใช้นำไปประมวลผล และ แสดงผลข้อมูลโดยจอHMI



ภาพที่ 3.3 ภาพรวมโครงสร้างของแผงควบคุมชุดฝึก



ภาพที่ 3.4 ภาพรวมโครงสร้างของชุดคอลโทรเลอร์

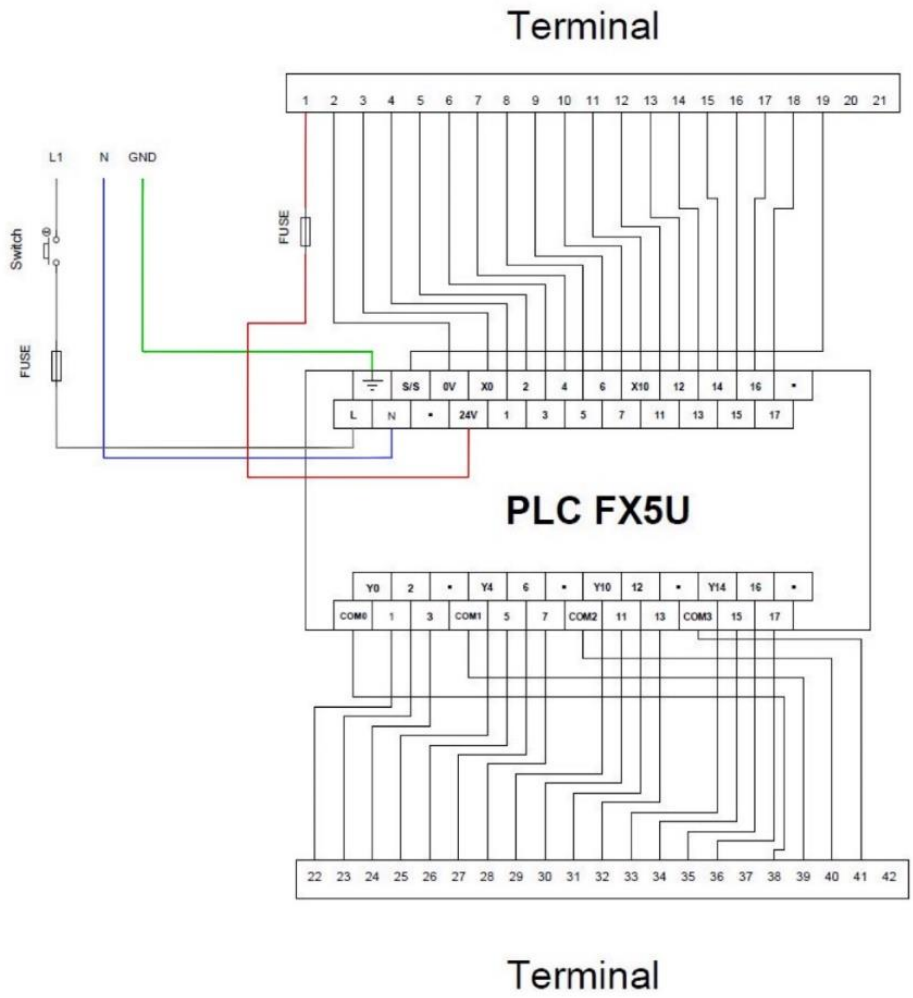


ภาพที่ 3.5 ภาพรวมโครงสร้างของชุดฝึก

จากภาพที่ 3.5 คือแบบของชุดฝึกควบคุมระบบอัตโนมัติควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์ ที่นำส่วนชุดคอนโทรเลอร์ และชุดแผงควบคุม ที่ทำการประกอบเสร็จแล้วนำประกอบเข้าด้วยกันแล้วใส่ไว้ในกระเป๋าอลูมิเนียม ซึ่งในส่วนของชุดคอนโทรเลอร์จะประกอบไปด้วย PLC Mitsubishi FX5U แผ่นรอง และเสาอะคริลิค ส่วนของชุดแผงควบคุม ซึ่งอุปกรณ์หลักๆจะประกอบไปด้วย Touch screen ยี่ห้อ Samkoon HMI SK-070HS และ Terminal block

3.5 การต่อวงจรไฟฟ้า

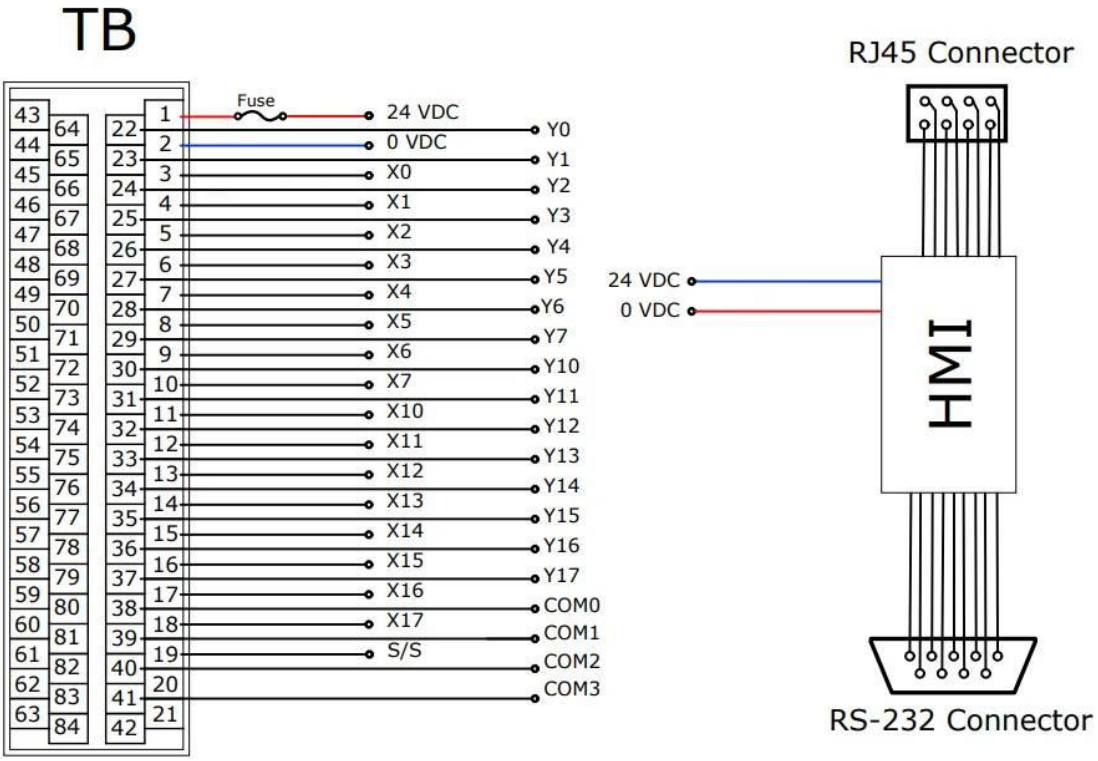
แผนภาพการต่อวงจรเข้า PLC



ภาพที่ 3.6 แผนภาพการต่อวงจรเข้า PLC

จากภาพที่ 3.6 คือแบบการต่อสายไฟ Output และ Input ของ PLC Mitsubishi FX5U ไปยังบน Terminal box โดยสาย Line จะต่อผ่านสวิตช์ที่มีฟิวส์ 10A และจะต่อสายไปยังปลั๊กไฟขั้ว Line ส่วนสาย Neutron จะต่อสายไปยังปลั๊กไฟขั้ว Neutron และ สาย Ground จะต่อสายไปยังปลั๊กไฟขั้ว Ground

แผนภาพการต่อวงจร

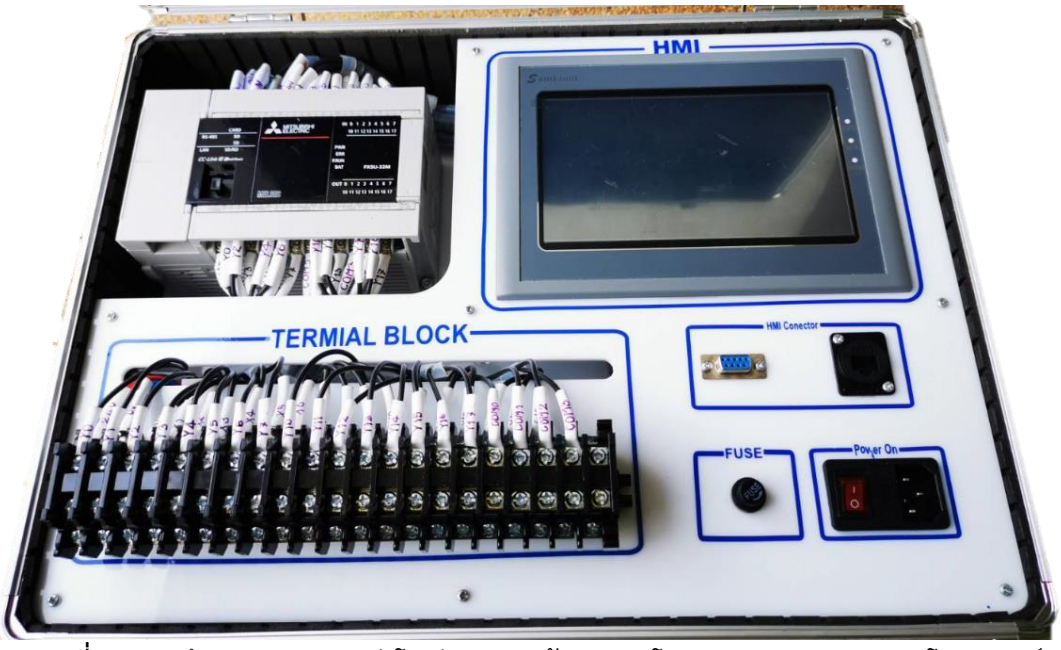


ภาพที่ 3.7 แผนภาพการต่อวงจร

จากภาพที่ 3.7 คือแบบการต่อสายไฟจาก Terminal box ไปยัง Output และ Input ของ PLC Mitsucishi FX5U และ การต่อสายอัพโหลด RJ45 Connector และ RS-232 Connector เชื่อมต่อกลับจอ Samkoon HMI SK-070HS โดย 24 VDC จาก PLC จะต้องผ่าน Fuse 1 A ก่อน เพื่อป้องกันการเกิดการลัดวงจร

บทที่ 4
การทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

การทดลองชุดฝึกควบคุมระบบอัตโนมัติควบคุมด้วยระบบโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์ ซึ่งชุดควบคุมการทำงานโดยใช้ PLC FX5U-32MR/ES โดยมีหน่วยอินพุต 16 อินพุตและมีหน่วยเอาต์พุต 16 เอาต์พุตและเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานด้วยภาษาแลดเดอร์ไดอะแกรมของซอฟแวร์ GX Works3 และการใช้จอ HMI Samkoon SK070-HS โดยใช้ซอฟแวร์ SKTool 7.0 ในการในการออกแบบหน้าจอ Touch screen และทำแบบประเมินความพึงพอใจจากชุดฝึก หาความพึงพอใจของผู้ใช้เพื่อหาข้อบกพร่องให้กับชุดฝึกว่าสามารถมีประสิทธิภาพตามวัตถุประสงค์และตรงตามเงื่อนไข



ภาพที่ 4.1 ชุดฝึกควบคุมระบบอัตโนมัติควบคุมด้วยระบบโปแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์

4.1 การเตรียมการทดลองของชุดควบคุมสำหรับชุดฝึก

ในการทดลองครั้งนี้ผู้จัดทำได้ทำการทดสอบโดยทดลองและประเมินเพื่อหาความพึงพอใจต่อชุดฝึกควบคุมระบบอัตโนมัติควบคุมด้วยระบบโปแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์

4.1.1 อุปกรณ์การทดลอง

1) ชุดฝึกควบคุมระบบอัตโนมัติ
2) โน๊ตบุ๊ค
3) โปรแกรม GX Works3

4) โปแกรม SKTool 7.0

5) แบบฟอร์มประเมิน

4.2 ขั้นตอนการทดลอง

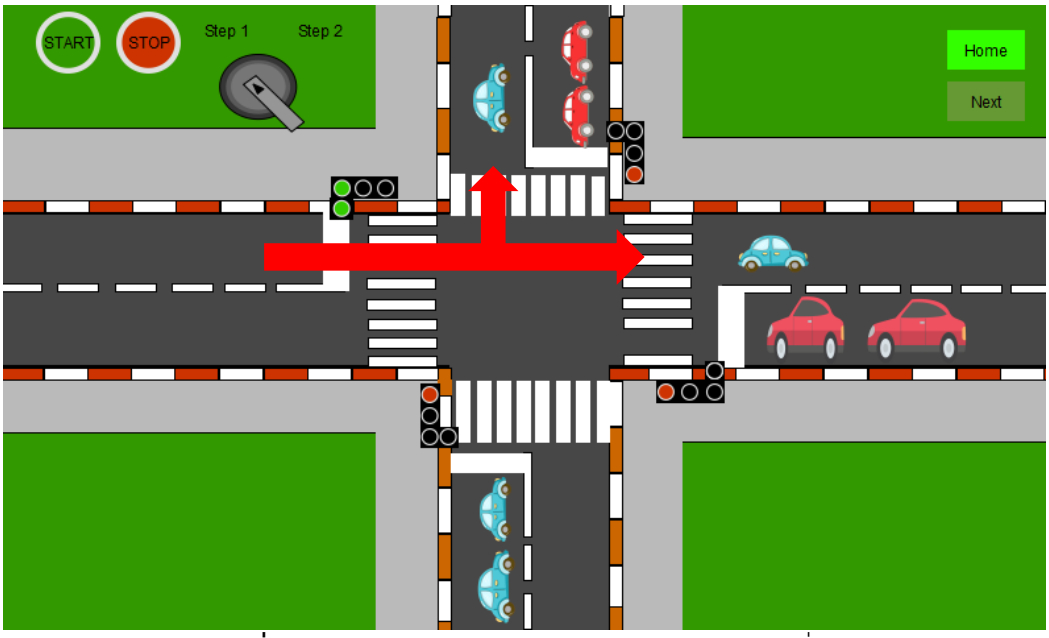
4.2.1 ออกแบบจอ และ ตั่งค่าการเชื่อมต่อ HMI ด้วยโปรแกรม SKTool 7.0

4.2.2 เชื่อมต่อจอ HMI ด้วย Ethernet port และ อัพโหลดโปรแกรม

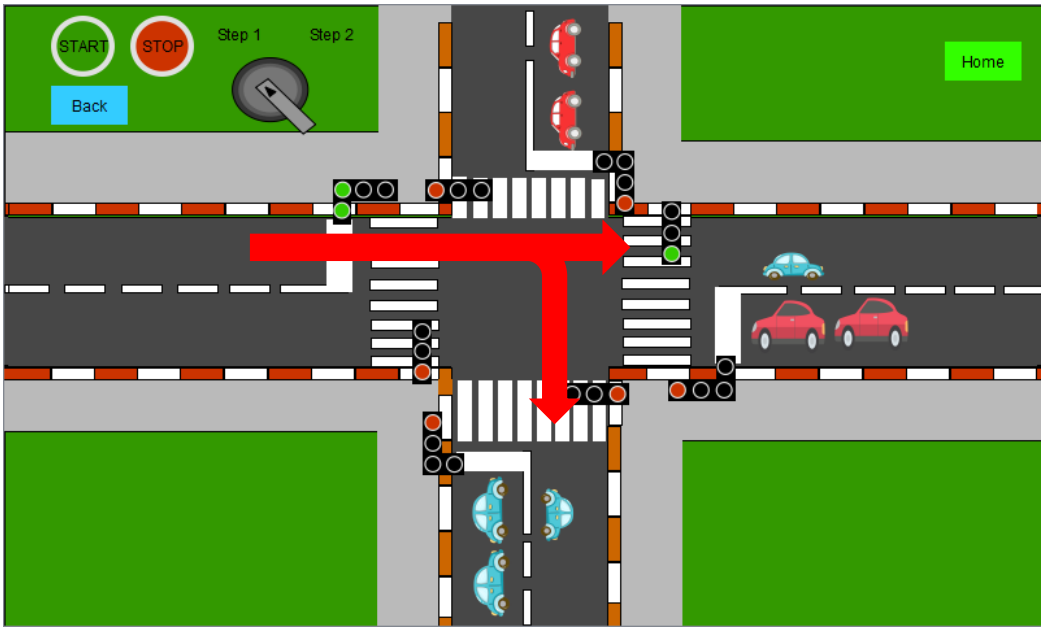
4.2.3 เขียนโปรแกรม Ladder และ ตั่งค่าการเชื่อมต่อ ด้วยโปรแกรม GX Works3 โดยมีกระบวนการทำงานดังนี้

1) กดปุ่ม Start บน Touch screen การทำงานจะแบ่งเป็น 2 แบบดังนี้

(1) แบบปล่อยทีละแยก การทำงานจะมีลักษณะดังภาพที่ 4.2 และ4.3



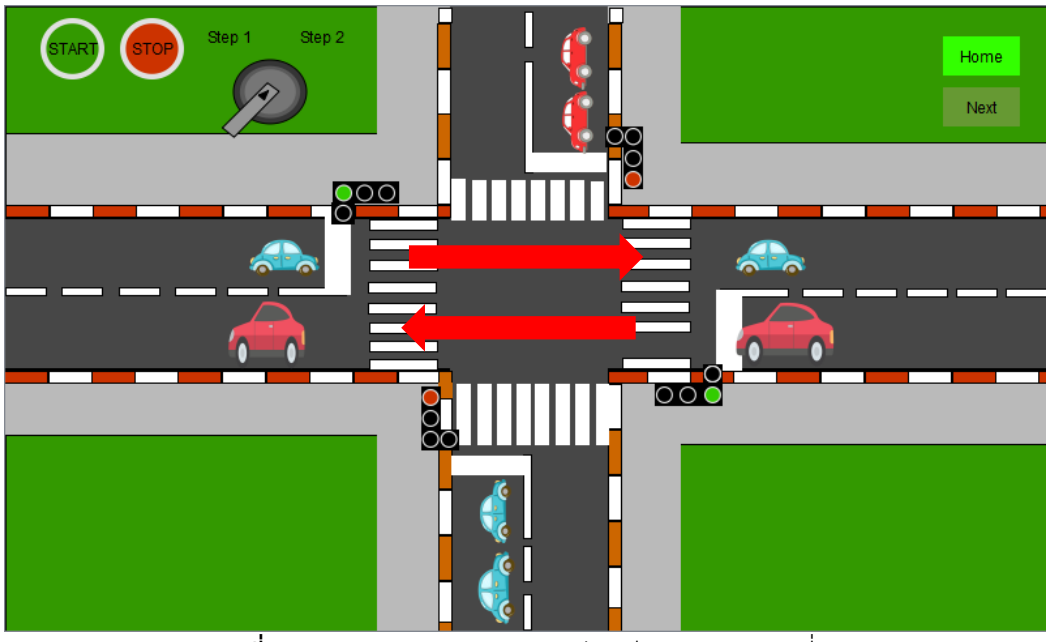
ภาพที่ 4.2 ภาพการทำงานแบบปล่อยทีละแยก (แบบที่ 1)



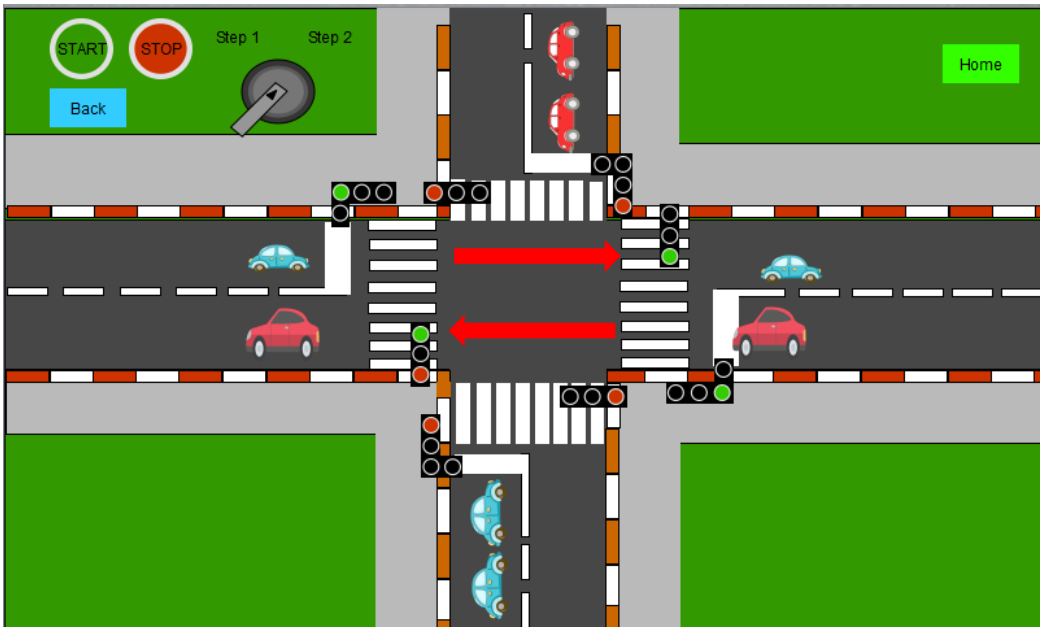
ภาพที่ 4.3 ภาพการทำงานแบบปล่อยทีละแยก (แบบที่ 2)

หาก Selector switch อยู่ที่ตำแหน่ง Step1 จะเป็นการปล่อยทีละแยก โดยสามารถขับรถตรงไป หรือ จะเลี้ยวก็ได้ โดยไฟเขียวจะเริ่มจากไฟแดงแรกจนไปถึงไฟแดงสุดท้าย

(2) แบบปล่อยทีละสาย การทำงานจะมีลักษณะดังภาพที่ 4.4 และ4.5



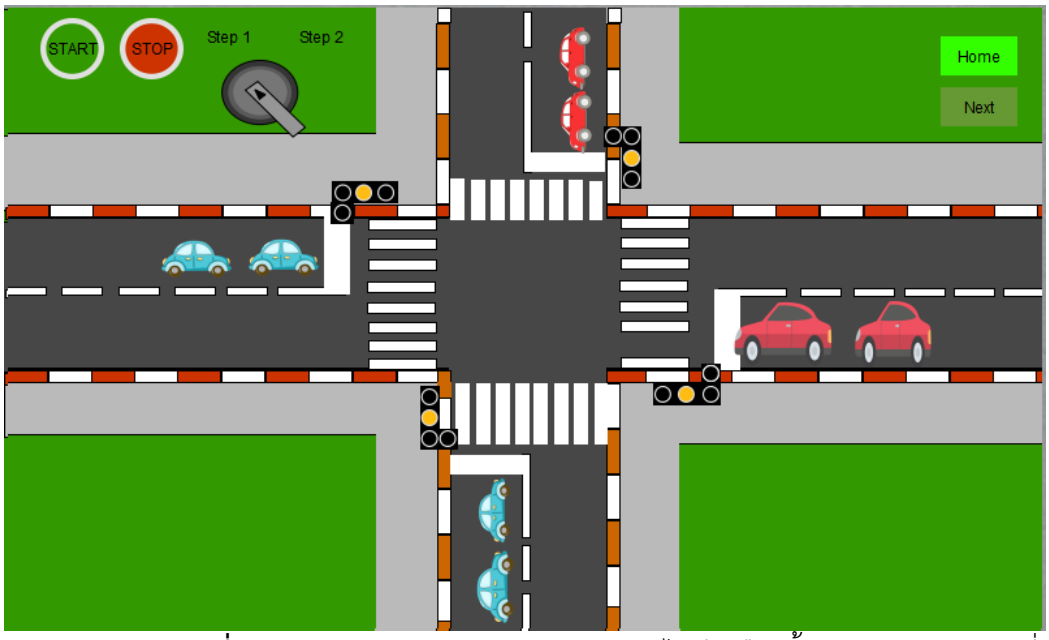
ภาพที่ 4.4 ภาพการทำงานแบบปล่อยทีละสาย (แบบที่ 1)



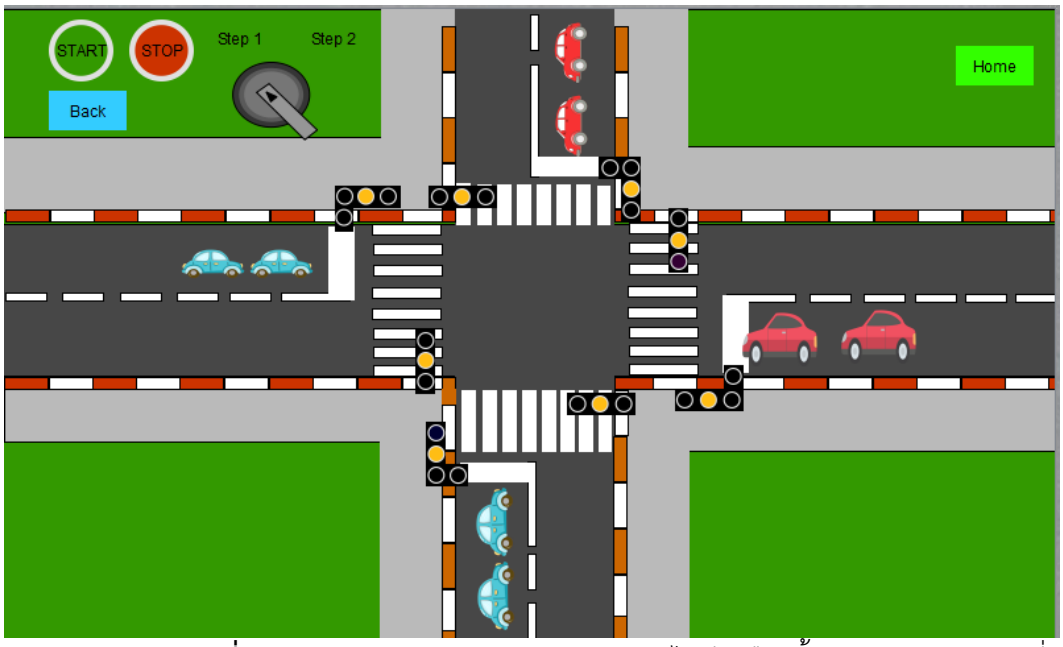
ภาพที่ 4.5 ภาพการทำงานแบบปล่อยทีละสาย (แบบที่ 2)

หาก Selector switch อยู่ที่ตำแหน่ง Step2 จะเป็นการปล่อยทีละสาย โดยปล่อยแยกตรงข้ามพร้อมกัน แล้วปล่อยเลี้ยวขวาหลังจากที่หยุดปล่อยรถทางตรง

(3) กดปุ่ม Stop บน Touch screen ไฟสีเหลืองทั้ง 4 หลอด จะกระพริบ และจะมีลักษณะดังภาพที่ 4.5 และ 4.7



ภาพที่ 4.6 กดปุ่ม Stop บน Touch screen ไฟสีเหลืองทั้ง จะกระพริบ(แบบที่ 1)



ภาพที่ 4.7 กดปุ่ม Stop บน Touch screen ไฟสีเหลืองทั้ง จะกระพริบ(แบบที่ 2)

4.2.4 เชื่อมต่อ PLC ด้วย Ethernet port และ อัพโหลดโปรแกรม

4.2.5 ทดสอบการทำงานโดยใช้จอ HMI และ Pilot lamp ในการแสดงผล

4.2.6 ทำแบบประเมินความพึงพอใจ

4.2.7 นำค่าที่บันทึกและประเมินผลความพึงพอใจ มาเปรียบเทียบในแผนภูมิเพื่อหาประสิทธิภาพความพึงพอใจของผู้ใช้ชุดฝึก

4.3 ผลการทดลอง

การทดลองผู้จัดทำได้ทำการทดลองทั้งหมด 5 รอบ เพื่อหาสมรรถนะ และขอบกพร่องของชุดฝึกควบคุมระบบอัตโนมัติควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิคคอลโทรเลอรซึ่งจะบ่งบอกถึงเสถียรภาพ ในการใช้งาน โดยทำงานตรงตามขั้นตอน 4.2.1 ถึง 4.2.7 โดยแบ่งผลการทดลองตามเงื่อนไขต่างๆ ตามตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลอง

ผลการทดลอง	รอบที่				
	1	2	3	4	5
1. เงื่อนไขด้านซอฟต์แวร์					
1.1. SKTool 7.0 สามารถออกแบบจอ HMI ได้ตรงตามเงื่อนไข	✓	✓	✓	✓	✓
1.2 GX Works3 สามรถออกแบบ Ladder ได้ตรงตามเงื่อนไข	✓	✓	✓	✓	✓
2. เงื่อนไขด้านฮาร์ดแวร์					
2.1 เอาต์พุตของ PLC ทำงานตรงตาม Ladder ที่ออกแบบ	✓	✓	✓	✓	✓
2.2 การแสดงผลของจอ HMI แสดงผลตรงตามที่ออกแบบ	✓	✓	✓	✓	✓
3. เงื่อนไขด้านการเชื่อมต่อ					
3.1 การเชื่อมต่อระหว่าง PLC กับ HMI	✗	✓	✓	✓	✓
3.2 การอัพโหลดโปรแกรม Ladder	✓	✓	✓	✓	✓
3.3 การอัพโหลดโปรแกรมจอ HMI	✓	✓	✓	✓	✓
3.4 GX Works3 ไม่ขัดข้องระหว่างการอัพโหลด	✓	✗	✓	✗	✓
3.5 SKTool 7.0 ไม่ขัดข้องระหว่างการอัพโหลด	✓	✓	✗	✓	✓
4. เงื่อนไขด้านความแข็งแรง					
4.1 โครงสร้างของชุดฝึกไม่เกิดเสียหายระหว่างการใช้งาน	✓	✓	✓	✓	✓
4.2 สายไฟไม่เกิดการเสียหายระหว่างการใช้งาน	✓	✓	✓	✓	✓

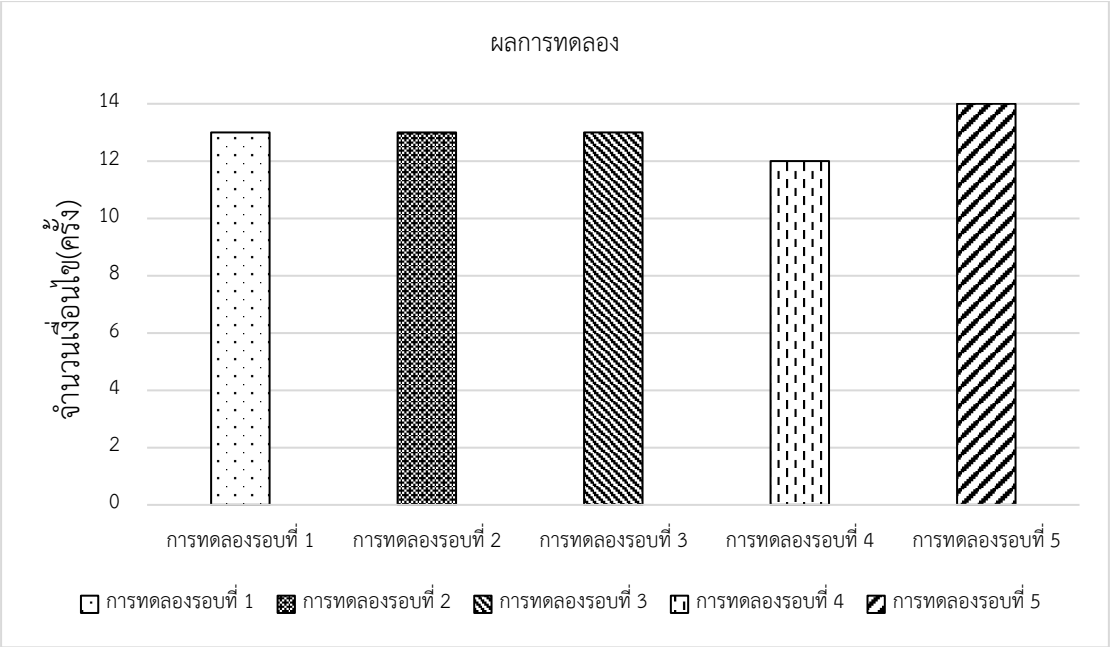
4.3 สกรูล็อคสายไฟที่เทอร์มินอลไม่หลุดหรือ หลวม	✓	✓	✓	✗	✓

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลอง(ต่อ)

ผลการทดลอง	**รอบที่**				
	1	**2**	**3**	**4**	**5**
5. เงื่อนไขด้านการใช้งาน					
5.1 การควบคุมอุปกรณ์เอาต์พุตเป็นไปตามเงื่อนไขที่กำหนด	✓	✓	✓	✓	✓
5.2 การรับสัญญานจากอุปกรณ์อินพุตเป็นไปตามเงื่อนไขที่กำหนด	✓	✓	✓	✓	✓
สำเร็จ	13	13	13	12	14
ไม่สำเร็จ	1	1	1	2	0
คิดเป็นเปอร์เซ็นต์	92.85	92.85	92.85	85.71	100
ค่าสมรรถนะ	92.85				

หมายเหตุ เครื่องหมาย ✓ คือ สำเร็จ
เครื่องหมาย ✗ คือ ไม่สำเร็จ

จากผลการทดลองในตารางที่ 4.2 สามารถนำมาสร้างเป็นกราฟแสดงผลได้ดังนี้



ภาพที่ 4.8 กราฟแสดงผลการทดลองแต่ละรอบ

จากผลการทดลองของแต่ละรอบทดลองรอบที่ 1 พบว่าเหมือนกับรอบที่ 2 และ 3 โดย สำเร็จ 13 เงื่อนไขและไม่สำเร็จ 1 เงื่อนไข คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ 92.85 % ส่วนรอบที่ 4 พบว่า GX Works3 ขัดข้องระหว่างการอัพโหลดและพบว่าสกรูล็อคสายไฟที่เทอร์มินอลไม่หลุดหรือหลวมคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ 85.71 % โดย สำเร็จ 12 เงื่อนไขและไม่สำเร็จ 2 เงื่อนไข ส่วนรอบที่ 5 ทางผู้จัดทำได้แก้ไขปัญหาโดย สำเร็จทั้ง 14 เงื่อนไข โดยเฉลี่ยค่าสมรรถนะทั้งหมดจากการทดลอง 5 รอบ คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ 92.85 %

4.4 แบบการประเมินความพึงพอใจ

แบบประเมินความพึงพอใจนี้จัดทำขึ้นเพื่อประเมินชุดฝึกควบคุมระบบอัตโนมัติควบคุมด้วยระบบโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์ โดยแบบประเมินนี้แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลส่วนตัว

ส่วนที่ 2 2.1 ด้านการออกแบบ และการจัดรูปแบบอุปกรณ์

2.2 ด้านเนื้อหา/เงื่อนไขการทำงาน

2.3 ด้านประโยชน์และการนำไปใช้

ส่วนที่ 3 ข้อเสนอแนะ

แบบประเมินผลความพึงพอใจชุดฝึกควบคุมระบบอัตโนมัติควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิคคอลโทรเลอร์

โปรดแสดงความคิดเห็นของท่านโดยการทำเครื่องหมาย / ในช่องว่างที่กำหนดให้ หรือแสดงความคิดเห็นที่มีประโยชน์ต่อผู้จัดทำ

เกณฑ์การประเมิน 5 หมายถึง ดีมาก
4 หมายถึง ดี
3 หมายถึง พอใช้
2 หมายถึง ปรับปรุง
1 หมายถึง ไม่ผ่านเกณฑ์การประเมิน

ส่วนที่ 1 ข้อมูลส่วนตัว

เพศ	☐ ชาย	☐ หญิง
อายุ	☐ ต่ำกว่า 20 ปี	☐ 20 – 30 ปี
	☐ 30 – 40 ปี	☐ มากกว่า 40 ปี
ตำแหน่งหน้าที่	☐ บุคลากร/เจ้าหน้าที่	☐ อาจารย์
	☐ นักศึกษา	☐ บุคคลทั่วไป

ส่วนที่ 2 2.1 ด้านการออกแบบ และการจัดรูปแบบอุปกรณ์

ลำดับ	รายการ	เกณฑ์การประเมิน				
		5	4	3	2	1
1	หน้าชุดฝึกมีการออกแบบที่เหมาะสม					
2	การจัดวางอุปกรณ์ง่ายต่อการนำไปใช้งาน					
3	อุปกรณ์ง่ายต่อการนำใช้งาน					
4	ชุดฝึกมีความแข็งแรงที่เหมาะสม					
5	อุปกรณ์มีความปลอดภัยต่อการใช้งาน					
6	รูปแบบตัวอักษรอ่านง่ายและเหมาะสม					
7	ความทันสมัย ความสวยงาม น่าสนใจ					

ส่วนที่ 2 2.2 ด้านเนื้อหา/เงื่อนไขการทำงาน

ลำดับ	รายการ	เกณฑ์การประเมิน				
		5	4	3	2	1
1	การทำงานมีความชัดเจน ถูกต้อง					
2	การทำงานเป็นขั้นตอนและต่อเนื่อง					
3	การทำงานมีความพอดีเหมาะสมกับเวลา					
4	ทำงานตรงตามเงื่อนไข					

ส่วนที่ 2 2.3 ด้านประโยชน์และการนำไปใช้

ลำดับ	รายการ	เกณฑ์การประเมิน				
		5	4	3	2	1
1	สามารถเป็นแหล่งความรู้ได้					
2	เป็นสื่อเพื่อใช้เผยแพร่					
3	สามารถนำไปใช้ต่อยอดได้อย่างเหมาะสม					

ส่วนที่ 3 ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ฝ่ายผู้จัดทำโครงการ ชุดฝึกควบคุมระบบอัตโนมัติควบคุมด้วยระบบโปแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์แบบสอบถามเป็นแบบออนไลน์เพื่อง่ายในการทำแบบสำรวจความพึงพอใจของบุคลากร อาจารย์ นักศึกษา และบุคคลทั่วไป ในส่วนของแบบสอบถามออนไลน์ https://forms.gle/KDdpsz42QR3jzuGL9 หรือ QR code ดังรูปภาพที่ 4.2

ภาพที่ 4.9 QR code แบบสอบถามประเมินความพึงพอใจ

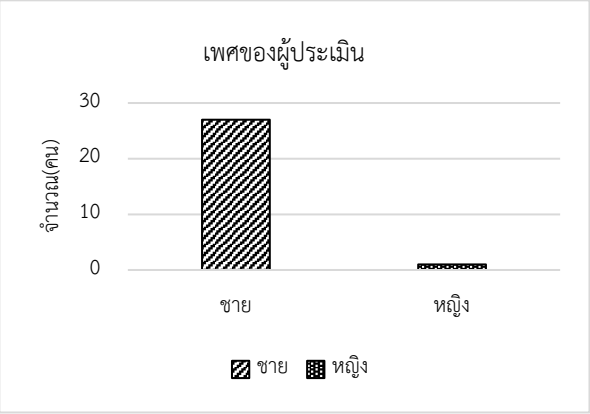
4.5 ผลการประเมินความพึงพอใจ

จากผลการประเมินความพึงพอใจ ชุดฝึกควบคุมระบบอัตโนมัติควบคุมด้วยระบบโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์ได้ดำเนินการออกแบบสอบถามและพัฒนาแบบสอบถามออนไลน์เพื่อสำรวจความพึงพอใจของบุคลากร อาจารย์ นักศึกษา และบุคคลทั่วไป มีรายงานสรุปได้ดังนี้

ตารางที่ 4.2 จำนวนผู้ตอบแบบสอบถาม

รายการ	จำนวน(ครั้ง/คน)
การกรอกแบบฟอร์มประเมินความพึงพอใจ ต่อชุดควบคุมสำหรับชุดฝึกควบคุมระบบอัตโนมัติควบคุมด้วยระบบโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์	0
การเข้าประเมินความพึงพอใจออนไลน์ ต่อชุดควบคุมสำหรับชุดฝึกควบคุมระบบอัตโนมัติควบคุมด้วยระบบโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์	28
รวม	28

ส่วนที่ 1 ข้อมูลส่วนตัว

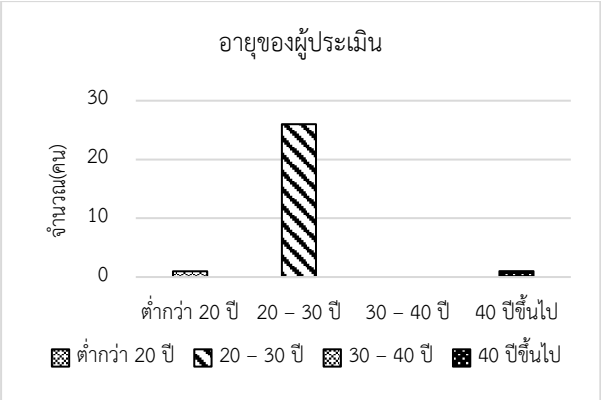


เพศ	จำนวน (คน)
ชาย	27
หญิง	1

ภาพที่ 4.10 กราฟแสดงจำแนกตามเพศ

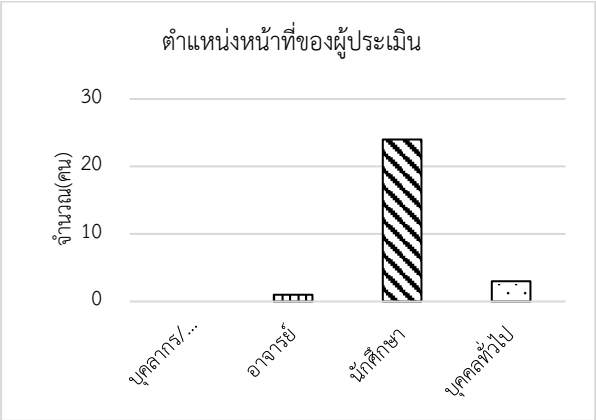
จากผลการสำรวจในส่วนที่ 1 ข้อมูลส่วนตัว จำแนกตามเพศ มีผู้ทำแบบฟอร์มประเมินความพึงพอใจ พบว่ามีเพศ ชาย 27 คน และมีเพศ หญิง 1 คน รวมเป็น 28 คน คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ เพศชาย 96.4 % และเพศหญิง 3.6 % ดังภาพที่ 4.10

อายุ	จำนวน (คน)
ต่ำกว่า 20 ปี	1
20 – 30 ปี	26
30 – 40 ปี	0
40 ปีขึ้นไป	1



ภาพที่ 4.11 กราฟแสดงจำแนกตามอายุ

จากผลการสำรวจในส่วนที่ 1 ข้อมูลส่วนตัว จำแนกตามอายุ มีผู้ทำแบบฟอร์มประเมินความพึงพอใจ พบว่าไม่มีผู้ทำแบบฟอร์มในช่วงอายุต่ำกว่า 20 มีผู้ทำแบบฟอร์ม 1 คน ในช่วงอายุ 20-30 ปี มีผู้ทำแบบฟอร์ม 26 คน ในช่วงอายุ 40 ปีขึ้นไป มีผู้ทำแบบฟอร์ม 1 คน คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของจำนวนผู้ที่ทำแบบประเมินตามอายุ ในช่วงต่ำกว่า 20 ปี 3.6% ในช่วง 20 – 30 ปี 92.9 ในช่วง 40 ปีขึ้นไป 3.6 % ได้ดังภาพที่ 4.11



ตำแหน่งหน้าที่	จำนวน (คน)
บุคลากร/เจ้าหน้าที่	0
อาจารย์	1
นักศึกษา	24
บุคคลทั่วไป	3

ภาพที่ 4.12 กราฟแสดงจำแนกตามตำแหน่งหน้าที่

จากผลการสำรวจในส่วนที่ 1 ข้อมูลส่วนตัว จำแนกตามตำแหน่งหน้าที่ มีผู้ทำแบบฟอร์มประเมินความพึงพอใจ พบว่าบุคคลทั่วไป มีจำวนวน 3 ท่าน คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ 10.7 % ในส่วนของอาจารย์ มีจำนวน 1 ท่าน คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ 3.6 % ในส่วนของ นักศึกษา มีจำนวน 24 คน คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ 85.7 % ดังภาพที่ 4.12

ส่วนที่ 2 2.1 ด้านการออกแบบ และการจัดรูปแบบอุปกรณ์

การกำหนดระดับประเมินความพึงพอใจของ X-Bar ตัวบ่งชี้เป็น 5 ระดับ มีคะแนนตั้งแต่ 1

ลำดับ	รายการ	ดีมาก	มาก	พอใช้	ปรับปรุง	ไม่ผ่านเกณฑ์	% ($\overline{X}$)
3	อุปกรณ์ง่ายต่อการนำใช้งาน	16	11	1	0	0	4.54
4	ชุดฝึกมีความแข็งแรงที่เหมาะสม	16	11	1	0	0	4.54
5	อุปกรณ์มีความปลอดภัยต่อการใช้งาน	14	12	2	0	0	4.43
6	รูปแบบตัวอักษรอ่านง่ายและเหมาะสม	17	11	0	0	0	4.61
7	ความทันสมัย ความสวยงาม น่าสนใจ	16	10	1	1	0	4.46

ถึง 5 มีคะแนนดังนี้

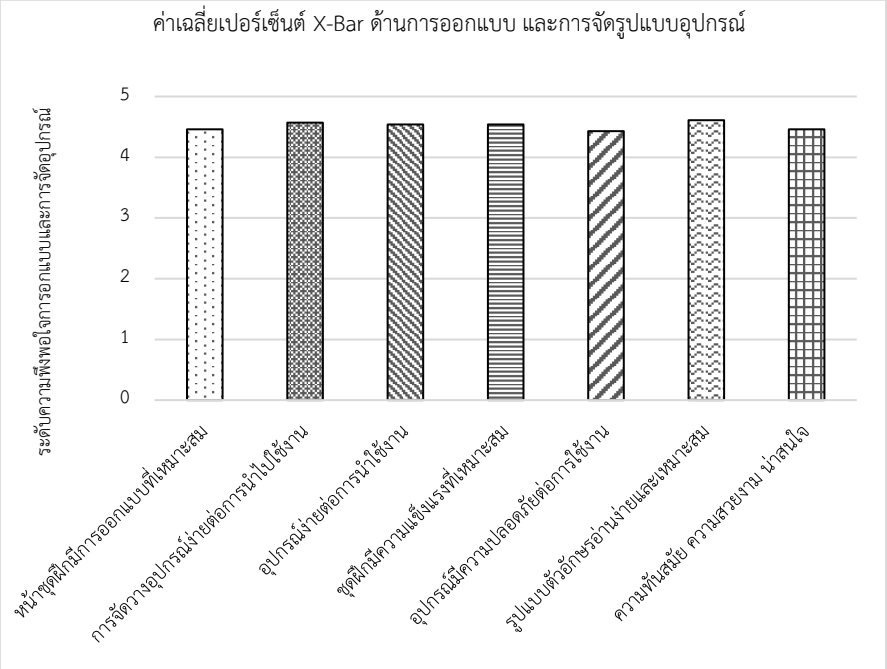
1) คะแนน 0.00 - 1.50 หมายถึง ไม่ผ่านเกณฑ์การประเมิน
2) คะแนน 1.51 - 2.50 หมายถึง ปรับปรุง
3) คะแนน 2.51 - 3.50 หมายถึง พอใช้
4) คะแนน 3.51 - 4.50 หมายถึง ดี
5) คะแนน 4.51 - 5.00 หมายถึง ดีมาก

ตารางที่ 4.3 ผลประเมินด้านการออกแบบ และการจัดรูปแบบอุปกรณ์

ลำดับ	รายการ	ดีมาก	มาก	พอใช้	ปรับปรุง	ไม่ผ่านเกณฑ์	% ($\overline{X}$)
1	หน้าชุดฝึกมีการออกแบบที่เหมาะสม	16	9	3	0	0	4.46
2	การจัดวางอุปกรณ์ง่ายต่อการนำไปใช้งาน	16	12	0	0	0	4.57

ตารางที่ 4.3 ผลประเมินด้านการออกแบบ และการจัดรูปแบบอุปกรณ์ (ต่อ)

จากผลการสำรวจในส่วนที่ 2.1 ด้านการออกแบบ และการจัดรูปแบบอุปกรณ์ มีผู้ทำแบบฟอร์มประเมินความพึงพอใจในแต่ละข้อมีจำนวนที่แตกต่างกัน ผู้จัดทำจึงหาค่าเฉลี่ย X-Bar ในแต่ละข้อได้ดังตารางที่ 4.3



ภาพที่ 4.13 กราฟแสดงค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ X-Bar ด้านการออกแบบ และการจัดรูปแบบอุปกรณ์

จากผลการประเมินในส่วนที่ 2.1 ด้านการออกแบบ และการจัดรูปแบบอุปกรณ์ มีผู้ทำแบบฟอร์มประเมินความพึงพอใจได้ดังตารางที่ 4.3 ผู้จัดทำได้หาเปอร์เซ็นต์ของ X-Bar ในตารางที่ 4.3 พบว่าด้านอุปกรณ์มีความปลอดภัยต่อใช้งานและด้านความแข็งแรงอุปกรณ์มีเปอร์เซ็นต์ที่เท่ากัน คือ 4.54 % ในด้านความปลอดภัยต่อการใช้งานมีเปอร์เซ็นต์น้อยที่สุดคือ 4.43 % ได้ดังภาพที่ 4.13

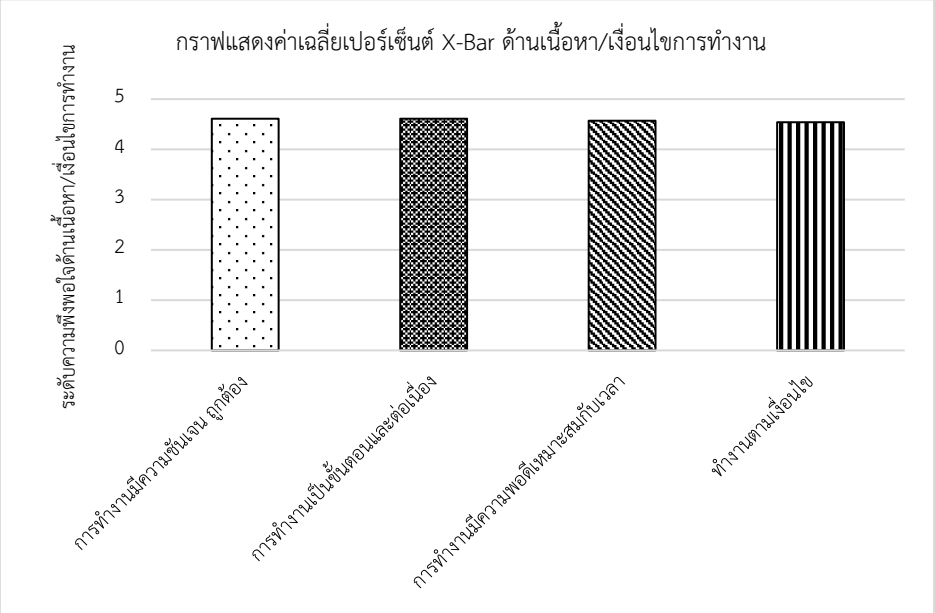
ส่วนที่ 2.2 ด้านเนื้อหา/เงื่อนไขการทำงาน

ตารางที่ 4.4 ผลประเมินด้านเนื้อหาเงื่อนไขการทำงาน

ลำดับ	รายการ	ดีมาก	มาก	พอใช้	ปรับปรุง	ไม่ผ่านเกณฑ์	% ($\overline{X}$)
1	การทำงานมีความชันเจนถูกต้อง	18	9	1	0	0	4.61
2	การทำงานเป็นขั้นตอนและต่อเนื่อง	18	9	1	0	0	4.61

3	การทำงานมีความพอดีเหมาะสมกับเวลา	18	8	2	0	0	4.57
4	ทำงานตามเงื่อนไข	16	11	1	0	0	4.54

จากผลการสำรวจในส่วนที่ 2.2 ด้านเนื้อหา/เงื่อนไขการทำงาน มีผู้ทำแบบฟอร์มประเมินความพึงพอใจในแต่ละข้อมีจำนวนที่แตกต่างกัน ผู้จัดทำจึงหาค่าเฉลี่ย X-Bar ในแต่ล่ะข้อได้ดังตารางที่ 4.4



ภาพที่ 4.14 กราฟแสดงค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ X-Bar ด้านเนื้อหา/เงื่อนไขการทำงาน

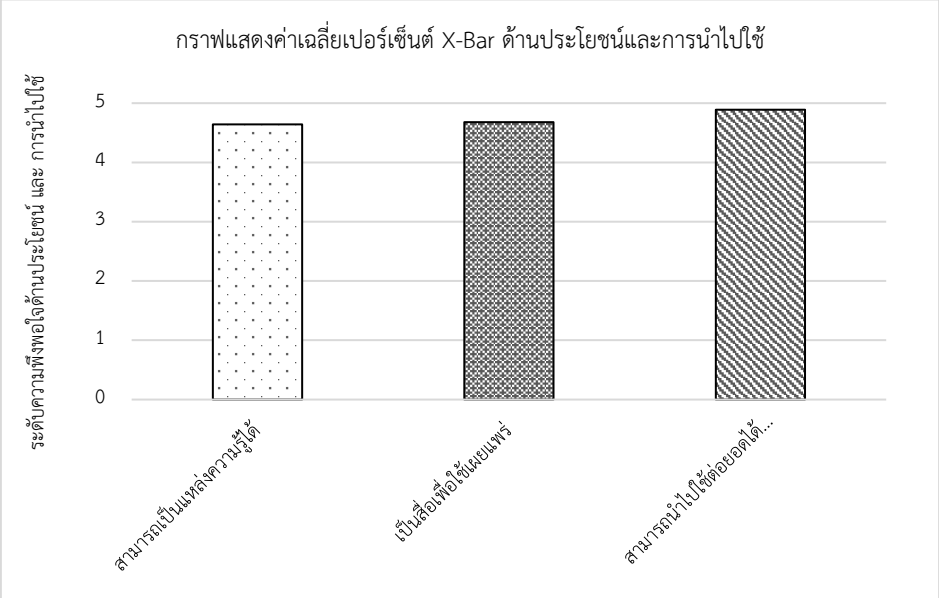
จากผลการประเมินในส่วนที่ 2.2 ด้านเนื้อหา/เงื่อนไขการทำงาน มีผู้ทำแบบฟอร์มประเมินความพึงพอใจได้ดังตารางที่ 4.4 ผู้จัดทำได้หาเปอร์เซ็นต์ของ X-Bar ในตารางที่ 4.4 พบว่าในส่วนของด้านการทำงานมีความถูกต้องและด้านการทำงานเป็นขั้นตอนและต่อเนื่องมีเปอร์เซ็นเท่ากันคือ 4.61 % ด้านการทำงานตามเงื่อนไขน้อยที่สุด คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ คือ 4.54 % ได้ดังภาพที่ 4.14

ส่วนที่ 2.3 ด้านประโยชน์และการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 ผลประเมินด้านประโยชน์และการนำไปใช้

ลำดับ	รายการ	ดีมาก	มาก	พอใช้	ปรับปรุง	ไม่ผ่านเกณฑ์	% ($\overline{X}$)
1	สามารถเป็นแหล่งความรู้ได้	4	16	10	2	0	4.64
2	เป็นสื่อเพื่อใช้เผยแพร่	3	20	9	0	0	4.68
3	สามารถนำไปใช้ต่อยอดได้อย่างเหมาะสม	19	8	1	0	0	4.89

จากผลการสำรวจในส่วนที่ 2.3 ด้านประโยชน์และการนำไปใช้ มีผู้ทำแบบฟอร์มประเมินความพึงพอใจในแต่ละข้อมีจำนวนที่แตกต่างกัน ผู้จัดทำจึงหาค่าเฉลี่ย X-Bar ในแต่ล่ะข้อได้ดังตารางที่ 4.5



ภาพที่ 4.15 กราฟแสดงค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ X-Bar ด้านประโยชน์และการนำไปใช้

จากผลการประเมินในส่วนที่ 2.3 ด้านประโยชน์และการนำไปใช้ มีผู้ทำแบบฟอร์มประเมินความพึงพอใจได้ดังตารางที่ 4.5 ผู้จัดทำได้หาเปอร์เซ็นต์ของ X-Bar ในตารางที่ 4.6 พบว่าผู้ประเมินในด้านสามารถเป็นแหล่งความรู้ได้เปอร์เซ็นต์ X-Bar คือ 4.64 % ในด้านเป็นสื่อเพื่อใช้เผยแพร่ได้

เปอร์เซ็นต์ คือ 4.68 % และ ในด้านสามารถนำไปต่อยอกได้อย่างเหมาะสมได้เปอร์เซ็นต์ได้เปอร์เซ็นต์คือ4.89 % ได้ดังภาพที่ 4.15

ส่วนที่ 3 ข้อเสนอแนะ

1) ทำคู่มือหรือวิธีการใช้ บางหัวข้อยังไม่มีข้อมูล
2) ควรเปลี่ยนจากฟิวส์กระบอกเป็นเซอร์กิตเบรกเกอร์

4.6 การวิจารณ์ผลการประเมินความพึงพอใจ

การกำหนดระดับประเมินความพึงพอใจของ X-Bar ตัวบ่งชี้เป็น 5 ระดับ มีคะแนนตั้งแต่ 1 ถึง 5 มีคะแนนดังนี้

1) คะแนน 0.00 - 1.50 หมายถึง ไม่ผ่านเกณฑ์การประเมิน
2) คะแนน 1.51 - 2.50 หมายถึง ปรับปรุง
3) คะแนน 2.51 - 3.50 หมายถึง พอใช้
4) คะแนน 3.51 - 4.50 หมายถึง ดี
5) คะแนน 4.51 - 5.00 หมายถึง ดีมาก

จากการประเมินความพึงพอใจต่อชุดควบคุมสำหรับชุดฝึกควบคุมระบบอัตโนมัติควบคุมด้วยระบบโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์ ผ่านแบบฟอร์มแบบสอบถามออนไลน์ ได้ผลสรุปดังนี้

สรุปผลการประเมินด้านการออกแบบ และการจัดรูปแบบอุปกรณ์

ค่าเฉลี่ยความพึงพอใจ 4.52

ระดับเกณฑ์การประเมินระดับดี

สรุปผลการประเมินด้านเนื้อหา/เงื่อนไขการทำงาน

ค่าเฉลี่ยความพึงพอใจ 4.58

ระดับเกณฑ์การประเมินระดับดี

สรุปผลการประเมินด้านประโยชน์และการนำไปใช้

ค่าเฉลี่ยความพึงพอใจ 4.74

ระดับเกณฑ์การประเมินระดับดี

สรุประดับความพึงพอใจอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจอยู่ที่ 4.61

จากผลการประเมินเข้าร่วมประเมินผลความพึงพอใจ ชุดฝึกควบคุมระบบอัตโนมัติควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิคคอลโทรเลอร์ พบว่าผู้ร่วมตอบแบบสอบถามอยู่ในเกณฑ์การประเมินที่ดีมาก

บทที่5
สรุป

5.1 สรุปผลการทดลอง

ฝ่ายผู้จัดทำชุดควบคุมสำหรับชุดฝึกควบคุมระบบอัตโนมัติควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิคคอลโทรลเลอร์ ได้จัดกลุ่มผู้ทดลองทำงานของชุดฝึกและทำแบบฟอร์มประเมินพร้อมทั้งได้ออกแบบแบบสอบถามออนไลน์ เพื่อสำรวจความพึงพอใจของบุคลากร อาจารย์ นักศึกษา และบุคคลทั่วไป ในส่วนของชุดควบคุมสำหรับชุดฝึกควบคุมระบบอัตโนมัติควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิคคอลโทรลเลอร์ ได้ให้เข้าร่วมชมการทำงานของชุดฝึกควบคุมระบบอัตโนมัติควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิคคอลโทรลเลอร์ ซึ่งมีผู้ให้ความร่วมมือตอบแบบสอบถาม จำนวน 28 ท่าน มาจากนักศึกษาเมคคาทรอนิกส์คิดเป็น ชาย 23 ท่าน หญิง 1 ท่าน บุคคลทั่วไปคิดเป็นชาย 3 ท่าน และคณะอาจารย์คิดเป็นชาย 1 ท่าน ผู้ทำแบบฟอร์มประเมินออนไลน์มากกว่า 92.9 เปอร์เซ็นต์มีอายุระหว่าง 20 – 30 ปี

จากผลการทดลองการใช้งานชุดควบคุมสำหรับชุดฝึกควบคุมระบบอัตโนมัติควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิคคอลโทรลเลอร์ทางคณะผู้จัดทำได้ทำการทดสอบเป็น 5 รอบ โดยรอบที่ 1 พบว่าเหมือนกับรอบที่ 2 และ 3 โดย สำเร็จ 13 เงื่อนไขและไม่สำเร็จ 1 เงื่อนไข คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ 92.85 % ส่วนรอบที่ 4 พบว่า GX Works 3 ขัดข้องระหว่างการอัพโหลดและพบว่าสกรูล็อคสายไฟที่เทอร์มินอลไม่หลุดหรือหลวมคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ 85.71 % โดย สำเร็จ 12 เงื่อนไขและไม่สำเร็จ 2 เงื่อนไข ส่วนรอบที่ 5 ทางผู้จัดทำได้แก้ไขปัญหาโดย สำเร็จทั้ง 14 เงื่อนไข โดยเฉลี่ยค่าสมรรถนะทั้งหมดจากการทดลอง 5 รอบ คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ 92.85 %

เมื่อสอบถาม ในด้านการออกแบบ และการจัดรูปแบบอุปกรณ์ภายในแบบฟอร์มประเมินปรากฏว่า ระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับดี และมีค่าเฉลี่ยรวมของเกณฑ์การประเมินคิดเป็น 4.52 ในส่วนด้านเนื้อหา/เงื่อนไขการทำงาน ที่มีค่าเฉลี่ย 4.58 ในส่วนด้านประโยชน์ และการนำไปใช้ จะมีค่าเฉลี่ยมากที่สุด คิดเป็น 4.72 ซึ่งผู้ตอบแบบสอบถาม ส่วนใหญ่พึงพอใจกับ ด้านประโยชน์และการนำไปใช้ นั้นมีความชัดเจน เหมาะสม มากที่สุด

จากผลการประเมินความพึงพอใจแบบออนไลน์ของบุคลากร อาจารย์ นักศึกษา และบุคคลทั่วไป ปรากฏว่าระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจอยู่ที่ 4.61

5.2 ปัญหาและการแก้ไข

5.2.1 ภาษาบนจอ HMI ยี่ห้อ Samkool ไม่รองรับภาษาไทยต้องรอการอัพเดทซอร์ฟแวร์จากทางบริษัท

5.2.2 โครงสร้างของชุดควบคุมสำหรับชุดฝึกควบคุมระบบอัตโนมัติควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิคคอลโทรลเป็นแผ่นอะคริลิก มีความหนา 5 มิลลิเมตร โครงสร้างของชุดฝึกนั้นจึงไม่แข็งแรงตามที่ควร

5.3 การนำไปใช้ประโยชน์ แนวทางการประยุกต์หรือพัฒนาต่อยอด

5.3.1 การนำไปใช้ประโยชน์

1) เป็นสื่อในการเรียนการสอนให้กับนักศึกษาสาขาเมคคาทรอนิกส์
2) ชุดฝึกสามารถจำลองการทำงานของเครื่องจักรได้
3) ชุดฝึกสามารถนำไปต่อกับแผงชุดฝึกนิวเมตริกและไฮดรอลิกส์ได้

5.3.2 แนวทางการประยุกต์หรือพัฒนาต่อยอด

1) สามารถพัฒนาโดยการเปลี่ยนยี่ห้อจอ HMI ให้สามารถรองรับภาษาไทยได้
2) สามารถเปลี่ยนไปใช้ เซอร์กิตเบรกเกอร์ แทนการใช้ฟิวส์กระบอกได้
3) สามารถเพิ่มความสามารถของ PLC ได้ โดยการเพิ่ม Module ให้กับ PLC

บรรณานุกรม

[1] บริษัท แฟ็คโตมาร์ท จำกัด. (2561). **Terminal Block**. ค้นหาเมื่อวันที่ 27/08/2564: https://my.factomart.com/products/ terminal-block

[2] สยามออโตเมชั่น. (2561). **คุณสมบัติของ HMI และการใช้งานจอTouch Screen.** ค้นเมื่อวันที่ 20/05/2564: http://www.siam-automation.com/article/9

[3] บริษัท แฟ็คโตมาร์ท จำกัด. (2561). **ฟิวส์ (Fuse)**. ค้นหาเมื่อวันที่ 27/08/2564: https://mall.factomart.com/what-is-fuse/

[4] Huizhou Greetech Electronics Co. , Ltd. (2550). **Switch.** ค้นหาเมื่อวัน 27/08/2564: http://th.greetech-switch.com/products

[5] Montri. (2563). การใช้งาน **GX work3.** ค้นเมื่อวันที่ 10/08/2564:https://anyflip.com

[6] พิศนุรัตน์ เขจร. (2556). **PLC กับการควบคุมแบบซีเคว้นซ์**, **พิมพ์ครั้งที่ 1:** บริษัท เจอาร์ พริ้น ติ้ง แอนด์คอมพิวท์ จำกัด, กรุงเทพฯ

[7] บริษัท มิซูมิ (ไทยแลนด์) จำกัด. (2559). **Electrical**. ค้นหาเมื่อวันที่ 29/08/2564: https://misumitechnical.com/technical/electrical/

[8] Chatchai. (2560). **ส่วนประกอบของ PLC**. ค้นหาเมื่อวันที่ 29/08/2564: http://www.advance-electronic.com/blog/detail/112/th

[9] มนูญ ชื่นชม. (2544). **นิวเมติกส์ไฟฟ้าเบื้องต้น, พิมพ์ครั้งที่ 9:** สมาคมส่งเสริม เทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), กรุงเทพฯ

[10] อนุชา หิรัญวัฒน์. (2551). **การควบคุมอัตโนมัติและการประยุกต์ใช้พีแอลซี, พิมพ์ครั้งที่ 1:** ห้างหุ้นส่วนจำกัด ธนินชัด, กรุงเทพฯ

[11] เด่น คอกพิมาย. (2559). **การควบคุมนิวเมตริกสำหรับอุตสาหกรรมอัตโนมัติ, พิมพ์ครั้งที่ 2:** บริษัท สำนักพิมพ์ท้อป จำกัด, กรุงเทพฯ

[12] Modern electric and Automation Co.,Ltd. (2561). **คู่มือการเขียน HMI GOT2000 โดย GT Designer3** ค้นเมื่อวันที่14/05/2564:http://www.plcsanook.com/category/คู่มือ GT2000

[13] กฤษดา วิศวะถีรานนท์. (2547). **การควบคุมซีเควนซ์และ PLC, พิมพ์ครั้งที่ 3:** สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี(ไทย-ญี่ปุ่น), กรุงเทพฯ บริษัท

[14] ณรงค์ ตันชีวะวงศ์. (2554). **ระบบ PLC**, **พิมพ์ครั้งที่ 1:** สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี(ไทย-ญี่ปุ่น), กรุงเทพฯ

บรรณานุกรม (ต่อ)

[15] ชนิตา เพ็ชรหิน. (2560). **โครงงานสหกิจศึกษา**. ค้นหาเมื่อวันที่ 30/08/2564:http://e-research.siam.edu/wp-content/uploads/2019/03/engineering-electrical-2560-coop.pdf

ภาคผนวก

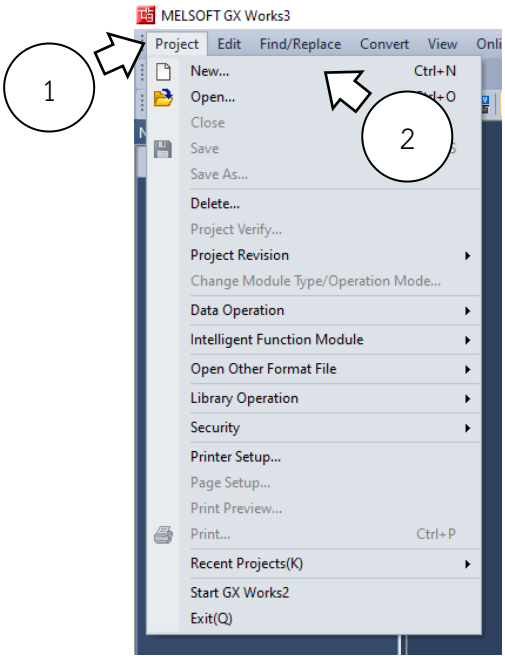
ภาคผนวก ก.

การตั้งค่าโปรแกรม GX Works3 และ SKTool 7.0 SK Series

การตั้งค่าโปรแกรมเขียน PLC (GX Works3)

ภาพที่ ก.1 ไอคอนโปรแกรม GX Works3

GX Works3 คือ ซอฟต์แวร์วิศวกรรมจาก Mitsubishi Electric เป็นซอฟต์แวร์การเขียนโปรแกรมและการบำรุงรักษารุ่นล่าสุดที่ออกแบบมาเพื่อใช้เขียนโปรแกรมสำหรับ MELSEC iQ-R และ MELSEC iQ-F

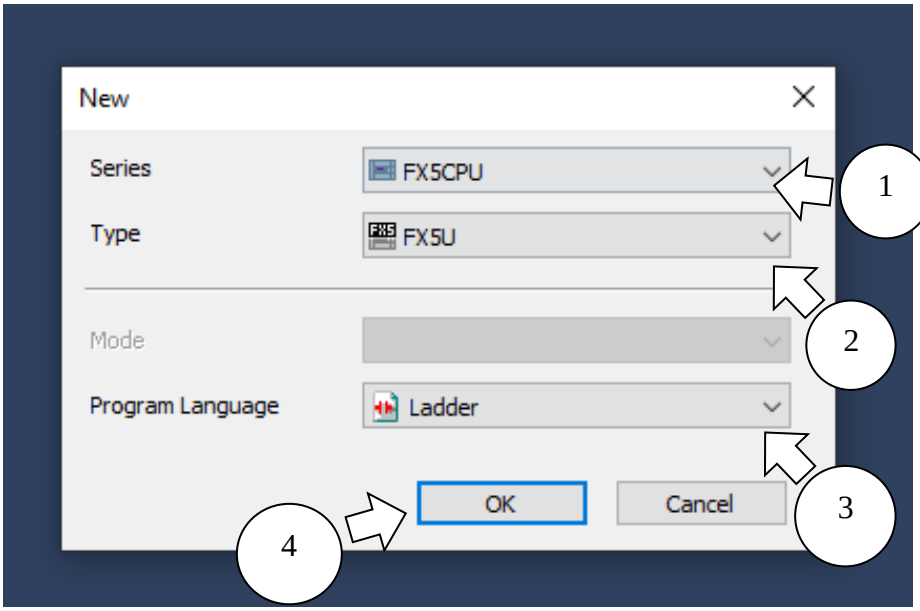


ภาพที่ ก.2 ภาพการสร้าง Project สำหรับเขียน Ladder

การสร้าง Project สำหรับเขียน Ladder และ การตั่งค่าการเชื่อมต่อเข้ากับ HMI Samkoon SK-070 HS นั้นจะมีขั้นตอนการสร้างดังนี้

1) คลิกที่ Project หลังจากนั้นจะมีเมนูต่างๆให้เลือก

2) เลือก New



ภาพที่ ก.3 ภาพการตั่งค่า Project

หลังจากกด New จะมีหน้าต่างขึ้นมาให้เราตั่งค่า Series , Type และ ภาษาที่ใช้เขียนโปรแกรม

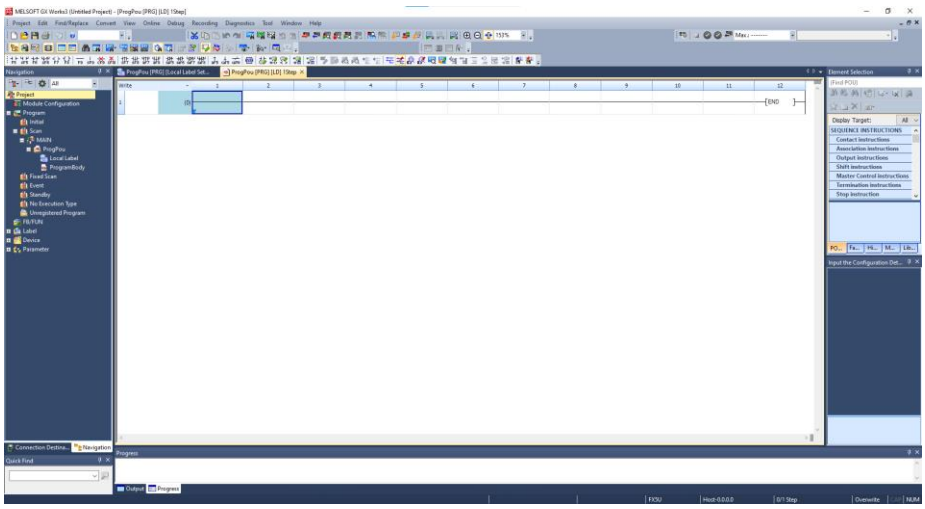
1) ตั่งค่า Series เป็น FX5CPU

2) ตั่งค่า Type เป็น FX5U

3) ตั่งค่า ภาษาที่ใช้เขียนเป็น Ladder

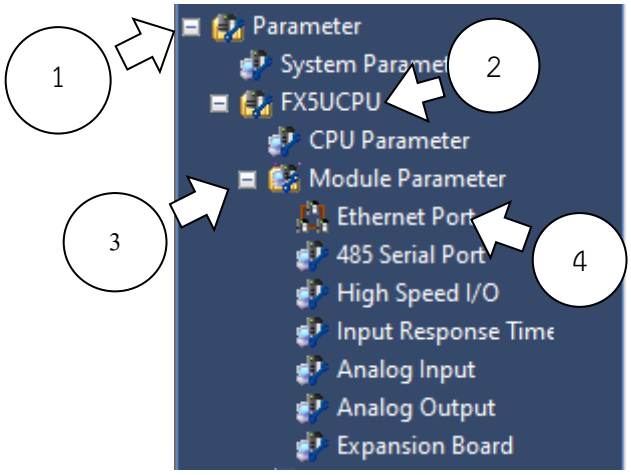
4) กด OK

หลังจากนั้นโปรแกรมจะเริ่มสร้าง Project ให้รอซักครู่ จนกว่าโปรแกรมจะสร้าง Project เมื่อสร้างสำเร็จแล้ว หน้าต่างโปรแกรมจะมีหน้าตาดังรูปภาพที่ ก.4



ภาพที่ ก.4 หน้าต่างโปรแกรมเมื่อสร้าง Project สำเร็จ

เมื่อสร้าง Project เสร็จแล้ว ลำดับต่อไปจะเป็นการตั้งค่า IP Address และ External Device เพื่อเชื่อมต่อ HMI Samkoon SK-070 HS



ภาพที่ ก.5 ภาพการเข้าไปตั้งค่าการเชื่อมต่อ

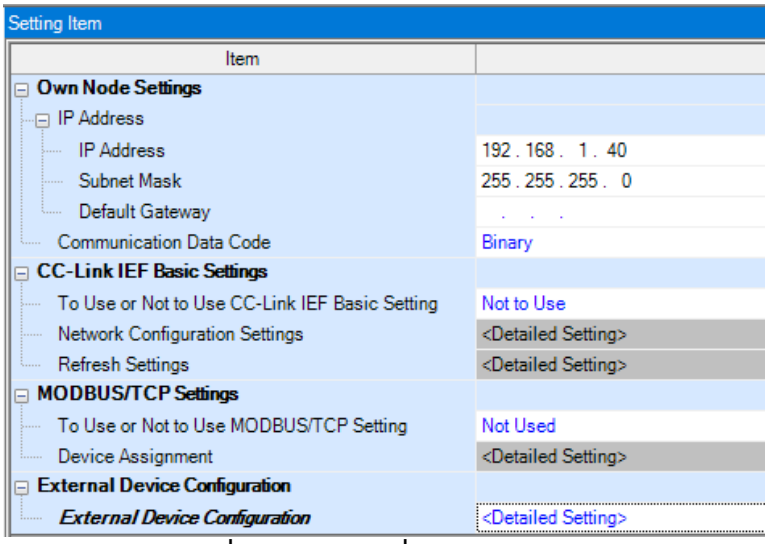
การเข้าไปตั้งค่าการเชื่อมต่อนั่น จะมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1) คลิกที่ Parameter

2) คลิกที่ FX5UCPU

3) คลิกที่ Module Parameter

4) ดับเบิลคลิกที่ Ethernet Port



ภาพที่ ก.6 ภาพการตั้งค่า IP Address

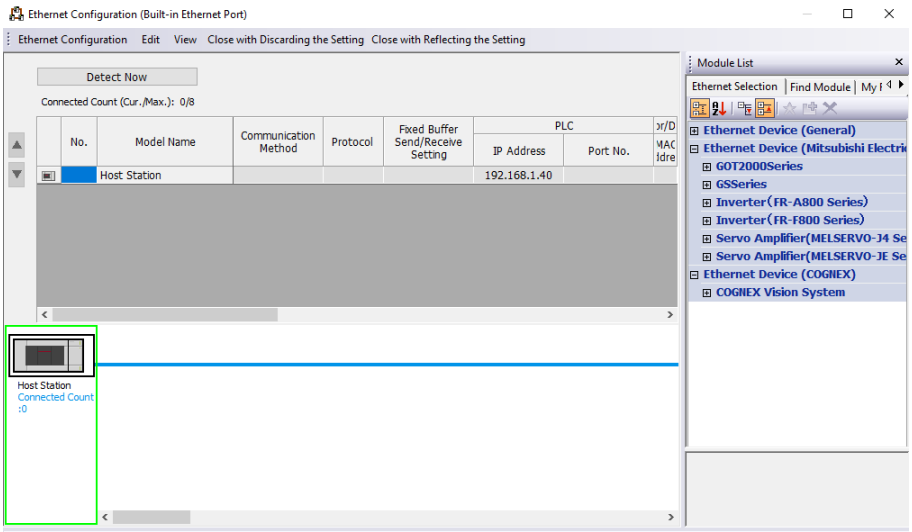
หลังจากดับเบิลคลิกที่ Ethernet Port หน้าต่างของโปรแกรมจะแสดงดังรูปที่ ก.6 ให้ทำการตั้งค่า IP Address โดยมีขั้นตอนดังนี้

1) ใส่ IP Address ที่ต้องการ โดยจะต้องไม่ซ้ำกับอุปกรณ์อื่นๆ ในที่นี้ผู้จัดทำจะยกตัวอย่างเป็น 192.168.1.40

2) ใส่ Subnet Mask เป็น 255.255.255.0 โดยค่าจะต้องตรงกับของ HMI

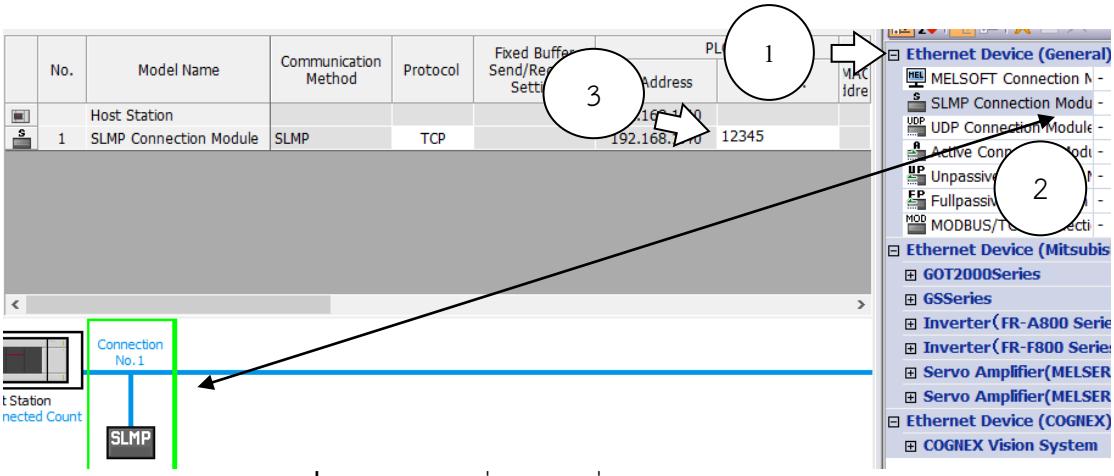
3) กด Apply

4) ดับเบิลคลิกที่ช่องของ External Device Configuration



ภาพที่ ก.7 ภาพหน้าต่าง External Device Configutation

หลังจากดับเบิลคลิกที่ช่อง External Device Configuration จะได้หน้าต่างดังรูปภาพที่ ก.7



ภาพที่ ก.8 ภาพการตั้งค่าการเชื่อมต่อ อุปกรณ์ภายนอก

การตั้งค่าการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอก จะมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1) คลิกที่ Ethernet Device (General)

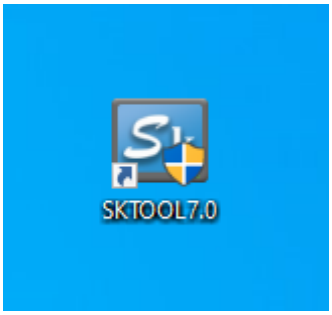
2) คลิกลาก SLMP Connection Module ไปใส่ที่ PLC

3) หลังจากนั้นจะมีแถบ SLMP Connection Module ขึ้นมา ให้ใส่ Port No. ให้ตรงกับ Port ของ HMI ในที่นี้ ค่าปกติ คือ 12345

4) กด X ปิดหน้าต่างนี้ไปได้เลย และ กด Apply ที่หน้า Ethernet port อีกครั้ง

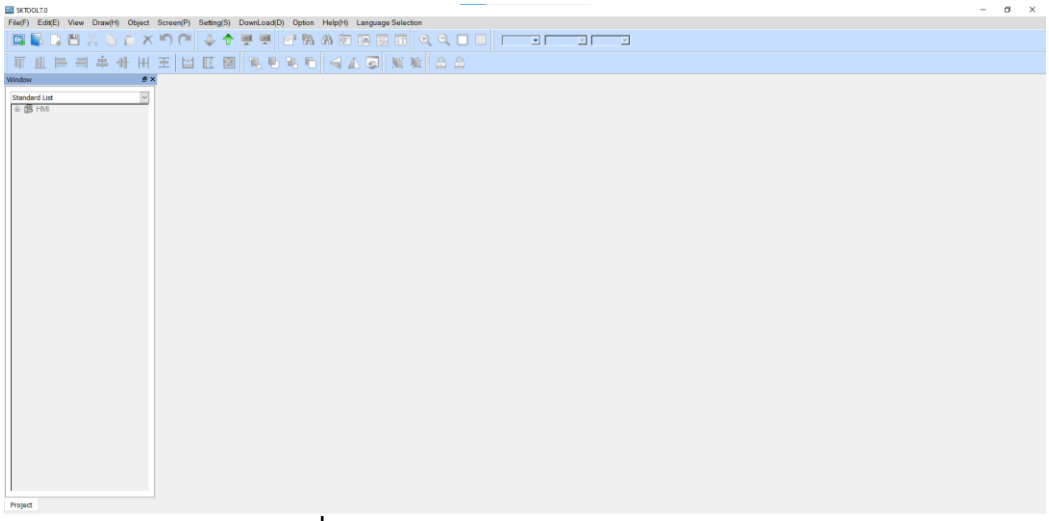
เมื่อจบขั้นตอนทั้งหมดนี้แล้ว ก็ถือว่าเสร็จสิ้นการตั้งค่าการเชื่อมต่อ HMI Samkoon SK-070 HS หลังจากนั้น ก็จะสามารถเขียนโปรแกรมได้ตามต้องการ

การตั้งค่าโปรแกรม SKTool 7.0

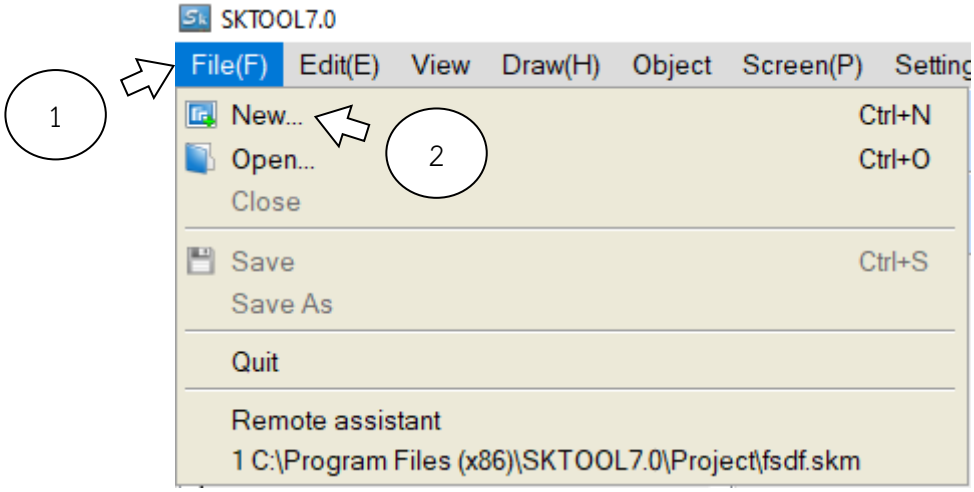


ภาพที่ ก.9 ไอคอนโปรแกรม SKTool 7.0

SKTool 7.0 เป็นโปรแกรมที่ใช้สำหรับออกแบบ จอ Touch Screen สำหรับ Series SK ซึ่ง Touch Screen นี้ สามารถเชื่อมต่อกับ PLC ได้หลายรุ่น



ภาพที่ ก.10 ภาพหน้าต่างโปรแกรม SKTool 7.0

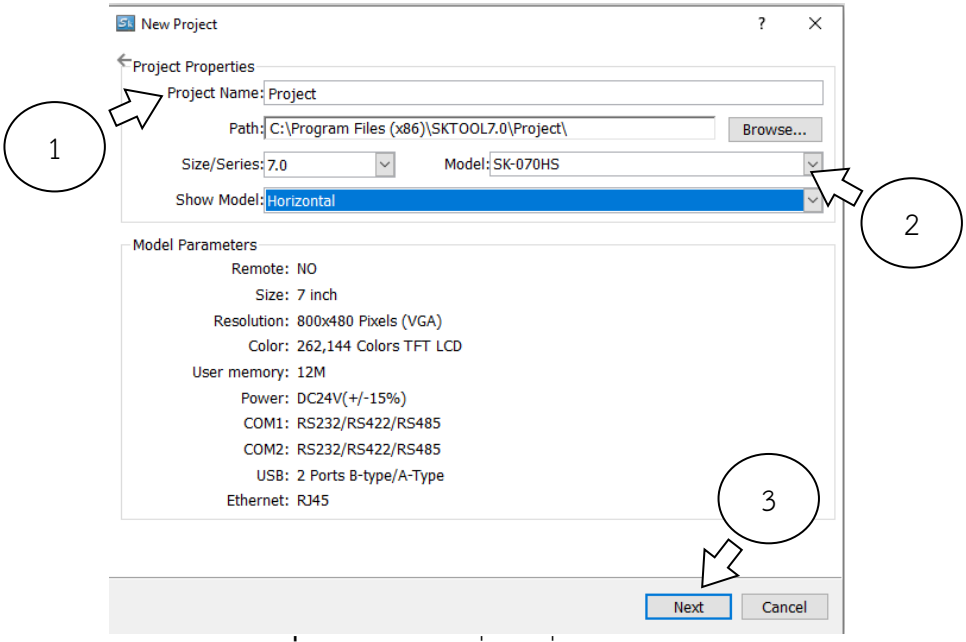


ภาพที่ ก.11 ภาพการสร้าง Project โปรแกรม SKTool 7.0

ขั้นตอนการสร้างโปรเจค โปรแกรม SKTool 7.0 มีขั้นตอนดังนี้

1) คลิกที่ File จะมีหน้าต่างลงมาให้เลือก

2) คลิกที่ New...



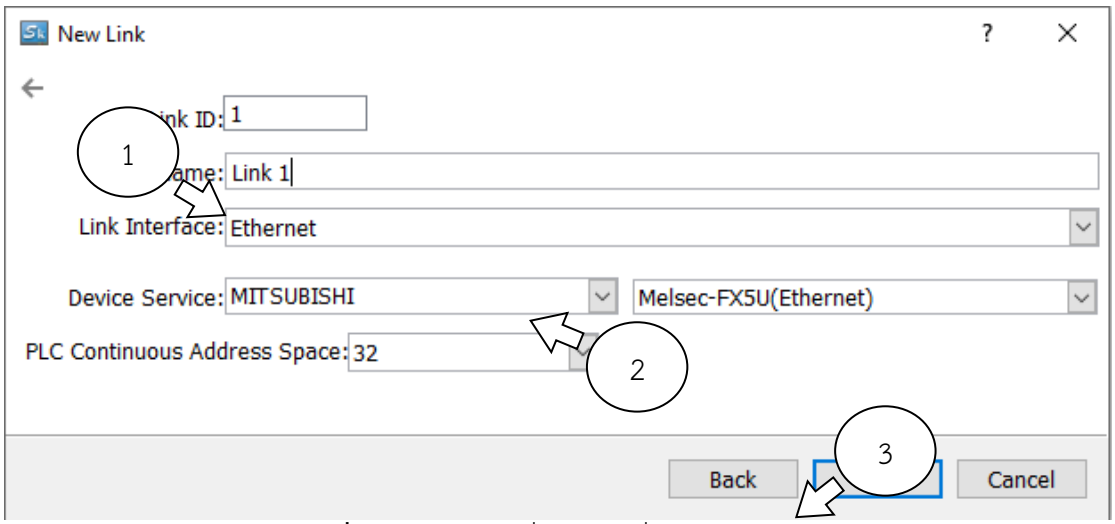
ภาพที่ ก.12 ภาพการตั้งค่าเพื่อสร้าง Project

การตั้งค่าเพื่อสร้าง Project มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1) ตั้งชื่อ ของ Project ที่ช่อง Project Name

2) ตั้ง Model ให้ตรงกันกับ HMI ที่ใช้ โดยในที่นี้คือ SK-070HS

3) กด Next



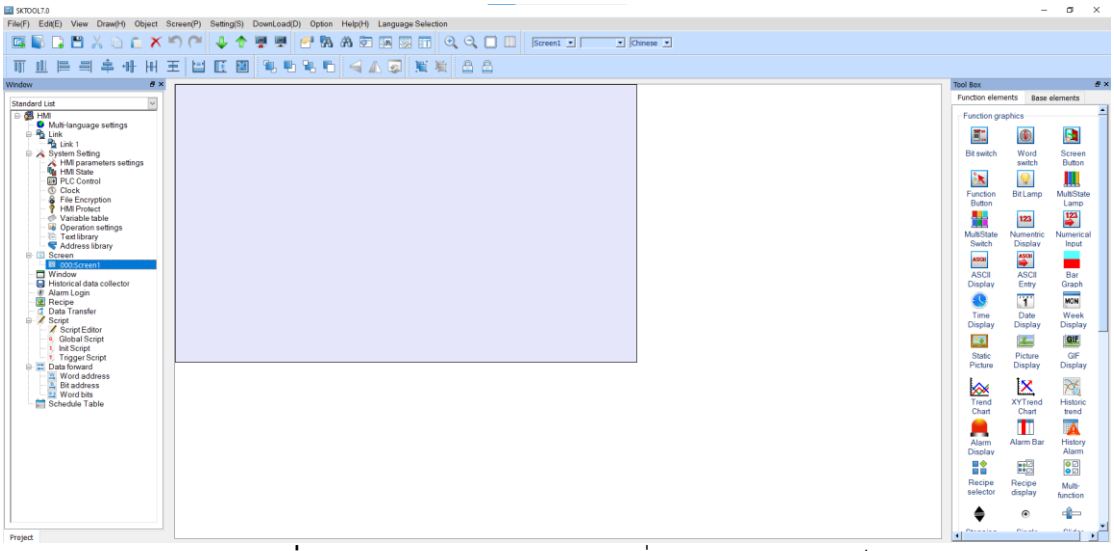
ภาพที่ ก.13 ภาพการตั้งค่าการเชื่อมต่อ Interface

การตั้งค่าการเชื่อมต่อ Interface มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

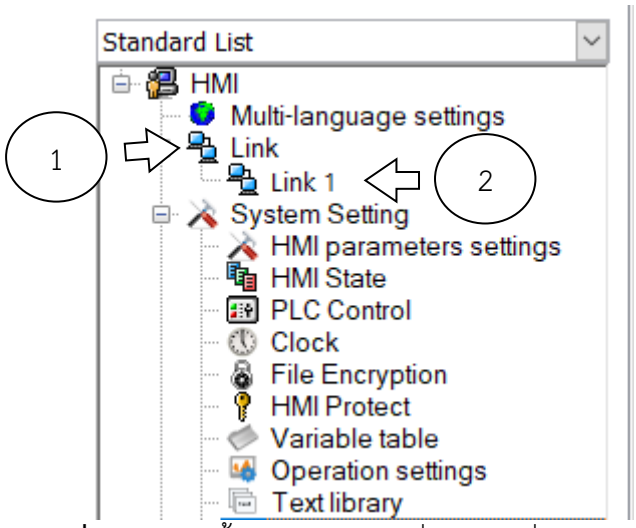
1) ตั่งค่า Link Interface เป็น Ethernet

2) ตั่งค่า Device Service เป็น Misubishi และ Melsec-FX5U(Ethernet)

3) กด Next



ภาพที่ ก.14 ภาพหน้าต่างโปรแกรมเมื่อสร้าง Project เสร็จ

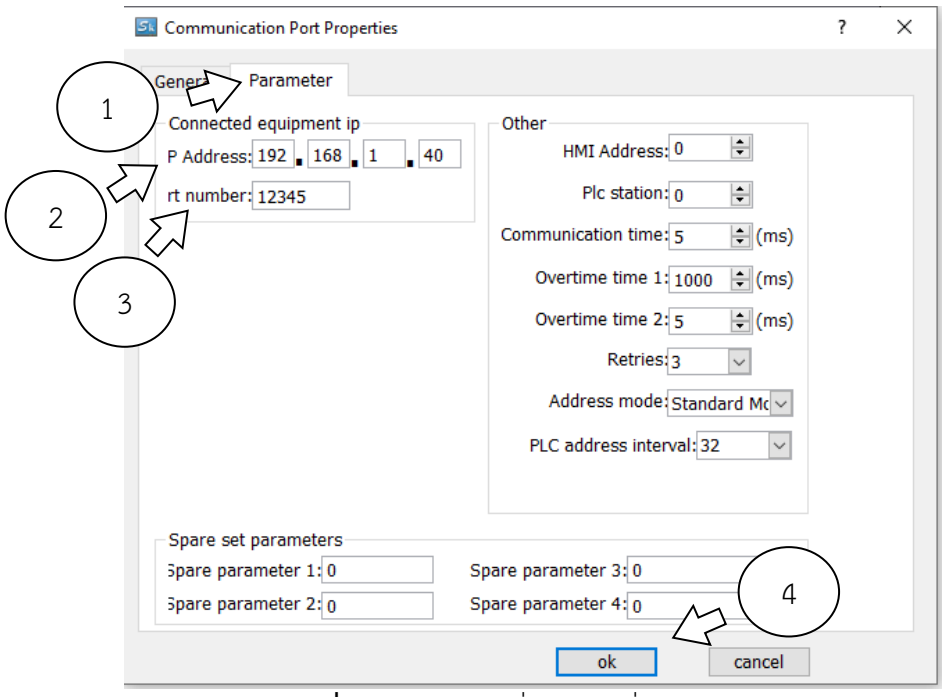


ภาพที่ ก.15 ภาพขั้นตอนการเข้าไปตั่งค่าการเชื่อมต่อกับ PLC

ขั้นตอนการเข้าไปตั่งค่าการเชื่อมต่อกับ PLC มีขั้นตอนดังนี้

1) คลิกที่ Link

2) ดับเบิลคลิกที่ Link 1



ภาพที่ ก.16 ภาพการตั้งค่าการเชื่อมต่อกับ PLC

เมื่อกดดับเบิลคลิกที่ Link1 โปรแกรมจะแสดงหน้าต่างใหม่ขึ้นมา เพื่อตั้งค่าการเชื่อมต่อกับ PLC โดยจะมีขั้นตอนดังนี้

1) คลิกที่ Parameter

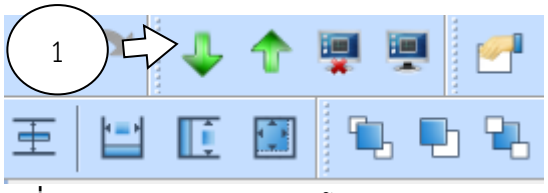
2) ใส่ IP Address ของ PLC ที่ได้ตั้งไว้ก่อนหน้านี้ คือ 192.168.1.40

3) ใส่ rt number ของ PLC ที่ได้ตั้งไว้ก่อนหน้านี้ คือ 12345

4) กด OK

โดยหลังจากทำตามขั้นตอนดังต่อไปนี้ เสร็จสิ้น ถือว่าเสร็จสิ้นการตั้งค่าโปรแกรม SKTool 7.0 สามารถออกแบบหน้าจอ HMI ได้ตามปกติ

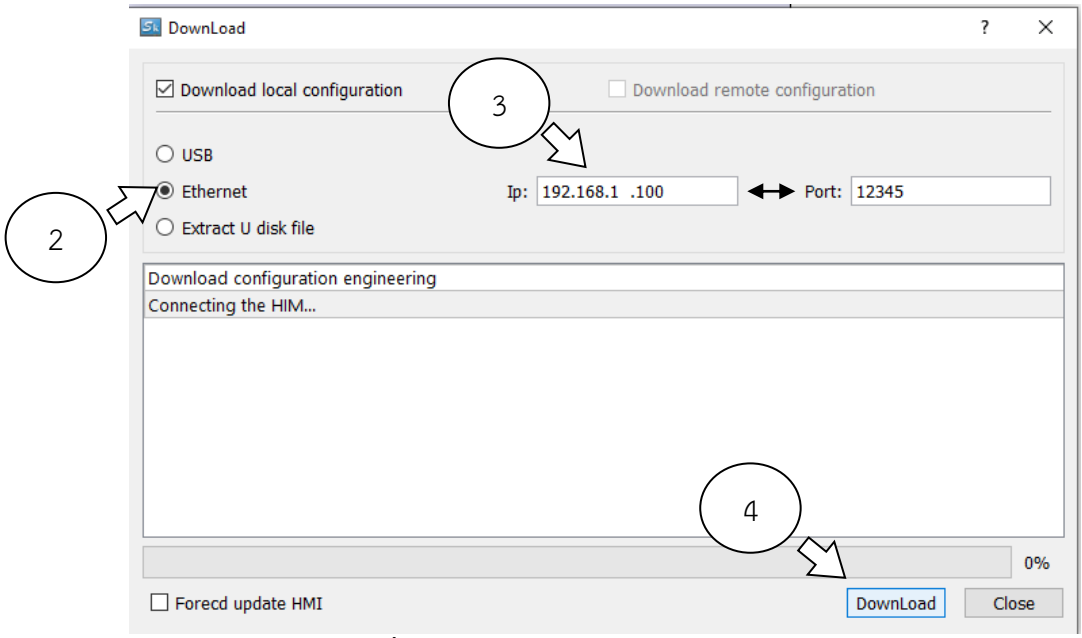
การดาวน์โหลดโปรแกรมลงจอ HMI



ภาพที่ ก.17 ภาพToolbar ของโปรแกรม SKTool 7.0

การเข้าไปหน้าดาวน์โหลด เพื่อดาวน์โหลดโปรแกรมที่ออกแบบลงจอ HMI มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1) คลิกที่ Download



ภาพที่ ก.18 ภาพการดาวน์โหลดโปรแกรมลง HMI

หลังจากคลิกที่ Download จะมีหน้าต่างดังรูปที่ ก.18 ขึ้นมา ให้เสียบสาย LAN ระหว่าง HMI กับคอมพิวเตอร์ก่อน แล้วจึงทำตามขั้นตอนต่อไป

2) เลือกการเชื่อมต่อแบบ Ethernet

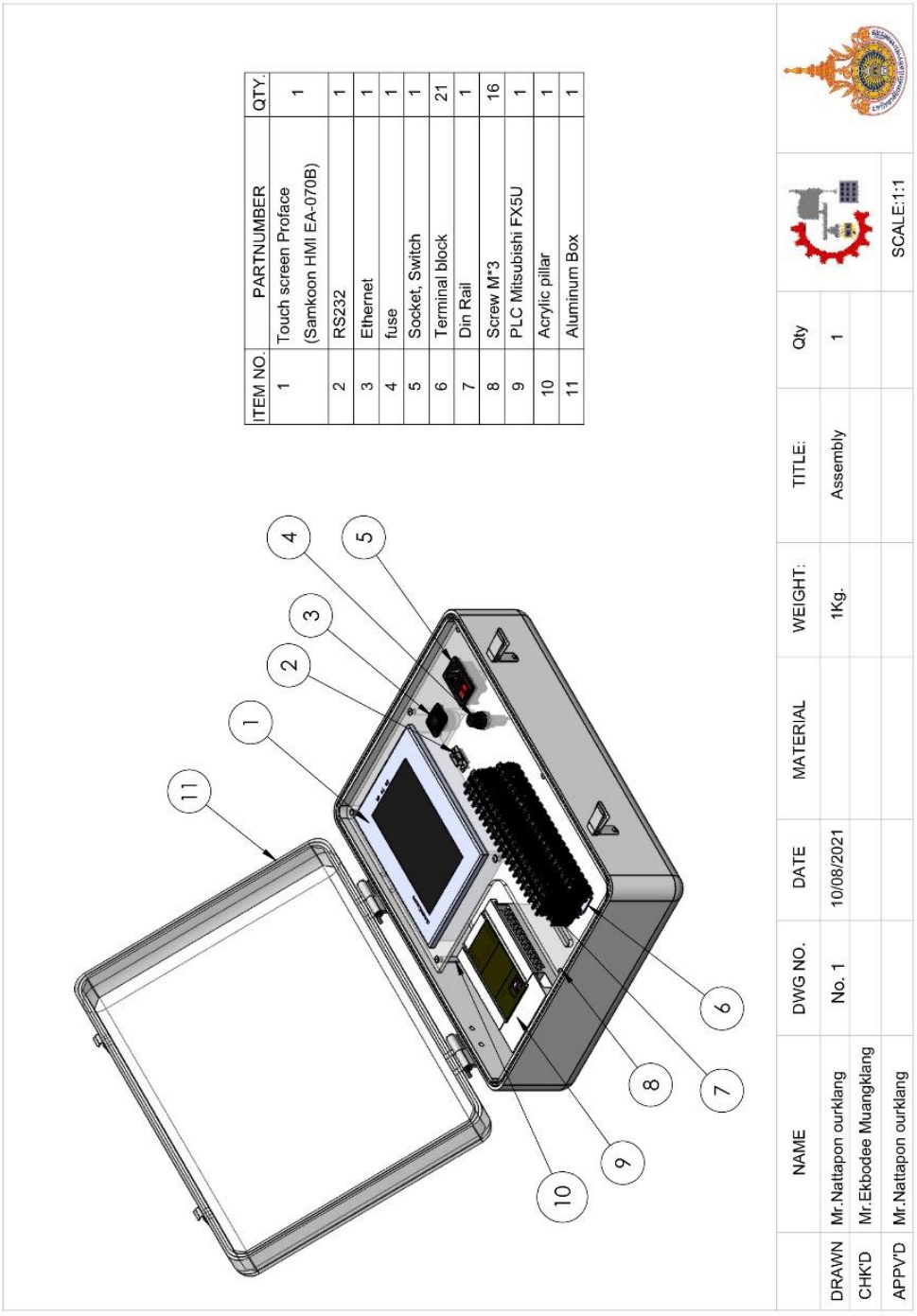
3) ใส่ IP ของ HMI โดย ค่าเดิมของ HMI หากยังไม่เคยทำการเปลี่ยนแปลง คือ 192.168.1.100 และ Port คือ 12345

4) กดปุ่ม Download แล้วรอจนโหลดเสร็จ

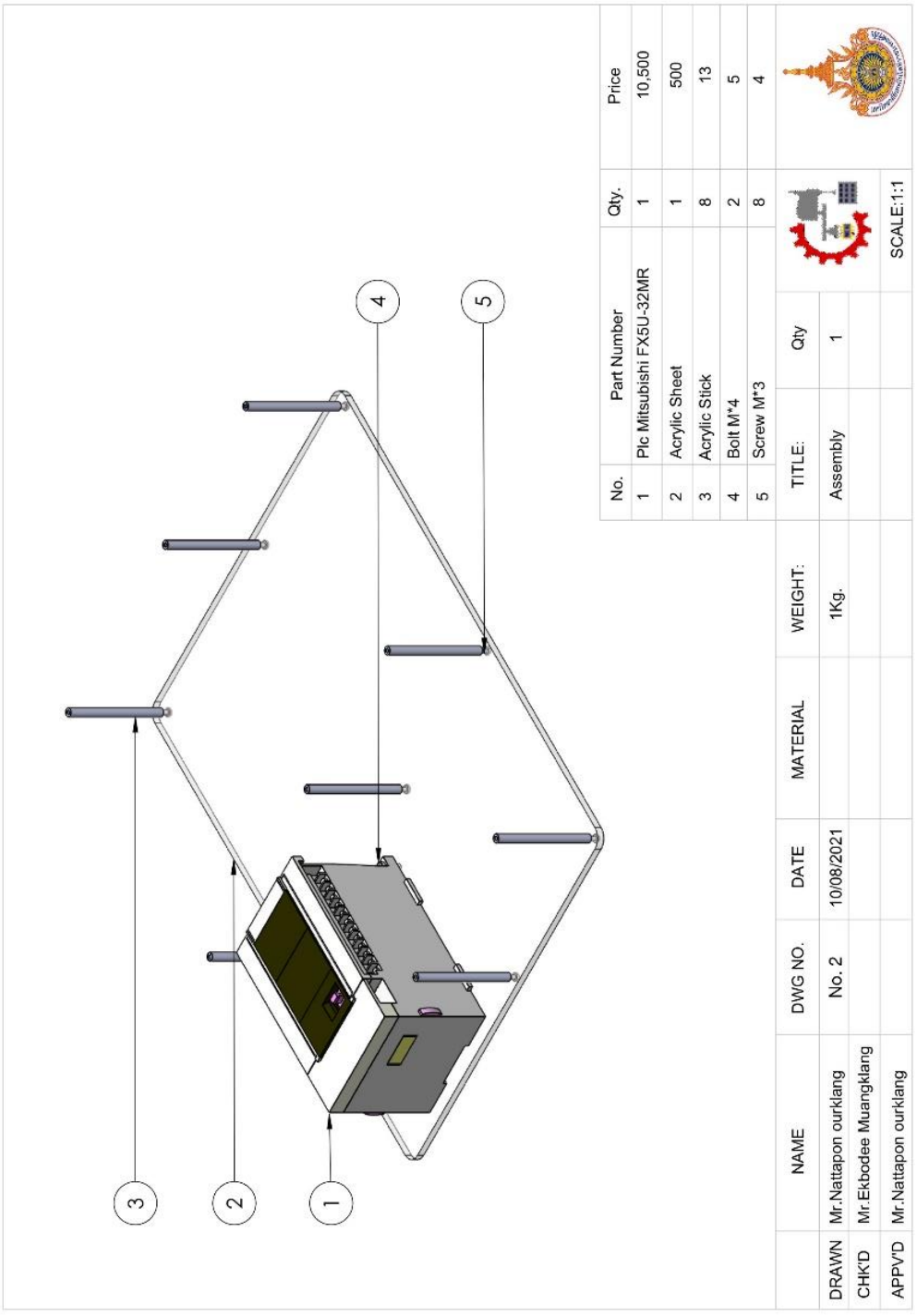
หากทำขั้นตอนดังกล่าวครบแล้ว ถือว่าเสร็จสิ้นการดาวน์โหลด ให้ตรวจสอบว่า HMI แสดงผลตรงกับที่เขียนโปรแกรมไว้หรือไม่

ภาคผนวก ข.

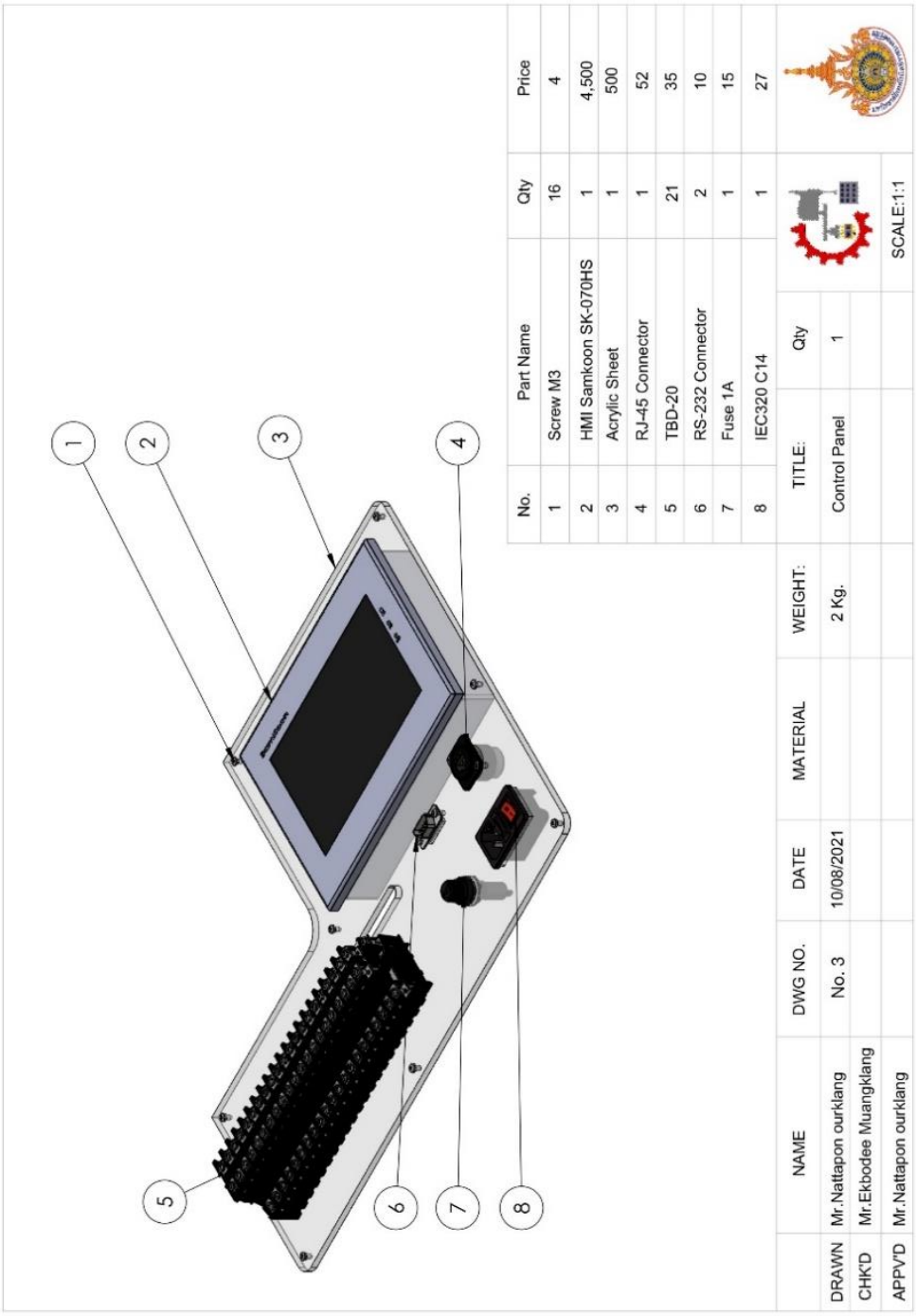
แบบของการออกแบบ



ภาพที่ ข.1 แบบชุดฝึกควบคุมระบบอัตโนมัติควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิคคอลโทรลเลอร์



ภาพที่ ข.2 แบบชุดคอนโทรเลอร์ของชุดฝึกควบคุมระบบอัตโนมัติควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิคคอลโทรลเลอร์



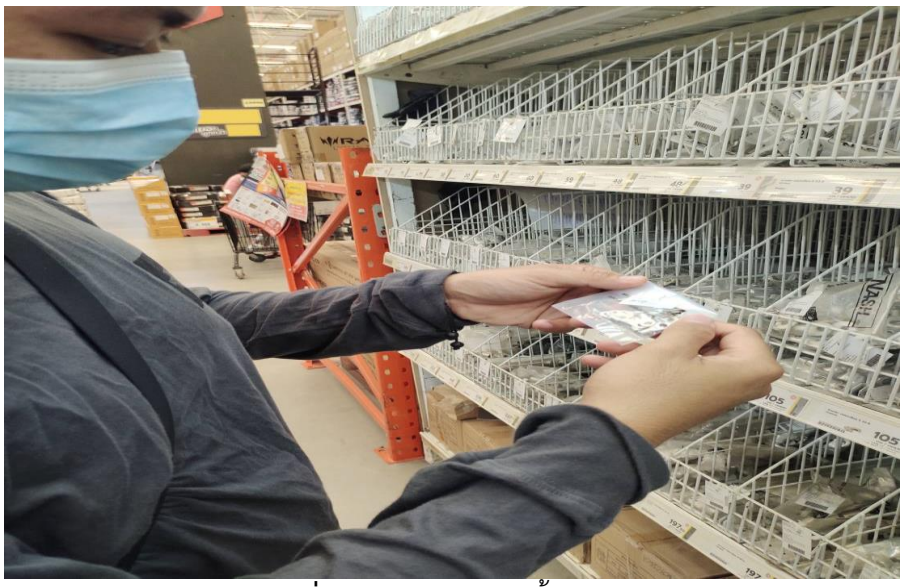
ภาพที่ ข.3 ชุดแผงควบคุมของชุดฝึกควบคุมระบบอัตโนมัติควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิคคอลโทรลเลอร์

ภาคผนวก ค.

การดำเนินการสร้างชุดฝึก

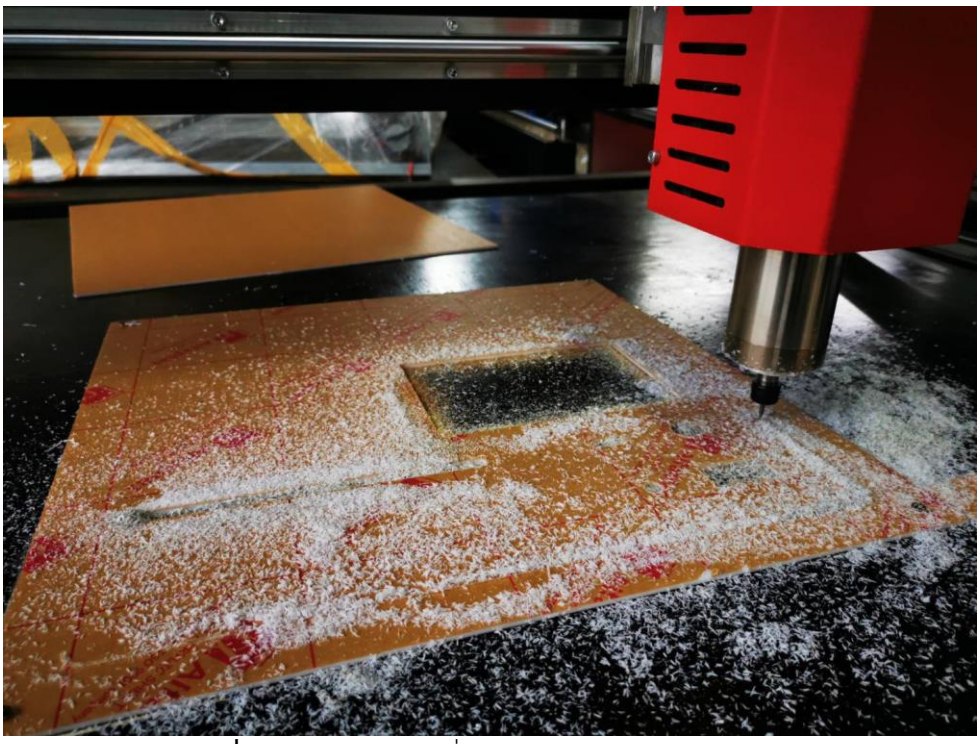
ภาพที่ ค.1 ภาพการเลือกซื้อแผ่นอะคริลิค

ภาพที่ ค.2 ภาพการเลือกซื้อดอกสว่าน



ภาพที่ ค.3 ภาพการเลือกซื้อหางปลา

ภาพที่ ค.4 ภาพการเลือกซื้อสายไฟ

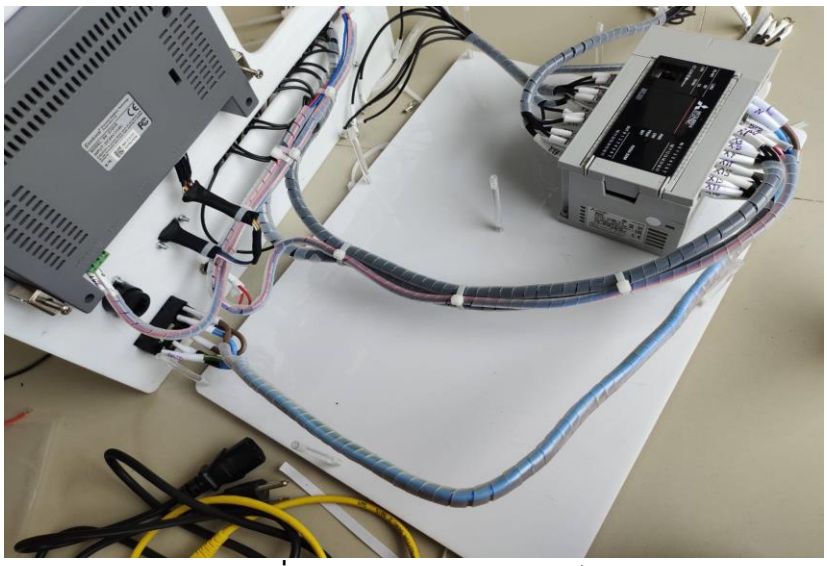


ภาพที่ ค.5 ภาพการใช้เครื่อง CNC ในการกัดแผ่นอะคริลิค

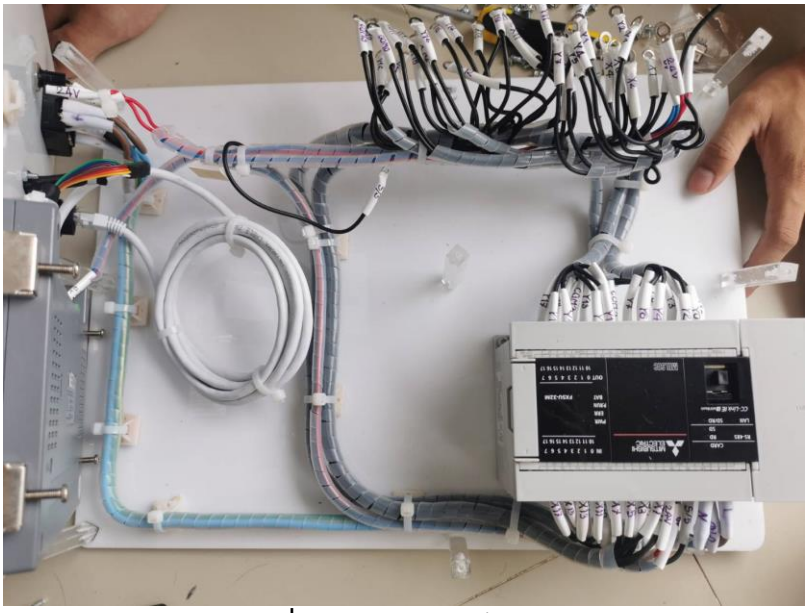
ภาพที่ ค.6 ภาพของแผ่นอะคริลิคหลังจากผ่านการกัด

ภาพที่ ค.7 ภาพอุปกรณ์ในชุดฝึก

ภาพที่ ค.8 ภาพการมาร์คสายไฟ

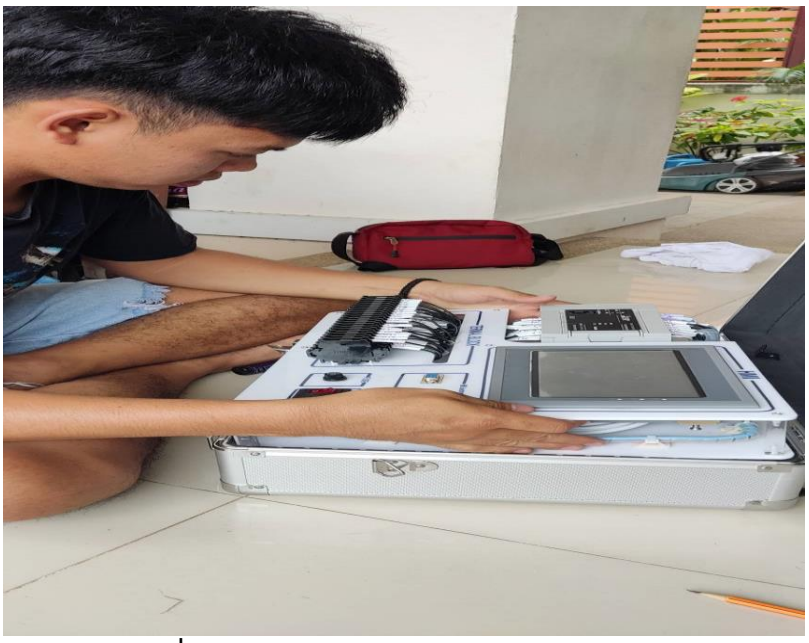


ภาพที่ ค.9 ภาพการ Wiring สายไฟ



ภาพที่ ค.10 ภาพการเก็บสายไฟ

ภาพที่ ค.11 ภาพการประกอบชุดฝึก



ภาพที่ ค.12 ภาพการนำชุดฝึกลงในกล่องอะลูมิเนียม

ภาพที่ ค.13 ภาพชุดฝึกเมื่อประกอบสำเร็จ

ประวัติผู้จัดทำ

ชื่อ-นาม-สกุล : นาย พีระพัฒน์ แสงม่วง
สาขา : วิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์
ที่อยู่ : 777/153 อยู่สบาย 5 ซอย 13 ต.หนองบัวศาลา อ.เมือง จ.นครราชสีมา 30000
เบอร์โทรศัพท์ : 0935324695
E-mail : Peeraput.sa@rmuti.ac.th
ประวัติการศึกษา : 2559 ประกาศนียบัตรวิชาชีพ วิทยาลัยเทคนิคนครราชสีมา
2561 ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง วิทยาลัยเทคนิคนครราชสีมา

ชื่อ-นาม-สกุล : นาย ติณณภพ รัฐสมุทร
สาขา : วิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์
ที่อยู่ : 321/5 หมู่ 3 ต.หนองบัวศาลา อ.เมือง จ.นครราชสีมา 30000
เบอร์โทรศัพท์ : 0630450643
E-mail : Tinnapop.ra@rmuti.ac.th
ประวัติการศึกษา : 2559 ประกาศนียบัตรวิชาชีพ วิทยาลัยเทคนิคนครราชสีมา
2561 ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง วิทยาลัยเทคนิคนครราชสีมา

ประวัติผู้จัดทำ (ต่อ)

ชื่อ-นาม-สกุล : นาย ณัฐพล อั่วกลาง

สาขา : วิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์

ที่อยู่ : 888/174 หมู่ 8 ต.หนองบัวศาลา อ.มือง
จ.นครราชสีมา 30000

เบอร์โทรศัพท์ : 0982230562

E-mail : Nattapon.ou@rmuti.ac.th

ประวัติการศึกษา : 2559 ประกาศนียบัตรวิชาชีพ
วิทยาลัยเทคนิคนครราชสีมา
2561 ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง
วิทยาลัยเทคนิคนครราชสีมา