

ชุดฝึกอบรมโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น
BASIC PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER TRAINING SET



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2564

KMITL-2021-ED-M-232-052

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BASIC PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER TRAINING SET



A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF
MASTER OF SCIENCE IN INDUSTRIAL EDUCATION IN ELECTRONICS
SCHOOL OF INDUSTRIAL EDUCATION AND TECHNOLOGY
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2021

KMITL-2021-ED-M-232-052

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



COPYRIGHT 2021

SCHOOL OF INDUSTRIAL EDUCATION AND TECHNOLOGY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์

นักศึกษา

รหัสประจำตัว

ปริญญา

สาขาวิชา

พ.ศ.

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

ชุดฝึกอบรมโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น

นางสาวชลธิชา เชิดชูสุวรรณ

60603014

ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต

อิเล็กทรอนิกส์

2564

รศ.ดร.กิตติพงศ์ มะโน

ผศ.ดร.พิชญ์สินี มะโน

บทคัดย่อ

ในการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนา หาคณภาพ ประสิทธิภาพและความพึงพอใจของ ชุดฝึกอบรมโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 3 สาขาวิชาเมคคาทรอนิกส์และหุ่นยนต์ วิทยาลัยเทคนิคสุพรรณบุรี จำนวน 23 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย แผนผังวงจรและอุปกรณ์ ใบงานการทดลอง จำนวน 7 ใบงาน แบบประเมินคุณภาพด้านใบงานและด้านผังวงจรและอุปกรณ์ แบบทดสอบและ แบบประเมินความพึงพอใจของผู้เข้าอบรม สถิติที่ใช้ได้แก่ การหาค่าเฉลี่ย การหาค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน และการหาประสิทธิภาพหรือ E_1/E_2

ภาพรวมของผลจากการวิจัยพบว่าชุดฝึกอบรมโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น ที่พัฒนาขึ้น ด้านใบงานมีคุณภาพในระดับดีมาก ($\bar{x} = 4.56$, S.D. = 0.58) ด้านผังวงจรและ อุปกรณ์มีคุณภาพในระดับดีมาก ($\bar{x} = 4.82$, S.D. = 0.34) มีประสิทธิภาพ 82.05/82.42 เป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 และความพึงพอใจในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.62$, S.D. = 0.46) โดยผลการวิจัย สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ซึ่งสามารถนำผลการวิจัยไปใช้ฝึกอบรมได้

Thesis Title	Basic Programmable Logic Controller Training Set
Student	Miss Cholticha Choedchoosuan
Student ID.	60603014
Degree	Master of Science in Industrial Education
Program	Electronics
Year	2021
Thesis Advisor	Assoc. Prof. Dr. Kitipong Mano
Thesis Co-Advisor	Asst. Prof. Dr. Pitsini Mano

ABSTRACT

The purposes of this research were to develop and find quality efficiency as well as the satisfaction of the basic programmable logic controllers training set. The sample consisted of twenty-three undergraduate students majoring in mechatronics and robotics department, Mechatronics and Robotics Department, Suphanburi Technical College. The tools used in this study were a panel equipment, seven experiment worksheets, a quality evaluation form, a formative test, a posttest, and an evaluative questionnaire on student satisfaction. The statistics utilized for data analysis were $\bar{x}$, S.D., and the efficiency or E_1/E_2 .

The research results showed that the quality of the experiment worksheets aspect ($\bar{x} = 4.56$, S.D. = 0.58) and the panel equipment aspect ($\bar{x} = 4.82$, S.D. = 0.34) were at the great level. The efficiency of the basic programmable logic controllers training set or E_1/E_2 was 82.05 / 82.42, in accordance with the specified hypothesis 80/80. Learner satisfaction was at the most level ($\bar{x} = 4.62$, S.D. = 0.46).

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความอนุเคราะห์จาก รองศาสตราจารย์ ดร.กิตติพงศ์ มะโน อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิชญ์สินี มะโน อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ ช่วยเหลือและช่วยตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ จนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้อย่างสมบูรณ์ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ผู้วิจัยขอขอบพระคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ทุกท่าน ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ ตรวจสอบ แก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ในขั้นตอนสุดท้ายจนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความถูกต้องสมบูรณ์ และผู้วิจัยขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิ รองศาสตราจารย์ ดร.อรรถพร ฤทธิเกิด อาจารย์ทันพงษ์ ภูริรักษ์ อาจารย์อาทร คุ่มฉายา อาจารย์นันทกร คำวอนและอาจารย์ปรกรณ์ ม่วงสุข ที่ได้กรุณาช่วยเหลือให้คำแนะนำและตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ของเครื่องมือวิจัยในครั้งนี้ เพื่อปรับปรุงให้มีคุณภาพและมีความเหมาะสมต่อการวิจัย และขอขอบใจนักเรียน แผนกเมคคาทรอนิกส์และหุ่นยนต์ วิทยาลัยเทคนิคสุพรรณบุรี ที่ให้ความร่วมมือในการเป็นกลุ่มตัวอย่างให้ผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลในการวิจัยนี้ได้เป็นอย่างดี

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่บิดา มารดาและผู้มีพระคุณทุกท่านด้วยความเคารพยิ่ง หากมีข้อผิดพลาดประการใด ผู้วิจัยขออภัยมา ณ ที่นี้ด้วย

ชลธิชา เชิดชูสุวรรณ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VII
สารบัญภาพ.....	VIII
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
1.3 สมมติฐานของการวิจัย.....	2
1.4 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย.....	2
1.5 ขอบเขตของการวิจัย.....	4
1.6 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย.....	5
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	7
2.1 โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์.....	7
2.2 การฝึกอบรม.....	22
2.3 การออกแบบอุปกรณ์ทดลอง - สาธิต.....	24
2.4 การประเมินสื่อการสอน.....	27
2.5 การหาประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน.....	31
2.6 การหาคุณภาพของเครื่องมือวัดผล.....	35
2.7 ความพึงพอใจ.....	39
2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	42
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	45
3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	45
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	45
3.3 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	46
3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	61

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	62
3.6 สถิติที่ใช้ในการวิจัย.....	63
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	66
4.1 การวิเคราะห์หาคุณภาพด้านใบงานการทดลองของชุดฝึกอบรมโปรแกรมเมเบิล ลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น.....	66
4.2 การวิเคราะห์หาคุณภาพด้านผังวงจรและอุปกรณ์ของชุดฝึกอบรมโปรแกรมเมเบิล ลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น.....	67
4.3 การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ เบื้องต้น.....	68
4.4 การวิเคราะห์หาความพึงพอใจของชุดฝึกอบรมโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ เบื้องต้น.....	69
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ.....	71
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	72
5.2 อภิปรายผลการวิจัย.....	74
5.3 ข้อเสนอแนะ.....	76
บรรณานุกรม.....	77
ภาคผนวก.....	80
ภาคผนวก ก หนังสือจากงานบัณฑิตศึกษาคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี	81
ภาคผนวก ข แบบประเมินคุณภาพด้านใบงานและด้านผังวงจรและอุปกรณ์ของชุดฝึกอบรม โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น.....	87
ภาคผนวก ค ผลการประเมินคุณภาพด้านใบงานการทดลองและด้านผังวงจรและอุปกรณ์.....	92
ภาคผนวก ง ผลการวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้องแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน....	95
ภาคผนวก จ แบบประเมินความพึงพอใจ.....	120
ภาคผนวก ฉ ผลการประเมินความพึงพอใจ.....	122

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ภาคผนวก ช ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์	
เบื้องต้น.....	124
ภาคผนวก ซ ตัวอย่างใบงานการทดลอง.....	127
ภาคผนวก ฌ คู่มือการใช้งาน.....	146
ภาคผนวก ญ ภาพการทดลองใช้งานชุดฝึกอบรมโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น....	151
ประวัติผู้วิจัย.....	155



สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ความแตกต่างของโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์และระบบรีเลย์ในการควบคุม.....	10
2.2 สัญลักษณ์ของกลุ่มคำสั่งพื้นฐาน.....	21
3.1 วิเคราะห์จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม.....	46
4.1 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและระดับความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อชุดฝึก อบรมโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้นด้านใบงานการทดลอง.....	66
4.2 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและระดับความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อชุดฝึก อบรมโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้นด้านผังวงจรและอุปกรณ์.....	67
4.3 ประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น.....	68
4.4 ความพึงพอใจของผู้เข้าอบรมในด้านต่าง ๆ ที่มีต่อชุดฝึกอบรมโปรแกรมเมเบิลลอจิก คอนโทรลเลอร์เบื้องต้น.....	69
ค.1 ผลการประเมินคุณภาพชุดฝึกอบรมโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้นจาก ผู้ทรงคุณวุฒิด้านใบงานการทดลอง.....	93
ค.2 ผลการประเมินคุณภาพชุดฝึกอบรมโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้นจาก ผู้ทรงคุณวุฒิด้านใบงานการทดลอง.....	94
ง.1 ผลการวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้องแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	96
ง.2 ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกแบบทดสอบที่สร้างขึ้น.....	115
ง.3 ค่าคะแนนกำลังสองเพื่อใช้ในการคำนวณค่าความแปรปรวน.....	118
ฉ.1 ผลการประเมินความพึงพอใจ.....	123
ช.1 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพ (E_1/E_2).....	125

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 ผังภาพการประยุกต์ใช้งานของระบบโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์.....	7
2.2 โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ขนาดเล็ก.....	11
2.3 โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ขนาดใหญ่.....	11
2.4 PLC ที่มีรูปแบบต่าง ๆ ให้ผู้ใช้สามารถเลือกได้ตามความเหมาะสม.....	12
2.5 รุ่น FX5U.....	12
2.6 รุ่น FX5UC.....	13
2.7 การต่อวงจรแบบ SINK และแบบ SOURCE.....	14
2.8 การต่อสายของวงจรอินพุตแบบแอนะล็อก.....	14
2.9 การต่อวงจรภาคเอาต์พุตชนิดรีเลย์.....	15
2.10 การต่อเอาต์พุตแบบ SINK และแบบ SOURCE.....	16
2.11 การต่อสายของวงจรอินพุตแบบแอนะล็อก.....	16
2.12 การเขียนโปรแกรมด้วยภาษาแลดเดอร์.....	18
2.13 การเขียนโปรแกรมด้วยภาษา FBD.....	18
2.14 การเขียนโปรแกรมด้วยภาษา IL.....	19
2.15 การเขียนโปรแกรมด้วยภาษา ST.....	19
2.16 การเขียนโปรแกรมด้วยภาษา SFC.....	20
2.17 ความซับซ้อนของโปรแกรม GX Work 3.....	20
3.1 ขั้นตอนการสร้างใบงาน.....	49
3.2 ขั้นตอนการสร้างผังวงจรและอุปกรณ์.....	51
3.3 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินคุณภาพด้านใบงานและผังวงจรและอุปกรณ์.....	53
3.4 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบ.....	57
3.5 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินความพึงพอใจ.....	59
ฅ.1 ส่วนประกอบของชุดฝึกอบรมโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น.....	148
ฅ.2 อุปกรณ์ภายในชุดฝึกอบรมโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น.....	149
ฅ.1 บรรยายภาคการอบรม.....	152
ฅ.2 บรรยายภาคการใช้ชุดฝึก.....	152
ฅ.3 การใช้ชุดฝึกอบรมมาทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง.....	153

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
ฦ.4 การทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง.....	153
ฦ.5 การใช้ชุดฝึกในการอบรม	154
ฦ.6 การทดลองใช้ชุดฝึกในการอบรม.....	154



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันทุกประเทศในโลกมีการเชื่อมต่อกันอย่างไร้พรมแดนในทุกมิติ ย่อมเกิดการแข่งขันสูงขึ้นเรื่อย ๆ ด้วยเหตุผลประการนี้ หลายประเทศจำเป็นต้องปรับตัวสู่การพัฒนาในยุคอุตสาหกรรม 4.0 ตามกันไป เพื่อเพิ่มศักยภาพของตนเองในการแข่งขัน ประเทศไทยจึงต้องเปลี่ยนเข้าสู่ประเทศไทย 4.0 หรือการขับเคลื่อนเศรษฐกิจด้วยนวัตกรรม โดยการเปลี่ยนสินค้าโภคภัณฑ์ไปสู่สินค้านวัตกรรมแทน ฉะนั้นทุกรูปแบบทักษะอาชีพที่เราถนัด รวมถึงความหลากหลายเชิงชีวภาพและความหลากหลายเชิงวัฒนธรรม จะถูกเพิ่มคุณค่าและมูลค่าโดยการเติมเต็มด้วยวิทยาการ ความคิดสร้างสรรค์ นวัตกรรม วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี การวิจัยและพัฒนา รวมทั้งอุตสาหกรรม การผลิตที่เน้นกระบวนการผลิตอัตโนมัติมากขึ้น เพื่อรักษามาตรฐานและลดกำลังคน เป็นการลดต้นทุนและสร้างความได้เปรียบในการแข่งขัน โดยหัวใจสำคัญของระบบการควบคุมอัตโนมัติส่วนใหญ่ใช้ระบบโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (Programmable Logic Controller) หรือพีแอลซี เป็นอุปกรณ์พื้นฐานสำหรับอุตสาหกรรมยุคใหม่ ดังนั้นความรู้และทักษะเกี่ยวกับระบบโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ จึงเป็นสิ่งสำคัญทั้งการออกแบบ การติดตั้ง การนำพีแอลซีมาใช้ในการทำงานได้ สามารถเชื่อมโยงกับอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้หลากหลาย เพื่อควบคุมและแสดงผลรวมทั้งการเชื่อมโยงเป็นเครือข่ายได้

อย่างไรก็ตาม จากการสัมภาษณ์นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงที่ฝึกปฏิบัติงานในบริษัทโรบอคราว คอร์เปอร์ชั่น จำกัด จำนวน 3 คน บริษัท พรี่เซ็ช คอร์เปอร์ชั่น จำกัด จำนวน 2 คน ในประเด็นเกี่ยวกับการเรียนโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ ที่เชื่อมโยงกับการปฏิบัติงาน สามารถสรุปได้ดังนี้ คือ ด้านเนื้อหาจำนวนมาก บางส่วนค่อนข้างยาก มีความรู้พื้นฐานไม่สอดคล้องกับความก้าวหน้าของเทคโนโลยีที่ใช้ปฏิบัติงานปัจจุบัน และวิศวกรของบริษัทพรอสเพอร์คอน จำกัด จำนวน 3 คนในประเด็นเดียวกัน ได้ข้อสรุปคือต้องพัฒนาให้นักศึกษามีสมรรถนะตามสายงานที่กำหนดไว้ ได้แก่ สามารถติดตั้งโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ ทดสอบ บำรุงรักษา และการเขียนโปรแกรมให้สามารถเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้ ด้านชุดฝึกอบรมโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ สำหรับการเรียนรู้ของนักเรียนนั้น ยังขาดชุดฝึกทดลองปฏิบัติงานจริง เพื่อให้นักศึกษาเข้าใจการทำงานและการเขียนโปรแกรมประยุกต์ใช้งานเพื่อให้เกิดทักษะสามารถปฏิบัติงานจริงได้

ดังนั้นการพัฒนาผู้เข้าอบรมที่มีความสนใจการเรียนรู้การใช้งานโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ จึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง ซึ่งการจัดอบรมเชิงปฏิบัติการ เป็นวิธีการหนึ่งที่สามารถพัฒนาผู้ที่ปฏิบัติงานเกี่ยวกับโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ได้ โดยมุ่งเน้นให้มีความรู้และทักษะด้านการประกอบวงจร การติดตั้ง การวัดและทดสอบการทำงานที่จุดต่าง ๆ ของวงจรได้ รวมทั้งการติดตั้งโปรแกรม การใช้คำสั่ง การวิเคราะห์และการประยุกต์ใช้คำสั่งในงานต่าง ๆ ได้ ผู้วิจัยจึงสนใจพัฒนาชุดฝึกอบรมโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น ที่มีคุณภาพและประสิทธิภาพ เพื่อนำไปใช้พัฒนาผู้ที่สนใจเกี่ยวกับโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์และใช้งานได้ต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 1.2.1 เพื่อพัฒนาชุดฝึกอบรมโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้นที่มีคุณภาพ
- 1.2.2 เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น
- 1.2.3 เพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้เข้าอบรมต่อชุดฝึกอบรมโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น

1.3 สมมติฐานการวิจัย

- 1.3.1 คุณภาพของชุดฝึกอบรมโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น ตามเกณฑ์ที่กำหนดอยู่ในระดับดี ($\bar{X} \geq 3.50$) ขึ้นไป
- 1.3.2 ประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น E_1/E_2 ไม่ต่ำกว่า 80/80
- 1.3.3 ความพึงพอใจของผู้เข้าอบรมที่มีต่อชุดฝึกอบรมโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น จัดอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} \geq 3.50$) ขึ้นไป

1.4 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยเรื่องชุดฝึกอบรมโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น มีกรอบแนวคิดดังนี้

- 1.4.1 การออกแบบและสร้างชุดฝึกอบรมโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น
- ผู้วิจัยได้นำแนวคิดของ วัลลภ จันทรตระกูล (2543) มาประยุกต์ใช้ในการสร้างชุดฝึกอบรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น โดยมีแนวทางในการออกแบบและสร้างตามลำดับขั้นตอนดังนี้

1. กำหนดจุดประสงค์ในการนำอุปกรณ์ทดลอง - สาธิตไปใช้ในการสอน
2. กำหนดหน้าที่ของอุปกรณ์ โดยกำหนดรายการหน้าที่ของอุปกรณ์
3. ศึกษาพิจารณาปัจจัยที่จะทำให้อุปกรณ์ทำงานได้ตามรายการหน้าที่
4. วิเคราะห์และตัดสินใจเลือกชิ้นส่วนประกอบของอุปกรณ์
5. เขียนแบบงาน
6. สร้างต้นแบบและตรวจสอบ
7. เตรียมเอกสารประกอบ

1.4.2 กรอบแนวคิดด้านโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์

ผู้วิจัยได้ศึกษาเนื้อหาและฟังก์ชันการทำงานต่าง ๆ ของโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ จากหนังสือโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ของรามจิตติ ฤทธิศร (2562) และอุปกรณ์และระบบต่าง ๆ ที่ใช้ในอุตสาหกรรมจากบริษัทมิตซูบิชิ อิเล็กทริก แฟคทอรี ออโตเมชัน (Mitsubishi Electric Factory Automation) ของ Mitsubishi Electric (2560) มาประยุกต์ใช้เป็นกรอบแนวคิดในการกำหนดเนื้อหาและพัฒนาชุดฝึกอบรมโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น ดังนี้

1. หลักการเขียนโปรแกรมควบคุมเครื่องจักรที่มีอุปกรณ์ทำงานอิสระต่อกัน
2. การเขียนโปรแกรมควบคุมเครื่องจักรที่มีอุปกรณ์ทำงานแบบลำดับขั้นโดยใช้วิธี Shift Register
3. การเขียนโปรแกรมควบคุมเครื่องจักรที่มีอุปกรณ์ทำงานแบบลำดับขั้นโดยใช้วิธี Set Reset
4. การเขียนโปรแกรมควบคุมเครื่องจักรที่มีอุปกรณ์ทำงานหลายแบบลำดับขั้นโดยใช้วิธีแยกโหมดการทำงาน

1.4.3 การหาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้

ผู้วิจัยนำแนวคิดของชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2556) ด้วยวิธี E_1/E_2 ซึ่งผู้วิจัยกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ 80/80 โดย

80 ตัวแรก หรือ E_1 หมายถึง ค่าประสิทธิภาพกระบวนการ คิดเป็นร้อยละของคะแนนจากการทำแบบทดสอบระหว่างการฝึกอบรม

80 ตัวหลัง หรือ E_2 หมายถึง ค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ คิดเป็นร้อยละของคะแนนจากการทำแบบทดสอบหลังการฝึกอบรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4.4 การหาความพึงพอใจ

ผู้วิจัยได้นำแนวคิดของพรณี ลีกิจวัฒน์ (2553) เกี่ยวกับแบบประเมินความพึงพอใจ ที่กล่าวว่า แบบประเมิน หมายถึง ชุดของข้อความที่เป็นข้อความหรือบางครั้งใช้ภาพเป็นข้อความ สำหรับให้ผู้ตอบตอบโดยการเขียน ซึ่งอาจเขียนตอบเป็นข้อความหรือเป็นเครื่องหมายตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยมีขั้นตอนการหาความพึงพอใจ ดังนี้

1. กำหนดหัวข้อแบบประเมินความพึงพอใจ
2. สร้างแบบประเมินความพึงพอใจ
3. นำแบบประเมินความพึงพอใจไปหาคุณภาพ
4. ได้แบบประเมินความพึงพอใจ

1.5 ขอบเขตของการวิจัย

1.5.1 ประชากร

ประชากร คือ นักเรียนในสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ สาขาวิชาเมคคาทรอนิกส์และหุ่นยนต์ สาขาไฟฟ้ากำลัง ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 3 วิทยาลัยเทคนิคสุพรรณบุรี

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 3 สาขาวิชาเมคคาทรอนิกส์ และหุ่นยนต์ วิทยาลัยเทคนิคสุพรรณบุรี จำนวน 23 คน โดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง

1.5.2 ตัวแปร

1. ตัวแปรต้น คือ ชุดฝึกอบรมโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น
2. ตัวแปรตาม คือ คุณภาพ ประสิทธิภาพ และความพึงพอใจต่อชุดฝึกอบรมโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น

1.5.3. เนื้อหาชุดฝึกอบรมโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น ประกอบด้วย

1. การติดตั้งโปรแกรม GX Work 3
2. การใช้งานโปรแกรม GX Work 3
3. คำสั่งพื้นฐานที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมระบบอัตโนมัติ
4. หลักการเขียนโปรแกรมควบคุมเครื่องจักรที่มีอุปกรณ์ทำงานอิสระต่อกัน
5. การเขียนโปรแกรมควบคุมเครื่องจักรที่มีอุปกรณ์ทำงานแบบลำดับขั้นโดยใช้วิธี Shift Register
6. การเขียนโปรแกรมควบคุมเครื่องจักรที่มีอุปกรณ์ทำงานแบบลำดับขั้นโดยใช้วิธี Set Reset

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. การเขียนโปรแกรมควบคุมเครื่องจักรที่มีอุปกรณ์ทำงานหลายแบบลำดับขั้นโดยใช้วิธีแยกโหมดการทำงาน

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย

1.6.1 ชุดฝึกอบรมโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น หมายถึง เนื้อหา ใบงาน แผนผังวงจรและอุปกรณ์ รวมทั้งคู่มือการใช้งาน ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นเพื่อใช้ในการฝึกอบรมโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น

1.6.2 ใบงาน หมายถึง เอกสารที่ประกอบด้วยรายละเอียดที่เกี่ยวกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เนื้อหาสำคัญ ขั้นตอนการปฏิบัติงาน การบันทึกผลการปฏิบัติ คำถาม สรุปผล เพื่อนำไปใช้ร่วมกับแผนผังวงจรและอุปกรณ์รวมทั้งสิ้น 7 ใบงาน

1.6.3 แผนผังวงจรและอุปกรณ์ หมายถึง แผนผังวงจรโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ อุปกรณ์สำหรับการเชื่อมต่อวงจร และแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง

1.6.4 คุณภาพ หมายถึง ผลที่ได้จากการประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิด้านใบงานและด้าน แผนผังวงจรและอุปกรณ์ ของชุดฝึกอบรมโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้นมีค่าเฉลี่ยในระดับดีขึ้นไป

1.6.5 ประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรม หมายถึง อัตราส่วนของคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละของคะแนนจากการทำแบบทดสอบระหว่างการฝึกอบรมแต่ละใบงานรวมกัน และคะแนนจากการทำแบบทดสอบหลังการฝึกอบรม โดยกำหนดเกณฑ์การหาประสิทธิภาพในการวิจัยครั้งนี้ E_1/E_2 ไม่ต่ำกว่า 80/80

E_1 ประสิทธิภาพของกระบวนการ หมายถึง คะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละของคำตอบที่ผู้เรียนตอบถูกต้องจากการทำแบบทดสอบระหว่างการฝึกอบรมแต่ละใบงานรวมกัน 7 ใบงาน

E_2 ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ หมายถึง คะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละของจำนวนคำตอบที่ผู้เรียนตอบถูกต้องจากการทำแบบทดสอบหลังการฝึกอบรม

1.6.6 แบบทดสอบ หมายถึง ข้อสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก ที่ผ่านการหาคุณภาพ โดยการประเมินความเที่ยงตรงของเนื้อหาจากผู้ทรงคุณวุฒิ วิเคราะห์หาค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่น เพื่อใช้เป็นแบบทดสอบระหว่างการฝึกอบรม และแบบทดสอบหลังการฝึกอบรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.6.7 ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกของผู้เข้ารับการอบรมต่อชุดฝึกอบรมโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น 4 ด้าน คือ ด้านใบงาน ด้านผังวงจรและอุปกรณ์ ด้านความรู้ ความเข้าใจ และด้านการนำความรู้ไปใช้ โดยกำหนดเกณฑ์การประเมินเป็นแบบมาตราส่วนประเมินค่า 5 ระดับ

1.6.8 คู่มือการใช้งาน หมายถึง เอกสารสำหรับแนะนำขั้นตอนการใช้ใบงานและผังวงจร และอุปกรณ์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการทำวิจัยชุดฝึกอบรมการโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้ารายละเอียดข้อมูล เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยเรียงลำดับ ดังนี้

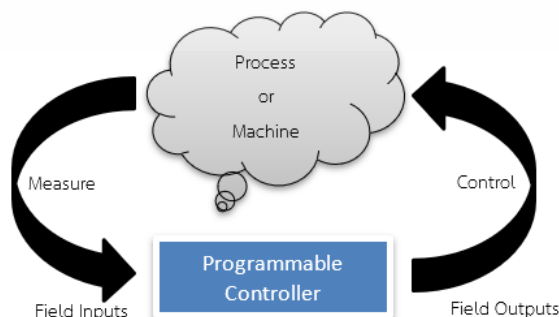
- 2.1 โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์
- 2.2 การฝึกอบรม
- 2.3 การออกแบบอุปกรณ์ทดลอง - สาธิต
- 2.4 การประเมินสื่อการสอน
- 2.5 การหาประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน
- 2.6 การหาคุณภาพของเครื่องมือวัดผล
- 2.7 ความพึงพอใจ
- 2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์

2.1.1 ความเป็นมาของโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์

โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ คืออุปกรณ์ประเภทโซลิตสเทท ซึ่งเป็นตระกูลหนึ่งของคอมพิวเตอร์ โดยการนำวงจรมาประยุกต์ใช้เป็นอุปกรณ์ควบคุมแทนที่อุปกรณ์จำพวกรีเลย์ (Relay) หรือพวกแมกเนติกคอนแทกเตอร์ (Magnetic Contactor)

โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์มีชุดคำสั่งต่าง ๆ เช่น คำสั่งเกี่ยวกับระบบซีควเन्ซ์ คำสั่งการหน่วงเวลา คำสั่งการนับ คำสั่งทางคณิตศาสตร์ คำสั่งการจัดการข้อมูลรวมถึงคำสั่งที่ใช้ในระบบสื่อสารต่าง ๆ เป็นต้น เพื่อใช้ในการควบคุมทางอุตสาหกรรมและกระบวนการผลิต



ภาพที่ 2.1 ภาพภาพการประยุกต์ใช้งานของระบบโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถึงแม้ว่าในปัจจุบันโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์นั้นจะมีหลายนิยาม แต่จากค่านิยามของโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ ตามมาตรฐานของ IEC1131 คือ ระบบปฏิบัติการทางด้านดิจิทัล ออกแบบมาให้ใช้ในอุตสาหกรรม ซึ่งใช้หน่วยความจำที่สามารถโปรแกรมได้ในการเก็บคำสั่งที่ผู้ใช้งานกำหนดขึ้น เพื่อเป็นเครื่องมือในการกำหนดฟังก์ชันหรือเงื่อนไขในการทำงาน เช่น การทำงานแบบลอจิก การทำงานแบบซีเควนซ์ การใช้งานไทม์เมอร์ การใช้งานเคาน์เตอร์ และฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ เป็นต้น เพื่อควบคุมอุปกรณ์ดิจิทัลอินพุตและเอาต์พุต หรือแอนะล็อกอินพุตและเอาต์พุตของเครื่องจักรหรือกระบวนการผลิตต่าง ๆ นอกจากนั้นจะต้องสามารถเชื่อมต่อหรือสื่อสารกับระบบควบคุมทางอุตสาหกรรม เครื่องมือหรืออุปกรณ์ต่าง ๆ ได้

2.1.2 ความเป็นมาของโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์

แผนกไฮดรอมेटิกของบริษัทเจเนอรัลมอเตอร์ (General Motor : GM) ได้ทำการออกแบบอุปกรณ์ควบคุมชนิดหนึ่งขึ้นมาครั้งแรกในปี ค.ศ.1968 โดยเมื่อวัตถุประสงค์เบื้องต้น คือ ต้องการลดต้นทุนและข้อจำกัดของระบบรีเลย์ โดยอุปกรณ์ที่จะนำมาแทนคือโซลิดสเตทหรือคอมพิวเตอร์ ซึ่งมีความยืดหยุ่นมากกว่าระบบรีเลย์ แต่ต้องเป็นคอมพิวเตอร์ที่มีคุณสมบัติพิเศษดังต่อไปนี้

1. ทนทานกับสภาพแวดล้อมในอุตสาหกรรม เช่น ทนความร้อน ทนการสั่นสะเทือน เป็นต้น
2. ง่ายในการเขียนโปรแกรมและสามารถนำโปรแกรมที่เขียนแล้วมาเก็บรักษาได้ เมื่อมีการเปลี่ยนตัวควบคุมชนิดใหม่ สามารถโหลดโปรแกรมที่เก็บไว้เข้าที่ระบบควบคุมได้เลย
3. สามารถนำมาใช้ใหม่ได้ เช่น เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการควบคุม สามารถนำอุปกรณ์ควบคุมนั้นไปทำการติดตั้งระบบควบคุมอื่น แล้วเขียนโปรแกรมใหม่เพื่อควบคุมได้
4. อุปกรณ์ควบคุมใหม่ จะต้องลดเวลาการทำงานของระบบควบคุม ตอบสนองการทำงานเร็วขึ้น
5. สามารถปรับแต่ง เพิ่มเติมขนาดอินพุตหรือเอาต์พุตภายในได้ จึงได้กำหนดอุปกรณ์ควบคุมใหม่ให้มีคุณสมบัติเฉพาะดังต่อไปนี้

- 5.1 ตัวควบคุมใหม่จะต้องมีต้นทุนโดยรวมต่ำกว่าระบบรีเลย์
- 5.2 ตัวควบคุมใหม่จะต้องมีอายุยืนยาว ทนทานต่อสภาวะแวดล้อมอุตสาหกรรม
- 5.3 ตัวควบคุมใหม่จะต้องง่ายต่อการแทนที่ด้วยอินพุตและเอาต์พุต
- 5.4 ตัวควบคุมใหม่สามารถส่งผ่านข้อมูลของกระบวนการควบคุมไปที่ศูนย์กลางการควบคุม
- 5.5 ตัวควบคุมใหม่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้หรือเขียนโปรแกรมใหม่ได้โดยไม่ต้องทำการติดตั้งใหม่
- 5.6 ตัวควบคุมใหม่ต้องเป็นมาตรฐาน สามารถเขียน อ่านและวิเคราะห์โปรแกรมที่เขียนได้ง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3 โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลตัวแรก

โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ตัวแรกถูกสร้างขึ้นให้สอดคล้องตามเงื่อนไขที่กล่าวมาจนกระทั่งได้ผลเป็นที่พอใจของทีมงานผู้สร้าง ในระหว่างปี ค.ศ.1968 และ ค.ศ.1969 ซึ่งโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ตัวแรกถูกใช้ในกระบวนการผลิต Offsprings และได้เป็นประตูลำดับในการพัฒนาเทคโนโลยีระบบควบคุมอัตโนมัติสมัยใหม่

โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ตัวแรกจะมีชุดคำสั่งที่ทำหน้าที่เสมือนเป็นฟังก์ชันของรีเลย์ คือ เป็นฟังก์ชันลอจิก ซึ่งเป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ในการตัดต่อวงจร โดยถูกออกแบบมาในลักษณะของโมดูล ซึ่งสามารถเพิ่มขยายตามความต้องการที่จะใช้งานได้ ง่ายในการติดตั้ง ใช้พื้นที่น้อย สามารถเขียนโปรแกรมใหม่หรือเปลี่ยนแปลงโปรแกรมได้ง่าย เนื่องจากใช้ฟังก์ชันการทำงานเหมือนรีเลย์ รูปแบบภาษาที่ใช้คือ ภาษาแลดเดอร์ (Ladder Diagram)

หลังจากนั้นไม่นานจึงมีการนำไปประยุกต์ใช้งานในอุตสาหกรรมอื่น ๆ โดยเริ่มจากในปี ค.ศ.1971 ถูกนำไปใช้แทนระบบควบคุมด้วยรีเลย์ในอุตสาหกรรมการผลิตอาหารและเครื่องดื่ม อุตสาหกรรมเหล็กและอุตสาหกรรมกระดาษ เป็นต้น

2.1.4 แนวคิดในการออกแบบโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล

แนวคิดในการออกแบบโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์นั้น เพื่อจะนำมาเป็นอุปกรณ์ควบคุมแทนที่ระบบรีเลย์ เนื่องจากระบบการควบคุมระบบรีเลย์มีข้อจำกัดต่าง ๆ ดังนั้น โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ชุดแรกจะมีชุดคำสั่งที่สนับสนุนการทำงานแบบลำดับขั้น ชุดคำสั่งนี้จะประกอบด้วยชุดคำสั่ง ON/OFF หรือคำสั่งเปิด-ปิด ในเครื่องจักรหรือระบบควบคุมการดำเนินการที่มีการทำงานซ้ำไปซ้ำมา ซึ่งไม่เหมาะที่จะให้มนุษย์เข้าไปทำงาน เช่น งานกระบวนการส่งถ่ายชิ้นงานงานเจียระไน งานเจาะ เป็นต้น

โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เป็นระบบที่ถูกออกแบบมาให้มีการทำงานเหมือนรีเลย์จำนวนมาก ๆ อยู่ในอุปกรณ์เดียวกัน แต่มีขนาดเล็ก การติดตั้งสามารถทำได้ง่าย ใช้พื้นที่น้อยและใช้พลังงานในการควบคุมต่ำเมื่อเทียบกับระบบรีเลย์ อีกทั้งยังมีตัวอินดิเคเตอร์ (Indicators) เพื่อวิเคราะห์ตรวจสอบการผิดพลาดอีกด้วย ในขณะที่ระบบรีเลย์ จะหาข้อผิดพลาดได้ยากกว่าระบบโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์

จากข้อได้เปรียบของระบบโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ทำให้ระบบควบคุมสมัยใหม่จึงนิยมนำโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์มาใช้งานเป็นจำนวนมากขึ้น

ตารางที่ 2.1 ความแตกต่างของโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์และระบบรีเลย์ในการควบคุม

คุณลักษณะ	โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์	ระบบรีเลย์
ราคาค่าใช้จ่าย (เมื่อเทียบกับการใช้รีเลย์มากกว่า 20 ตัว)	ต่ำกว่า	สูงกว่า
พื้นที่ในการติดตั้ง	กะทัดรัด	มีขนาดใหญ่
ความเร็วในการปฏิบัติการ	มีความเร็วสูง	ช้า
ความทนทานต่อการรบกวนของสัญญาณไฟฟ้า	ดี	ดีมาก
การติดตั้ง	ง่ายในการติดตั้งและโปรแกรม	ใช้เวลามากกว่า ในการออกแบบและติดตั้ง
ความสามารถในการปฏิบัติการฟังก์ชันที่มีซับซ้อน	สามารถกระทำได้	ไม่สามารถกระทำได้
ความสามารถในการเปลี่ยนแปลงลำดับการควบคุม	สามารถกระทำได้ง่าย	สามารถกระทำได้ แต่ค่อนข้างยุ่งยาก
การตรวจสอบ แก้ไขและซ่อมบำรุง	ไม่ต้องการการบำรุงรักษา มาก และง่ายในการตรวจสอบ แก้ไขใน กรณีที่เกิดปัญหา ภายในระบบควบคุม	ต้องการการดูแลในส่วน ของคอยล์และหน้าสัมผัส ยากในการตรวจสอบและ แก้ไขในกรณีที่เกิดปัญหา

2.1.5 โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ในปัจจุบัน

ในปัจจุบันโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ได้มีการพัฒนาไปอย่างต่อเนื่อง ทั้งในส่วนของฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการเขียนและพัฒนาโปรแกรม ในปัจจุบันมีการพัฒนา

1. มีการตอบสนองเร็วขึ้น เนื่องจากปัจจุบันได้มีการพัฒนาระบบอิเล็กทรอนิกส์และระบบไมโครโปรเซสเซอร์ให้มีการประมวลผลเร็วมากขึ้น

2. มีขนาดเล็ก สามารถนำมาใช้แทนรีเลย์ได้ประมาณ 4 – 10 ตัวและมีความสามารถสูงมากกว่าระบบรีเลย์ธรรมดา อีกทั้งมีฟังก์ชันต่าง ๆ เช่น ตัวตั้งเวลา ระบบตัวนับ เป็นต้น



ภาพที่ 2.2 โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ขนาดเล็ก

ที่มา : <http://www.we-con.com.cn/en/products2.html>

3. สำหรับโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ประเภทโมดูล จะสามารถเพิ่มอินพุตเอาต์พุตหรืออินเทอร์เฟซอื่น ๆ ได้



ภาพที่ 2.3 โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ขนาดใหญ่

ที่มา : <http://www.xn--12cngb8cjqc4er9e7aga7ck5d0lkb0j.com/>

4. มีการพัฒนาอินเทอร์เฟซพิเศษต่าง ๆ ซึ่งเป็นอินเทอร์เฟซที่มีคอนโทรลเลอร์เป็นตัวควบคุมซึ่งแยกจากหน่วยประมวลผลกลางของโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ เช่น อินเทอร์เฟซแบบ PID (Proportional – Integral – Derivative) สำหรับงานควบคุมระบบปิด อินเทอร์เฟซแบบฟิลด์บัส (Field Bus) ต่าง ๆ โฟฟีบัส (Profibus) และ Industrial Ethernet เพื่อใช้ในการติดต่อสื่อสาร และ อินเทอร์เฟซอินพุตและเอาต์พุตแบบพิเศษ เช่น ระบบ ASI - Bus เป็นต้น

5. มีการพัฒนาให้มีที่ปิดช่องเสียบอินพุตและเอาต์พุตเพื่อป้องกันการสัมผัสจากภายนอก

6. อินเทอร์เฟซแบบพิเศษจะยอมให้อุปกรณ์ควบคุมบางประเภทต่อตรงเข้าโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ได้เลย โดยไม่ต้องผ่านตัวแปลงสัญญาณ เช่น สามารถนำสัญญาณจาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เทอร์โมคัปเปิล (Thermocouple) หรือสเทนเกจ (Stain Gages) ต่อตรงเข้ากับโมดูลพิเศษของโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ได้เลย

7. ช่องต่อพ่วงกับคอมพิวเตอร์มีการพัฒนาให้เป็นมาตรฐานเป็นรูปแบบเดียวกันหลายยี่ห้อ
8. มีการพัฒนารูปแบบที่หลากหลายมากขึ้น โดยสามารถเลือกให้เหมาะสมกับงานที่ใช้



ภาพที่ 2.4 PLC ที่มีรูปแบบต่าง ๆ ให้ผู้ใช้สามารถเลือกได้ตามความเหมาะสม
ที่มา : <https://www.mitsubishifa.co.th/en/NewsDetails.php?id=OTQ=>

2.1.5 โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ในตระกูล MELSEC iQ-F series

โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ในตระกูล MELSEC iQ-F series มี 2 รุ่นหลัก ๆ คือ รุ่น FX5U และรุ่น FX5UC ที่มีความสะดวกในการประกอบวงจรไฟฟ้า และประหยัดพื้นที่ในการติดตั้งการทำงาน โดยรูปแบบ FX5U มีอยู่ทั้งหมด 9 ประเภท คือ



ภาพที่ 2.5 รุ่น FX5U

ที่มา : <https://www.mitsubishifa.co.th/en/NewsDetails.php?id=OTQ=>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- FX5U-32MR/ES
- FX5U-32MT/ES
- FX5U-32MT/ESS
- FX5U-64MR/ES
- FX5U-64MT/ES
- FX5U-64MT/ESS
- FX5U-80MR/ES
- FX5U-30MT/ES
- FX5U-80MT/ESS



ภาพที่ 2.6 รุ่น FX5UC

ที่มา : <https://www.mitsubishifa.co.th/en/>

รูปแบบ FX5UC มีทั้งหมด 6 ประเภท คือ

- FX5UC-32MT/D
- FX5UC-32MT/DSS
- FX5UC-64MT/D
- FX5UC-64MT/DSS
- FX5UC-96MT/D
- FX5UC-96MT/DSS

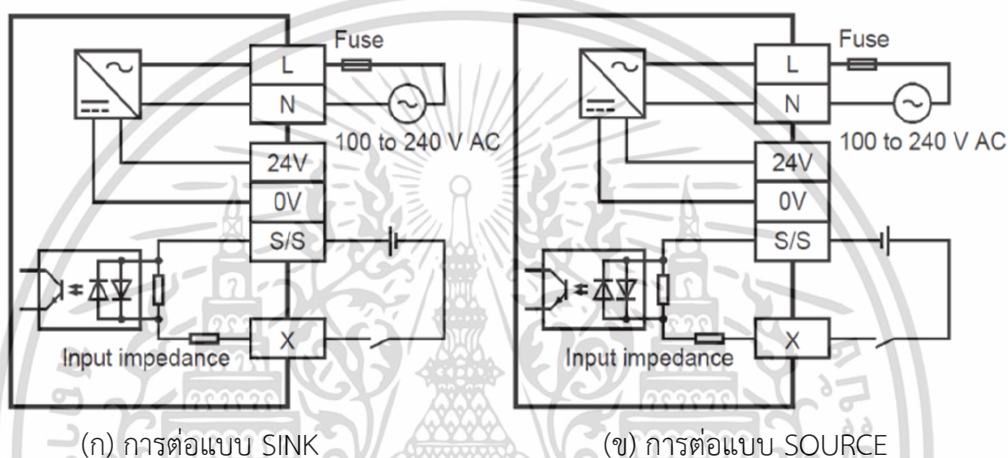
โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์รุ่น FX5U จะใช้กระแสไฟฟ้าสลับ โดยมีแรงดันตั้งแต่ 100 โวลต์ ถึง 240 โวลต์ ส่วนโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์รุ่น FX5UC จะใช้กระแสไฟฟ้าตรง ขนาดแรงดัน 24 โวลต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การต่อใช้งานโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์รุ่น FX5U ร่วมกับอุปกรณ์ภายนอก

1. หน่วยอินพุต (Input Unit) จะทำหน้าที่รับสัญญาณจากอุปกรณ์ภายนอกที่เป็นสวิตช์ (Switch) หรือเซนเซอร์ (Sensor) แล้วแปลงสัญญาณให้เป็นสัญญาณที่เหมาะสมก่อนส่งเข้าไปที่หน่วยประมวลผล (CPU) หน่วยอินพุตของโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ อินพุตแบบดิจิตอลและอินพุตแบบแอนะล็อก

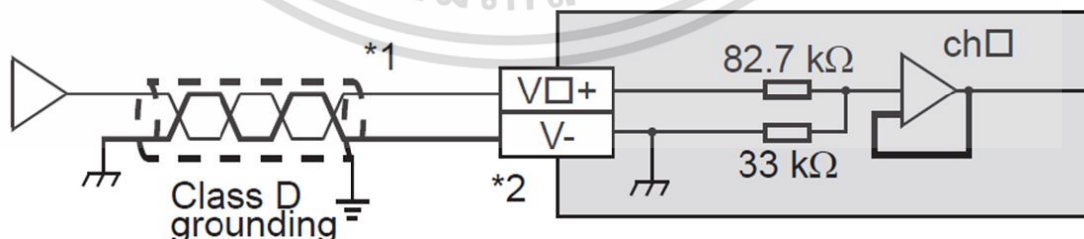
1.1 อินพุตแบบดิจิตอล หมายถึงอินพุตที่รับสัญญาณที่มามีการทำงานเพียง 2 สถานะ คือ สถานะทำงาน (On) และสถานะหยุดทำงาน (Off) หลักการต่อวงจรมี 2 แบบ คือการต่อแบบ SINK และแบบ SOURCE



ภาพที่ 2.7 การต่อวงจรแบบ SINK และแบบ SOURCE

ที่มา : <http://weloveplc.blogspot.com/2017/08/sinking-sourcing-output.html>

1.2 อินพุตแบบแอนะล็อก หมายถึงอินพุตที่รับสัญญาณต่อเนื่อง ซึ่งบอกเป็นปริมาณที่เปลี่ยนแปลงค่าได้ เช่น สัญญาณแรงดัน 0 – 10 โวลต์, 1 – 5 โวลต์, สัญญาณกระแส 4 – 20 มิลลิ-แอมป์



ภาพที่ 2.8 การต่อสายของวงจรอินพุตแบบแอนะล็อก

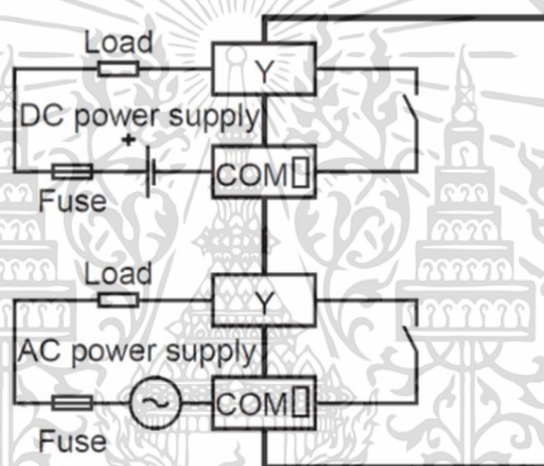
ที่มา : <http://weloveplc.blogspot.com/2017/08/sinking-sourcing-output.html>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. หน่วยเอาต์พุต (Output Unit) ทำหน้าที่ส่งสัญญาณออกไปควบคุมอุปกรณ์เอาต์พุตภายนอก เช่น รีเลย์ มอเตอร์ โซลินอยด์วาล์ว เป็นต้น หน่วยเอาต์พุตของโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ มี 2 ประเภทคือเอาต์พุตแบบดิจิตอลและเอาต์พุตแบบแอนะล็อก

2.1 เอาต์พุตแบบดิจิตอล เป็นเอาต์พุตที่ให้สัญญาณเป็นสภาวะทำงานและสภาวะหยุดทำงาน แบ่งตามชนิดของอุปกรณ์ที่นำมาผลิตเป็นเอาต์พุตได้ 2 ชนิด ดังนี้

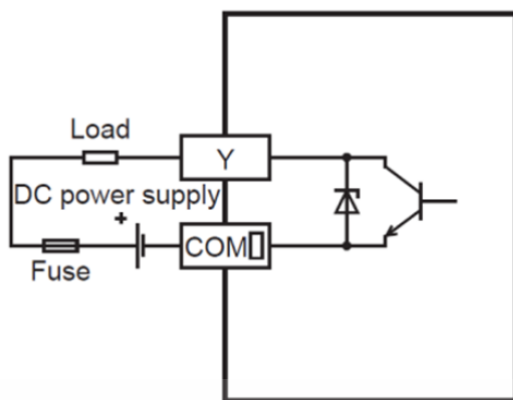
- เอาต์พุตชนิดรีเลย์ (Relay Output) เป็นเอาต์พุตที่นิยมใช้ในการใช้งาน เนื่องจากสามารถนำไปขับโหลดทั้งที่เป็น AC และ DC โดยปกติเอาต์พุตชนิดรีเลย์สามารถทนกระแสใช้งานปกติได้ประมาณ 2 แอมป์ ในกรณีที่โหลดใช้งานมีกระแสสูงกว่า 2 แอมป์ ไม่ควรนำเอาต์พุตชนิดรีเลย์ไปต่อกับโหลดนั้น ๆ โดยตรง ควรต่อผ่านรีเลย์ภายนอกที่สามารถทนกระแสได้สูงมากกว่า



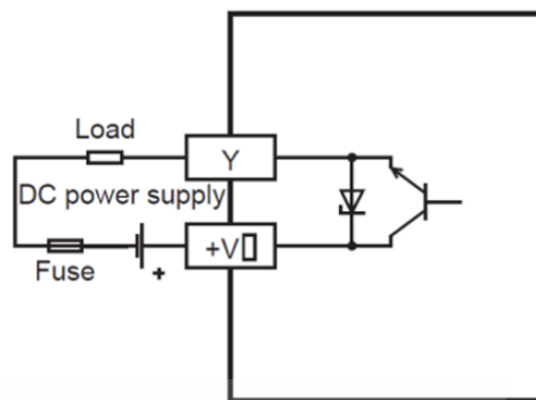
ภาพที่ 2.9 การต่อวงจรภาคเอาต์พุตชนิดรีเลย์

ที่มา : <http://weloveplc.blogspot.com/2017/>

- เอาต์พุตชนิดทรานซิสเตอร์ (Transistor Output) ใช้กับไฟฟ้ากระแสตรง 24 โวลต์ เป็นเอาต์พุตที่เหมาะสมใช้งานกับโหลดที่ต้องการความเร็วในการตัดต่อวงจรสูง ๆ เช่น สเต็ปมิ่งมอเตอร์ (Stepping Motor), เซอร์โวมอเตอร์ (Servo Motor) หลักการต่อสายของวงจรเอาต์พุตชนิดทรานซิสเตอร์ มี 2 แบบ คือการต่อเอาต์พุตแบบ SINK และแบบ SOURCE



(ก) การต่อแบบ SINK

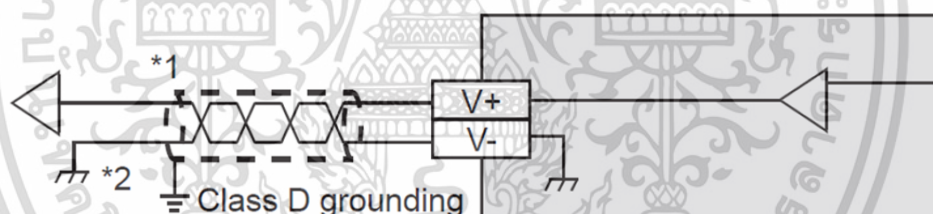


(ข) การต่อแบบ SOURCE

ภาพที่ 2.10 การต่อเอาต์พุตแบบ SINK และแบบ SOURCE

ที่มา : <http://weloveplc.blogspot.com/2017/08/sinking-sourcing-output.html>

2.2 เอาต์พุตแบบแอนะล็อก เป็นเอาต์พุตที่ส่งสัญญาณที่มีลักษณะสัญญาณเป็นสัญญาณต่อเนื่อง ซึ่งบอกเป็นปริมาณที่เปลี่ยนแปลงค่าได้ เช่น สัญญาณแรงดัน 0 – 10 โวลต์, 1 – 5 โวลต์, สัญญาณกระแส 4 – 20 มิลลิแอมป์



ภาพที่ 2.11 การต่อสายของวงจรอินพุตแบบแอนะล็อก

ที่มา : <http://weloveplc.blogspot.com/2017/08/sinking-sourcing-output.html>

ในส่วนของซอฟต์แวร์ได้มีการพัฒนามาอย่างมาก เพื่อเพิ่มขีดความสามารถของโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ดังนี้

- มีการรวบรวมเครื่องมือเขียนโปรแกรมที่เป็นเชิงวัตถุ (Object Oriented Programming : OOP) เข้าไว้ด้วยกัน ภาษาต่าง ๆ ที่เขียนโปรแกรมนั้นมีมาตรฐานเดียวกันคือมาตรฐาน IEC 1131-3

- มีชุดคำสั่งที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้งานได้หลากหลาย

- มีการนำภาษาชั้นสูง เช่น ภาษาซี ภาษาปาสคาล ภาษาเบสิก มาใช้ในการเขียนโปรแกรม ทำให้โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์มีการทำงานที่ยืดหยุ่น นำมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประยุกต์ใช้งานต่าง ๆ เช่น งานทางด้านการสื่อสารกับอุปกรณ์ต่อพ่วงระหว่างโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์กับโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ด้วยกัน หรือโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์กับตัวควบคุมแบบต่าง ๆ เป็นต้น ซึ่งสามารถใช้ในการส่งถ่ายข้อมูลเพื่อประยุกต์ใช้งานระบบควบคุมขั้นสูงต่อไป

- ในภาษาแลตเตอร์ มีการพัฒนาใช้ฟังก์ชันบล็อก (Function Block) เพื่อทำการเขียนโปรแกรมในงานควบคุมที่ซับซ้อนและงานควบคุมขั้นสูงได้ง่ายขึ้น

- มีเครื่องมือตรวจสอบความผิดพลาดของระบบควบคุมที่เฉลียวฉลาด สามารถวิเคราะห์ความผิดพลาดระดับเล็ก จนกระทั่งถึงวิเคราะห์ความผิดพลาดโดยรวมของระบบโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ได้

- มีฟังก์ชันการคำนวณทางคณิตศาสตร์ที่สามารถคำนวณได้ถึงจำนวนที่มีเลขทศนิยมที่มีความละเอียดสูง ๆ เพื่อประยุกต์ใช้งานทางด้านแอนะล็อกต่าง ๆ เช่น เเกจ คานทรงตัวและคำสั่งทางสถิติต่าง ๆ

- มีฟังก์ชันในการจัดเก็บข้อมูล ส่งถ่ายข้อมูลที่ง่ายต่อการใช้งานสำหรับการควบคุมที่ซับซ้อน งานควบคุมที่ต้องอาศัยการเข้าถึงฐานข้อมูลและปรับเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์ได้ ในขณะนี้มีการนำโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์มาใช้งานในระบบควบคุมมากมาย เช่น เป็นความสามารถในการสื่อสาร ความสามารถของโมดูลควบคุมต่าง ๆ เป็นต้น

2.1.6 แนวโน้มโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ในอนาคต

โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์จะไม่ได้ถูกพัฒนาทางด้านความสามารถทางผลิตภัณฑ์เพียงอย่างเดียว แต่จะมีการนำโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เข้าไปรวมเป็นส่วนหนึ่งของเครื่องมืออุตสาหกรรมเลย และโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์จะถูกรวมเข้าระบบเครือข่ายทางอุตสาหกรรม เช่น ในระบบคอมพิวเตอร์ช่วยในการผลิต (Computer – Integration Manufacturing: CIM) หุ่นยนต์อุตสาหกรรม ระบบ CAD /CAM ระบบคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล และระบบการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ เป็นต้น ดังนั้น ต่อไปในอนาคตโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ จะเป็นอุปกรณ์ที่มีความสำคัญมากในอุตสาหกรรม

โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ที่มีเทคโนโลยีสมัยใหม่จะประกอบด้วยลักษณะที่มีตัวอินเตอร์เฟซเป็น GUI (Graphic User Interfaces) และมีฟังก์ชันที่ทำให้คนทั่วไปสั่งการได้ง่ายยิ่งขึ้น (Human – Oriented Man/Machine Interface) เช่น สั่งการด้วยเสียง เป็นต้น อีกทั้งยังรวมถึงเทคโนโลยีทางด้าน AI (Artificial Intelligence) เช่น ระบบฟัซซีลอจิก (Fuzzy Logic) เป็นต้น

2.1.7 ภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์

ภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมตามมาตรฐาน IEC 1131-3 กำหนดไว้ 5 ภาษา คือ LD (Ladder Diagram) FBD (Function Block Diagram) IL (Instruction List) ST (Structure Text) และ SFC (Sequential function Chart) ถึงแม้ว่าลักษณะโครงสร้างของแต่ละภาษาจะมีความแตกต่างกัน แต่ภายในโปรแกรมมีลักษณะเดียวกันตามมาตรฐาน IEC 1131-3 เช่น ลักษณะการประกาศตัวแปร ฟังก์ชันและฟังก์ชันบล็อก เป็นต้น แต่อย่างไรก็ตามสามารถที่จะเขียนโปรแกรมโดยนำรูปแบบการเขียนในภาษาต่าง ๆ มารวมกันได้

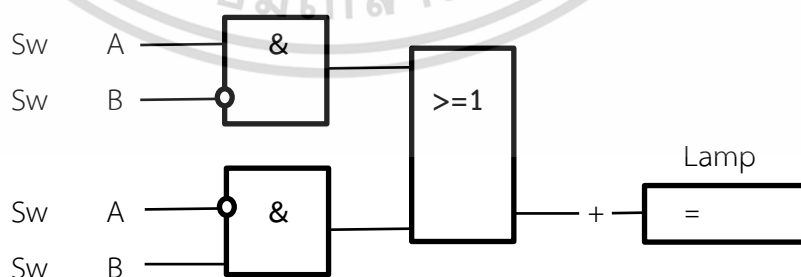
1. LD (Ladder Diagram) จะเป็นภาษาที่เขียนอยู่ในรูปของกราฟฟิก ซึ่งมีพื้นฐานมาจากวงจรควบคุมแบบรีเลย์และวงจรไฟฟ้า ซึ่งแลตเตอร์ไดอะแกรมจะประกอบด้วยราง (Rail) ทั้งซ้ายและขวาของไดอะแกรม เพื่อใช้สำหรับเชื่อมต่ออุปกรณ์ที่เป็นสวิตช์หน้าสัมผัส เพื่อเป็นทางผ่านของกระแสและมีขดลวดหรือคอยล์เป็นเอาต์พุต



ภาพที่ 2.12 การเขียนโปรแกรมด้วยภาษาแลตเตอร์

ที่มา : <http://mechatronic2day.blogspot.com/2013/09/7.html>

2. FBD (Function Block Diagram) เป็นภาษาที่แสดงฟังก์ชัน การทำงานในรูปของกราฟฟิกเช่นเดียวกันและเชื่อมต่อกันเป็นโครงข่าย โดยการเขียนโปรแกรมในรูปของฟังก์ชันบล็อกไดอะแกรม จะมีพื้นฐานมาจากลอจิกไดอะแกรม



ภาพที่ 2.13 การเขียนโปรแกรมด้วยภาษา FBD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. IL (Instruction List) IL จะเป็นภาษาที่เขียนอยู่ในรูปของข้อความและมีลักษณะคล้ายกับภาษาแอสเซมบลี (Assembly) และภาษาเครื่อง (Machine Code) ซึ่งภายในหนึ่งคำสั่งควบคุมจะประกอบด้วยส่วนปฏิบัติการ (Operator) และส่วนที่ถูกดำเนินการ (Operand)

```

: A                - Sw . A
: AN               - Sw . B
: O
: AN               - Sw . A
: A                - Sw . B
: =                - Lamp

```

ภาพที่ 2.14 การเขียนโปรแกรมด้วยภาษา IL

4. ST (Structure Text) ST เป็นภาษาในระดับสูง โดยมีพื้นฐานมาจากภาษา Pascal ซึ่งจะประกอบไปด้วยนิพจน์และคำสั่ง โดยคำสั่งทั่วไปจะอยู่ในรูปของคำสั่งเกี่ยวกับการเลือกทำงาน เช่น IF.....THEN.....ELSE เป็นต้น คำสั่งเกี่ยวกับการทำงานซ้ำ เช่น FOR, WHILE เป็นต้น

```

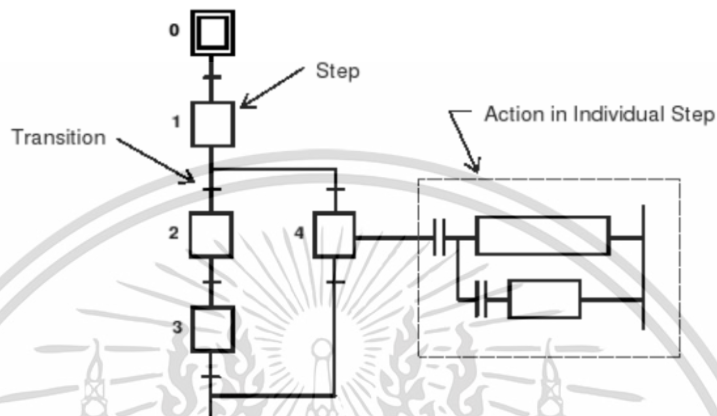
FUNCTION SQUARE : INT
(*****
This function returns as its function value the square of the
Input value or if there is overflow, the maximum value that
Can be represented as an integer.
*****)
VAR_INPUT
    Value : INT;
END_VAR
BEGIN
    IF value <= 1&1 THEN
        SQUARE      := value * value; //Calculation of function
    Value
    ELSE
        SQUARE := 32_767; //If overflow, set maximum value
    END_IF; END FUNCTION

```

ภาพที่ 2.15 การเขียนโปรแกรมด้วยภาษา ST

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. SFC (Sequential Function Chart) SFC เป็นภาษาที่รองรับการเขียนโปรแกรมที่มีโครงสร้างการทำงานเป็นซีควেনซ์ ซึ่งส่วนประกอบของ SFC จะประกอบด้วย Step (คำสั่งในการปฏิบัติการในแต่ละขั้นตอน) และ Transition (เงื่อนไขที่กำหนดให้กระทำคำสั่งในแต่ละ Step) นอกจากนี้ยังสามารถกำหนดลักษณะการทำงาน เช่น Alternative Step Sequence และ Parallel Step Sequence เป็นต้น

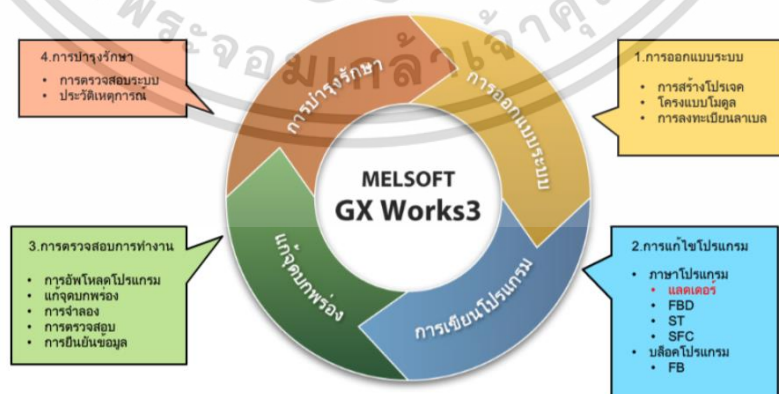


ภาพที่ 2.16 การเขียนโปรแกรมด้วยภาษา SFC

ที่มา : <http://www.9engineer.com/index.php?m=webboard>

2.1.8 โปรแกรม GX Work 3

โปรแกรม GX Work 3 เป็นซอฟต์แวร์ (Software) การเขียนโปรแกรมและบำรุงรักษาที่ออกแบบมาเพื่อใช้เขียนโปรแกรมสำหรับ MELSEC iQ-R และ MELSEC iQ-F series โดยการติดตั้ง GX Work 3 แบบเต็มจะได้ GX Developer และ GX Work 2 มาใช้กับโปรแกรมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์รุ่นอื่น ๆ ด้วย



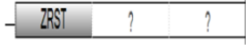
ภาพที่ 2.17 ความซับซ้อนของโปรแกรม GX Work 3

ที่มา : <https://www.mitsubishielectric.com/fa/assist>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องมือที่ใช้ในโปรแกรม GX Work 3 มีฟังก์ชันการแก้ปัญหา เช่น การตรวจสอบการทำงานของโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ว่ามีการทำงานปกติหรือผิดปกติ รองรับการสนับสนุนการควบคุมตั้งแต่การตั้งค่า การบันทึกข้อมูล การแก้ไขข้อบกพร่อง และสามารถเชื่อมต่อข้อมูลกับอุปกรณ์ MELSOFT อื่น ๆ และ SCADA ได้ ซึ่งการใช้งาน GX Work 3 ช่วยเพิ่มความสามารถเข้ากับระบบของ MELSEC iQ-R และ MELSEC iQ-F โดยการเขียนโปรแกรมมีความใกล้เคียงกับ GX Developer และ GX Work 2 แต่ GX Work 3 จะใช้ Ladder ปกติพร้อมกับ Function Block Diagram, Structure Ladder ตามมาตรฐาน IEC 61131-3 ได้

ตารางที่ 2.2 สัญลักษณ์ของกลุ่มคำสั่งพื้นฐาน

สัญลักษณ์	ความหมาย	การทำงาน
	เป็นคำสั่งหน้าสัมผัสปกติเปิด	หน้าสัมผัสจะเปลี่ยนสถานะจากปกติเปิดเป็นสถานะปิด เมื่อมีการเปลี่ยนสัญญาณอินพุตจาก 0 เป็น 1
	เป็นคำสั่งหน้าสัมผัสปกติปิด	หน้าสัมผัสจะเปลี่ยนสถานะจากปกติปิดเป็นสถานะเปิด เมื่อมีการเปลี่ยนสัญญาณอินพุตจาก 0 เป็น 1
	เป็นคำสั่งการแสดงผลของเอาต์พุต	เอาต์พุตจะทำงานเมื่อมีสัญญาณอินพุตเข้าที่เอาต์พุต
	เป็นคำสั่งที่ใช้กระทำ Set ค่าที่ต้องการให้มีสถานะ On	เมื่อมีสัญญาณจากอินพุตเข้าที่คำสั่ง Set จะทำให้คำสั่ง Set ทำงาน ไปกระทำการ Set ค่าที่ต้องการให้มีสถานะ On
	เป็นคำสั่งที่ใช้กระทำ Reset ค่าที่ต้องการให้มีสถานะ Off	เมื่อมีสัญญาณจากอินพุตเข้าที่คำสั่ง Reset จะทำให้คำสั่ง Reset ทำงาน ไปกระทำการ Reset ค่าที่ต้องการให้มีสถานะ Off
	เป็นคำสั่งที่ใช้กระทำ Reset แบบกลุ่มกับค่าที่ต้องการให้มีสถานะ Off	เมื่อมีสัญญาณจากอินพุตเข้าที่คำสั่ง Zone Reset จะทำให้คำสั่ง Zone Reset ทำงาน ไปกระทำการ Reset กลุ่มค่าที่ต้องการให้มีสถานะ Off

ตารางที่ 2.2 (ต่อ)

สัญลักษณ์	ความหมาย	การทำงาน
	เป็นคำสั่งที่หน้าสัมผัสทำงานด้วย ระยะเวลา 1 Scan Time เมื่อ เปลี่ยนสัญญาณจาก Off เป็น On (ขอบขาขึ้น)	หน้าสัมผัสทำงาน (On) เป็น ระยะเวลา 1 Scan Time เมื่อ เปลี่ยนสัญญาณอินพุตจาก 0 เป็น 1
	เป็นคำสั่งที่หน้าสัมผัสทำงานด้วย ระยะเวลา 1 Scan Time เมื่อ เปลี่ยนสัญญาณจาก On เป็น Off (ขอบขาลง)	หน้าสัมผัสทำงาน (On) เป็น ระยะเวลา 1 Scan Time เมื่อ เปลี่ยนสัญญาณอินพุตจาก 1 เป็น 0

2.2 การฝึกอบรม

การฝึกอบรมเป็นกลยุทธ์ที่สำคัญในการพัฒนาคุณภาพองค์กร โดยเน้นการพัฒนาทรัพยากรบุคคลให้เกิดความรู้และประสบการณ์ เพื่อให้เกิดความรู้และอยู่ร่วมกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นกิจกรรมในการฝึกอบรมจึงเป็นหน้าที่สำคัญที่ทุกคน ทุกฝ่ายต้องเรียนรู้และมีส่วนร่วม อีกทั้งเห็นความสำคัญ ซึ่งผลที่เกิดแก่องค์กร คือ บุคลากรและองค์กรมีคุณภาพ

2.2.1 ความหมายของการฝึกอบรม

ความหมายของการฝึกอบรมจากการรวบรวมของพัฒนา ศิริโชติบัณฑิต (2562) มีหลายความหมายดังนี้

การฝึกอบรม หมายถึง “กระบวนการต่าง ๆ ที่ใช้เพื่อช่วยให้ข้าราชการมีความรู้ ทักษะและทัศนคติที่จำเป็นในการปฏิบัติงาน ในหน้าที่และเพื่อให้เกิดความร่วมมือกันระหว่างข้าราชการในการปฏิบัติงานร่วมกันในองค์กร” เมื่อมองการฝึกอบรมในฐานะที่เป็นแนวทางในการพัฒนาข้าราชการตามนโยบายของรัฐหากเป็นการเพิ่มขีดความสามารถในการปฏิบัติงานหรือเพิ่มขีดความสามารถในการจัดรูปแบบขององค์กร

การฝึกอบรม หมายถึง “การถ่ายทอดความรู้เพื่อเพิ่มพูนทักษะ ความชำนาญ ความสามารถ และทัศนคติในทางที่ถูกต้อง เพื่อช่วยให้การปฏิบัติงานและภาระหน้าที่ต่าง ๆ ในปัจจุบันและอนาคตเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น”

การฝึกอบรม หมายถึง “กระบวนการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมอย่างมีระบบ เพื่อให้บุคคลมีความรู้ ความเข้าใจ มีความสามารถที่จำเป็น และมีทัศนคติที่ดีสำหรับการปฏิบัติงานอย่างใดอย่างหนึ่งของหน่วยงานหรือองค์กรนั้น”

การฝึกอบรม หมายถึง “กระบวนการจะทำให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมเกิดความรู้ ความเข้าใจ ทักษะและความชำนาญในเรื่องหนึ่งเรื่องใด และเปลี่ยนพฤติกรรมไปตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ จะเห็นได้ว่าความหมายของการฝึกอบรมมีมากมาย ขึ้นอยู่กับว่าจะพิจารณาจาก แนวคิด (Approach) ใดที่เกี่ยวกับการฝึกอบรม

กล่าวโดยสรุปความหมายของการฝึกอบรม คือ กระบวนการที่ทำให้ผู้เข้ารับการอบรมเกิด การเรียนรู้ในรูปแบบหนึ่ง เพื่อเพิ่มพูนหรือพัฒนาสมรรถภาพในด้านต่าง ๆ ตลอดจนการปรับปรุง พฤติกรรม อันนำมาซึ่งการแสดงออกที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

2.2.2 วัตถุประสงค์ของการฝึกอบรม

การฝึกอบรมนั้นหากจะพูดว่ามีวัตถุประสงค์เพื่อการพัฒนาองค์การเป็นสิ่งที่ถูกต้อง หากได้ พิจารณาในรายละเอียดสามารถแบ่งได้เป็นลักษณะใหญ่ ๆ ดังนี้

1. เพื่อแก้ไขปัญหาที่เกี่ยวข้องกับบุคลากรซึ่งเป็นสาเหตุหลักของการจัดให้มีการฝึกอบรม โดยทั่ว ๆ ไป
2. เพื่อเตรียมรับการเปลี่ยนแปลงในอนาคต เช่น การเปลี่ยนแปลงวิธีปฏิบัติงานหรือกรรมวิธี ในการผลิตต่าง ๆ หรือการฝึกอบรมเพื่อให้เรียนรู้เกี่ยวกับเครื่องจักร เครื่องมือ หรือเทคโนโลยีใหม่ ๆ ขององค์การ
3. ต้องการเพิ่มขีดความสามารถของบุคลากรที่มีอยู่ให้เข้าสู่ระดับมาตรฐานหรือระดับ ที่พึงประสงค์เพื่อให้มีความรู้ทันกับเทคโนโลยีต่าง ๆ ที่ก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว
4. เตรียมการรับมือกับการแข่งขันที่ทวีความรุนแรงขึ้น เพื่อนำความรู้ต่าง ๆ มาเตรียมพร้อม พัฒนาดตนเอง พัฒนาองค์การหรืออาจจะสรุปวัตถุประสงค์ในด้านต่าง ๆ ดังนี้
 - การเพิ่มปริมาณผลผลิต
 - การพัฒนาคุณภาพของผลผลิต
 - การลดต้นทุนของงาน
 - ลดอัตราการเกิดอุบัติเหตุอันจะส่งผลต่อการลดต้นทุนที่เกี่ยวข้อง
 - การลดอัตราการหมุนเวียนและการขาดงานของบุคลากร

2.2.3 ประโยชน์ของการฝึกอบรม

1. บุคลากรหรือกลุ่มบุคลากรสามารถพัฒนาขีดความสามารถของตนเองเนื่องจาก ได้รับประสบการณ์การเรียนรู้ สามารถนำความรู้ไปใช้ในการทำงานให้ประสบผลสำเร็จหรือช่วยเพิ่ม ประสิทธิภาพในการทำงาน
2. การได้ปรึกษาหารือกันในส่วนของผู้เกี่ยวข้องในองค์การ เช่น ผู้เข้ารับการฝึกอบรม หัวหน้างาน ผู้บังคับบัญชา ผู้บริหารระดับสูงขององค์การหรือผู้ที่เกี่ยวข้องทุกระดับร่วมกัน หาแนวทางในการแก้ปัญหาและการปรับปรุงการทำงาน เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ผู้เข้าร่วมการฝึกอบรมได้ยกระดับความรู้และทักษะให้เกิดการปรับทัศนคติ
4. ช่วยลดระยะเวลาในการเรียนรู้งาน
5. ช่วยลดภาระหน้าที่ของหัวหน้างาน
6. ช่วยกระตุ้นบุคลากรให้ปฏิบัติงานเพื่อความก้าวหน้าของตน

2.2.4 ประเภทการฝึกอบรม

การฝึกอบรมเป็นกิจกรรมที่องค์การมอบหมายให้หน่วยงานหรือกลุ่มบุคลากรรับผิดชอบดำเนินการ อาทิเช่น

1. การจัดฝึกอบรมเองภายในองค์กร (In House Training) การจัดฝึกอบรมภายในองค์กรเป็นการจัดฝึกอบรมให้บุคลากรภายในองค์กรได้เข้าอบรมพร้อม ๆ กัน ครั้งละจำนวนมาก (Class Room Training) โดยการดำเนินการตามขั้นตอนในการจัดโครงการฝึกอบรมเพื่อพัฒนาบุคลากร

2. การส่งบุคลากรไปอบรมภายนอกองค์กร

3. การจัดประชุมเชิงปฏิบัติการ (Workshop) การจัดประชุมเชิงปฏิบัติการเป็นการยกปัญหาที่มีอยู่มาให้ศึกษาหรือทดลองปฏิบัติ และอาจใช้เป็นแนวปฏิบัติหลังการประชุม

4. ดูงาน เป็นการไปขอฟังคำบรรยาย สรุปลักษณะการจัดระบบงานและวิธีการปฏิบัติงานจริงของหน่วยงานอื่น ๆ ที่สนใจศึกษา ณ ที่ตั้งของหน่วยงานนั้น

5. การฝึกอบรมในขณะปฏิบัติงานจริง การฝึกอบรมในขณะปฏิบัติงานจริงหรือที่เรียกว่า การฝึกอบรมในที่ทำการปกติ (On the Job Training) ได้แก่

5.1 การเสนอแนะหรือการให้ปรึกษา (Coaching/Counseling) หมายถึง การที่ผู้บังคับบัญชาควบคุมดูแลให้บุคลากรลงมือปฏิบัติงานจริง โดยให้คำปรึกษาแนะนำอย่างใกล้ชิด การเสนอแนะนี้อาจหมายถึงความรวมถึง การเป็นพี่เลี้ยง ซึ่งไม่จำเป็นจะสอนเฉพาะเรื่องงานเท่านั้น อาจรวมทั้งเรื่องเกี่ยวกับบุคคลหรือการวางตัวในองค์กรด้วยได้

5.2 การสอนงานหรืออินเทรงาน หมายถึง การที่ผู้บังคับบัญชาสอนงานให้แก่ผู้ปฏิบัติงานในสังกัด โดยเน้นถึงการแบ่งงานออกเป็นขั้นตอนและการที่ผู้บังคับบัญชาจะต้องสาธิตหรือแสดงวิธีการปฏิบัติงานให้เข้าใจก่อน แล้วจึงควบคุมดูแลให้ปฏิบัติงานตามอย่างถูกต้อง

2.3 การออกแบบอุปกรณ์ทดลอง – สาธิต

วัลลภ จันทรตระกูล (2543 : 110-114) การออกแบบสร้างสื่อการเรียนการสอนประเภท อุปกรณ์ทดลองหรือสาธิต มีขั้นตอนการออกแบบดังนี้

1. กำหนดจุดประสงค์ในการนำอุปกรณ์ทดลอง - สาธิตไปใช้ในการสอน
2. กำหนดหน้าที่ของอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ศึกษาพิจารณาปัจจัยที่จะทำให้อุปกรณ์ทำงานได้ตามรายการหน้าที่
4. วิเคราะห์และตัดสินใจเลือกชิ้นส่วนประกอบของอุปกรณ์
5. สร้างต้นแบบและตรวจสอบ
6. เขียนแบบงาน
7. เตรียมเอกสารประกอบ

ขั้นตอนงานต่าง ๆ มีรายละเอียดโดยสังเขปดังนี้

2.3.1 กำหนดจุดประสงค์ในการนำอุปกรณ์ทดลองไปใช้ในการสอน

จากการตัดสินใจที่จะใช้อุปกรณ์ทดลองสำหรับการสอนในหัวเรื่องหรือเนื้อหานั้น ๆ จะทำให้ทราบด้วยว่า อุปกรณ์ทดลอง - สาธิตใช้กับผู้เรียนกลุ่มใดและโดยปกติควรจะได้ทราบรายการวัตถุประสงค์ของบทเรียนส่วนนั้นด้วย ข้อมูลดังกล่าวจะนำมาใช้เป็นข้อมูลส่วนหนึ่งในการดำเนินงานพัฒนาออกแบบสร้างอุปกรณ์ทดลอง - สาธิต โดยการกำหนดจุดประสงค์ของอุปกรณ์ เพื่อให้คุณลักษณะของอุปกรณ์สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการเรียน

ในขั้นตอนนี้อาจจะกล่าวได้ว่า เป็นขั้นตอนที่จะต้องศึกษาข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้การออกแบบสร้างอุปกรณ์ทดลอง - สาธิตนั้นเกิดความเป็นจริง สำเร็จผลตามเป้าหมาย ควรจะต้องศึกษาถึงสภาพการณ์ในการเรียนการสอน ศึกษาข้อมูลทางด้านวิชาการในเรื่องนั้น ในบางครั้งถ้าหากเรื่องนั้นได้มีการพัฒนาอุปกรณ์มาแล้วโดยผู้อื่น ควรศึกษารายละเอียดต่าง ๆ ด้วย

เมื่อศึกษาข้อมูลต่าง ๆ แล้ว จึงนำมาใช้เขียนจุดประสงค์ของอุปกรณ์ในลักษณะคำบรรยาย แต่จะไม่ระบุรูปร่างลักษณะทางด้านเทคนิคอย่างเฉพาะเจาะจง ข้อมูลต่าง ๆ อาจกล่าวได้ว่าเป็นขอบเขตคุณลักษณะของอุปกรณ์ที่จะออกแบบสร้าง บางครั้งอาจจะกำหนดเป็นข้อ ๆ ได้ และสุดท้ายจะต้องตรวจสอบความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของบทเรียนอีกครั้ง จนกระทั่งได้ผลว่าเกิดความสอดคล้องครอบคลุมตามเป้าหมาย

2.3.2 กำหนดหน้าที่ของอุปกรณ์

จากคำบรรยายคุณลักษณะของอุปกรณ์ที่กำหนดขึ้นในขั้นตอนที่ 1 จะนำมาดำเนินการในขั้นตอนที่ 2 โดยการวิเคราะห์คำบรรยายดังกล่าว เพื่อค้นหาค่าพื้นฐานที่ได้จะทำให้ทราบรายการหน้าที่ของอุปกรณ์ อาจจะได้รายการหน้าที่ครอบคลุมลักษณะของอุปกรณ์ ดังนั้น จึงต้องวิเคราะห์ค่าประกอบสัมพันธ์ด้วย

สรุปได้ว่า ในขั้นตอนที่ 2 จะทำให้ได้รายการหน้าที่ของอุปกรณ์และได้กำหนดตัวรายการหน้าที่เป็นกลางทั่ว ๆ ไป ไม่ระบุเฉพาะเจาะจงว่า ต้องใช้ชิ้นส่วนประกอบของอุปกรณ์แบบใด รูปร่างอย่างไรเพราะจะดำเนินการในขั้นตอนที่ 3 ต่อไป

2.3.3 ศึกษาพิจารณาปัจจัยที่จะทำให้อุปกรณ์ สามารถทำงานได้ตามรายการหน้าที่ที่กำหนด

ในขั้นตอนนี้เป็นการคิดค้นสิ่งที่จะทำให้อุปกรณ์ สามารถทำงานได้ตามรายการหน้าที่ที่กำหนด ซึ่งโดยทั่วไปจะอยู่ในรูปของ วัสดุ (Materials) พลังงาน (Energy) และสัญญาณ (Signal) วิทยาการที่สำคัญซึ่งเกี่ยวข้องในขั้นตอนนี้คือ วิชาฟิสิกส์ ได้แก่ ทางด้านกลไก (Mechanic) เคมี ไฟฟ้า แสง เสียง ความร้อน เป็นต้น

สิ่งที่ต้องกำหนดอาจจะเป็นคำเขียนสั้น ๆ หรือภาพสเก็ตช์ง่าย ๆ เพื่อจะใช้เป็นชิ้นส่วนประกอบของอุปกรณ์ จะต้องพยายามเขียนกำหนดให้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ สำหรับเป็นทางเลือกต่าง ๆ ที่จะทำการตัดสินใจเลือกในลำดับต่อไป แนวทางที่จะได้ทางเลือกต่าง ๆ คือ การศึกษาพิจารณาในเรื่องลักษณะรูปทรงแบบต่าง ๆ และลักษณะของการเคลื่อนไหวของส่วนประกอบนั้น ๆ

2.3.4 วิเคราะห์และตัดสินใจเลือกชิ้นส่วนประกอบของอุปกรณ์

ขั้นตอนนี้มีเป้าหมายสำคัญ คือ ต้องการหาผลลัพธ์ที่ดีที่สุดจากทางเลือกต่าง ๆ โดยการวิเคราะห์และตัดสินใจเลือก ซึ่งอาจจะมีวิธีการแตกต่างกันไป การตัดสินใจเลือกมีความสำคัญ คือ แนวทางหรือมาตรการในการตัดสินใจเลือกเกณฑ์ โดยทั่วไปเกณฑ์ที่กำหนด ได้แก่ เรื่องประสิทธิภาพในการทำงาน ขนาดรูปร่าง การบำรุงรักษา ความคงทน ราคา เป็นต้น ส่วนน้ำหนักของเกณฑ์แต่ละเกณฑ์แตกต่างกันไป ตามความสำคัญหรือจะเน้นหนักในเรื่องใด เช่น จะเน้นทางด้านเทคนิคหรือด้านเศรษฐศาสตร์ การตัดสินใจเลือกจะต้องมีความเที่ยงตรงและน่าเชื่อถือในการตัดสินใจเลือก จึงควรประกอบด้วยบุคคลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น ฝ่ายออกแบบ ฝ่ายผลิต ฝ่ายจัดการ เป็นต้น

การพัฒนาอุปกรณ์ซึ่งมีลักษณะประกอบต่าง ๆ จำนวนมาก อาจต้องทำการตัดสินใจเลือกถึงสองขั้นตอน คือ ขั้นตอนแรก ตัดสินใจเลือกชิ้นส่วนประกอบแต่ละชิ้น ขั้นตอนที่สอง จะต้องวิเคราะห์ความเข้ากันได้หรือประกอบกันได้ของชิ้นส่วนประกอบต่าง ๆ ที่ได้เลือกมาแล้วจึงทำการตัดสินใจเลือกชุดประกอบย่อย ๆ แต่ละชุด

2.3.5 สร้างต้นแบบและตรวจสอบ

จากผลลัพธ์การตัดสินใจเลือกชิ้นส่วนประกอบในขั้นตอนที่ 4 จะต้องนำมาสเก็ตช์เป็นภาพประกอบต้นแบบโดยคร่าว ๆ หรือจะสเก็ตช์เป็นแบบง่าย ๆ ก่อน จากนั้นจึงทำการสร้างเป็นต้นแบบ ในบางครั้งขั้นตอนนี้อาจจะต้องทดลองกลไกหน้าที่ของอุปกรณ์บางอย่าง เพื่อให้การสร้างต้นแบบประสบความสำเร็จ อุปกรณ์สามารถทำงานได้ตามต้องการผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนที่ 3 บางครั้งอาจไม่ทำงานได้ตามต้องการ การทดสอบจะทำให้ได้ข้อมูลด้านขนาด ระยะ รูปร่างของอุปกรณ์นี้ด้วย

อุปกรณ์ต้นแบบจะต้องทำการตรวจสอบทางด้านเทคนิคค้นหาข้อมูลบางอย่าง เพื่อให้แน่ใจว่าอุปกรณ์นั้นมีคุณลักษณะตรงตามความต้องการ นอกจากนั้นจะศึกษาพิจารณาเรื่อง

แนวทางการผลิตต่อไป รวมทั้งกฎความปลอดภัยต่าง ๆ ด้วยข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้จากการตรวจสอบจะนำไปใช้ประกอบในการเขียนเอกสารประกอบของอุปกรณ์นั้น

2.3.6 เขียนแบบงาน

ในกรณีที่พัฒนาออกแบบสร้างอุปกรณ์เพียงชิ้นเดียวงานเขียนแบบอาจไม่จำเป็น แต่ถ้าหากจะทำการผลิต หรือต้องการเก็บข้อมูลต่าง ๆ เพื่อประโยชน์ในการดำเนินงานต่อไป งานเขียนแบบนี้จะมีความสำคัญเป็นอย่างมาก

แบบงานจะเป็นข้อมูลสำหรับดำเนินการผลิต ดังนั้นแบบงานของอุปกรณ์จะต้องมีแบบแยกชิ้นจนเป็นชิ้นเดียวที่มีข้อมูลอย่างครบถ้วน สำหรับช่างที่จะทำการผลิตได้ (เช่น ขนาด พิกัดความเผื่อวัสดุ เป็นต้น) นอกจากนั้นต้องมีข้อมูล หมายเลขแบบ ซึ่งอาจจะแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม คือ แบบรวมแบบประกอบกลุ่มหลัก แบบประกอบกลุ่มย่อยและแบบชิ้นเดียว ระบบในงานเขียนมีความสำคัญต่อการคำนวณราคา การวางแผน การผลิต และการเก็บข้อมูลทางด้านชิ้นส่วนของหน่วยงาน

2.3.7 การเตรียมเอกสารประกอบ

อุปกรณ์ที่ออกแบบสร้างโดยทั่วไป ควรจะต้องจัดเตรียมเอกสารประกอบและคู่มือการใช้งาน เพื่อให้ผู้ใช้จะได้ใช้อุปกรณ์ได้อย่างถูกต้อง ปลอดภัยและสอดคล้องตามจุดประสงค์ในการออกแบบสร้างอุปกรณ์นั้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งอุปกรณ์ที่ออกแบบเพื่อใช้ในการเรียนการสอนจะต้องเตรียมเอกสารประกอบสำหรับใช้ในงานสอนด้วย

ในขั้นตอนที่ 5 คือ การสร้างต้นแบบและตรวจสอบจะได้รับข้อมูลส่วนหนึ่งจะนำมาใช้ในการจัดเตรียมเอกสารประกอบและในภายหลังเมื่อได้ผลิตออกมาเป็นอุปกรณ์จริง ๆ แล้วจะต้องนำมาหาข้อมูลต่าง ๆ ต่อไปอีก

เอกสารประกอบที่จะต้องจัดเตรียมอาจจะกำหนดให้มีในลักษณะต่าง ๆ กันตามแต่ความมุ่งหมายของงาน โดยอาจจำแนกออกเป็น 4 ประเภท คือ คู่มือแนะนำการใช้งาน เอกสารประกอบในการศึกษาทดลอง ตำรา ใบงาน แบบฝึกหัด แบบทดสอบ ใบเฉลยของผู้สอนและผู้เรียน เป็นต้น

2.4 การประเมินสื่อการสอน

การออกแบบสร้างสื่อการสอนได้แนวคิดจาก วัลลภ จันทรตระกูล (2543 : 135 - 140) ให้มีความเหมาะสมในด้านต่าง ๆ มีคุณลักษณะเหมาะสมทั้งทางด้านเทคนิค (Technical Points of View) ด้านการเรียนการสอน (Pedagogical Points of View) และด้านการพาณิชย์หรือการค้า (Economical Points of View) จะทำได้อย่างไร เราสามารถทราบคุณลักษณะด้านต่าง ๆ โดยการประเมินสื่อการสอนนั้น ซึ่งอาจจะทำควบคู่ในระหว่างกระบวนการการออกแบบ หรือเมื่อสิ้นสุดการออกแบบสำเร็จ เป็นงานต้นแบบก่อนดำเนินการผลิตออกมาในเชิงพาณิชย์ ในเรื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การประเมินสื่อมีประเด็นที่จะกล่าวดังนี้ เหตุผลทำไมต้องประเมินสื่อ ประเมินได้อะไร กระทำเมื่อใด ประเมินในเรื่องอะไร มีวิธีการและเทคนิคอย่างไร ใช้เครื่องมือและเกณฑ์อะไร มีเงื่อนไขขององค์ประกอบ ที่ควรคำนึงอะไรบ้าง

2.4.1 วัตถุประสงค์ในการประเมินสื่อการสอน

การประเมินสื่อการสอนมีวัตถุประสงค์ดังนี้

1. เพื่อรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับข้อดี ข้อเสีย ในด้านต่าง ๆ ของสื่อการสอน
2. นำข้อมูลที่ได้จากการประเมิน ไปแก้ไขพัฒนาปรับปรุงสื่อการสอนนั้น
3. วางแผนในการพัฒนาสื่อการสอนเพิ่มเติมให้เกิดความสมบูรณ์ ในการเรียนการสอนตาม หัวข้อ หรือสาขาวิชานั้น

2.4.2 ประเด็นในการประเมิน

ประเด็นในการประเมินอาจแบ่งออกเป็น 3 ด้าน คือ ด้านเทคนิค ด้านการเรียนการสอน และด้านการพาณิชย์ ในแต่ละประเด็นสามารถแตกออกเป็นประเด็นย่อย การคิดค้นประเด็นต่าง ๆ อาจใช้แผนภูมิปะการังเป็นเครื่องมือร่วมประชุม ระดมความคิดหรืออาจค้นคว้าประเด็นได้จาก งานวิจัยต่าง ๆ ด้านการประเมินสื่อการสอน ประเด็นที่น่าสนใจ เป็นประเด็นหลัก ๆ สามารถเลือก ไปใช้กับสื่อประเภทต่าง ๆ ได้และจะเขียนในลักษณะด้านบวกหรืออุทมคติ

2.4.3 ประเด็นด้านเทคนิค มีประเด็นด้านต่าง ๆ ดังนี้

1. ขนาดสื่อ
 - ไม่ใหญ่ ไม่เล็ก มีขนาดเหมาะสมสอดคล้องกับมาตรฐาน
 - สะดวกต่อการเก็บรักษา
 - ไม่ใช่เนื้อที่มากเกินไป
2. น้ำหนัก
 - มีน้ำหนักเหมาะสม ขนย้าย นำไปใช้สอนได้สะดวก
 - ไม่ต้องใช้อุปกรณ์ขนย้าย ผู้สอนนำไปได้ด้วยตนเอง
3. ชิ้นส่วนประกอบ
 - ทำหน้าที่ได้ถูกต้องแม่นยำ
 - นอกจากทำหน้าที่หลัก สามารถทำหน้าที่รอง
 - มีรูปร่างง่ายต่อการผลิต
 - เป็นมาตรฐาน หาอะไหล่ง่าย
 - มีจำนวนชิ้นไม่มาก
 - การเคลื่อนที่มั่นคง
 - รูปร่างมีความแข็งแรงคงทน
 - มีอายุการใช้งานเหมาะสม
4. ชนิดวัสดุ
 - มีคุณสมบัติเหมาะสมกับประเภทสื่อ
 - เป็นวัสดุหาง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- คุณสมบัติวัสดุ มีความแข็งแรงคงทน
 - ราคาไม่แพง
 - ทนต่อความร้อน ฝุ่น ความชื้น
 - ไม่เป็นอันตรายต่อผู้ใช้และสื่อ
5. การดูแลรักษา
- ง่ายต่อการดูแลรักษาและซ่อมบำรุง
 - มีระบบการจัดเก็บ การจัดจำแนก
 - มีถุง ซอง กล่อง ในการจัดเก็บ
 - มีระบบการเบิก ยืม ที่มีประสิทธิภาพ
 - ไม่สิ้นเปลือง ค่าใช้จ่ายในการดูแลรักษา
6. กระบวนการผลิต
- ผลิตง่าย ใช้เครื่องมือง่าย ๆ
 - มีระบบแบบงาน ระบบมาตรฐานวัสดุ (หมายเลขวัสดุ)
 - ผลิตออกมาเรียบร้อยสวยงาม
 - สอดคล้องตามหลักการสอน สามารถใช้สอนกับวิธีการต่าง ๆ
 - นำความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมาใช้
 - ชิ้นงานออกมา มีขนาด คุณภาพผิวงาน มีความละเอียดสูง
 - สามารถเป็นต้นแบบในการผลิตเชิงพาณิชย์
7. มาตรฐาน
- สอดคล้องกับมาตรฐานในหน่วยงาน
 - มีความเป็นสากล
 - มีรูปแบบ
8. ความปลอดภัย
- มีความปลอดภัยต่อผู้ใช้และสื่อ
- 2.4.4 ประเด็นทางด้านการเรียนการสอน จะเกี่ยวข้องกับผู้สอน ผู้เรียนและสื่อ ดังนี้
1. ต่อผู้สอน
- ใช้ง่าย
 - ใช้เวลาในการสอนน้อย
 - ไม่มีความจำเป็นต้องฝึกอบรมด้านการใช้
 - สอดคล้อง ตามรายการวัตถุประสงค์และเนื้อหาวิชา
 - มีคู่มือการสอน สำหรับครู
2. ต่อผู้เรียน
- เข้าใจง่าย
 - สอดคล้องกับพื้นฐานความรู้และประสบการณ์
 - ผู้เรียนเกิดความเข้าใจ น่าสนใจ อยากเรียน
 - กระตุ้นให้ค้นคว้าและประสบการณ์
 - เกิดความคิดสร้างสรรค์
 - สามารถนำไปประยุกต์แก้ปัญหา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ช่วยส่งเสริมกิจกรรมการเรียนรู้
- มีคู่มือผู้เรียน
- 3. ต่อสื่อการสอน
 - เป็นสื่อการสอนที่มีความสำคัญต่อเนื้อหา นั้น ๆ
 - มีความสำคัญต่อการเรียนรู้
 - มีเนื้อหาสาระที่ทันสมัย ตามวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 - สามารถนำไปใช้สอนในหัวเรื่องอื่นได้ด้วย
 - ให้เนื้อหาสาระชัดเจน ในตัว ไม่ต้องอธิบายเพิ่มเติมมาก
 - ใช้เวลาในการประกอบน้อย
 - ไม่ต้องใช้อุปกรณ์อื่นประกอบช่วย
 - มีคู่มือคำแนะนำในการใช้ การดูแลรักษา
 - ต้องมี Software ประกอบ
 - ตัวอักษร สี สัน พอร์ม Format ชัดเจน

2.4.5 เกณฑ์ในการประเมินสื่อการเรียนการสอน

เมื่อกำหนดประเด็นต่าง ๆ ที่จะประเมินสื่อแล้วต้องมากำหนดเกณฑ์ในการประเมิน ซึ่งมีสิ่งที่ควรพิจารณาดังนี้

1. เกณฑ์ที่กำหนดจะเน้นคุณลักษณะไปด้านใด เช่น ด้านเทคนิค ด้านการเรียนการสอน หรือด้านพาณิชย์ หรือจะให้น้ำหนักเท่ากันทั้ง 3 ด้าน

2. ในแต่ละประเด็นอาจจะประเมินโดยการทำเป็น รายการตรวจสอบ (Check List) ว่าใช่/ไม่ใช่ มี/ไม่มี มีคำตอบให้เลือก สองทางเลือก อีกลักษณะหนึ่งเป็นการให้ความคิดเห็นว่าคุณลักษณะด้านนั้น ๆ ดีมาก ดี พอใช้ ใช้ไม่ได้ เป็นต้น

3. จากผลการประเมินในข้อ 2 นำมาประมวลผล โดยใช้หลักการทางสถิติ เป็นร้อยละ หรือ เปอร์เซนต์ ในแต่ละประเด็น หรือลักษณะภาพรวม

การประเมินจะขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ นอกจากจากนั้นค่าที่ได้ควรมีความเชื่อมั่นเที่ยงตรง มีเป้าหมาย มีความชัดเจน น่าเชื่อถือ สามารถคำนวณและปฏิบัติ หน่วยงานหรือ ทีมงาน จะต้องกำหนดเกณฑ์เพื่อจะประเมินสื่อการสอนได้ผลสำเร็จตามเป้าหมาย

2.4.6 องค์ประกอบในการประเมินสื่อ

นอกจากการกำหนดเกณฑ์แล้วควรคำนึงถึงองค์ประกอบในการประเมินสื่อ ซึ่งมีหลายประการ ได้แก่

1. เครื่องมือ เป็นเอกสารหรืออุปกรณ์ที่สามารถบันทึกแสดงข้อมูลที่จะได้จากการประเมินสื่อว่าอยู่ในระดับใด ควรมีการทดลองใช้ วิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่น ค่าความเที่ยงตรง มีการพัฒนาปรับปรุงเครื่องมือให้เหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. วิธีการ การประเมินทำได้โดยการกำหนดประเด็นต่าง ๆ แล้วให้คะแนนในประเด็นนั้น ๆ วิธีการประเมินโดยใช้ความรู้สึกอจากขาดความเชื่อถือ มีคำแนะนำขั้นตอนในการประเมิน
3. เกณฑ์ กำหนดระดับค่าคะแนนว่าระดับใดที่จะยอมรับได้ ขึ้นกับเป้าหมายว่าต้องการเน้นด้านใด หน่วยงานเอกชนอาจมุ่งทางการค้า หน่วยงานการศึกษาอาจมุ่งด้านการเรียนการสอน
4. ผู้ประเมิน ทำหน้าที่ใช้เครื่องมือประเมิน อาจเป็นบุคคลภายในและภายนอกหน่วยงาน เป็นผู้เชี่ยวชาญ มีประสบการณ์และมีจำนวนเหมาะสมมาจากหลายๆ ฝ่าย เช่น ฝ่ายตลาด ฝ่ายผลิต มีความเข้าใจในวิธีประเมิน
5. ผู้สอน ผู้ที่ทำหน้าที่สอนโดยใช้สื่อการสอนนั้น เป็นตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับประเด็นการประเมิน ที่ผู้ประเมินมีข้อมูลเกี่ยวกับผู้สอนอย่างไร
6. ผู้เรียน ผู้ประเมินหรือแบบประเมินมีประเด็นที่เกี่ยวข้องกับผู้เรียนอย่างไร คาดการณ์ว่าผู้เรียนจะมีพื้นฐาน มีความรู้ ประสบการณ์เพียงใดและมีความคาดหวังต่อผู้เรียนอย่างไร
7. เนื้อหาวิชา เป็นสาขาวิชาใด มีรายการ วัตถุประสงค์ของบทเรียนอย่างไร
8. ประเภทของสื่อ สื่อมีความแตกต่างกันหลายประเภท เช่น เอกสารสิ่งพิมพ์ แผ่นใส แผ่นภาพ อุปกรณ์ทดลองสาธิต แผ่นดิสก์ ซีดี เป็นต้น ประเด็นการประเมินจะแตกต่างกัน

2.5 การหาประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2556 : 6-19) การผลิตสื่อหรือชุดการสอนนั้น ก่อนนำไปใช้จริงจะต้องนำสื่อหรือชุดการสอนที่ผลิตขึ้นไปทดสอบประสิทธิภาพ เพื่อดูว่าสื่อหรือชุดการสอนทำให้ผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นหรือไม่ มีประสิทธิภาพในการช่วยให้กระบวนการเรียนการสอนดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพเพียงใด มีความสัมพันธ์หรือไม่ และผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนจากสื่อหรือชุดการสอนในระดับใด ดังนั้นผู้ผลิตสื่อการสอนจำเป็นต้องนำสื่อหรือชุดการสอนไปหาคุณภาพเรียกว่า การทดสอบประสิทธิภาพ

2.5.1 ความหมายของการทดสอบประสิทธิภาพ

1. ความหมายของประสิทธิภาพ

ประสิทธิภาพ (Efficiency) หมายถึง สภาวะหรือคุณภาพของสมรรถนะในการดำเนินงาน เพื่อให้งานมีความสำเร็จโดยใช้เวลา ความพยายาม และค่าใช้จ่ายค้ำค่าที่สุดตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ โดยกำหนดเป็นอัตราส่วนหรือร้อยละระหว่างปัจจัยนำเข้ากระบวนการและผลลัพธ์ (Ratio Between Input, Process and Output) ประสิทธิภาพเน้นการดำเนินการที่ถูกต้องหรือกระทำสิ่งใด ๆ อย่างถูกวิธี (Doing the Thing Right)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ความหมายของการทดสอบประสิทธิภาพ

การทดสอบประสิทธิภาพของสื่อหรือชุดการสอน จึงหมายถึงการหาคุณภาพของสื่อหรือชุดการสอน โดยพิจารณาตามขั้นตอนของการพัฒนาสื่อหรือชุดการสอนแต่ละขั้นตรงกับภาษาอังกฤษว่า “Developmental Testing” คือ การทดสอบคุณภาพตามพัฒนาการของการผลิตสื่อหรือชุดการสอนตามลำดับขั้น เพื่อตรวจสอบคุณภาพของแต่ละองค์ประกอบของต้นแบบชิ้นงานให้ดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ

สำหรับการผลิตสื่อและชุดการสอน การทดสอบประสิทธิภาพ หมายถึง การนำสื่อหรือชุดการสอนไปทดสอบด้วยกระบวนการสองขั้นตอน คือ การทดสอบประสิทธิภาพเบื้องต้น (Try Out) และทดสอบประสิทธิภาพสอนจริง (Trial Run) เพื่อหาคุณภาพของสื่อตามขั้นตอนที่กำหนดใน 3 ประเด็น คือ การทำให้ผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้น การช่วยให้ผู้เรียนผ่านกระบวนการเรียนและทำแบบประเมินสุดท้ายได้ดี และการทำให้ผู้เรียนมีความพึงพอใจในผลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขก่อนที่จะผลิตออกมาเผยแพร่เป็นจำนวนมาก

3. การทดสอบประสิทธิภาพเบื้องต้น

เป็นการนำสื่อหรือชุดการสอนที่ผลิตขึ้นเป็นต้นแบบ (Prototype) แล้วไปทดสอบประสิทธิภาพตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ในแต่ละระบบ เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพของสื่อหรือชุดการสอนให้เท่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้และปรับปรุงจนถึงเกณฑ์

4. การทดสอบประสิทธิภาพสอนจริง

หมายถึง การนำสื่อหรือชุดการสอนที่ได้จากการทดสอบประสิทธิภาพเบื้องต้นและปรับปรุงจนได้คุณภาพถึงเกณฑ์แล้ว ของแต่ละหน่วยทุกหน่วยในแต่ละวิชาไปสอนจริงในชั้นเรียนหรือในสถานการณ์การเรียนที่แท้จริงในช่วงเวลาหนึ่ง อาทิ 1 ภาคการศึกษาเป็นอย่างน้อยเพื่อตรวจสอบคุณภาพเป็นครั้งสุดท้ายก่อนนำไปเผยแพร่และผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก

การทดสอบประสิทธิภาพทั้งสองขั้นตอน จะต้องผ่านการวิจัยและพัฒนา (Research and Development-R&D) โดยต้องดำเนินการวิจัยในขั้นทดสอบประสิทธิภาพเบื้องต้น และอาจทดสอบประสิทธิภาพซ้ำในขั้นทดสอบประสิทธิภาพสอนจริง

2.5.2 ความจำเป็นที่จะต้องหาประสิทธิภาพ

การทดสอบประสิทธิภาพของสื่อหรือชุดการสอนมีความจำเป็นด้วยเหตุผล 3 ประการ คือ

1. สำหรับหน่วยงานผลิตสื่อหรือชุดการสอน

การทดสอบประสิทธิภาพช่วยประกันคุณภาพของสื่อหรือชุดการสอนว่าอยู่ในขั้นสูงเหมาะสมที่จะลงทุนผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก หากไม่มีการทดสอบประสิทธิภาพเสียก่อนแล้วเมื่อผลิตออกมาใช้ประโยชน์ไม่ได้ดีจะต้องผลิตหรือทำขึ้นใหม่เป็นการสิ้นเปลือง ทั้งเวลา แรงงานและเงินทอง

2. สำหรับผู้ใช้สื่อหรือชุดการสอน

สื่อหรือชุดการสอนที่ผ่านการทดสอบประสิทธิภาพ จะทำหน้าที่เป็นเครื่องมือช่วยสอนได้ดีในการสร้างสภาพการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้เปลี่ยนแปลงพฤติกรรมตามที่มุ่งหวัง ดังนั้นก่อนนำสื่อหรือชุดการสอนไปใช้ ครูจึงควรมั่นใจว่าชุดการสอนนั้นมีประสิทธิภาพในการช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้จริง การทดสอบประสิทธิภาพตามลำดับขั้นจะช่วยให้เราได้สื่อหรือชุดการสอนที่มีคุณค่าทางการสอนจริงตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

3. สำหรับผู้ผลิตสื่อหรือชุดการสอน

การทดสอบประสิทธิภาพทำให้ผู้ผลิตมั่นใจได้ว่า เนื้อหาสาระที่บรรจุลงในสื่อหรือชุดการสอนมีความเหมาะสม ง่ายต่อการเข้าใจ อันจะช่วยให้ผู้ผลิตมีความชำนาญสูงขึ้น เป็นการประหยัดแรงสมอง แรงงาน เวลาและเงินทองในการเตรียมต้นแบบ

2.5.3 การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ

1. ความหมายของเกณฑ์ (Criterion) เกณฑ์เป็นขีดกำหนดที่จะยอมรับว่าสิ่งใดหรือพฤติกรรมใดมีคุณภาพหรือปริมาณที่จะรับได้ การตั้งเกณฑ์ต้องตั้งไว้ครั้งแรกครั้งเดียว เพื่อจะปรับปรุงคุณภาพให้ถึงเกณฑ์ขั้นต่ำที่ตั้งไว้ จะตั้งเกณฑ์การทดสอบประสิทธิภาพไว้ต่างกันไม่ได้ ดังนั้นหากการทดสอบคุณภาพของสิ่งใดหรือพฤติกรรมใดได้ผลสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 หรืออนุโลมให้มีความคลาดเคลื่อนต่ำหรือสูงกว่าค่าประสิทธิภาพที่ตั้งไว้เกิน 2.5 ให้ปรับเกณฑ์ขึ้นไปอีกหนึ่งขั้น แต่หากได้ค่าต่ำกว่าค่าประสิทธิภาพที่ตั้งไว้ ต้องปรับปรุงและนำไปทดสอบประสิทธิภาพใช้หลายครั้งในภาคสนามจนได้ค่าถึงเกณฑ์ที่กำหนด

2. ความหมายของเกณฑ์ประสิทธิภาพ หมายถึง ระดับประสิทธิภาพของสื่อหรือชุดการสอนที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม เป็นระดับที่ผลิตสื่อหรือชุดการสอนจะพึงพอใจว่า หากสื่อหรือชุดการสอนมีประสิทธิภาพถึงระดับนั้นแล้ว สื่อหรือชุดการสอนนั้นมีคุณค่าที่จะนำไปสอนนักเรียนและคุ้มแก่การลงทุนผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพกระทำได้โดยการประเมินผลพฤติกรรมของผู้เรียน 2 ประเภท คือ พฤติกรรมต่อเนื่อง (กระบวนการ) กำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น $E_1 = \text{Efficiency of Process}$ (ประสิทธิภาพของกระบวนการ) และพฤติกรรมสุดท้าย (ผลลัพธ์) กำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น $E_2 = \text{Efficiency of Product}$ (ประสิทธิภาพของผลลัพธ์)

2.1 ประเมินพฤติกรรมต่อเนื่อง (Transitional Behavior) คือประเมินผลต่อเนื่อง ซึ่งประกอบด้วยพฤติกรรมย่อยของผู้เรียน เรียกว่า “กระบวนการ” (Process) ที่เกิดจากการประกอบกิจกรรมกลุ่ม ได้แก่ การทำโครงการหรือทำรายงานเป็นกลุ่มและรายงานบุคคล ได้แก่งานที่มอบหมายและกิจกรรมอื่นใดที่ผู้สอนกำหนดไว้

2.2 ประเมินพฤติกรรมสุดท้าย (Terminal Behavior) คือประเมินผลลัพธ์(Product) ของผู้เรียน โดยพิจารณาจากการสอบหลังเรียนและการสอบไล่ประสิทธิภาพของสื่อหรือชุดการสอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะกำหนดเป็นเกณฑ์ที่ผู้สอนคาดหวังว่าผู้เรียนจะเปลี่ยนพฤติกรรมเป็นที่พึงพอใจ โดยกำหนดให้ผลเฉลี่ยของคะแนนการทำงานและการประกอบกิจกรรมของผู้เรียนทั้งหมดต่อร้อยละของผลการประเมินหลังเรียนทั้งหมด นั่นคือ $E_1/E_2 =$ ประสิทธิภาพของกระบวนการ/ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

2.5.4. วิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพ

วิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพ กระทำได้ 2 วิธี คือ โดยใช้สูตร (ชัยยงค์ พรหมวงศ์. 2556)

สูตรที่ 1

$$E_1 = \frac{\sum X}{A} \times 100 \quad \text{หรือ} \quad \frac{\bar{X}}{A} \times 100 \quad (2.1)$$

เมื่อ E_1 คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการ
 $\sum X$ คือ คะแนนรวมของแบบฝึกหัดปฏิบัติกิจกรรมหรืองานที่ทำระหว่างเรียน ทั้งที่เป็นกิจกรรมในห้องเรียน นอกห้องเรียนหรือออนไลน์
 A คือ คะแนนเต็มของแบบฝึกปฏิบัติทุกชิ้นรวมกัน
 N คือ จำนวนผู้เรียน

สูตรที่ 2

$$E_2 = \frac{\sum F}{B} \times 100 \quad \text{หรือ} \quad \frac{\bar{F}}{B} \times 100 \quad (2.2)$$

เมื่อ E_2 คือ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์
 $\sum F$ คือ คะแนนรวมของผลลัพธ์ของการประเมินหลังเรียน
 B คือ คะแนนเต็มของการประเมินสุดท้ายของแต่ละหน่วย ประกอบด้วย ผลการสอบหลังเรียนและคะแนนประเมินงานสุดท้าย
 N คือ จำนวนผู้เรียน

หลังจากคำนวณค่า E_1 และ E_2 ได้แล้วผู้หาประสิทธิภาพต้องตีความหมายของผลลัพธ์ โดยให้มีความคลาดเคลื่อนหรือความแปรปรวนของผลลัพธ์ได้ไม่เกิน 0.05 (ร้อยละ 5) จากช่วงสูงไปต่ำ $= \pm 2.5$ นั่นคือให้ผลลัพธ์ของค่า E_1 หรือ E_2 ที่ถือว่าเป็นไปตามเกณฑ์ มีค่าต่ำกว่าเกณฑ์ไม่เกิน 2.5% และสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ไม่เกิน 2.5%

2.5.5 การเลือกนักเรียนมาทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน

นักเรียนที่ผู้สอนจะเลือกมาทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน ควรเป็นตัวแทนของนักเรียนที่เราจะนำสื่อหรือชุดการสอนนั้นไปใช้ ดังนั้นจึงควรพิจารณาประเด็นต่อไปนี้

1. สำหรับการทดสอบประสิทธิภาพ แบบเดี่ยว (1 : 1) เป็นการทดสอบประสิทธิภาพ ครู 1 คน ต่อเด็ก 1 - 3 คน ให้ทดสอบประสิทธิภาพกับเด็กอ่อนเสียก่อน ทำการปรับปรุงแล้วนำไปทดสอบประสิทธิภาพกับเด็กปานกลาง และนำไปทดสอบประสิทธิภาพกับเด็กเก่ง หากเวลาไม่อำนวยและสภาพการณ์ไม่เหมาะสม ให้ทดสอบประสิทธิภาพกับเด็กอ่อนหรือเด็กปานกลาง โดยไม่ต้องทดสอบประสิทธิภาพกับเด็กเก่งได้ แต่การทดสอบประสิทธิภาพกับเด็กทั้งสามระดับ จะเป็นการสะท้อนธรรมชาติการเรียนรู้ที่แท้จริง ที่เด็กเก่ง กลาง อ่อนจะได้ช่วยเหลือกัน เพราะเด็กอ่อนบางคนอาจจะเก่งในเรื่องที่เด็กเก่งทำไม่ได้

2. สำหรับการทดสอบประสิทธิภาพ แบบกลุ่ม (1 : 10) เป็นการทดสอบประสิทธิภาพ ที่ครู 1 คนทดสอบประสิทธิภาพกับเด็ก 6 - 12 คน โดยให้มีผู้เรียนคละกันทั้งเด็กเก่ง ปานกลาง เด็กอ่อน ห้ามทดสอบประสิทธิภาพกับเด็กอ่อนล้วน หรือเด็กเก่งล้วน ขณะทำการทดสอบประสิทธิภาพ ผู้สอนจะต้องจับเวลาด้วยว่ากิจกรรมแต่ละกลุ่มใช้เวลาเท่าไร ทั้งนี้เพื่อให้ทุกกลุ่มกิจกรรมใช้เวลาใกล้เคียงกัน

3. การทดสอบประสิทธิภาพภาคสนาม (1 : 100) เป็นการทดสอบประสิทธิภาพที่ครู 1 คนทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอนกับผู้เรียนทั้งชั้น (ปกติให้ใช้กับผู้เรียน 30 คน แต่ในสถานศึกษาขนาดเล็กอนุโลมให้ใช้กับผู้เรียน 15 คนขึ้นไป) ระหว่างทดสอบประสิทธิภาพให้จับเวลาในการประกอบกิจกรรม สังเกตพฤติกรรมของผู้เรียน หลังจากทดสอบประสิทธิภาพภาคสนามแล้ว ให้ประเมินการเรียนรู้จากกระบวนการ คือกิจกรรมหรือภาระกิจและงานที่มอบหมายให้ทำและทดสอบหลังเรียน นำมาหาประสิทธิภาพ

2.6 การหาคุณภาพของเครื่องมือวัดผล

การหาคุณภาพของเครื่องมือวัดผลได้แนวคิดมาจากพิชิต ฤทธิ์จรูญ (2551 : 135-160) เครื่องมือวัดผลเป็นชุดของสิ่งเร้าที่ใช้วัดพฤติกรรมหรือคุณลักษณะของคน สัตว์หรือสิ่งของเพื่อให้ได้ข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมหรือคุณลักษณะของสิ่งนั้นตามที่ผู้วัดต้องการ ในงานวิจัยนี้หาคุณภาพเครื่องมือโดยใช้วิธีดังนี้

2.6.1 ความเที่ยงตรง

ความเที่ยงตรงหรือความตรง (Validity) เป็นคุณสมบัติของเครื่องมือที่สามารถวัดได้ตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการวัด ความเที่ยงตรงที่ใช้ในงานวิจัยนี้คือ ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) หมายถึง คุณสมบัติของข้อคำถามที่สามารถวัดได้ตรงตามเนื้อหาและพฤติกรรมเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ต้องการวัด และเมื่อรวบรวมข้อคำถามทุกข้อเป็นเครื่องมือทั้งฉบับจะต้องวัดได้ครอบคลุมเนื้อหา และพฤติกรรมทั้งหมดที่ต้องการวัดด้วย ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาเป็นคุณสมบัติที่สำคัญที่สุด โดยเฉพาะแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ เพราะแบบทดสอบที่มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาต่ำ นักเรียนไม่สามารถแสดงความรู้หรือพฤติกรรมที่เขามีอยู่ได้ เพราะความรู้หรือพฤติกรรมที่เขามีอยู่ไม่ได้ถูกวัด ในสิ่งที่ครูไม่ได้สอน หรือครูสอนแต่ไม่ได้วัด ผลที่ตามมาคือผู้สอบตอบข้อสอบไม่ถูกเป็นส่วนใหญ่ส่งผล ให้คะแนนที่ได้จากการวัดครั้งนั้น ๆ ขาดความเชื่อถือ วัดในสิ่งที่ต้องการจะวัดจริง ๆ ไม่ได้และเมื่อนำ ผลการวัดครั้งนั้น ๆ ไปประเมินผล ผลการประเมินครั้งนั้น ๆ ขาดความเชื่อถือตามไปด้วยมีวิธีการ ตรวจสอบดังนี้

1. การตรวจสอบว่าข้อคำถามในแบบทดสอบมีความเป็นตัวแทนของเนื้อหาหรือครอบคลุม เนื้อหาที่ต้องการจะวัดหรือไม่ และตรวจสอบความสอดคล้องของเนื้อหาที่แบ่งเป็นหมวดหรือหน่วยย่อย ๆ โดยทั่วไปจะพิจารณาจากน้ำหนักของพฤติกรรมที่จะวัดกับจำนวนข้อคำถาม ในพฤติกรรมนั้นซึ่งดูจากตารางวิเคราะห์หลักสูตร

2. ตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างเนื้อหาที่วัดกับจุดประสงค์ที่ต้องการจะวัด โดยให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาว่าข้อคำถามวัดได้ตรงตามจุดประสงค์ที่ต้องการจะวัดหรือไม่ วิธีนี้เป็น การหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์ (Index of Item – Objective Congruence หรือ IOC) โดยให้ผู้เชี่ยวชาญไม่น้อยกว่า 3 คน เป็นผู้พิจารณาให้คะแนนแต่ละข้อดังนี้

- 1 เมื่อแน่ใจว่า ข้อคำถามนั้นไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์
- 0 เมื่อไม่แน่ใจว่า ข้อคำถามนั้นสอดคล้องกับจุดประสงค์
- +1 เมื่อแน่ใจว่า ข้อคำถามนั้นสอดคล้องกับจุดประสงค์

จากนั้นนำคะแนนผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญมาหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อ คำถามกับจุดประสงค์โดยใช้สูตรของโรวินลลี และแฮมเบิลตัน ดังนี้ (Rowinelli and Hambleton 1977 อ้างถึงใน (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ 2548 : 249)

$$IOC = \frac{\sum R}{N} \quad (2.3)$$

เมื่อ IOC คือ ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์

$\sum R$ คือ ผลรวมของคะแนนการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ

N คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

โดยใช้เกณฑ์การคัดเลือกข้อคำถามดังนี้

- 1) ข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5-1.00 คัดเลือกไว้ใช้ได้
- 2) ข้อคำถามที่มีค่า IOC ต่ำกว่า 0.5 ควรพิจารณาปรับปรุงหรือตัดทิ้ง

2.6.2 ความยากง่าย

ความยากง่าย เป็นคุณสมบัติของข้อสอบที่บอกให้ทราบว่าข้อสอบข้อนั้น มีคนตอบถูกมากหรือน้อย ถ้ามีคนตอบถูกมากข้อสอบนั้นง่ายและถ้ามีคนตอบถูกน้อยข้อสอบนั้นยาก ถ้ามีคนตอบถูกบ้างผิดบ้างหรือมีตอบถูกปานกลางข้อสอบข้อนั้นมีความยากปานกลาง ข้อสอบที่ดีควรมีความยากง่ายพอเหมาะควรมีคนตอบถูกไม่ต่ำกว่า 20 คนและไม่เกิน 80 คน จากผู้สอบ 100 คน ค่าความยากง่ายหาได้โดยการนำจำนวนคนที่ตอบถูกหารด้วยจำนวนคนที่ตอบทั้งหมด

การวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อแบบอิงกลุ่ม วิธีที่นิยมกันมากวิธีหนึ่ง คือ การใช้เทคนิค 27% ซึ่งมีวิธีวิเคราะห์ดังนี้

1. นำข้อสอบไปสอบ ตรวจให้คะแนนและเรียงกระดาษคำตอบตามลำดับจากคะแนนมากไปน้อย

2. แบ่งกระดาษคำตอบเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มแรกเรียกว่ากลุ่มสูง (P_H) โดยนับจากคะแนนสูงลงมาประมาณ 27% ของกระดาษคำตอบทั้งหมด และกลุ่มหลังเรียกว่ากลุ่มต่ำ (P_L) โดยนับจากคะแนนต่ำสุดขึ้นไปประมาณ 27% ของกระดาษคำตอบทั้งหมด

การใช้เทคนิค 27% สำหรับคัดเลือกกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำนี้ ใช้กรณีที่กลุ่มตัวอย่างหรือผู้สอบมีจำนวนมาก และคะแนนมีการแจกแจงแบบปกติ (Normal distribution) แต่ถ้าคะแนนไม่มีการแจกแจงแบบปกติ ควรใช้เทคนิค 35%

3. หาจำนวนคนที่ตอบถูกของแต่ละข้อในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ

4. หาค่าความยากง่าย (P) ของแต่ละข้อ โดยรวมจำนวนที่ตอบถูกในกลุ่มสูง และกลุ่มต่ำ แล้วหารด้วยจำนวนคนในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำรวมกัน

$$P = \frac{P_H + P_L}{2n} \quad (2.4)$$

เมื่อ P คือ ค่าความยากง่าย

P_H คือ จำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มสูง

P_L คือ จำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ

n คือ จำนวนคนในกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ

เกณฑ์การพิจารณาความยากง่าย

ค่าความยากง่ายมีค่าตั้งแต่ 0.00 ถึง 1.00 โดยทั่วไปข้อสอบที่มีความยากพอเหมาะควรมีค่าความยากตั้งแต่ 0.02-0.08 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

$0.80 < P \leq 1.00$ คือ เป็นข้อสอบง่ายมาก ควรตัดทิ้งหรือปรับปรุง

$0.60 < P \leq 0.80$ คือ เป็นข้อสอบค่อนข้างง่าย (ดี)

$0.40 < P \leq 0.60$ คือ เป็นข้อสอบยากง่ายปานกลาง (ดีมาก)

$0.20 < P \leq 0.40$ คือ เป็นข้อสอบค่อนข้างยาก (ดี)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$0.00 < P \leq 0.02$ คือ เป็นข้อสอบยากมาก ควรตัดทิ้งหรือปรับปรุง

2.6.4 อำนาจจำแนก

อำนาจจำแนก (Discrimination) เป็นคุณสมบัติของข้อสอบที่สามารถจำแนกผู้เรียนได้ตามความแตกต่างของบุคคลว่าใครเก่ง ปานกลาง อ่อน ใครรอบรู้ ไม่รอบรู้ โดยยึดหลักการว่าคนเก่งจะต้องตอบข้อสอบข้อนั้นถูก คนไม่เก่งจะต้องตอบผิด ข้อสอบที่ดีจะต้องแยกคนเก่งกับคนไม่เก่งออกจากกันได้ อำนาจจำแนกมีความสัมพันธ์กับความเที่ยงตรงเชิงสภาพในทางบวก กล่าวคือ ถ้าเครื่องมือมีอำนาจจำแนกสูง เครื่องมือนั้นมีความเที่ยงตรงเชิงสภาพสูงด้วย

$$r = \frac{P_H - P_L}{n} \quad (2.5)$$

เมื่อ r คือ ค่าความจำแนก

P_H คือ จำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มสูง

P_L คือ จำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ

n คือ จำนวนคนในกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ

เกณฑ์การพิจารณาค่าอำนาจจำแนก

ค่าอำนาจจำแนกมีค่าตั้งแต่ -1.00 ถึง +1.00 ข้อสอบที่ดีควรมีอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.12 ขึ้นไป ส่วนค่าอื่น ๆ มีความหมายดังนี้

$0.40 < r \leq 1.00$ คือ จำแนกได้ดีเป็นข้อสอบที่ดี

$0.30 < r \leq 0.39$ คือ จำแนกได้เป็นข้อสอบที่ดีพอสมควรอาจต้องปรับปรุงบ้าง

$0.20 < r \leq 0.29$ คือ จำแนกพอใช้ได้ แต่ต้องปรับปรุง

$-1.00 < r \leq 0.19$ คือ ไม่สามารถจำแนกได้ต้องปรับปรุงใหม่หรือตัดทิ้ง

ถ้า r มีค่าเป็นลบหรือน้อยกว่า 0 แสดงว่า ข้อสอบนั้นจำแนกกลับ แสดงว่าคนเก่งทำไม่ได้ คนอ่อนทำได้ ต้องปรับปรุงใหม่หรือตัดทิ้ง

2.6.5 ความเชื่อมั่น

ความเชื่อมั่น คือ คุณสมบัติของเครื่องมือที่วัดผลได้สม่ำเสมอ คำว่าความเชื่อมั่นนี้บางตำราอาจเรียกว่า ความเชื่อถือหรือความเที่ยง การคำนวณหาค่าความเชื่อมั่นเป็นรูปแบบของตัวเลขทศนิยมที่มีค่าไม่เกิน 1.00 การหาค่าความเชื่อมั่นสามารถหาได้หลายวิธี โดยผู้วิจัยได้ใช้วิธีของ Kuder-Richardson

วิธีของ Kuder-Richardson เป็นวิธีการหาความเชื่อมั่นแบบความสอดคล้องภายในเป็นวิธีที่ทำการวัดเพียงครั้งเดียว แล้วนำคะแนนมาวิเคราะห์โดยใช้สูตรของ Kuder-Richardson ซึ่งมี 2 สูตร คือ KR 20 และ KR 21 ใช้กับเครื่องมือวัดที่มีการให้คะแนนแบบ 0 1 คือ ผิดให้ 0 ถูกให้ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สูตร KR 20 เป็นสูตรดั้งเดิม ซึ่งจะต้องมีการหาสัดส่วนของผู้ตอบถูกและผู้ตอบผิดของแต่ละข้อ โดยผู้วิจัยเลือกใช้สูตร KR 20 รายละเอียดของแต่ละสูตรมีดังนี้

$$r_{tt} = \frac{k}{k-1} \left[1 - \frac{\sum pq}{S_t^2} \right] \quad (2.6)$$

เมื่อ r_{tt} คือ ค่าความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัด

k คือ จำนวนข้อของเครื่องมือวัด

$\sum pq$ คือ ผลรวม

p คือ สัดส่วนของผู้ตอบถูกในแต่ละข้อ

q คือ สัดส่วนของผู้ตอบผิดในแต่ละข้อ

S_t^2 คือ ความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับ

เกณฑ์การแปลความหมายของค่าความเชื่อมั่นค่าความเชื่อมั่นมีค่าตั้งแต่ ต่ำกว่า 0.30 ถึง +1.00 ข้อสอบที่ดีควรมีค่าความเชื่อมั่นตั้ง 0.50 ขึ้นไป ส่วนค่าอื่น ๆ มีความหมายดังนี้

$0.80 < r_{tt} \leq 1.00$ แสดงว่าค่าความเชื่อมั่น สูงมาก สามารถนำไปใช้ได้ดีมาก

$0.70 < r_{tt} \leq 0.79$ แสดงว่าค่าความเชื่อมั่น สูง สามารถนำไปใช้ได้ดี

$0.50 < r_{tt} \leq 0.69$ แสดงว่าค่าความเชื่อมั่น ปานกลาง สามารถนำไปใช้ได้

$0.30 < r_{tt} \leq 0.49$ แสดงว่าค่าความเชื่อมั่น ต่ำ ไม่ควรนำไปใช้

$r_{tt} \leq 0.30$ แสดงว่าค่าความเชื่อมั่น ต่ำมาก ไม่สามารถนำไปใช้ได้

2.7 ความพึงพอใจ

ความพึงพอใจในงานเป็นตัวแปรหนึ่งที่เกิดขึ้นในกระบวนการงาน จะมีผลย้อนกลับให้เกิดแรงจูงใจในการทำงานด้วย

2.7.1 ความหมายของความพึงพอใจ

ความพึงพอใจ (Satisfaction) เป็นทัศนคติที่เป็นนามธรรม ไม่สามารถมองเห็นเป็นรูปร่างได้ การที่เราจะทราบว่าบุคลากรมีความพึงพอใจหรือไม่ สามารถสังเกตโดยการแสดงออกที่ค่อนข้างสลับซับซ้อน จึงเป็นการยากที่จะวัดความพึงพอใจโดยตรง แต่สามารถวัดได้โดยทางอ้อม โดยการวัดความคิดเห็นของบุคคลเหล่านั้น และการแสดงความคิดเห็นนั้นจะต้องตรงกับความรู้สึกที่แท้จริงจึงสามารถวัดความพึงพอใจนั้นได้ พจนานุกรมฉบับบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2552 กล่าวว่า “พึง” คำช่วยกริยาอื่น หมายความว่า ยอมตาม แปลว่า ควร เช่น พึงไป ว่า ควรไป หมายความว่า จำเป็น แปลว่า ต้อง เช่น พึงใจ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายความว่า พอใจ ชอบใจ และคำว่า “พอ” หมายความว่าเท่าที่ต้องการเต็ม ความต้องการ ถูกชอบ เมื่อนำคำสองคำมาผสมกัน “พึงพอใจ” จะหมายถึง ชอบใจถูกใจตามที่ต้องการ สมศักดิ์ คง เทียง และอัญชลี โพธิ์ทอง (2542) กล่าวว่า

1. ความพึงพอใจเป็นผลรวมของความรู้สึกของบุคคลเกี่ยวกับระดับความชอบหรือไม่ชอบ ต่อสภาพต่างๆ
2. ความพึงพอใจเป็นผลของทัศนคติที่เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบต่างๆ
3. ความพึงพอใจในการทำงานเป็นผลมาจากการปฏิบัติงานที่ดีและสำเร็จจนเกิดเป็นความภูมิใจและได้ผลตอบแทนในรูปแบบต่างๆ ตามที่หวังไว้ วัฒนา เพ็ชรวงค์ (2542) ได้ให้ความหมายว่า ความพึงพอใจ เป็นความรู้สึก หรือทัศนคติทางด้านบวกของบุคคลที่มีต่อสิ่งหนึ่ง ซึ่งจะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อ สิ่งนั้นสามารถตอบสนองความต้องการให้แก่บุคคลนั้นได้ แต่ทั้งนี้ความพึงพอใจของแต่ละบุคคล ย่อม มีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับค่านิยมและ ประสบการณ์ที่ได้รับ

จากการศึกษาความหมายความพึงพอใจ และทัศนะว่าความพึงพอใจเป็นความรู้สึกสองแบบ ของมนุษย์ คือ ความรู้สึกในทางบวกและความรู้สึกในทางลบ ความรู้สึกทางบวกเป็นความรู้สึกที่เกิดขึ้นแล้วจะทำให้เกิดความสุข ความรู้สึกทางลบเป็นความรู้สึกที่เกิดขึ้นแล้วจะทำให้เกิดความทุกข์ หรือความไม่พอใจ โดยแต่ละบุคคลจะมีทัศนคติความพึงพอใจในแต่ละเรื่องไม่เหมือนกัน เนื่องจากหลายสาเหตุ

2.7.2 การวัดความพึงพอใจ

การประเมินความแตกต่างระหว่างสิ่งที่คาดหวังกับสิ่งที่ได้รับจริงตั้งนั้นการวัดความพึงพอใจ จึงเป็นการวัดทัศนคติ หรือความรู้สึกของบุคคล ซึ่งสามารถทำได้หลายวิธีดังต่อไปนี้

1. แบบสอบถาม หมายถึง ชุดของข้อความที่เป็นข้อความหรือบางครั้งใช้ภาพเป็นข้อความ สำหรับให้ผู้ตอบตอบโดยการเขียน ซึ่งอาจเขียนตอบเป็นข้อความหรือเป็นเครื่องหมายตามเงื่อนไขที่กำหนด ข้อมูลที่วัดโดยใช้แบบสอบถามนี้ได้หลายประการทั้งข้อเท็จจริง ความรู้ ความคิดเห็น และการปฏิบัติ (พรณี ลีกิจวัณนะ. 2553) การวัดความพึงพอใจแบบนี้ คุณภาพของข้อมูลที่ได้จะขึ้นอยู่กับคุณภาพของแบบสอบถาม ผู้วิจัยต้องมีความรู้ความเข้าใจในการออกแบบสอบถาม เพื่อให้ข้อมูลที่ถูกต้อง ครบถ้วนและตรงวัตถุประสงค์ของงานวิจัย

2. การสัมภาษณ์ หมายถึง วิธีการสนทนาที่ใช้เป็นเครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย การสัมภาษณ์มีจุดมุ่งหมายทำนองเดียวกันกับการใช้แบบสอบถาม จึงมีผู้เรียกการสัมภาษณ์ว่าเป็นแบบสอบถามปากเปล่า (Oral Questionnaire) แต่มีความแตกต่างกันตรงวิธีการ กล่าวคือการสัมภาษณ์ ผู้สัมภาษณ์หรือผู้ถามเป็นฝ่ายซักถามโดยการพูด ผู้ให้สัมภาษณ์หรือผู้ตอบก็ตอบโดยการพูด แล้วผู้สัมภาษณ์เป็นฝ่ายบันทึกคำตอบ ส่วนการใช้แบบสอบถาม ผู้ตอบโดยการเขียนตอบลงในแบบสอบถาม การสัมภาษณ์จะได้ข้อมูลที่ดีหรือไม่เพียงใดขึ้นอยู่กับผู้สัมภาษณ์เป็นสำคัญ ในการสัมภาษณ์บางกรณีมีการใช้แบบสัมภาษณ์ช่วยเป็นแนวทางสำหรับผู้สัมภาษณ์ (พรณี ลีกิจวัณนะ.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2555) ซึ่งเป็นการวัดความพึงพอใจทางตรง โดยผู้วิจัยจะทำการสัมภาษณ์และพูดคุยกับกลุ่มตัวอย่างโดยตรง การวัดความพึงพอใจแบบนี้ต้องอาศัยเทคนิคและวิธีการที่ดีจึงจะได้ข้อมูลที่เป็นจริง

3. การสังเกต หมายถึง วิธีการอย่างหนึ่งที่ใช้เป็นเครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย โดยการใช้ประสาทสัมผัสของผู้สังเกต แล้วผู้สังเกตเป็นฝ่ายบันทึกสิ่งที่สังเกตได้ วิธีการสังเกตเหมาะสำหรับการศึกษาปรากฏการณ์และพฤติกรรมต่างๆ เช่น พฤติกรรมการเรียนการสอน (พรรณี ลีกิจวัฒน์. 2553) การสังเกตนั้นเป็นวิธีการวัดความพึงพอใจอีกวิธีหนึ่งโดยการสังเกตพฤติกรรมของบุคคลเป้าหมาย ไม่ว่าจะเป็นการพูดจา กริยา ท่าทาง การวัดความพึงพอใจแบบนี้ต้องอาศัยเวลาค่อนข้างมากและต้องอาศัยการสังเกตอย่างมีระเบียบแบบแผน

2.7.3 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินความพึงพอใจ

1. ศึกษาเนื้อหาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบประเมินความพึงพอใจ กำหนดหัวข้อแบบประเมินความพึงพอใจ

2. สร้างแบบประเมินความพึงพอใจ โดยใช้แบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับของ Likert ระดับความคิดเห็น

ระดับคะแนน 5 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด

ระดับคะแนน 4 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

ระดับคะแนน 3 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับปานกลาง

ระดับคะแนน 2 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อย

ระดับคะแนน 1 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อยที่สุด

การแปลผลระดับความคิดเห็นของ Likert

ค่าเฉลี่ย 4.50-5.00 หมายถึง ความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.50-4.49 หมายถึง ความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

ค่าเฉลี่ย 2.50-3.49 หมายถึง ความพึงพอใจอยู่ในระดับปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.50-2.49 หมายถึง ความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00-1.49 หมายถึง ความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อยที่สุด

3. นำแบบประเมินความพึงพอใจไปหาคุณภาพ ดังนี้

3.1 ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาเป็นรายข้อ ของแบบประเมินความพึงพอใจ โดยนำแบบประเมินความพึงพอใจที่สร้างขึ้นไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิหรือผู้เชี่ยวชาญประเมิน

3.2 นำแบบประเมินความพึงพอใจ มาปรับปรุงและแก้ไขข้อบกพร่อง

4. ได้แบบประเมินความพึงพอใจ

ซึ่งนักวิชาการที่ศึกษาเรื่องความพึงพอใจส่วนใหญ่จะใช้วิธีการวัดโดยใช้แบบประเมิน โดยนำรูปแบบของแบบประเมินมาจากแบบประเมินที่มีผู้พัฒนาขึ้นมาเพื่อรวบรวมข้อมูลในการวัดความพึงพอใจที่ได้รับความนิยมและน่าเชื่อถือ

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ก้องภพ ขาอามาตย์ (2550 : 60-62) ได้ทำการวิจัยการพัฒนาและศึกษาประสิทธิภาพชุดทดลองออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี เรื่อง การออกแบบวงจรกรองความถี่ มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและศึกษาประสิทธิภาพ เนื้อหาประกอบด้วย วงจรกรองความถี่ต่ำผ่านอันดับ 1 วงจรกรองความถี่สูงผ่าน อันดับ 1 วงจรกรองความถี่แถบผ่านอันดับ 1 วงจรกรองความถี่ต่ำผ่านอันดับ 2 ผลการศึกษาประสิทธิภาพของชุดทดลองออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี เท่ากับ 83.10/81.10 แสดงว่าชุดทดลองมีประสิทธิภาพผ่านเกณฑ์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้นไปตามสมมติฐาน ดังนั้นการเรียนด้วยชุดทดลอง จะช่วยให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น ซึ่งจะส่งผลให้เพิ่มประสิทธิภาพทางการเรียนการสอน ช่วยให้ผู้เรียนลดจินตนาการที่เรียน สร้างความเข้าใจในทฤษฎียิ่งขึ้น เนื่องจากลงมือปฏิบัติด้วยตนเองและในแง่ของผู้สอนช่วยให้ใช้เวลาในการจัดเตรียมอุปกรณ์การสอนลดลง

เอกราช นิลรัตน์ (2552 : 47-51) ได้ทำการวิจัยเรื่องชุดปฏิบัติการวงจรกรองความถี่แบบแอกทิฟ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พ.ศ.2546 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา เนื้อหาประกอบด้วย ใบงาน 5 ใบงาน วงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน วงจรกรองความถี่สูงผ่าน วงจรกรองเฉพาะแถบความถี่ผ่าน วงจรกรองขจัดเฉพาะแถบความถี่ วงจรกรองทุกความถี่ผ่าน ผลการวิจัยคุณภาพใบงาน ค่าเฉลี่ย 4.60 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.52 และแผนทดลองค่าเฉลี่ย 4.53 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.55 อยู่ในระดับดีมาก มีประสิทธิภาพของชุดฝึกปฏิบัติการ 81.33/82.074 ซึ่งสอดคล้องกับเกณฑ์ที่กำหนด ชุดปฏิบัติการที่สร้างขึ้นสามารถกระตุ้นให้นักเรียนมีความสนใจในการทดลองแต่ละใบงาน และนักเรียนสามารถเกิดการเรียนรู้จากการทดลองด้วยตนเอง จึงทำให้ผลการเรียนรู้ของการทดลองครั้งนี้สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้

พัชรินทร์ สุวรรณบุตร (2554 : 51) ได้ทำการวิจัยการพัฒนาชุดปฏิบัติการวิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พ.ศ.2546 มีวัตถุประสงค์เพื่อ หาคุณภาพและประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการ ผลการวิจัยพบว่าคุณภาพของชุดปฏิบัติการค่าเฉลี่ย 4.86 และใบงานค่าเฉลี่ย 4.88 อยู่ในระดับดีมาก ส่วนประสิทธิภาพชุดปฏิบัติการ 82.95/83.35 โดยชุดปฏิบัติการจะเป็นการกระตุ้นให้นักศึกษามีความมั่นใจในการทดลอง 12 ใบงานและนักศึกษาจะเกิดการเรียนรู้จากการทดลองด้วยตนเองจึงทำให้ผลการเรียนรู้ของการทดลองครั้งนี้สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รัตนชาติ ดวงอินันท์ (2554 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยการพัฒนาชุดทดลองการต่อวงจรออปแอมป์ สำหรับนักศึกษาประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง เพื่อสร้างความเข้าใจผ่านการปฏิบัติในลักษณะการเสริมการเรียนรู้เนื้อหาทางทฤษฎีแบบเดิมในชั้นเรียน โดยแบ่งงานนี้ออกเป็น 2 ส่วน คือ การออกแบบสร้างชุดทดลองซึ่งวิเคราะห์เนื้อหาเพื่อกำหนดหัวข้อการทดลองโดยใช้ Topic Analysis แล้วออกแบบขั้นตอนการทดลองและเครื่องมือที่ใช้ในการทดลองด้วย Task Analysis จากนั้นออกแบบขั้นตอนและออกแบบสร้างชุดทดลอง ส่วนที่สองคือการสร้างใบงานการทดลอง ผลการวิจัยพบว่า ผู้เรียนที่เรียนด้วยชุดทดลองที่พัฒนาขึ้น มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้นอย่างนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 ซึ่งสามารถมีความเข้าใจในเรื่องออปแอมป์มากขึ้น

วรยุทธ สุริยนต์ (2556 : บทคัดย่อ) ได้ทำการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกการเขียนโปรแกรมควบคุมกระบวนการจัดเก็บชิ้นงานอัตโนมัติด้วย พีแอลซี ซึ่งได้ออกแบบและจัดสร้างชุดฝึกการเขียนโปรแกรมควบคุมกระบวนการจัดเก็บชิ้นงานอัตโนมัติด้วยพีแอลซี ประกอบไปด้วย คู่มือผู้สอนประกอบการเรียนและชุดจำลองกระบวนการจัดเก็บชิ้นงานอัตโนมัติ คู่มือการใช้งาน โดยเชิญผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 7 ท่าน เพื่อทำการประเมินความคิดเห็นที่มีต่อชุดฝึกที่สร้างขึ้น แล้วเก็บรวบรวมข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 7 ท่าน เพื่อนำมาวิเคราะห์ผล พร้อมปรับปรุงแก้ไขจุดบกพร่อง ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ ก่อนที่จะนำชุดฝึกไปทดลองใช้ในการเรียนการสอนกับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักศึกษาในระดับ ปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์ ชั้นปีที่ 4 ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ที่เคยเรียนวิชาการระบบอัตโนมัติในโรงงาน 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 จำนวน 8 คน เลือกแบบเจาะจง โดยให้นักศึกษาทำการประลองฝึกเขียนโปรแกรมควบคุมชุดฝึก จำนวน 4 ใบงานและทำการทดสอบภาคปฏิบัติและนำเอาคะแนนที่ได้จากการประลองมาวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดฝึก ผลการวิจัยปรากฏว่า ชุดฝึกการเขียนโปรแกรมควบคุมกระบวนการจัดเก็บชิ้นงานอัตโนมัติด้วยพีแอลซี ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ คิดเป็นร้อยละ 81.98/85.94 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้

ประภาพรณ เคลือบวันรัตน์ (2557 : 2115) ได้พัฒนาชุดตรวจสอบแผงวงจรไฟฟ้า โดยใช้โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ ซึ่งประกอบด้วยเข็มหัวจิกสำหรับตรวจสอบจุดต่าง ๆ บนแผงวงจรไฟฟ้าและส่งค่าการตรวจสอบให้โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์หรือพีแอลซี ทำการประมวลผล เพื่อแสดงผลการตรวจสอบตำแหน่งที่ผิดปกติออกทางหน้าจอแสดงผลระบบสัมผัส ผลการทดลองใช้งานชุดตรวจสอบการทำงานของแผงวงจรไฟฟ้าด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ที่สร้างขึ้น สามารถตรวจสอบความผิดปกติของวงจรและแสดงตำแหน่งที่ผิดปกติได้ทางหน้าจอแสดงผลระบบสัมผัสชุดตรวจสอบแผงวงจรไฟฟ้าโดยใช้โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เป็นประโยชน์ต่อการตรวจสอบการเชื่อมต่อของลายทองแดง ตรวจสอบการเชื่อมต่อของการอุปกรณ์และความสมบูรณ์ครบถ้วนของอุปกรณ์ของแผงวงจรไฟฟ้า

ธนยศ อริสริยวงศ์ (2560 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยพัฒนาชุดทดลองตัวควบคุมพีแอลซี สำหรับระบบการผลิตแบบยืดหยุ่น เพื่อใช้ในการเรียนการสอนเกี่ยวกับระบบการผลิตแบบยืดหยุ่น โดยชุดทดลองที่พัฒนาขึ้นประกอบไปด้วยโมดูลตัวควบคุม โมดูลรับส่งสัญญาณดิจิทัลและโมดูลรับส่งสัญญาณแอนะล็อก ซึ่งจะทดลองโมดูลต่าง ๆ จากอุปกรณ์ที่จัดเตรียมไว้บนชุดทดลองหรือจะนำสัญญาณต่าง ๆ ไปต่อกับอุปกรณ์ภายนอก จากผลการทดลองพบว่า ชุดทดลองที่พัฒนาขึ้นสามารถทำงานได้ตามที่ออกแบบไว้และสามารถทำให้ผู้เรียนเข้าใจในเนื้อหาเกี่ยวกับการใช้งานตัวควบคุมพีแอลซีและระบบการผลิตแบบยืดหยุ่นได้ดียิ่งขึ้น

สุรเชษฐ์ วงศ์ชัยประทุม (2552 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการพีแอลซี วิชาคอมพิวเตอร์ในงานอุตสาหกรรม หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยคือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 3 สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม และสาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ จำนวน 30 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย ชุดปฏิบัติการ ใบงานการทดลอง แบบทดสอบและแบบประเมินคุณภาพ ผลการวิจัยพบว่า คุณภาพของชุดปฏิบัติการพีแอลซี โดยการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิ อยู่ในเกณฑ์ดีมาก มีค่าเท่ากับ 4.56 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.44 ใบงานการทดลอง มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดี มีค่าเท่ากับ 4.45 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.52 และประสิทธิภาพ (E_1/E_2) ของชุดปฏิบัติการพีแอลซี เท่ากับ 81.20/80.50 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 80/80 และเป็นไปตามสมมติฐาน

จากการศึกษางานวิจัยพบว่า การพัฒนาให้ผู้เข้าอบรมได้เปลี่ยนแปลงพฤติกรรมความรู้และทักษะ โดยวัดจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น สามารถทำได้โดยจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้ผู้เข้าอบรมได้ลงมือปฏิบัติทดลอง เป็นผลทำให้ผู้เข้าอบรมได้สร้างความเข้าใจในทฤษฎีมากขึ้น เกิดการเรียนรู้จากการทดลองด้วยตนเอง ซึ่งเครื่องมือที่ช่วยให้การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนมีผลสัมฤทธิ์ตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ ได้แก่ ชุดปฏิบัติการ ชุดทดลอง ชุดฝึกปฏิบัติหรือชุดการสอน เป็นต้น และในการสร้างเครื่องมือขึ้นจำเป็นต้องคำนึงความสอดคล้องกับเนื้อหา จุดประสงค์ของการเรียนรู้ การกระตุ้นและสร้างแรงจูงใจดึงดูดความสนใจแก่ผู้เข้าอบรม การเคลื่อนย้ายสะดวก ง่ายต่อการใช้งาน ประหยัดเวลาในการเตรียมอุปกรณ์ และผ่านการทดสอบประสิทธิภาพก่อนนำไปใช้งาน

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงพัฒนา เรื่องชุดฝึกอบรมโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น เพื่อนำไปใช้ในอบรมนักเรียนระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 3 สาขาวิชาเมคคาทรอนิกส์และหุ่นยนต์ วิทยาลัยเทคนิคสุพรรณบุรี โดยได้ดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

- 3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
- 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 3.3 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล
- 3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล
- 3.6 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือ นักเรียนในสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ สาขาวิชาเมคคาทรอนิกส์และหุ่นยนต์ สาขาไฟฟ้ากำลัง ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 3 วิทยาลัยเทคนิคสุพรรณบุรี

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 3 สาขาวิชาเมคคาทรอนิกส์และหุ่นยนต์ วิทยาลัยเทคนิคสุพรรณบุรี จำนวน 23 คน โดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ ประกอบด้วย

3.2.1 ชุดฝึกอบรมโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น ประกอบด้วย แผงวงจรและอุปกรณ์ พร้อมคู่มือการใช้งาน และใบงานจำนวน 7 ใบงาน

3.2.2 แบบประเมินคุณภาพด้านใบงาน และด้านแผงวงจรและอุปกรณ์ของชุดฝึกอบรมโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น

3.2.3 แบบทดสอบระหว่างการฝึกอบรม และแบบทดสอบหลังการฝึกอบรมของชุดฝึกอบรมโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น

3.2.4 แบบประเมินความพึงพอใจของผู้เข้าอบรมโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ใดได้เห็น ใบนี้โดยไม่ได้รับอนุญาตให้ทำการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

3.3.1 การวิเคราะห์เนื้อหาสำหรับงานวิจัย

ผู้วิจัยได้ศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลที่เกี่ยวข้องโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ในด้านการทำงานของโปรแกรมและการประยุกต์ใช้งาน เพื่อจัดลำดับเนื้อหาให้ผู้อบรมทำความเข้าใจและสามารถปฏิบัติได้จริง ผู้วิจัยเลือกเนื้อหาสำหรับการวิจัยครั้งนี้ ในหัวข้อดังต่อไปนี้

1. การติดตั้งโปรแกรม GX Work 3
2. การใช้งานโปรแกรม GX Work 3
3. คำสั่งพื้นฐานที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมควบคุมอัตโนมัติ
4. หลักการเขียนโปรแกรมควบคุมเครื่องจักรที่มีอุปกรณ์ทำงานอิสระต่อกัน
5. หลักการเขียนโปรแกรมควบคุมเครื่องจักรที่มีอุปกรณ์ทำงานแบบลำดับขั้นโดยใช้วิธี

Shift Register

6. หลักการเขียนโปรแกรมควบคุมเครื่องจักรที่มีอุปกรณ์ทำงานแบบลำดับขั้นโดยใช้วิธี Set

Reset

7. หลักการเขียนโปรแกรมควบคุมเครื่องจักรที่มีอุปกรณ์ทำงานหลายแบบโดยใช้วิธี

แยกโหมดการทำงาน

3.3.2 การกำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

จากเนื้อหาแต่ละหัวข้อมานำกำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เพื่อนำไปสร้างชุดฝึกอบรมโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น ดังรายละเอียด ตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 วิเคราะห์จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เนื้อหา	จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
1) การติดตั้งโปรแกรม GX Work 3	1) อธิบายความหมายของโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ได้ 2) อธิบายโครงสร้างของโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ได้ 3) บอกโครงสร้างหน้าต่างโปรแกรม GX Work 3 ได้ 4) ติดตั้งโปรแกรม GX Work 3 ได้อย่างถูกต้อง
2) การใช้งานโปรแกรม GX Work 3	1) เขียนวงจรในโปรแกรม GX Work 3 ได้อย่างถูกต้อง 2) บอกความหมายของสัญลักษณ์ในการเขียนวงจรได้อย่างถูกต้อง 3) อธิบายการตรวจสอบวงจรได้อย่างถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

เนื้อหา	จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
3) คำสั่งพื้นฐานที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมควบคุมอัตโนมัติ	1) เขียนโปรแกรมควบคุมอัตโนมัติได้อย่างถูกต้อง 2) อธิบายคำสั่งพื้นฐานที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมได้ 3) อธิบายหลักการใช้ไทมเมอร์ขั้นพื้นฐานได้ 4) อธิบายหลักการใช้คอนเตอร์ขั้นพื้นฐานได้
4) หลักการเขียนโปรแกรมควบคุมเครื่องจักรที่มีอุปกรณ์ทำงานอิสระต่อกัน	1) เขียนโปรแกรมสั่งการเอาต์พุตซ้ำกันได้ 2) เขียนวงจรกำเนิดพัลส์ได้
5) การเขียนโปรแกรมควบคุมเครื่องจักรที่มีอุปกรณ์ทำงานแบบลำดับขั้นโดยใช้วิธี Shift Register	1) เขียนโปรแกรมการทำงานแบบลำดับขั้นได้ 2) อธิบายหลักการของวงจรควบคุมและวงจรกำลังได้ 3) อธิบายโหมดการเขียนโปรแกรมได้
6) หลักการเขียนโปรแกรมควบคุมเครื่องจักรที่มีอุปกรณ์ทำงานแบบลำดับขั้นโดยใช้วิธี Set Reset	1) เขียนโปรแกรมการทำงานแบบลำดับขั้นได้ 2) อธิบายการเขียนโปรแกรมโดยใช้วิธี Set Reset ได้
7) หลักการเขียนโปรแกรมควบคุมเครื่องจักรที่มีอุปกรณ์ทำงานหลายแบบโดยใช้วิธีแยกโหมดการทำงาน	1) เขียนโปรแกรมการทำงานแบบโมดูลาร์ได้ 2) อธิบายหลักการการจัดสรรทรัพยากรในการเขียนโปรแกรมควบคุมได้

3.3.3 การสร้างใบงาน

การสร้างใบงาน ผู้วิจัยได้ออกแบบและสร้างให้ตรงตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยมีขั้นตอนการสร้างดังนี้

1. ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง จากตำราเอกสารต่าง ๆ

2. กำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมและเนื้อหาใบงาน ที่สอดคล้องกับเนื้อหาที่ได้จากการวิเคราะห์เนื้อหาสำหรับงานวิจัย

3. ออกแบบและสร้างใบงาน โดยมีส่วนประกอบของใบงาน คือ จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เครื่องมือและอุปกรณ์ เนื้อหาทฤษฎี ลำดับขั้นตอนการทดลอง คำถามท้ายการทดลอง และแบบทดสอบหลังการทดลองให้สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

4. นำเสนอใบงานที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นกับอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม เพื่อตรวจสอบแล้วทำการปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

5. นำใบงานเสนอผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 5 ท่าน ประเมินคุณภาพใบงานแล้วทำการแก้ไขการเขียนลำดับขั้นตอนของการทดลองให้มีความละเอียดและมีการเรียงลำดับขั้นตอนให้สามารถเรียนรู้ได้ง่ายขึ้น ดังรายนามต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1 รศ.อรรถพร ฤทธิเกิด อาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

5.2 อาจารย์ทันพงษ์ ภูริรักษ์ ครูชำนาญการพิเศษ หัวหน้าแผนกเมคคาทรอนิกส์และหุ่นยนต์ วิทยาลัยเทคนิคสระบุรี

5.3 อาจารย์อาทร คุ่มฉายา ครูชำนาญการ หัวหน้าแผนกเมคคาทรอนิกส์และหุ่นยนต์ วิทยาลัยเทคนิคสุพรรณบุรี

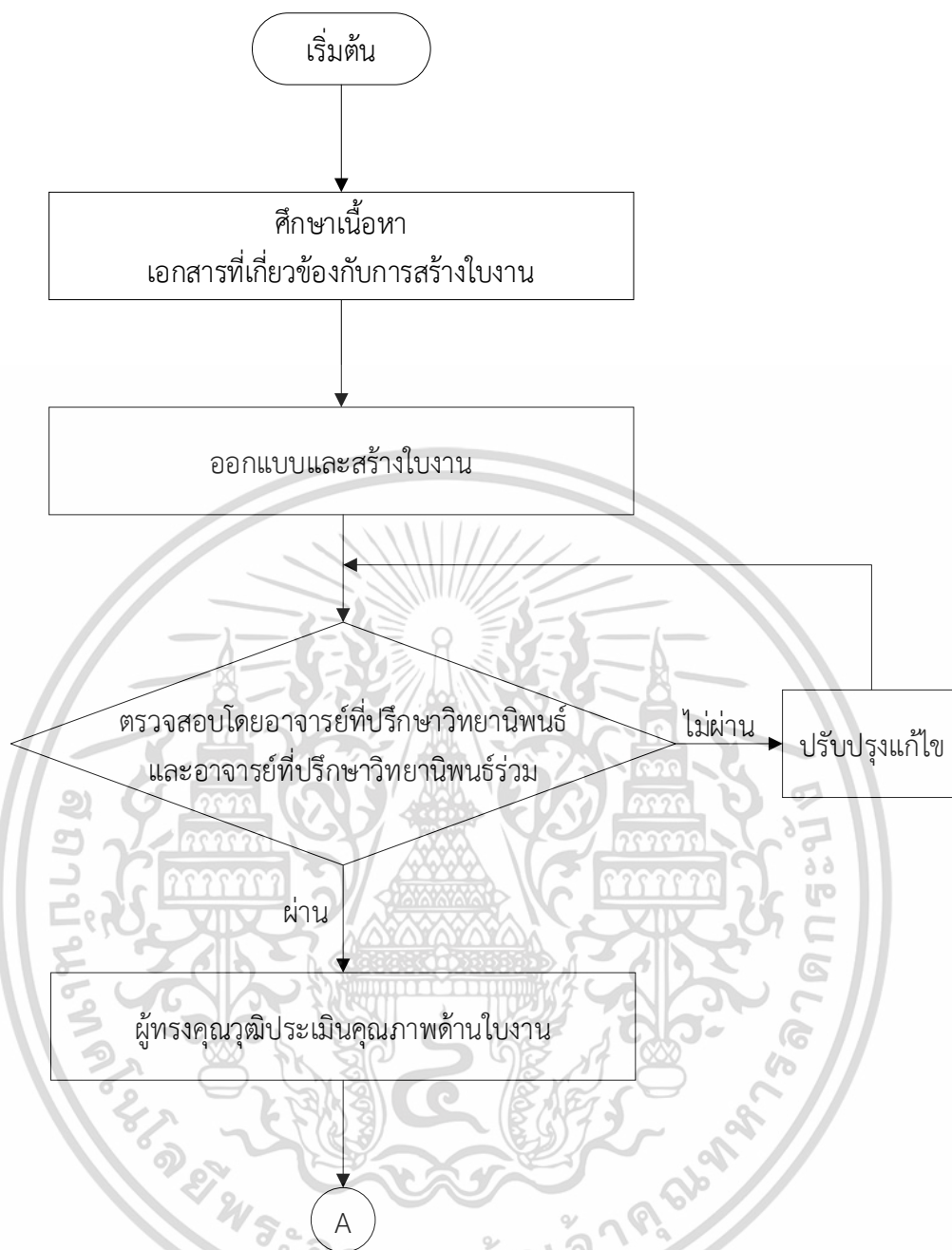
5.4 อาจารย์นันทกร คำวอน ครูชำนาญการพิเศษ หัวหน้าแผนกเมคคาทรอนิกส์และหุ่นยนต์ วิทยาลัยสารพัดช่างเพชรบุรี

5.5 อาจารย์ปกรณ์ ม่วงสุข ครูชำนาญการ แผนกเมคคาทรอนิกส์และหุ่นยนต์ วิทยาลัยเทคนิคพระนครศรีอยุธยา

6. ทดลองใช้ใบงานกับนักศึกษา ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 พื้นฐานความรู้ ม.6 สาขาวิชาเมคคาทรอนิกส์สำหรับระบบอัตโนมัติ จำนวน 15 คน ที่ผ่านการเรียนวิชาโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์มาแล้ว เพื่อสังเกตข้อบกพร่องขณะที่ใช้งาน จากนั้นปรับปรุงแก้ไขในลำดับขั้นตอนการทดลองให้มีความละเอียด ปริมาณเนื้อหาและชัดเจน สามารถทำความเข้าใจได้ดีขึ้น

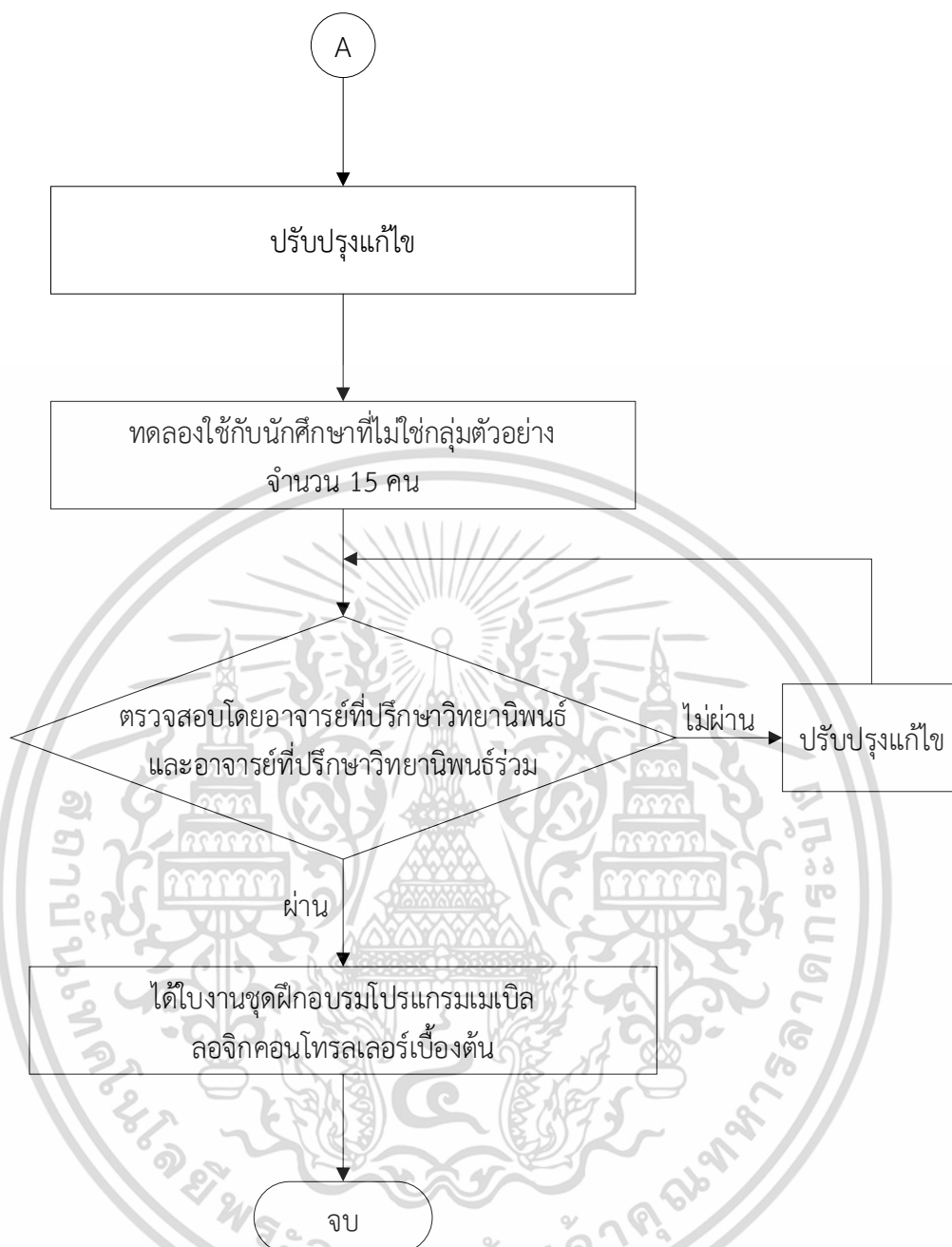
7. นำใบงานเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วมเพื่อตรวจสอบความสมบูรณ์และความถูกต้อง

8. ได้ใบงานที่พร้อมจะนำไปใช้เพื่อทำการทดลองต่อไป สามารถสรุปลำดับขั้นตอนการสร้างใบงานปรากฏตามภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการสร้างใบงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.1 (ต่อ)

3.3.4 การสร้างแผนวงจรและอุปกรณ์

1. ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหารายวิชา การออกแบบอุปกรณ์ทดลอง สาธิต

2. กำหนดหน้าที่ของอุปกรณ์ เลือกอุปกรณ์ที่เหมาะสมสอดคล้องกับใบงาน โดยพิจารณาจากการเลือกใช้อุปกรณ์อย่างประหยัด มีค่าความผิดพลาดต่ำ และสามารถเปลี่ยนแปลงค่าอุปกรณ์ได้ สำหรับแผนวงจรและอุปกรณ์ แบ่งเป็น 3 ส่วนหลัก ๆ ประกอบด้วย พีแอลซี เลือกใช้รุ่น FX5U ของบริษัท มิตซูบิชิ ที่นิยมใช้มากและมีราคาประหยัด ส่วนที่เป็นอุปกรณ์สำหรับต่อวงจรด้านอินพุต และส่วนที่เป็นอุปกรณ์สำหรับต่อวงจรด้านเอาต์พุต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ทดลองวงจรต่าง ๆ เพื่อหาข้อผิดพลาดจากการประกอบวงจรจริงเทียบกับการคำนวณ รวมทั้งปรับปรุงแก้ไขวงจรและอุปกรณ์ให้ทำงานสอดคล้องกับทฤษฎี

4. ออกแบบสร้างแผงวงจรและอุปกรณ์ การออกแบบแผงวงจรและอุปกรณ์เน้นให้มีความสะดวกและใช้งานได้ง่าย โดยออกแบบรวมไว้ในกระเป๋าดียวกัน (ภาพที่ ฅ.1 ภาคผนวก ฅ) เพื่อความสะดวกต่อการใช้งานและเคลื่อนย้าย

5. นำเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วมพิจารณา ตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม และปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

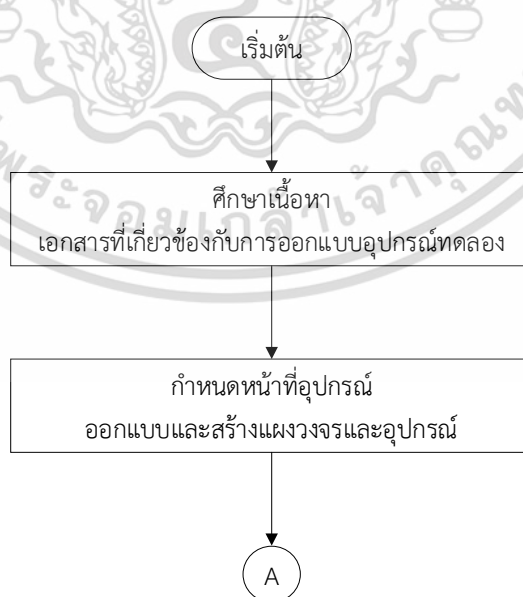
6. นำแผงวงจรและอุปกรณ์เสนอให้ผู้ทรงคุณวุฒิ ประเมินคุณภาพแผงวงจรและอุปกรณ์ที่สอดคล้องกับใบงานทั้ง 7 ใบงาน

7. ปรับปรุงแก้ไข ตามที่ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 5 ท่าน เสนอแนะในด้านการจัดวางตำแหน่งของอุปกรณ์ในชุดฝึกอบรมโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น

8. ทดลองใช้แผงวงจรและอุปกรณ์กับนักศึกษา ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 พื้นฐานความรู้ ฅ.6 สาขาวิชาเมคคาทรอนิกส์สำหรับระบบอัตโนมัติ จำนวน 15 คน เพื่อสังเกตข้อบกพร่องขณะที่ใช้งานชุดฝึกอบรมโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น จากนั้นปรับปรุงแก้ไขในการเพิ่มอุปกรณ์เชื่อมต่อภายนอกให้มีปริมาณที่เพียงพอ

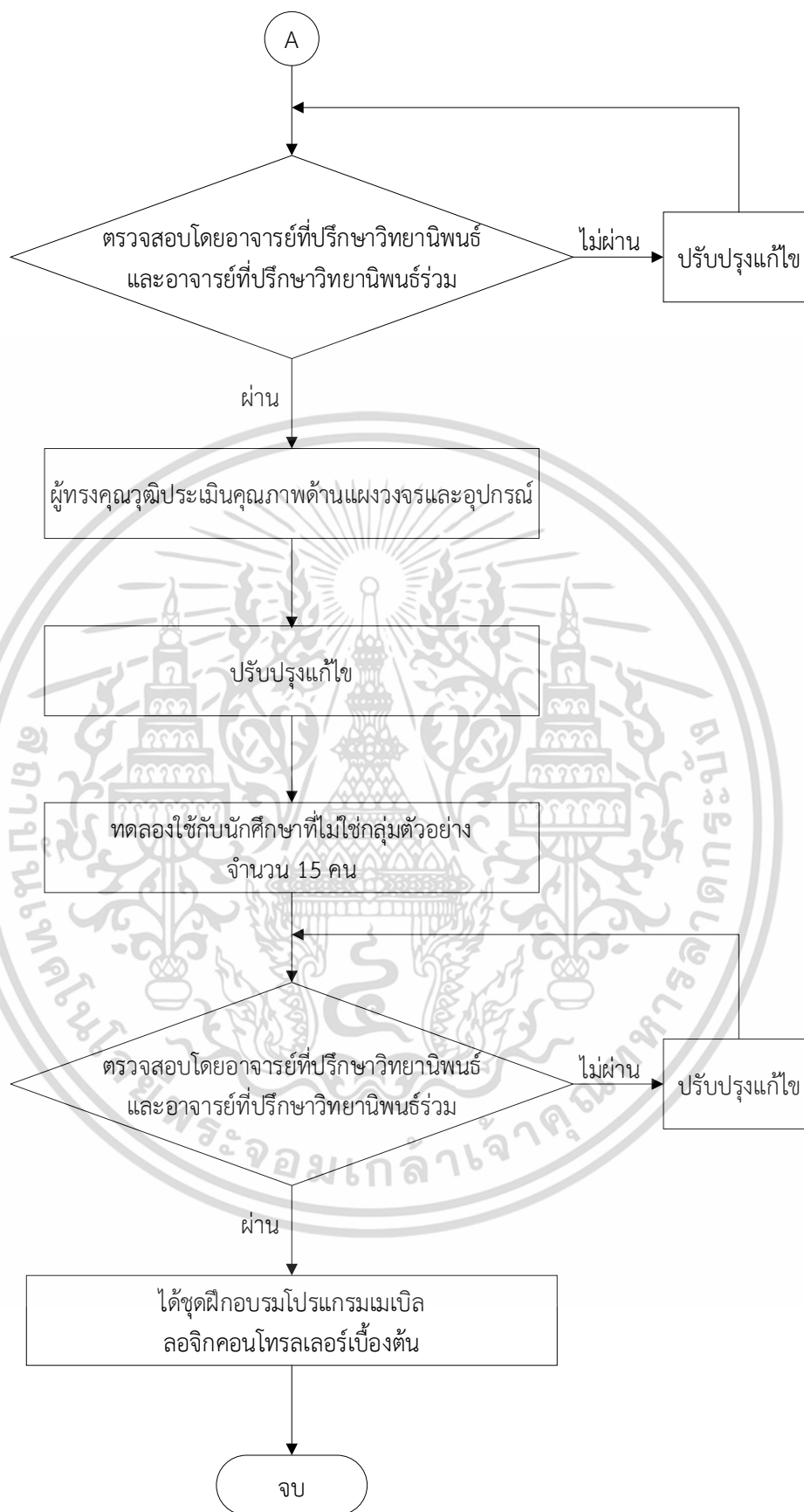
9. นำแผงวงจรและอุปกรณ์เสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม เพื่อตรวจสอบแล้วทำการแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

10. เมื่อผ่านการตรวจสอบคุณภาพและแก้ไขเรียบร้อยแล้ว ได้แผงวงจรและอุปกรณ์นำไปใช้ในการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป โดยสรุปเป็นลำดับขั้นการสร้างแผงวงจรและอุปกรณ์ปรากฏตามภาพที่ 3.2



ภาพที่ 3.2 ขั้นตอนการสร้างแผงวงจรและอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.2 (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.5 การสร้างแบบประเมินคุณภาพด้านใบบงานและด้านแผนงจรงและอุปกรณ์

การสร้างแบบประเมินคุณภาพด้านใบบงานและด้านแผนงจรงและอุปกรณ์ โดยมีขั้นตอนการสร้างดังนี้

1. ศึกษาทฤษฎีและแนวทางการสร้างแบบประเมินคุณภาพ

2. สร้างแบบประเมินคุณภาพด้านใบบงานและด้านแผนงจรงและอุปกรณ์ของชุดฝึกอบรมโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น โดยใช้เกณฑ์การประเมินแบบมาตราส่วนประเมินค่า 5 ระดับดังนี้

ระดับ 5 หมายถึง คุณภาพระดับดีมาก

ระดับ 4 หมายถึง คุณภาพระดับดี

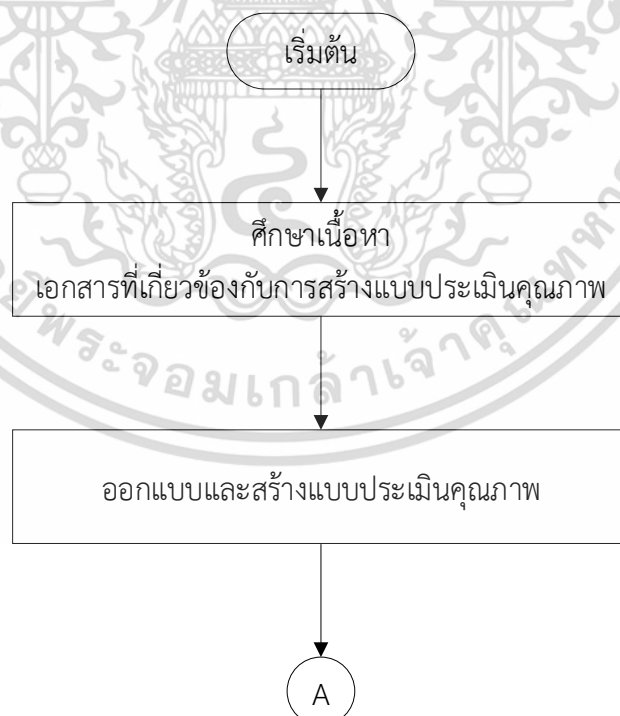
ระดับ 3 หมายถึง คุณภาพระดับปานกลาง

ระดับ 2 หมายถึง คุณภาพระดับพอใช้

ระดับ 1 หมายถึง คุณภาพระดับควรปรับปรุง

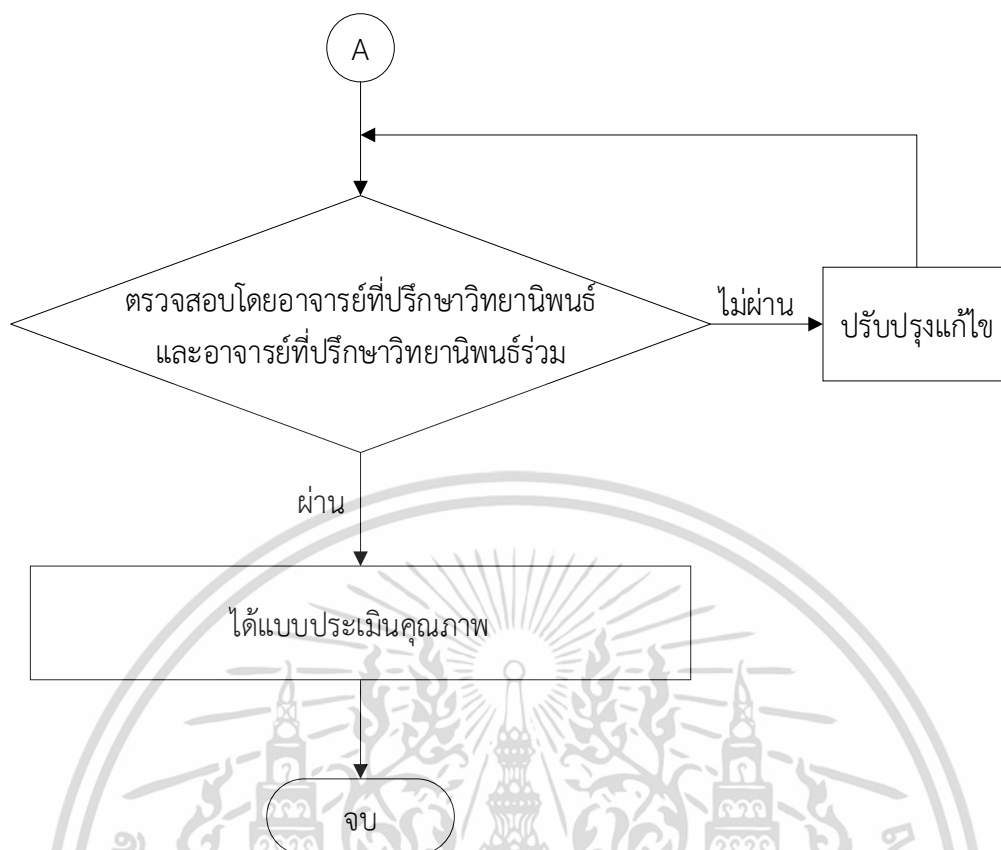
3. นำเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ตรวจสอบแบบประเมินคุณภาพด้านใบบงานและด้านแผนงจรงและอุปกรณ์ของชุดฝึกอบรมโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น แล้วทำการปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่อง

ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินคุณภาพด้านใบบงานและด้านแผนงจรงและอุปกรณ์ปรากฏตามภาพที่ 3.3



ภาพที่ 3.3 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินคุณภาพด้านใบบงานและแผนงจรงและอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.3 (ต่อ)

3.3.6 การสร้างแบบทดสอบ

ขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบของชุดฝึกอบรมโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น ใช้ข้อสอบแบบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก โดยมีขั้นตอนการสร้างดังนี้

1. ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบเกี่ยวกับขั้นตอนและวิธีการสร้างแบบทดสอบตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนด

2. สร้างแบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือกที่มีคำตอบถูกเพียงคำตอบเดียว และคำตอบลง 3 คำตอบ ให้ครอบคลุมจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมและเนื้อหา ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนนในแต่ละข้อ คือ ข้อที่ตอบถูกเป็น 1 และข้อที่ตอบผิด ไม่ตอบ หรือตอบมากกว่า 1 ข้อ ให้คะแนนเป็น 0 ได้ข้อสอบทั้งหมด 70 ข้อ

3. นำแบบทดสอบ เสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วมตรวจสอบ และทำการปรับปรุงแก้ไข

4. นำแบบทดสอบไปหาคุณภาพด้านความเที่ยงตรง ความสอดคล้องของเนื้อหา โดยผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 5 ท่าน พิจารณาการตรวจสอบความสอดคล้องให้หลักเกณฑ์กำหนดความคิดเห็นดังนี้ (พร้อมพรรณ อุดมสิน. 2544 : 84)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คะแนน 1 สำหรับแบบทดสอบที่มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

คะแนน 0 สำหรับแบบทดสอบที่ไม่แน่ใจว่ามีความสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

คะแนน -1 สำหรับแบบทดสอบที่เห็นว่าไม่มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

โดยใช้สูตรการคำนวณมีดังนี้

$$IOC = \frac{\sum R}{N} \quad (3.1)$$

เมื่อ IOC คือ ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

$\sum R$ คือ ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ
N คือ จำนวนผู้ทรงคุณวุฒิ

ผลการพิจารณาของผู้ทรงคุณวุฒิแต่ละข้อ นำไปหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (IOC) แล้วคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (IOC) ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไปใช้เป็นแบบทดสอบได้ จากผลการคำนวณได้ทำการคัดเลือกแบบทดสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง 0.80 จำนวน 13 ข้อและข้อคำถามที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง 1.00 จำนวน 57 ข้อ รวมเป็น 70 ข้อ พร้อมทั้งแก้ไขข้อคำถามให้มีความชัดเจนและตรงประเด็นกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมมากขึ้น

5. นำแบบทดสอบไปหาคุณภาพกับนักศึกษา ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 พื้นฐานความรู้ ม.6 สาขาวิชาเมคคาทรอนิกส์สำหรับระบบอัตโนมัติ จำนวน 15 คน และนำแบบทดสอบที่ได้จำนวน 70 ข้อ มาวิเคราะห์รายข้อ หาค่าความยากง่าย (P) มีค่าระหว่าง 0.40 – 0.80 ค่าอำนาจจำแนก (r) มีค่าระหว่าง 0.27 – 0.67 (ภาคผนวก ง) แล้วคัดเลือกข้อที่มีความยากง่าย (P) ระหว่าง 0.20 - 0.80 และมีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป โดยคำนึงถึงความครอบคลุมของเนื้อหา และพฤติกรรมที่ต้องการวัดหาค่าความยากง่าย (P) โดยใช้สูตร (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2548)

$$P = \frac{R}{N} \quad (3.2)$$

เมื่อ P คือ ค่าความยากง่าย

R คือ จำนวนคนที่ตอบถูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

N คือ จำนวนผู้ตอบทั้งหมด

ขอบเขตของค่า P และความหมาย

0.81 - 1.00	ง่ายเกินไป (ควรปรับปรุงหรือตัดทิ้ง)
0.60 - 0.80	ค่อนข้างง่าย (ดี)
0.40 - 0.59	ยากปานกลาง (ดีมาก)
0.20 - 0.39	ค่อนข้างยาก (ดี)
0.00 - 0.19	ยากเกินไป (ควรปรับปรุงหรือตัดทิ้ง)

ค่าอำนาจจำแนก (r) โดยใช้สูตร

$$r = \frac{P_H - P_L}{n} \quad (3.3)$$

เมื่อ r คือ ค่าอำนาจจำแนก

P_H คือ จำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มสูง

P_L คือ จำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ

n คือ จำนวนคนในกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ

เกณฑ์การพิจารณาอำนาจจำแนก ขอบเขตของค่า r ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ติดลบ ข้อสอบมีอำนาจจำแนกกลับ (ใช้ไม่ได้)

0.00 - 0.19 ข้อสอบมีอำนาจจำแนกต่ำ (ควรปรับปรุง)

0.20 - 0.39 ข้อสอบมีอำนาจจำแนกปานกลาง (ปานกลาง)

0.40 - 0.59 ข้อสอบมีอำนาจจำแนกค่อนข้างสูง (ดี)

ตั้งแต่ 0.60 ขึ้นไป ข้อสอบมีอำนาจจำแนกสูง (ดีมาก)

ผู้วิจัยได้พิจารณาจากค่าสถิติ นำมาหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมีค่าตั้งแต่ -1.00 ถึง +1.00 ผลการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งฉบับมีค่าเท่ากับ 0.94 (ภาคผนวก ง) โดยใช้ สูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2543) ดังนี้

$$r_{tt} = \frac{k}{k-1} \left[1 - \frac{\sum pq}{S_t^2} \right] \quad (3.4)$$

เมื่อ r_{tt} คือ ค่าความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัด

k คือ จำนวนข้อของเครื่องมือวัด

$\sum pq$ คือ ผลรวม

p คือ สัดส่วนของผู้ตอบถูกในแต่ละข้อ

q คือ สัดส่วนของผู้ตอบผิดในแต่ละข้อ

S_t^2 คือ ความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกณฑ์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่มีค่า

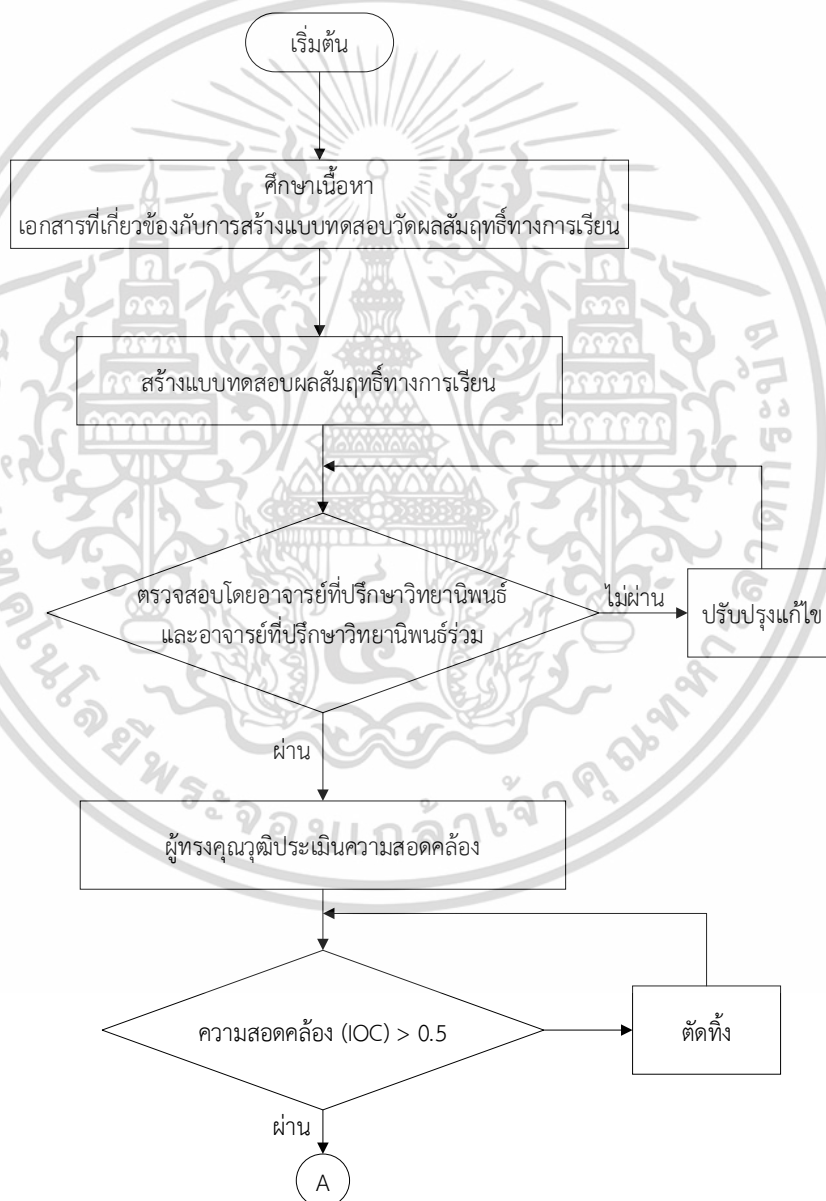
0.70 – 1.00 คือ แบบทดสอบมีความเชื่อมั่นสูง

0.40 – 0.60 คือ แบบทดสอบมีความเชื่อมั่นปานกลาง

ต่ำกว่า 0.30 คือ แบบทดสอบมีความเชื่อมั่นต่ำ

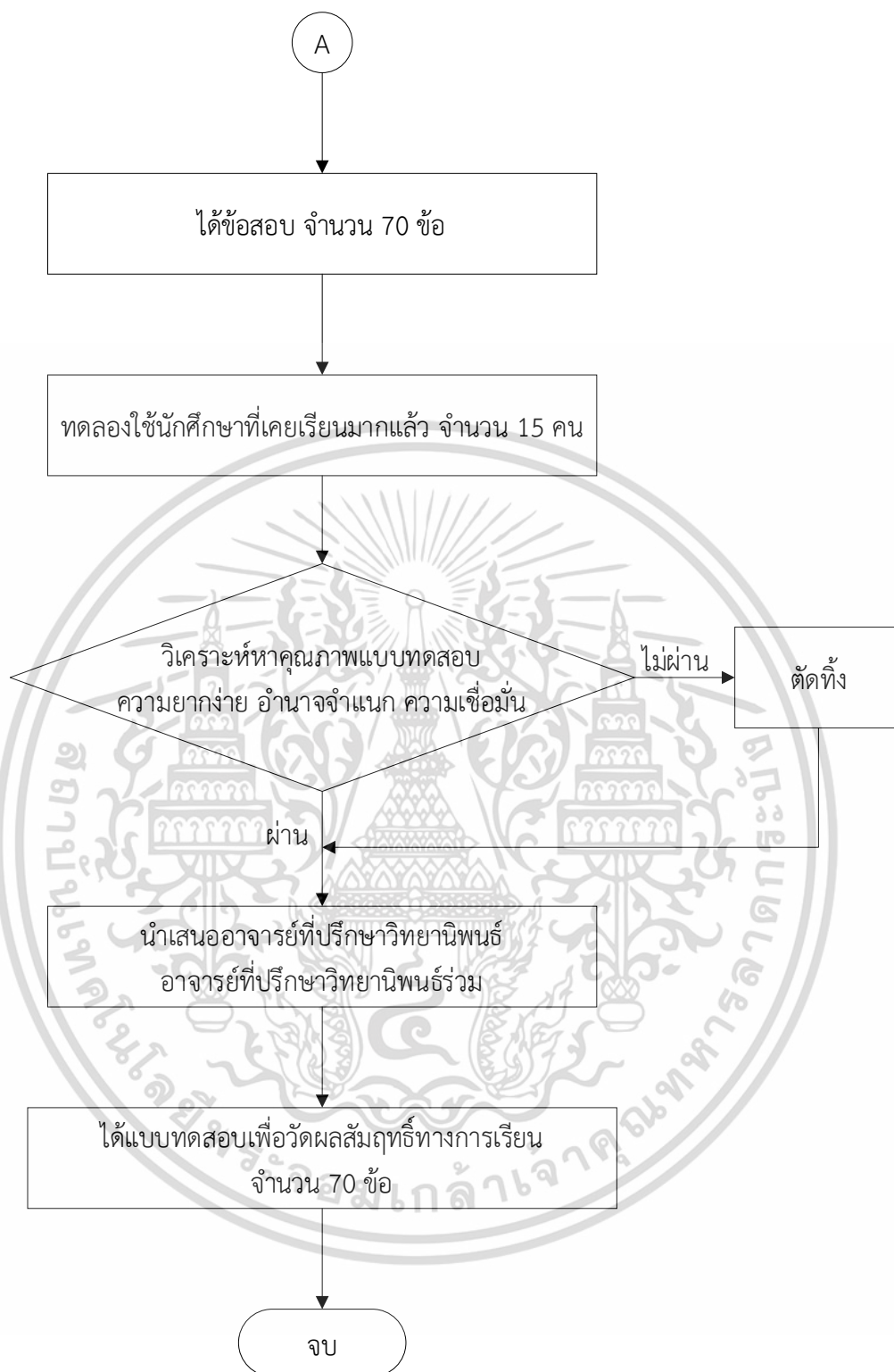
6. นำแบบทดสอบที่ได้คุณภาพ จำนวน 70 ข้อ เสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วมตรวจสอบความถูกต้อง

7. ได้แบบทดสอบที่สมบูรณ์พร้อมใช้ในการทดลอง ซึ่งลำดับขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบ ปรากฏตามภาพที่ 3.4



ภาพที่ 3.4 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.4 (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.7 การสร้างแบบประเมินความพึงพอใจ

1. ศึกษาทฤษฎีและแนวทางการสร้างแบบประเมินความพึงพอใจ

2. สร้างแบบประเมินความพึงพอใจ โดยใช้เกณฑ์การประเมินแบบมาตราส่วนประเมินค่า 5 ระดับ (รวิวรรณ ชินะตระกูล, 2538) ดังนี้

ระดับ 5 หมายถึง ความพึงพอใจระดับมากที่สุด

ระดับ 4 หมายถึง ความพึงพอใจระดับมาก

ระดับ 3 หมายถึง ความพึงพอใจระดับปานกลาง

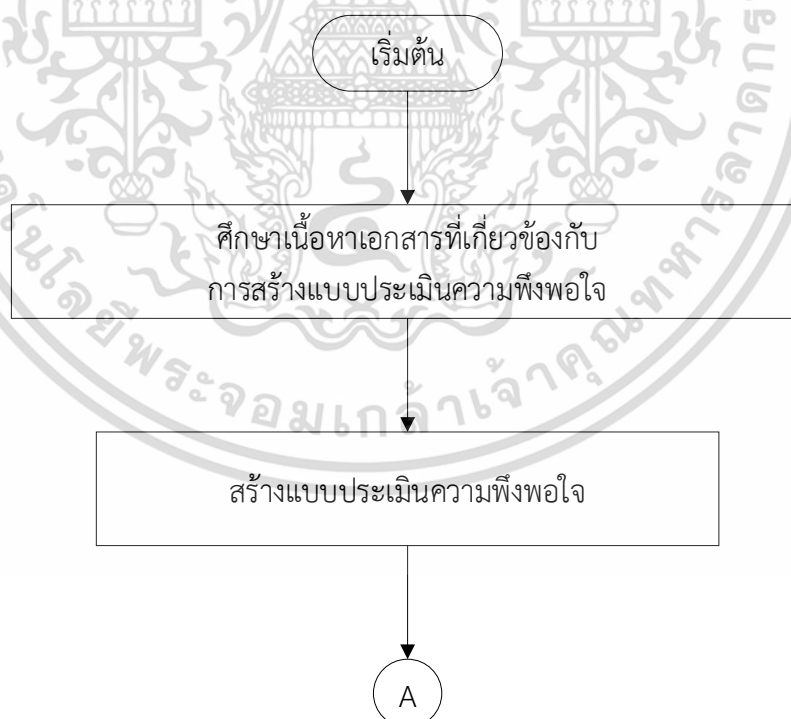
ระดับ 2 หมายถึง ความพึงพอใจระดับน้อย

ระดับ 1 หมายถึง ความพึงพอใจระดับน้อยที่สุด

ซึ่งประกอบไปด้วยความพึงพอใจ 4 ด้าน คือ ด้านใบงานการทดลอง ด้านแผงวงจร และอุปกรณ์ ด้านความรู้ความเข้าใจ และด้านการนำความรู้ไปใช้

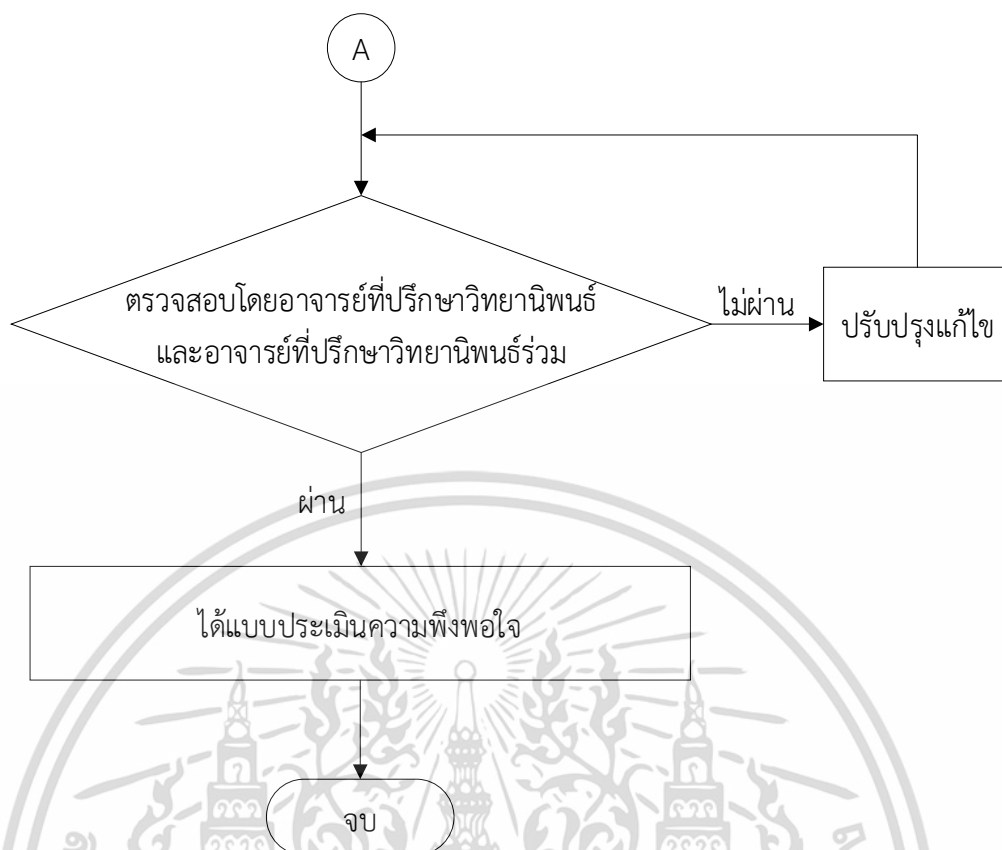
3. นำแบบประเมินความพึงพอใจ เสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ตรวจสอบแล้วทำการปรับปรุงแก้ไขข้อคำถามให้มีความชัดเจนและตรงประเด็นมากยิ่งขึ้น

4. ได้แบบประเมินความพึงพอใจ สมบูรณ์พร้อมใช้ในการทดลอง สำหรับลำดับขั้นตอนในการสร้างแบบประเมินความพึงพอใจ ปรากฏตามภาพที่ 3.5



ภาพที่ 3.5 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินความพึงพอใจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.5 (ต่อ)

3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในขั้นตอนการทดลองชุดฝึกอบรมโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นได้ดำเนินการทดลองและเก็บข้อมูลต่าง ๆ เพื่อหาคุณภาพ ประสิทธิภาพ และความพึงพอใจ มีลำดับขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

3.4.1 ยื่นคำร้องต่องานบริหารวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ในการออกหนังสือขอความอนุเคราะห์ผู้ทรงคุณวุฒิในการประเมินคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.4.2 นำชุดฝึกอบรมโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น ประกอบด้วย ใบงาน จำนวน 7 ใบงาน แผนวงจรและอุปกรณ์ แบบทดสอบ แบบประเมินความพึงพอใจ ให้ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินเพื่อหาคุณภาพ และตรวจสอบความถูกต้อง

3.4.3 ทดลองใช้แบบทดสอบกับนักศึกษา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 พื้นฐานความรู้ ม.6 สาขาวิชาเมคคาทรอนิกส์สำหรับระบบอัตโนมัติ จำนวน 15 คน ที่ผ่านการเรียนเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิชาการเขียนโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์มาแล้ว โดยผู้วิจัยชี้แจงให้นักศึกษาเข้าใจวัตถุประสงค์ของการทดลอง การใช้งานของแผงวงจรและอุปกรณ์ ขั้นตอนการทดลอง ในระหว่าง การปฏิบัติทดลองผู้วิจัยสังเกตพฤติกรรมของนักศึกษาแผนกเมคคาทรอนิกส์และหุ่นยนต์ และ ข้อบกพร่องต่าง ๆ แล้วนำมาปรับปรุงชุดฝึกอบรมโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ให้มีประสิทธิภาพ มากยิ่งขึ้น

3.4.4 นัดหมายผู้เข้าอบรมที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง เพื่อใช้ชุดฝึกอบรมโปรแกรมเมเบิลลอจิก คอนโทรลเลอร์เบื้องต้น ชี้แจงให้ผู้เข้าอบรม เข้าใจวัตถุประสงค์ของการอบรม การใช้งานของ แผงวงจรและอุปกรณ์ ขั้นตอนการทดลอง โดยให้ผู้เข้าอบรม จำนวน 23 คน ทดลองใบงานครึ่งละ 1 ใบงาน แล้วทำแบบทดสอบระหว่างการฝึกอบรม จนครบ 7 ใบงาน เพื่อเป็นคะแนนของกระบวนการ จากนั้นให้ผู้เข้าอบรม จำนวน 23 คน ทำแบบทดสอบหลังการอบรมโดยนำแบบทดสอบมาสลับข้อ และสลับตัวเลือกเพื่อใช้เป็นคะแนนของผลลัพธ์

3.4.5 ให้ผู้เข้าอบรม จำนวน 23 คน ประเมินความพึงพอใจที่มีต่อชุดฝึกอบรมโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.5.1 การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาคุณภาพของชุดฝึกอบรมโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาคุณภาพของชุดฝึกอบรมโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ในด้าน ใบงานและด้านแผงวงจรและอุปกรณ์ โดยใช้แบบประเมินที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น ทำการวิเคราะห์ เพื่อประมวลผลค่าทางสถิติ ด้วยการนำค่าเฉลี่ยที่ได้มาแปลความหมาย ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.50-5.00 หมายถึง คุณภาพชุดฝึกอบรมอยู่ในระดับ ดีมาก

ค่าเฉลี่ย 3.50-4.49 หมายถึง คุณภาพชุดฝึกอบรมอยู่ในระดับ ดี

ค่าเฉลี่ย 2.50-3.49 หมายถึง คุณภาพชุดฝึกอบรมอยู่ในระดับ ปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.50-2.49 หมายถึง คุณภาพชุดฝึกอบรมอยู่ในระดับ พอใช้

ค่าเฉลี่ย 1.00-1.49 หมายถึง คุณภาพชุดฝึกอบรมอยู่ในระดับ ควรปรับปรุง

สำหรับเกณฑ์ที่กำหนดของคุณภาพชุดฝึกอบรมโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ที่ใช้ได้ต้องมีคุณภาพอยู่ในระดับดี คือ มีค่าคะแนนเฉลี่ย 3.50 ขึ้นไป

3.5.2 การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาความพึงพอใจของผู้เข้าอบรมต่อชุดฝึกอบรมโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาความพึงพอใจของผู้เข้าอบรม จำนวน 23 คน ต่อชุดฝึกอบรมโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้นโดยใช้แบบประเมินที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น ทำการวิเคราะห์เพื่อประมวลผลค่าทางสถิติ ด้วยการนำค่าเฉลี่ยที่ได้มาแปลความหมาย ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.50-5.00 หมายถึง ความพึงพอใจของผู้เข้าอบรมอยู่ในระดับ มากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.50-4.49 หมายถึง ความพึงพอใจของผู้เข้าอบรมอยู่ในระดับ มาก

ค่าเฉลี่ย 2.50-3.49 หมายถึง ความพึงพอใจของผู้เข้าอบรมอยู่ในระดับ ปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.50-2.49 หมายถึง ความพึงพอใจของผู้เข้าอบรมอยู่ในระดับ น้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00-1.49 หมายถึง ความพึงพอใจของผู้เข้าอบรมอยู่ในระดับ น้อยมาก

สำหรับเกณฑ์ที่กำหนดของความพึงพอใจของผู้เข้าอบรมต่อชุดฝึกอบรมโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น ที่ใช้ได้ต้องมีคุณภาพอยู่ในระดับมาก คือ มีค่าคะแนนเฉลี่ย 3.50 ขึ้นไป

3.5.3 การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น

การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น ประกอบด้วย ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) กับ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2)

E_1 หมายถึง ค่าคะแนนเฉลี่ยร้อยละของผู้เข้าอบรม จำนวน 23 คน จากแบบทดสอบระหว่างการฝึกอบรม ใบงานที่ 1-7

E_2 หมายถึง ค่าคะแนนเฉลี่ยร้อยละของผู้เข้าอบรม จำนวน 23 คน จากแบบทดสอบหลังการฝึกอบรม

3.6 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

การวิเคราะห์ข้อมูลใช้สถิติดังต่อไปนี้

3.6.1 การหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Mean) ใช้สำหรับการหาค่าเฉลี่ย (วิไลพร วรจิตตานนท์. 2551 : 113)

สูตร

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N} \quad (3.5)$$

เมื่อ $\bar{X}$ คือ ค่าเฉลี่ยคะแนนความคิดเห็น

$\sum X$ คือ ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ

N คือ จำนวนผู้ทรงคุณวุฒิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6.2 การหาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ใช้สำหรับวิเคราะห์การกระจายของข้อมูล (วิไลพร วรจิตตานนท์. 2551 : 113)

สูตร

$$S.D. = \sqrt{\frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}} \quad (3.6)$$

เมื่อ S.D. คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความคิดเห็น

X คือ ค่าคะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ

N คือ จำนวนของผู้ทรงคุณวุฒิ

3.6.3 การหาดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์ (พิชิต ฤทธิ์จรูญ. 2551 : 150)

$$IOC = \frac{\sum R}{N} \quad (3.7)$$

เมื่อ IOC คือ ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามแต่ละข้อกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

$\sum R$ คือ ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิทั้งหมด

N คือ จำนวนของผู้ทรงคุณวุฒิ

3.6.4 การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาประสิทธิภาพของชุดฝึกปฏิบัติ $E_1 : E_2$ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์. 2556:10)

$$E_1 = \frac{\sum X}{N} \times 100 \quad (3.8)$$

เมื่อ E_1 คือ ร้อยละของคะแนนรวมของแบบทดสอบระหว่างการอบรม

$\sum X$ คือ คะแนนรวมของแบบทดสอบระหว่างการอบรม

N คือ จำนวนผู้เข้าอบรมทั้งหมด

A คือ คะแนนเต็มของแบบทดสอบระหว่างการอบรม

$$E_2 = \frac{\frac{\sum F}{N}}{B} \times 100 \quad (3.9)$$

เมื่อ E_2 คือ ร้อยละของคะแนนรวมของแบบทดสอบหลังการอบรม
 $\sum F$ คือ คะแนนรวมของแบบทดสอบหลังการอบรม
 N คือ จำนวนผู้เข้าอบรมทั้งหมด
 B คือ คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังการอบรม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนา หาคุนภาพ ประสิทธิภาพและความพึงพอใจของชุดฝึกอบรมโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น โดยนำผลการทดลองต่าง ๆ มาวิเคราะห์ด้วยหลักการทางสถิติและเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับดังนี้

4.1 การวิเคราะห์หาคุนภาพด้านใบงานของชุดฝึกอบรมโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น

4.2 การวิเคราะห์หาคุนภาพด้านผังวงจรและอุปกรณ์ของชุดฝึกอบรมโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น

4.3 การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น

4.4 การวิเคราะห์หาความพึงพอใจของชุดฝึกอบรมโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น

4.1 การวิเคราะห์หาคุนภาพด้านใบงานของชุดฝึกอบรมโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น

การประเมินคุณภาพด้านใบงานของชุดฝึกอบรมโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น โดยผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 5 ท่าน ซึ่งมีผลการประเมิน แสดงดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและระดับคุณภาพของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อชุดฝึกอบรมโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้นด้านใบงาน

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
1. ใบงานมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์	4.40	0.89	ดี
2. ใบงานมีความยากง่ายเหมาะสมกับผู้เข้าอบรม	4.60	0.55	ดีมาก
3. ความถูกต้องของใบงานตามขั้นตอน	4.80	0.45	ดีมาก
4. ความชัดเจนของการอธิบายเนื้อหาใบงาน	4.20	0.84	ดี
5. ความเหมาะสมของภาพในใบงาน	4.60	0.55	ดีมาก
6. ความเหมาะสมของปริมาณเนื้อหาแต่ละใบงาน	4.20	0.84	ดี
7. ลำดับเรื่องของเนื้อหาใบงาน	4.60	0.55	ดีมาก
8. ความถูกต้องของภาษาที่ใช้ในใบงาน	4.60	0.55	ดีมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ขออนุญาต

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
9. ความเหมาะสมของตัวอักษร	5.00	0.00	ดีมาก
10. เนื้อหาการใช้ในภาคอุตสาหกรรม	4.60	0.55	ดีมาก
ค่าเฉลี่ยรวม	4.56	0.58	ดีมาก

จากตารางที่ 4.1 ผลการประเมินหาคุณภาพด้านใบงานของชุดฝึกอบรมโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น โดยผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 5 ท่าน รายการประเมินอยู่ในเกณฑ์ดีมาก 7 รายการ รายการประเมินอยู่ในเกณฑ์ดี 3 รายการ โดยภาพรวมอยู่ในเกณฑ์ดีมาก ($\bar{x} = 4.56$, S.D. = 0.58) โดยมีรายการประเมิน (9) ความเหมาะสมของตัวอักษร มีคุณภาพสูงสุด อยู่ในเกณฑ์ดีมาก ($\bar{x} = 5.00$, S.D. = 0.00) และมี 2 รายการประเมิน ได้แก่ (4) ความชัดเจนของการอธิบายเนื้อหาใบงาน (6) ความเหมาะสมของปริมาณเนื้อหาแต่ละใบงาน มีคุณภาพต่ำสุด อยู่ในเกณฑ์ดีมาก ($\bar{x} = 4.20$, S.D. = 0.84)

4.2 การวิเคราะห์หาคุณภาพด้านผังวงจรและอุปกรณ์ของชุดฝึกอบรมโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น

การประเมินคุณภาพด้านผังวงจรและอุปกรณ์ของชุดฝึกอบรมโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น โดยผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 5 ท่าน ซึ่งมีผลการประเมิน แสดงดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและระดับคุณภาพของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อชุดฝึกอบรมโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้นด้านผังวงจรและอุปกรณ์

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
1. ผังวงจรและอุปกรณ์มีความแข็งแรงคงทน	4.80	0.45	ดีมาก
2. ข้อความบนผังวงจรและอุปกรณ์มีความชัดเจน	4.60	0.55	ดีมาก
3. อุปกรณ์ภายนอกเพียงพอต่อการใช้งาน	5.00	0.00	ดีมาก
4. ความเหมาะสมในการเลือกใช้อุปกรณ์	4.80	0.45	ดีมาก
5. การวางตำแหน่งของอุปกรณ์ใช้งานในผังวงจรและอุปกรณ์	4.60	0.55	ดีมาก
6. ความสะดวกในการพกพาและการใช้งาน	4.80	0.45	ดีมาก
7. ความปลอดภัยในการใช้งานผังวงจรและอุปกรณ์	5.00	0.00	ดีมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
8. ความหลากหลายของการทำงานในแผนวงจรและอุปกรณ์	4.80	0.45	ดีมาก
9. แผนวงจรและอุปกรณ์มีประโยชน์ต่อผู้เข้าอบรม	5.00	0.00	ดีมาก
10. แผนวงจรและอุปกรณ์มีความเหมาะสมในการใช้งาน	4.80	0.45	ดีมาก
ค่าเฉลี่ยรวม	4.82	0.34	ดีมาก

จากตารางที่ 4.2 พบว่าคุณภาพของชุดฝึกอบรมโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้นด้านแผนวงจรและอุปกรณ์ รายการประเมินทั้ง 10 รายการ เฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์ดีมาก ($\bar{x} = 4.82$, S.D. = 0.34) โดยมีรายการประเมิน 3 รายการ ได้แก่ (3) อุปกรณ์ภายนอกเพียงพอต่อการใช้งาน (7) ความปลอดภัยในการใช้งานแผนวงจรและอุปกรณ์ และ (9) แผนวงจรและอุปกรณ์มีประโยชน์ต่อผู้เข้าอบรม มีคุณภาพสูงสุด อยู่ในเกณฑ์ดีมาก ($\bar{x} = 5.00$, S.D. = 0.00) และมี 2 รายการประเมิน ได้แก่ (2) ข้อความบนแผนวงจรและอุปกรณ์มีความชัดเจน (5) การวางตำแหน่งของอุปกรณ์ใช้งานในแผนวงจรและอุปกรณ์ มีคุณภาพต่ำสุด อยู่ในเกณฑ์ดีมาก ($\bar{x} = 4.60$, S.D. = 0.55)

4.3 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพชุดฝึกอบรมโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น

การทดลองใช้ชุดฝึกอบรมโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น เป็นการทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 23 คน มีจุดมุ่งหมายเพื่อหาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น ตามเกณฑ์ที่กำหนด (E_1 / E_2 ไม่น้อยกว่า 80/80) ซึ่งได้ผลแสดงดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น

ประสิทธิภาพ	จำนวนผู้เรียน (คน)	คะแนน เต็ม	คะแนนที่ ได้เฉลี่ย	ร้อยละ	เกณฑ์ ร้อยละ
คะแนนการทําแบบทดสอบ ท้ายใบงานระหว่างการฝึกอบรม	23	70	57.43	82.05	80
คะแนนการทําแบบทดสอบหลัง การฝึกอบรม	23	70	57.70	82.42	80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.3 พบว่าชุดฝึกอบรมโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้นที่สร้างขึ้นผู้เข้าอบรมสามารถทำแบบทดสอบระหว่างการอบรม โดยมีผลคะแนนเฉลี่ย 57.43 คะแนน จากคะแนนเต็ม 70 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 82.05 และผลการทำแบบทดสอบหลังการอบรม โดยมีผลคะแนนเฉลี่ย 57.70 คะแนน จากคะแนนเต็ม 70 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 82.42 ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าชุดฝึกอบรมโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.05/82.42 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์สมมติฐานที่ตั้งไว้

4.4 การวิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้เข้ารับการอบรมที่มีต่อชุดฝึกอบรมโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น

การสำรวจความพึงพอใจของผู้เข้ารับการอบรมที่มีต่อชุดฝึกอบรมโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น โดยกลุ่มตัวอย่างที่ได้เข้ารับการอบรมจำนวน 23 คน ซึ่งมีการประเมินความพึงพอใจแสดงดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ความพึงพอใจของผู้เข้าอบรมในด้านต่าง ๆ ที่มีต่อชุดฝึกอบรมโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น

ประเด็นความคิดเห็น	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
ด้านใบงาน			
1. ความเหมาะสมของใบงาน	4.43	0.51	มาก
2. ความชัดเจนในคำอธิบายแต่ละขั้นตอน	4.61	0.50	มากที่สุด
3. มีความครอบคลุมต่อเนื้อหาในการอบรม	4.70	0.47	มากที่สุด
4. ความถูกต้อง ชัดเจนของตัวอักษรและรูปภาพ	4.65	0.49	มากที่สุด
5. สร้างแรงจูงใจต่อการเรียนรู้	4.57	0.51	มากที่สุด
เฉลี่ยรวมด้านใบงาน	4.59	0.49	มากที่สุด
ด้านผังวงจรและอุปกรณ์			
1. ขนาดความเหมาะสมของชุดฝึกฯ	4.78	0.42	มากที่สุด
2. รูปร่างของผังวงจรและอุปกรณ์ก่อให้เกิดแรงจูงใจ	4.73	0.45	มากที่สุด
3. ความเหมาะสมของตำแหน่งอุปกรณ์	4.96	0.21	มากที่สุด
4. ความแข็งแรงของผังวงจรและอุปกรณ์	4.65	0.49	มากที่สุด
5. ความสะดวกในการดูแลรักษาและซ่อมบำรุง	4.70	0.47	มากที่สุด
เฉลี่ยรวมด้านผังวงจรและอุปกรณ์	4.77	0.41	มากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 (ต่อ)

ประเด็นความคิดเห็น	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
ด้านความรู้ความเข้าใจ			
1. ความรู้และความเข้าใจในการใช้งานโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์	4.48	0.51	มาก
2. ความรู้และความเข้าใจในการควบคุมอุปกรณ์ต่าง ๆ ผ่านโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์	4.43	0.51	มาก
เฉลี่ยรวมด้านความรู้ความเข้าใจ	4.46	0.51	มาก
ด้านการนำความรู้ไปใช้			
1. สามารถนำความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้ในการสร้างผลงานของตนเองได้	4.87	0.34	มากที่สุด
2. สามารถนำความรู้ไปเผยแพร่ต่อได้	4.43	0.51	มาก
เฉลี่ยรวมด้านการนำความรู้ไปใช้	4.65	0.43	มากที่สุด
เฉลี่ยในภาพรวม	4.62	0.46	มากที่สุด

จากตารางที่ 4.4 พบว่าผู้เข้าอบรมมีความพึงพอใจในด้านแผนวงจรและอุปกรณ์ อยู่ในเกณฑ์มากที่สุด ($\bar{X} = 4.77$, S.D. = 0.41) ถัดมากคือด้านการนำความรู้ไปใช้ อยู่ในเกณฑ์มากที่สุด ($\bar{X} = 4.65$, S.D. = 0.43) ด้านใบงาน อยู่ในเกณฑ์มากที่สุด ($\bar{X} = 4.59$, S.D. = 0.49) และด้านความรู้ความเข้าใจอยู่ในเกณฑ์มาก โดยมีค่าเฉลี่ย ($\bar{X} = 4.46$, S.D. = 0.51) ซึ่งเมื่อพิจารณาโดยรวมทุกด้านแล้วพบว่าผู้เข้าอบรมมีความพึงพอใจต่อชุดฝึกอบรมโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ เบื้องต้นอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.62$, S.D. = 0.46)

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การวิจัยในครั้งนี้จัดทำขึ้นเพื่อหาคุณภาพ ประสิทธิภาพ และความพึงพอใจของผู้เข้ารับ การฝึกอบรมโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น ได้สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 วัดคุณภาพการวิจัย

5.1.1.1 เพื่อพัฒนาชุดฝึกอบรมโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้นที่มี
คุณภาพ

5.1.1.2 เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์
เบื้องต้น

5.1.1.3 เพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้เข้าอบรมต่อชุดฝึกอบรมโปรแกรมเมเบิล
ลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น

5.1.2 สมมติฐานของการวิจัย

5.1.2.1 คุณภาพของชุดฝึกอบรมโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น
ตามเกณฑ์ที่กำหนดอยู่ในระดับดี ($\bar{X} \geq 3.50$) ขึ้นไป

5.1.2.2 ประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น
 E_1/E_2 ไม่ต่ำกว่า 80/80

5.1.2.3 ความพึงพอใจของผู้เข้าอบรมที่มีต่อชุดฝึกอบรมโปรแกรมเมเบิลลอจิก
คอนโทรลเลอร์เบื้องต้น จัดอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} \geq 3.50$) ขึ้นไป

5.1.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

5.1.3.1 ประชากร คือ นักเรียนในสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ สาขาวิชาเมคคาทรอนิกส์
และหุ่นยนต์ สาขาไฟฟ้ากำลัง ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 3 วิทยาลัยเทคนิคสุพรรณบุรี

5.1.3.2 กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 3 สาขาวิชา
เมคคาทรอนิกส์และหุ่นยนต์ วิทยาลัยเทคนิคสุพรรณบุรี จำนวน 23 คน โดยวิธีการเลือกแบบ

เจาะจง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ ประกอบด้วย

5.1.4.1 ชุดฝึกอบรมโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น ประกอบด้วย แผนวงจรและอุปกรณ์ พร้อมคู่มือการใช้งาน และใบงานจำนวน 7 ใบงาน

5.1.4.2 แบบประเมินคุณภาพด้านใบงาน และด้านแผนวงจรและอุปกรณ์ของ ชุดฝึกอบรมโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น

5.1.4.3 แบบทดสอบระหว่างการฝึกอบรม และแบบทดสอบหลังการฝึกอบรมของ ชุดฝึกอบรมโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น

5.1.4.4 แบบประเมินความพึงพอใจของผู้เข้าอบรมต่อชุดฝึกอบรมโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น

5.1.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในขั้นตอนการทดลองชุดฝึกอบรมโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น ที่ผู้วิจัย สร้างขึ้นได้ดำเนินการทดลองและเก็บข้อมูลต่าง ๆ เพื่อหาคุณภาพ ประสิทธิภาพ และความพึงพอใจ มีลำดับขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

5.1.5.1 ยื่นคำร้องต่องานบริหารวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์ อดุสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ในการออก หนังสือขอความอนุเคราะห์ผู้ทรงคุณวุฒิในการประเมินคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

5.1.5.2 นำชุดฝึกอบรมโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น ประกอบด้วย ใบงาน จำนวน 7 ใบงาน แผนวงจรและอุปกรณ์ แบบทดสอบ แบบประเมินความพึงพอใจ ให้ ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินเพื่อหาคุณภาพ และตรวจสอบความถูกต้อง

5.1.5.3 ทดลองใช้แบบทดสอบกับนักศึกษา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 พื้นฐานความรู้ ม.6 สาขาวิชาเมคคาทรอนิกส์สำหรับระบบอัตโนมัติ จำนวน 15 คน ที่ผ่านการเรียนวิชาการเขียนโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์มาแล้ว โดยผู้วิจัยชี้แจงให้นักศึกษาเข้าใจ วัตถุประสงค์ของการทดลอง การใช้งานของแผนวงจรและอุปกรณ์ ขั้นตอนการทดลอง ในระหว่าง การปฏิบัติทดลองผู้วิจัยสังเกตพฤติกรรมของนักศึกษาแผนกเมคคาทรอนิกส์และหุ่นยนต์ และ ข้อบกพร่องต่าง ๆ แล้วนำมาปรับปรุงชุดฝึกอบรมโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ให้มีประสิทธิภาพ มากยิ่งขึ้น

5.1.5.4 นัดหมายผู้เข้าอบรมที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง เพื่อใช้ชุดฝึกอบรมโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น ชี้แจงให้ผู้เข้าอบรม เข้าใจวัตถุประสงค์ของการอบรม การใช้งานของ แผนวงจรและอุปกรณ์ ขั้นตอนการทดลอง โดยให้ผู้เข้าอบรม จำนวน 23 คน ทดลองใบงานครั้งละ 1 ใบงาน แล้วทำแบบทดสอบระหว่างการฝึกอบรม จนครบ 7 ใบงาน เพื่อเป็นคะแนนของกระบวนการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากนั้นให้ผู้เข้าอบรม จำนวน 23 คน ทำแบบทดสอบหลังการอบรมโดยนำแบบทดสอบมาสลับข้อ และสลับตัวเลือกเพื่อใช้เป็นคะแนนของผลลัพธ์

5.1.5.5 ให้ผู้เข้าอบรม จำนวน 23 คน ประเมินความพึงพอใจที่มีต่อชุดฝึกอบรม โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น

5.1.6 การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยนำข้อมูลจากการประเมินคุณภาพของผู้ทรงคุณวุฒิ มาวิเคราะห์เพื่อหาคุณภาพ นำคะแนนการทำแบบทดสอบแต่ละใบงานระหว่างการอบรม และคะแนนการทำแบบทดสอบหลังการอบรมของกลุ่มตัวอย่างมาวิเคราะห์หาประสิทธิภาพ และหาความพึงพอใจของชุดฝึกอบรมโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

5.1.6.1 วิเคราะห์หาคุณภาพชุดฝึกอบรมโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น ด้านใบงานและด้านผังวงจรและอุปกรณ์ โดยใช้ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

5.1.6.2 วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น ตามเกณฑ์ที่กำหนดคือ E_1/E_2 ไม่น้อยกว่า 80/80

5.1.6.3 วิเคราะห์หาความพึงพอใจชุดฝึกอบรมโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น โดยใช้ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

5.1.7 สรุปผลการวิจัย จากการดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนดังกล่าวสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

5.1.7.1 คุณภาพด้านใบงานของชุดฝึกอบรมโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น โดยผู้ทรงคุณวุฒิ 5 ท่าน มีคุณภาพอยู่ใน ระดับ ดีมาก ($\bar{X} = 4.56$, S.D. = 0.58) ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนด

5.1.7.2 คุณภาพด้านผังวงจรและอุปกรณ์ของชุดฝึกอบรมโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น โดยผู้ทรงคุณวุฒิ 5 ท่าน มีคุณภาพอยู่ใน ระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.82$, S.D. = 0.34) ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนด

5.1.7.3 ประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น ซึ่งทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 23 คน พบว่าชุดฝึกอบรมโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้นที่พัฒนาขึ้น มีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.05/82.42 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนด

5.1.7.4 ความพึงพอใจที่มีต่อชุดฝึกอบรมโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้นของกลุ่มตัวอย่างจำนวน 23 คน มีค่าความพึงพอใจในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.62$, S.D. = 0.46) ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนด

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

5.2.1 การพัฒนาชุดฝึกอบรมโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้นที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น ประกอบด้วยสองส่วน ได้แก่ แผงวงจรและอุปกรณ์ ซึ่งผู้วิจัยออกแบบให้มีความยืดหยุ่นในการทดลองที่สามารถต่ออุปกรณ์ภายนอกได้ด้วยการต่อหางปลา เทอร์มินอล (Terminal) อีกทั้งมีสวิตช์ให้ใช้ในการทดลอง มีอุปกรณ์ให้ใช้งานอย่างครอบคลุมเนื้อหา มีความสะดวก และปลอดภัย เน้นให้ผู้เรียนสามารถลงมือปฏิบัติด้วยตนเองได้ และใบงานการทดลองจำนวน 7 ใบงาน ซึ่งใช้เป็นแนวทางในการปฏิบัติงาน มีเนื้อหาสาระสำคัญที่ผ่านการวิเคราะห์และจัดลำดับการเรียนรู้ที่เหมาะสม

5.2.2 คุณภาพด้านใบงานการทดลองของชุดฝึกอบรมโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น มีคุณภาพในระดับ ดีมาก ($\bar{x} = 4.56$, S.D. = 0.58) โดยรายการมีคุณภาพดีมาก 7 รายการ เนื่องจากผู้วิจัยได้วิเคราะห์เนื้อหาที่มีความจำเป็นในการเริ่มเรียนรู้ที่มีความยากง่ายเหมาะสมต่อผู้อบรม มีความถูกต้อง ภาพลำดับเนื้อหาแต่ละใบงานมีความเหมาะสมและที่สำคัญคือเนื้อหามีการใช้จริงในภาคอุตสาหกรรม อย่างไรก็ตามในรายการที่ได้คะแนนเฉลี่ยน้อยที่สุดคือความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหาและปริมาณเนื้อหาที่มากเกินไป เนื่องจากผู้วิจัยต้องการให้ผู้เข้าอบรมได้ความรู้เข้าไปใช้งานให้ได้มากที่สุด ทั้งการเขียนโปรแกรมควบคุมเครื่องจักรในรูปแบบต่าง ๆ จึงทำให้จำนวนใบงานการเขียนโปรแกรมใช้งานค่อนข้างเยอะเกินไปในแต่ละใบงาน ซึ่งมีความสอดคล้องกับงานวิจัยของสุรเชษฐ์ วงศ์ชัยประทุม (2552) ผลการวิจัยพบว่า คุณภาพใบงานการทดลองของชุดปฏิบัติการพีแอลซีโดยการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิอยู่ในเกณฑ์ดี ($\bar{x} = 4.45$, S.D. = 0.52)

5.2.3 ชุดฝึกอบรมโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้นที่สร้างขึ้นด้านแผงวงจรและอุปกรณ์ มีคุณภาพเฉลี่ยในระดับ ดีมาก ($\bar{x} = 4.82$, S.D. = 0.34) โดยทุกรายการมีคุณภาพในระดับดีมาก เนื่องจากผู้วิจัยได้เลือกวัสดุและอุปกรณ์ที่มีขนาดกะทัดรัดและมีความแข็งแรง ทำให้แผงวงจรและอุปกรณ์ที่สร้างขึ้นมีน้ำหนักเบา มีขนาดเหมาะสมและออกแบบให้มีลักษณะเป็นกระเป๋าสานที่มีมือจับ สามารถเคลื่อนย้ายได้ง่าย มีฟังก์ชันในการใช้งานที่หลากหลาย มีความสะดวกของทั้งผู้สอนและผู้เข้ารับการฝึกอบรมหรือผู้ใช้งาน อีกทั้งมีความปลอดภัยในการใช้งาน ซึ่งมีความสอดคล้องกับงานวิจัยของว่าที่ร้อยตรี สุรศักดิ์ พรหมน้อย (2552) มีผลการประเมินคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อของชุดฝึกอบรมเรื่องการใช้เครื่องมือแพทย์ในห้องผู้ป่วยหนัก อยู่ในระดับดี ($\bar{x} = 4.36$, S.D. = 0.58)

5.2.4 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพชุดฝึกอบรมโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้นพบว่าผลของการทำแบบทดสอบระหว่างการอบรมและผลของการทำแบบทดสอบหลังการอบรมของผู้เข้าอบรม มีค่า เท่ากับ 82.05/82.42 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ เนื่องจากชุดฝึกอบรมโปรแกรมเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น ที่สร้างขึ้นผ่านการออกแบบและการแนะนำจากอาจารย์ที่ปรึกษา วิทยานิพนธ์และผู้ทรงคุณวุฒิที่ทำให้มีเนื้อหาด้านใบงานและแผนผังวงจรและอุปกรณ์ รวมถึงขั้นตอน การทดลองที่ครอบคลุมและเป็นลำดับขั้นตอนทุกใบงาน ซึ่งทำให้ผู้เรียนการเรียนรู้จากการทดลอง ต่อวงจรและการเขียนโปรแกรมทดสอบการทำงานของชุดฝึกอบรมโปรแกรมเมเบิลลอจิก คอนโทรลเลอร์เบื้องต้น นอกจากนั้นจากการสังเกตพฤติกรรมทดลองยังพบว่าผู้เข้ารับการอบรม มีความตื่นตัวและสนใจผลการทดลองที่ตนเองปฏิบัติเนื่องจากผู้เข้ารับการอบรมสามารถเห็น การเปลี่ยนแปลงในการเขียนโปรแกรมควบคุมได้ทันทีที่มีความตั้งใจและสนใจในการเรียนรู้ จึงส่งผลให้คะแนนของแบบทดสอบระหว่างการอบรมและคะแนนของแบบทดสอบหลังการอบรมครั้งนี้ เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด ซึ่งมีความสอดคล้องกับงานวิจัยเรื่องการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึก การเขียนโปรแกรมควบคุมกระบวนการจัดเก็บชิ้นงานอัตโนมัติด้วยพีแอลซี ของวรยุทธ สุริยนต์ (2556) โดยผลการทดลองประสิทธิภาพกับกลุ่มตัวอย่าง พบว่า ชุดฝึกการเขียนโปรแกรมควบคุม กระบวนการจัดเก็บชิ้นงานอัตโนมัติด้วยพีแอลซี ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.98/85.94 ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80

5.2.5 ผลการวิเคราะห์ด้านความพึงพอใจของผู้เข้าอบรมที่ใช้ชุดฝึกอบรมโปรแกรมเมเบิล ลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น พบว่าผู้ใช้ชุดฝึกอบรมมีความพึงพอใจ ซึ่งประกอบด้วยด้านแผนผังวงจร และอุปกรณ์ มีคะแนนความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.77$, S.D. = 0.41) ด้านการนำ ความรู้ไปใช้ออยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.65$, S.D. = 0.43) ด้านใบงานการทดลองอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.59$, S.D. = 0.49) และด้านความรู้ความเข้าใจอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.46$, S.D. = 0.51) ซึ่งเมื่อรวมคะแนนในทุก ๆ ด้านแล้วมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.62$, S.D. = 0.46) ทั้งนี้เนื่องจากชุดฝึกอบรมโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น มีรูปร่างของ แผนผังวงจรและอุปกรณ์ก่อให้เกิดแรงจูงใจ มีความเหมาะสมของตำแหน่งอุปกรณ์ มีความแข็งแรง และสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้ในการสร้างชิ้นงานหรือผลงานของตนเองได้ ซึ่งสอดคล้องกับ งานวิจัยของจิรวัดน์ แสงคุณธรรม (2560) ที่มีผลความพึงพอใจของผู้เข้าอบรมเรื่องอินเทอร์เน็ต สำหรับสรรพสิ่ง อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.61$, S.D. = 0.67)

5.3 ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยชุดฝึกอบรมโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะดังนี้

5.3.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

5.3.1.1 ชุดฝึกอบรมโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้นที่พัฒนาขึ้นนี้ เหมาะที่จะนำไปใช้ฝึกอบรมนักเรียนที่กำลังศึกษาตั้งแต่ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพขึ้นไปหรือผู้ที่ต้องการพัฒนาทักษะทางด้านการเขียนโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น

5.3.1.2 ผู้เข้าอบรมควรฟังบรรยายและแนวทางการทดลองจากวิทยากรก่อน ดำเนินการตามขั้นตอนในแต่ละใบงาน ซึ่งวิทยากรผู้อบรมมีหน้าที่คอยกำกับดูแลการปฏิบัติงาน ให้คำปรึกษา จะช่วยให้การอบรมโดยใช้ชุดฝึกอบรมโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้นเกิดประสิทธิภาพสูงสุด

5.3.2 ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

ควรพัฒนาชุดฝึกอบรมโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น ที่ใช้โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ตระกูลอื่น เช่น ซีเมนส์ (Siemens) ออมรอน (Omron) ยาสกาวา (Yaskawa) เป็นต้น เนื่องจากโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์แต่ละยี่ห้อมีการเชื่อมต่อ ฟังก์ชันและการกำหนดคุณสมบัติอุปกรณ์ที่แตกต่างกัน

บรรณานุกรม

- ก้องภพ ขาอมาตย์. 2550.การพัฒนาและศึกษาประสิทธิภาพชุดทดลองออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี เรื่อง การออกแบบวงจรกรองความถี่.มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี/ กรุงเทพฯ.
- จิรวัดน์ แสงคุณธรรม. 2560. ชุดฝึกอบรมเรื่องอินเทอร์เนตสำหรับสรรพสิ่ง. กรุงเทพมหานคร : ครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ชนธัญ ตรีศิริโชติ. 2552. โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา <https://sites.google.com/site/teetutcorp/automation-system/> (วันที่ ค้นข้อมูล 10 ตุลาคม 2563).
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. 2556. “การทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน.” วารสารศิลปการศึกษาศาสตร์วิจัย.
- โชติกา ภาชีผล, ญัฐภรณ์ หลาวทอง และกมลวรรณ ตั้งธนกานนท์. 2558. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ณรงค์ ต้นชีวะวงศ์. 2541. ระบบ PLC. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย - ญี่ปุ่น).
- ธนิศร์ พันธุ์ประยูร. 2563. การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าด้วย Programmable Logic Controller. ครูสภาวิทยากร. วิทยาลัยการอาชีพเชียงราย.
- ธนยศ อริสริยวงศ์. 2560. การพัฒนาชุดทดลองตัวควบคุม พี แอล ซี สำหรับระบบการผลิตแบบยืดหยุ่น. นครนายก. คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
- นิตยสาร MODERN MANUFACTURING. ก้าวสู่ยุคอุตสาหกรรม 4.0. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <http://www.mmthailand.com/mmnew/industry-4-0.html> (วันที่ ค้นข้อมูล 10 ตุลาคม 2563).
- ประภาพรรณ เคลือบวันรัตน์. 2557. ชุดตรวจสอบแผงวงจรไฟฟ้าโดยใช้โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์. การประชุมวิชาการแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 11. นครปฐม. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- พาดุงค์ คัมภีรารักษ์. 2561. อุตสาหกรรม 4.0 อุตสาหกรรมแห่งอนาคตของไทย.[ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา <https://bit.ly/3alXo4E> (วันที่ค้นข้อมูล 10 ตุลาคม 2563).
- พิชิต ฤทธิ์จรรยา. 2551. หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : เฮาส์ ออฟ เคอร์มส์.

- พัชรินทร์ วิลัยโรจน์. 2560. “ชุดฝึกปฏิบัติวิชาออกแบบและลิเนียร์ไอซี หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2557” คุรุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์. คณะคุรุศาสตร์อุตสาหกรรม, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- พัฒนา ศิริโชติบัณฑิต. 2562. การบริหารงานคุณภาพในองค์กร. กรุงเทพฯ : แม็คเอ็ดดูเคชั่น.
- พรรณี ลีกิจวัฒน์. 2553. **วิธีการวิจัยทางการศึกษา**. กรุงเทพฯ: คณะคุรุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2543. **วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์**. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ : สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
- พร้อมพรรณ อุดมสิน. 2544. “การวัดและการประเมินผล การเรียนการสอนคณิตศาสตร์.” พิมพ์ลักษณ์ กรุงเทพฯ : คณะคุรุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พิชิต ฤทธิจรูญ. 2545. **หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : เข้าท์ออฟเดอะมิสท์.
- รามจิตติ ฤทธิศร. 2562. โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์. พิมพ์ครั้งที่ 2 กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์วังอักษร
- รวีวรรณ ชินะตระกูล. 2538. **วิธีวิจัยการศึกษา**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : เพ็ญฟ้า พรินต์ติ้ง.
- รัตนชาติ ดวงอนันท์. 2554. การพัฒนาชุดการทดลองการต่อวงจรออกแบบ สำหรับนักศึกษาประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.). วิทยานิพนธ์คุรุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะคุรุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2548. **เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา**. (พิมพ์ครั้งที่ 9). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น,
- วิไลพร วรจิตตานนท์. 2551. ความรู้ความเข้าใจและพฤติกรรม การปฏิบัติตนตามปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงของนักศึกษา คณะคุรุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. รายงานวิจัย. กรุงเทพมหานคร: คณะคุรุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
- วัลลภ จันทรตระกูล. 2543. **สื่อการเรียนการสอน**. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- วรยุทธ สุริยนต์. 2556. การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกการเขียนโปรแกรมควบคุมกระบวนการจัดเก็บชิ้นงานอัตโนมัติด้วย พีแอลซี. กรุงเทพมหานคร: คณะคุรุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมพระนครเหนือ.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สุรศักดิ์ พรหมน้อย. 2552. ชุดฝึกอบรม เรื่องการใช้เครื่องมือแพทย์ในห้องผู้ป่วยหนัก.
กรุงเทพมหานคร : ครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร
ลาดกระบัง.

สุรเชษฐ์ วงศ์ชัยประทุม. 2552. ชุดฝึกปฏิบัติการพีแอลซี วิชาคอมพิวเตอร์ในงานอุตสาหกรรม
หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ มหาวิทยาลัย
ราชภัฏสุรินทร์. กรุงเทพมหานคร : ครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

สมศักดิ์ คงเที่ยง และอัญชลี โพธิ์ทอง. 2542. เอกสารการบรรยายกระบวนการวิชา EA 733 การ
บริหารบุคลากรและการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์. กรุงเทพมหานคร. มหาวิทยาลัย
รามคำแหง

สนธยา เกษสมบัติ และบุญศรี ไหลศิริกุล. 2550. ชุดทดลองการตรวจจับและควบคุมใน
อุตสาหกรรม. มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี.

เอกราช นิลรัตน์. 2552.ชุดปฏิบัติการวงจรรองความถี่แบบแอคทีฟหลักสูตรประกาศนียบัตร
วิชาชีพชั้นสูง พ.ศ.2546 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา. กรุงเทพมหานคร: คณะ
ครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

Matthew Oluwole. 2020. Design and Implementation of a PLC Trainer Workstation.
[ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <https://bit.ly/3eBjSHo> (วันที่ค้นข้อมูล 10 ตุลาคม 2563).

Mitsubishi Electric. 2560. GX Works 3 ซอฟต์แวร์วิศวกรรม.[ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา
<https://bit.ly/3aGWnKw> (วันที่ค้นข้อมูล 10 ตุลาคม 2563).

ภาคผนวก

- ภาคผนวก ก หนังสือจากงานบัณฑิตศึกษาคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังถึงผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 5 ท่าน
- ภาคผนวก ข แบบประเมินคุณภาพด้านใบงานและด้านผังวงจรและอุปกรณ์ของชุดฝึกอบรม
โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น
- ภาคผนวก ค ผลการประเมินคุณภาพด้านใบงานการทดลองและด้านผังวงจรและอุปกรณ์
- ภาคผนวก ง ผลการวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- ภาคผนวก จ แบบประเมินความพึงพอใจ
- ภาคผนวก ฉ ผลการประเมินความพึงพอใจ
- ภาคผนวก ช ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์
เบื้องต้น
- ภาคผนวก ซ ตัวอย่างใบงานการทดลองของชุดฝึกอบรมโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์
เบื้องต้น
- ภาคผนวก ฌ คู่มือการใช้งาน
- ภาคผนวก ญ ภาพการทดลองใช้งานชุดฝึกอบรมโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น

ภาคผนวก ก

หนังสือจากงานบัณฑิตศึกษาคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังถึงผู้ทรงคุณวุฒิ
จำนวน 5 ท่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



บันทึกข้อความ

หน่วยงาน คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สจล. ส่วนสนับสนุนวิชาการ โทร.3692

ที่ อว 7004 / 0482

วันที่ 22 เมษายน 2564

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ให้กับนักศึกษา

เรียน รศ.อรรถพร ฤทธิเกิด

ด้วย นางสาวชลธิชา เชิดชูสุวรรณ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์
อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร
ลาดกระบัง มีความประสงค์ขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบสอบถาม
แบบทดสอบและแบบประเมิน เพื่อประกอบการจัดเตรียมหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ชุด
ฝึกอบรมการโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น”

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ให้กับนักศึกษาดังกล่าวและหวังเป็นอย่างยิ่ง
ว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรพงษ์ ไพรินทร์)

ผู้ช่วยคณบดีฝ่ายวิชาการ

ปฏิบัติการแทนคณบดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ อว 7004 / 0294

คณะกรรมการการอุดมศึกษาและเทคโนโลยี
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณ
ทหารลาดกระบัง ถนนฉลองกรุง
เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

15 มีนาคม 2564

เรื่อง ขออนุมัติการให้แก่นักศึกษา

เรียน นายอาทร คัมฉายา

ด้วย นางสาวชลธิชา เชิดชูสุวรรณ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง มีความประสงค์ขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบสอบถาม แบบทดสอบและแบบประเมิน เพื่อประกอบการจัดเตรียมหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ชุดฝึกอบรมการโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น”

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ให้นักศึกษาดังกล่าวและหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรงค์ ไพรินทร์)

ผู้ช่วยคณบดีฝ่ายวิชาการ
ปฏิบัติกรแทนคณบดี

ส่วนสนับสนุนวิชาการ

โทร. 02-329-8000 ต่อ 3692

โทรสาร. 02- 329-8436

ติดต่อนักศึกษา โทร. 063-848-4646

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ อว 7004 / 0482

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณ
ทหารลาดกระบัง ถนนฉลองกรุง
เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

22 เมษายน 2564

เรื่อง ขออนุมัติเคราะหใ้กับนักศึกษา

เรียน นายปรณ ม่วงสุข

ด้วย นางสาวชลธิชา เชิดชูสุวรรณ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร
อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร
ลาดกระบัง มีความประสงค์ขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบสอบถาม
แบบทดสอบและแบบประเมิน เพื่อประกอบการจัดเตรียมหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ชุด
ฝึกอบรมการโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น”

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ใ้กับนักศึกษาดังกล่าวและหวังเป็นอย่างยิ่ง
ว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรวงษ์ ไพรินทร์)

ผู้ช่วยคณบดีฝ่ายวิชาการ
ปฏิบัติการแทนคณบดี

ส่วนสนับสนุนวิชาการ

โทร. 02-329-8000 ต่อ 3692

โทรสาร. 02- 329-8436

ติดต่อนักศึกษา โทร. 063-848-4646

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ อว 7004 /0294



คณะกรรมการการอุดมศึกษาและเทคโนโลยี
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณ
ทหารลาดกระบัง ถนนฉลองกรุง
เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

15 มีนาคม 2564

เรื่อง ขออนุมัติการให้แก่นักศึกษา

เรียน นายพันพงษ์ ภูริรักษ์

ด้วย นางสาวชลธิชา เชิดชูสุวรรณ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง มีความประสงค์ขอยุทธานเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบและประเมินแบบสอบถาม แบบทดสอบและแบบประเมิน เพื่อประกอบการจัดเตรียมหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ชุดฝึกอบรมการโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น”

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ให้นักศึกษาดังกล่าวและหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรงค์ ไพรินทร์)

ผู้ช่วยคณบดีฝ่ายวิชาการ
ปฏิบัติกรแทนคณบดี

ส่วนสนับสนุนวิชาการ

โทร. 02-329-8000 ต่อ 3692

โทรสาร. 02- 329-8436

ติดต่อนักศึกษา โทร. 063-848-4646

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ อว 7004 / 0482

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณ
ทหารลาดกระบัง ถนนฉลองกรุง
เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

22 เมษายน 2564

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ให้กับนักศึกษา

เรียน นางนันทกร คำวอน

ด้วย นางสาวชลธิชา เชิดชูสุวรรณ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์
อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร
ลาดกระบัง มีความประสงค์ขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบสอบถาม
แบบทดสอบและแบบประเมิน เพื่อประกอบการจัดเตรียมหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ชุด
ฝึกอบรมการโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น”

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ให้กับนักศึกษาดังกล่าวและหวังเป็นอย่างยิ่ง
ว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรงค์ ไพรินทร์)

ผู้ช่วยคณบดีฝ่ายวิชาการ
ปฏิบัติการแทนคณบดี

ส่วนสนับสนุนวิชาการ

โทร. 02-329-8000 ต่อ 3692

โทรสาร. 02- 329-8436

ติดต่อนักศึกษา โทร. 063-848-4646

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ข

แบบประเมินคุณภาพด้านใบงานการทดลองและแผนวงจรและอุปกรณ์
ของชุดฝึกอบรมโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**แบบประเมินคุณภาพ
ด้านใบงานการทดลอง
ชุดฝึกอบรมโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น**

คำชี้แจง

1. แบบประเมินคุณภาพด้านใบงานการทดลองของชุดฝึกอบรมโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น ผู้วิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อขอรวบรวมความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ เกี่ยวกับการประเมินชุดฝึกอบรมโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาและปรับปรุงให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

2. แบบประเมินนี้แบ่งออกเป็น 2 ตอน คือ

ตอนที่ 1 แบบประเมินคุณภาพด้านใบงานการทดลอง สอบถามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิเกี่ยวกับ ชุดฝึกอบรมโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น

ตอนที่ 2 ข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิด้านใบงานการทดลองเกี่ยวกับชุดฝึกอบรมโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น

3. ค่าระดับความคิดเห็น โดยกำหนดเกณฑ์การเลือกไว้ 5 ระดับ ดังนี้

ระดับที่ 5	หมายถึง	ดีมาก
ระดับที่ 4	หมายถึง	ดี
ระดับที่ 3	หมายถึง	ปานกลาง
ระดับที่ 2	หมายถึง	พอใช้
ระดับที่ 1	หมายถึง	ควรปรับปรุง

หมายเหตุ

ขอความกรุณาท่านผู้ทรงคุณวุฒิช่วยให้ข้อเสนอแนะ เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการปรับปรุง

ลงชื่อ.....ผู้วิจัย

(นางสาวชลธิชา เชิดชูสุวรรณ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินคุณภาพ
ชุดฝึกอบรมโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น
ด้านใบงานการทดลอง

คำชี้แจง

โปรดใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง ตามความคิดเห็นของท่านที่มีต่อใบงานการทดลองชุดฝึกอบรมโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น โดยมีน้ำหนักคะแนน ดังนี้

ระดับความพึงพอใจ

ระดับคะแนน 5 หมายถึง ดีมาก

ระดับคะแนน 4 หมายถึง ดี

ระดับคะแนน 3 หมายถึง ปานกลาง

ระดับคะแนน 2 หมายถึง พอใช้

ระดับคะแนน 1 หมายถึง ควรปรับปรุง

รายการประเมิน	5	4	3	2	1	หมายเหตุ
1. ใบงานมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์						
2. ใบงานมีความยากง่ายเหมาะสมกับผู้เข้าอบรม						
3. ความถูกต้องของใบงานตามขั้นตอน						
4. ความชัดเจนของการอธิบายเนื้อหาใบงาน						
5. ความเหมาะสมของภาพในใบงาน						
6. ความเหมาะสมของปริมาณเนื้อหาแต่ละใบงาน						
7. ลำดับเรื่องของเนื้อหาใบงาน						
8. ความถูกต้องของภาษาที่ใช้ในใบงาน						
9. ความเหมาะสมของตัวอักษร						
10. เนื้อหามีการใช้ในภาคอุตสาหกรรม						

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
 (.....)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินคุณภาพ
ด้านแผนวงจรและอุปกรณ์
ชุดฝึกอบรมโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น

คำชี้แจง

1. แบบประเมินคุณภาพด้านแผนวงจรและอุปกรณ์ของชุดฝึกอบรมโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น ผู้วิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อขอรวบรวมความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ เกี่ยวกับการประเมินชุดฝึกอบรมโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาและปรับปรุงให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

2. แบบประเมินนี้แบ่งออกเป็น 2 ตอน คือ

ตอนที่ 1 แบบประเมินคุณภาพด้านแผนวงจรและอุปกรณ์ สอบถามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิเกี่ยวกับ ชุดฝึกอบรมโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น

ตอนที่ 2 ข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิด้านแผนวงจรและอุปกรณ์เกี่ยวกับชุดฝึกอบรมโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น

3. ค่าระดับความคิดเห็น โดยกำหนดเกณฑ์การเลือกไว้ 5 ระดับ ดังนี้

ระดับที่ 5	หมายถึง	ดีมาก
ระดับที่ 4	หมายถึง	ดี
ระดับที่ 3	หมายถึง	ปานกลาง
ระดับที่ 2	หมายถึง	พอใช้
ระดับที่ 1	หมายถึง	ควรปรับปรุง

หมายเหตุ

ขอความกรุณาท่านผู้ทรงคุณวุฒิช่วยให้ข้อเสนอแนะ เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการปรับปรุง

ลงชื่อ.....ผู้วิจัย

(นางสาวชลธิชา เชิดชูสุวรรณ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินคุณภาพ
ชุดฝึกอบรมโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น
ด้านผังวงจรและอุปกรณ์

คำชี้แจง

โปรดใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง ตามความคิดเห็นของท่านที่มีต่อผังวงจรและอุปกรณ์ของชุดฝึกอบรมโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น โดยมีน้ำหนักคะแนน ดังนี้

ระดับความพึงพอใจ

ระดับคะแนน 5 หมายถึง ดีมาก

ระดับคะแนน 4 หมายถึง ดี

ระดับคะแนน 3 หมายถึง ปานกลาง

ระดับคะแนน 2 หมายถึง พอใช้

ระดับคะแนน 1 หมายถึง ควรปรับปรุง

รายการประเมิน	5	4	3	2	1	หมายเหตุ
1. ผังวงจรและอุปกรณ์มีความแข็งแรงคงทน						
2. ข้อความบนผังวงจรและอุปกรณ์มีความชัดเจน						
3. อุปกรณ์ภายนอกเพียงพอต่อการใช้งาน						
4. ความเหมาะสมในการเลือกใช้อุปกรณ์						
5. การวางตำแหน่งของอุปกรณ์ใช้งานในผังวงจรและอุปกรณ์						
6. ความสะดวกในการพกพาและการใช้งาน						
7. ความปลอดภัยในการใช้งานผังวงจรและอุปกรณ์						
8. ความหลากหลายของการทำงานในผังวงจรและอุปกรณ์						
9. ผังวงจรและอุปกรณ์มีประโยชน์ต่อผู้เข้าอบรม						
10. ผังวงจรและอุปกรณ์มีความเหมาะสมในการใช้งาน						

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ค

ผลการประเมินคุณภาพด้านใบงานการทดลองและด้านแฟงวงจรและอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.1 ผลการประเมินคุณภาพชุดฝึกอบรมโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น
จากผู้ทรงคุณวุฒิด้านใบงานการทดลอง

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น							
	ผู้ทรงคุณวุฒิที่					— x	S.D.	ระดับ คุณภาพ
	1	2	3	4	5			
1.ใบงานมีความสอดคล้อง กับวัตถุประสงค์	5	5	5	4	3	4.40	0.89	ดี
2.ใบงานมีความยากง่ายเหมาะสม กับผู้เข้าอบรม	5	4	5	5	4	4.60	0.55	ดีมาก
3.ความถูกต้องของใบงาน ตามขั้นตอน	5	5	5	5	4	4.80	0.45	ดีมาก
4.ความชัดเจนของการอธิบาย เนื้อหาใบงาน	5	4	5	4	3	4.20	0.84	ดี
5.ความเหมาะสมของภาพในใบงาน	5	5	4	5	4	4.60	0.55	ดีมาก
6.ความเหมาะสมของปริมาณเนื้อหา แต่ละใบงาน	4	4	5	5	3	4.20	0.84	ดี
7.ลำดับเรื่องของเนื้อหาใบงาน	4	5	5	5	4	4.60	0.55	ดีมาก
8.ความถูกต้องของภาษาที่ใช้ ในใบงาน	5	5	5	4	4	4.60	0.55	ดีมาก
9.ความเหมาะสมของตัวอักษร	5	5	5	5	5	5.00	0.00	ดีมาก
10.เนื้อหามีการใช้ในภาคอุตสาหกรรม	5	4	5	5	4	4.60	0.55	ดีมาก
เฉลี่ยรวมทั้งหมด	4.80	4.60	4.90	4.70	3.80	4.56	0.58	ดีมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.2 ผลการประเมินคุณภาพชุดฝึกอบรมโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น
จากผู้ทรงคุณวุฒิด้านผังวงจรและอุปกรณ์

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น							
	ผู้ทรงคุณวุฒิที่					$\bar{x}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
	1	2	3	4	5			
1.ผังวงจรและอุปกรณ์มีความ แข็งแรงคงทน	5	5	5	5	4	4.80	0.45	ดีมาก
2.ข้อความบนผังวงจรและ อุปกรณ์มีความชัดเจน	5	4	5	5	4	4.60	0.55	ดีมาก
3.อุปกรณ์ภายนอกเพียงพอ ต่อการใช้งาน	5	5	5	5	5	5.00	0.00	ดีมาก
4.ความเหมาะสมในการเลือก ใช้อุปกรณ์	5	5	5	5	4	4.80	0.45	ดีมาก
5.การวางตำแหน่งของอุปกรณ์ ใช้งานในผังวงจรและอุปกรณ์	5	5	5	4	4	4.60	0.55	ดีมาก
6.ความสะดวกในการพกพา และการใช้งาน	5	5	5	5	4	4.80	0.45	ดีมาก
7.ความปลอดภัยในการใช้งาน ผังวงจรและอุปกรณ์	5	5	5	5	5	5.00	0.00	ดีมาก
8.ความหลากหลายของการทำงาน ในผังวงจรและอุปกรณ์	5	5	5	5	4	4.80	0.45	ดีมาก
9.ผังวงจรและอุปกรณ์มีประโยชน์ ต่อผู้เข้าอบรม	5	5	5	5	5	5.00	0.00	ดีมาก
10.ผังวงจรและอุปกรณ์ มีความเหมาะสมในการใช้งาน	5	5	5	5	4	4.80	0.45	ดีมาก
เฉลี่ยรวมทั้งหมด	5	4.90	5	4.90	4.30	4.82	0.34	ดีมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ง

ผลการวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง.1 ผลการวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้องแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ข้อที่	ข้อสอบ	ΣR	IOC	ผลการประเมิน
1	ข้อใดคือความหมายของโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ ก. อุปกรณ์ควบคุมการทำงานโดยมีวงจรไฟฟ้าในการควบคุม ข. อุปกรณ์ควบคุมการทำงานตามลำดับโดยมีวงจรรีเลย์ควบคุมการทำงาน ค. อุปกรณ์ควบคุมการทำงานของเครื่องจักรโดยใช้รีเลย์/สวิตช์ในการควบคุม ง. อุปกรณ์ควบคุมทำงานเรียงตามลำดับโดยภายในมี Microprocessor เป็นสมองสั่งการ	5	1.00	สอดคล้อง
2	ข้อใดเขียนคำว่าโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ถูกต้อง ก. Programmable Controller ข. Programmable Logic Control ค. Programmable Logic Controller ง. Programmable Relay Controller	4	0.80	สอดคล้อง
3	ส่วนใดของ PLC ที่ใช้ต่อออกไปควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ ก. อินพุต ข. เอาต์พุต ค. ไทม์เมอร์ ง. เคาน์เตอร์	5	1.00	สอดคล้อง
4	อินพุตมีหน้าที่อย่างไร ก. จัดเก็บข้อมูลของผู้ใช้ ข. จัดเก็บข้อมูลของระบบ ค. เชื่อมต่อสัญญาณร่วมกับอุปกรณ์เอาต์พุตภายนอก ง. รับสัญญาณจากอุปกรณ์อินพุตแล้วส่งสัญญาณให้ CPU	5	1.00	สอดคล้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง.1 (ต่อ)

ข้อที่	ข้อสอบ	ΣR	IOC	ผลการประเมิน
5	การควบคุมเครื่องจักรด้วย PLC มีข้อได้เปรียบกว่าการใช้ระบบของรีเลย์ (Relay) อย่างไร ก. รีเลย์ใช้ระบบโซลิด – สเตท ข. การต่อใช้งานของรีเลย์ง่ายกว่า PLC ค. การใช้ระบบรีเลย์ทำให้ประหยัดเวลาและมีค่าใช้จ่ายน้อย ง. เมื่อมีการเปลี่ยนระบบการผลิต การใช้ระบบรีเลย์ต้องเดินสายไฟฟ้าใหม่ ซึ่งเสียเวลาและเสียค่าใช้จ่ายสูง	5	1.00	สอดคล้อง
6	โครงสร้างหลัก ๆ ของ PLC ประกอบด้วยอะไรบ้าง ก. อินพุต เอาต์พุต ข. CPU และตัวป้อนโปรแกรม ค. อินพุต เอาต์พุต และ CPU ง. อินพุต เอาต์พุต และ ตัวป้อนโปรแกรม	4	0.80	สอดคล้อง
7	CPU มีหน้าที่ทำอะไร ก. จัดเก็บข้อมูลโปรแกรมการทำงานของระบบ ข. เชื่อมต่อสัญญาณร่วมกับอุปกรณ์เอาต์พุตภายนอก ค. รับสัญญาณจากอุปกรณ์อินพุตแล้วส่งสัญญาณให้ CPU ง. รับข้อมูลจากอินพุตแล้วทำการประมวลผลส่งสัญญาณให้อินพุตทำงาน	5	1.00	สอดคล้อง
8	หน่วยความจำของ PLC ประกอบด้วยอะไรบ้าง ก. RAM ROM ข. RAM EPROM ค. ROM EEPROM ง. EPROM EEPROM	5	1.00	สอดคล้อง

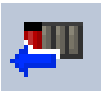
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง.1 (ต่อ)

ข้อที่	ข้อสอบ	ΣR	IOC	ผลการประเมิน
9	ข้อดีของหน่วยความจำ RAM คือข้อใด ก. ไม่จำเป็นต้องมีแบตเตอรี่สำรองไฟเมื่อไฟดับ ข. การลบโปรแกรมทำได้โดยใช้แสงอัลตราไวโอเลตหรือตากแดดร้อนๆ นานๆ ค. โปรแกรมจะไม่สูญหายแม้ไฟดับ จึงเหมาะกับการใช้งานที่ไม่ต้องเปลี่ยนโปรแกรม ง. เหมาะกับการใช้งานในระยะทดลองเครื่องที่มีการเปลี่ยนแปลงแก้ไขโปรแกรมบ่อยๆ	4	0.80	สอดคล้อง
10	หน่วยความจำชนิดใดที่ต้องมีไฟเลี้ยงตลอดเวลา ก. RAM ข. ROM ค. EPROM ง. EEPROM	5	1.00	สอดคล้อง
11	เมื่อเปิดโปรแกรม GX Work3 ขึ้นมา ควรทำสิ่งใดเป็นลำดับแรก ก. เขียนโปรแกรมทันที ข. เลือก Series แล้วเขียนโปรแกรม ค. เลือก Project เพื่อสร้างหน้ากระดาษขึ้นมาใหม่ ง. เลือก Program Language แล้วเขียนโปรแกรม	5	1.00	สอดคล้อง
12	 จากรูปเป็นสัญลักษณ์ที่มีความหมายอย่างไร ก. ไทม์เมอร์ ข. คอยล์เอาต์พุต ค. หน้าสัมผัสแบบปกติปิด ง. หน้าสัมผัสแบบปกติเปิด	5	1.00	สอดคล้อง
13	ข้อใดคือหรือสัญลักษณ์ของ Coil ก.  ข.  ค.  ง. 	5	1.00	สอดคล้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง.1 (ต่อ)

ข้อที่	ข้อสอบ	ΣR	IOC	ผลการประเมิน
14	สัญลักษณ์ใดคือคำสั่ง Write to PLC  ก.  ข.  ค.  ง.	5	1.00	สอดคล้อง
15	สัญลักษณ์ใดคือคำสั่ง Start Simulation  ก.  ข.  ค.  ง.	5	1.00	สอดคล้อง
16	หากต้องการแก้ไขโปรแกรมระหว่างเครื่องจักรทำงานควร เลือกโหมดใดดีที่สุด ก. Write Mode ข. Read Mode ค. Write Monitor ง. Read Monitor	5	1.00	สอดคล้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง.1 (ต่อ)

ข้อที่	ข้อสอบ	ΣR	IOC	ผลการประเมิน
17	เมื่อเขียนโปรแกรมเรียบร้อยแล้ว การตรวจสอบโปรแกรมควรทำตามขั้นตอนในข้อใด ก. เลือก Convert > Convert(B) ข. เลือก Debug > Simulation ค. เลือก Convert(B) > Convert ง. เลือก Debug > Simulation > Start Simulation	5	1.00	สอดคล้อง
18	หากต้องการสังเกตการทำงานของโปรแกรมขณะไม่ได้เชื่อมต่อกับ PLC ควรทำสิ่งใดตามลำดับ ก. เลือก Debug > Simulation ข. เลือก Online > Write to PLC ค. เลือก Debug > Simulation > Start Simulation ง. เลือก Online > Write to PLC > Start Simulation	5	1.00	สอดคล้อง
19	หากต้องการอัปโหลดโปรแกรมลง PLC ควรทำสิ่งใดตามลำดับ ก. เลือก Online > Write to PLC ข. เลือก Online > Read From PLC ค. เลือก Online > Write to PLC > Start Simulation ง. เลือก Online > Current Connection Destination	5	1.00	สอดคล้อง

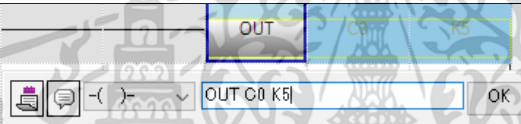
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง.1 (ต่อ)

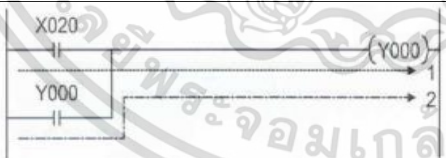
ข้อที่	ข้อสอบ	ΣR	IOC	ผลการประเมิน
20	เมื่อต้องการตรวจสอบว่า notebook เชื่อมต่อกับ PLC หรือไม่ ควรทำอย่างไร ก. เลือก Online > Verify With PLC ข. เลือก Online > Current Connection Destination > Write to PLC ค. เลือก Online > Current Connection Destination > Read From PLC ง. เลือก Online > Current Connection Destination > Other Connection Method	5	1.00	สอดคล้อง
21	ความหมายของรีเลย์ช่วย คือข้อใด ก. เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการขับโหลดที่ต่อกับขั้วออกของ PLC ข. เป็นอุปกรณ์ที่มีการหน่วงเวลาในการเปิด - ปิดของหน้าสัมผัส ค. เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างวงจรควบคุมซีเควนภายใน PLC ง. เป็นขั้วที่ใช้สำหรับรับสัญญาณจากสวิตช์สั่งงานและสวิตช์ตรวจจับ	5	1.00	สอดคล้อง
22	เป็นอุปกรณ์ที่มีการหน่วงเวลาในการเปิด-ปิดของหน้าสัมผัส คือการทำงานของอุปกรณ์ใด ก. อินพุต ข. ไทมเมอร์ ค. เอาต์พุต ง. คอนเตอร์	5	1.00	สอดคล้อง
23	เบอร์ของอินพุตและเอาต์พุตมีรูปแบบการตั้งชื่ออย่างไร ก. เบอร์ที่ใช้จะเป็นเลขฐาน 6 ข. เบอร์ที่ใช้จะเป็นเลขฐาน 8 ค. เบอร์ที่ใช้จะเป็นเลขฐาน 10 ง. เบอร์ที่ใช้จะเป็นเลขฐาน 16	5	1.00	สอดคล้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

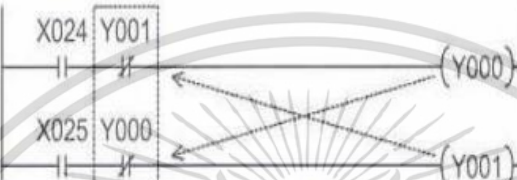
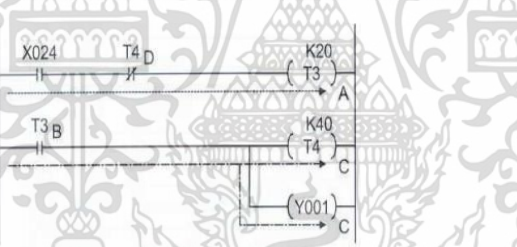
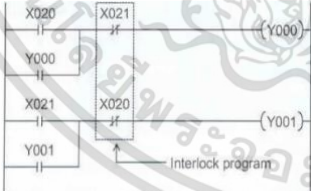
ตารางที่ ง.1 (ต่อ)

ข้อที่	ข้อสอบ	ΣR	IOC	ผลการประเมิน
24	 จากรูปสัญลักษณ์หมายถึงข้อใด ก. INPUT COIL ข. OUTPUT COIL ค. NORMALLY OPEN ง. NORMALLY CLOSE	5	1.00	สอดคล้อง
25	เมื่อต้องการให้อุปกรณ์เอาต์พุตคอยล์ทำงานค้าง ควรใช้คำสั่งใด ก. SET ข. OUT ค. LOAD ง. RESET	5	1.00	สอดคล้อง
26	 จากรูปข้อใดอธิบายถูกต้องที่สุด ก. เคา้นเตอร์เบอร์ 0 ทำงาน 5 ครั้ง ข. เคา้นเตอร์เบอร์ 5 ทำงาน 0 ครั้ง ค. ต้องนับ 5 ครั้ง ถึงจะทำงาน เคา้นเตอร์เบอร์ 0 จึงทำงาน ง. ต้องนับ 5 ครั้ง ถึงจะทำงาน เคา้นเตอร์เบอร์ 0 จึงหยุดการทำงาน	5	1.00	สอดคล้อง
27	ทิศทางการไหลเริ่มจากทิศทางใดไปทิศทางใด ก. บนลงล่าง ข. ล่างขึ้นบน ค. ซ้ายไปขวา ขวาไปซ้าย	5	1.00	สอดคล้อง

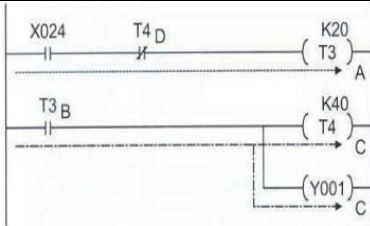
ตารางที่ ง.1 (ต่อ)

ข้อที่	ข้อสอบ	ΣR	IOC	ผลการประเมิน
28	สัญญาณควบคุมซ้ำกันมากกว่าหนึ่งครั้งไปที่คอยล์เอาต์พุตรีเลย์ได้หรือไม่ เพราะอะไร ก. ได้ เพราะ ไม่มีข้อกำหนด ข. ได้ เพราะ สามารถใช้ซ้ำกันกี่ครั้งก็ได้ ค. ไม่ได้ เพราะ คอยล์เอาต์พุตรีเลย์จะทำงานเมื่อมีคำสั่งซ้ำกัน ง. ไม่ได้ เพราะ คอยล์เอาต์พุตรีเลย์จะไม่ทำงานเมื่อมีคำสั่งซ้ำกัน	5	1.00	สอดคล้อง
29	ข้อมูลที่เป็นตัวเลขที่แสดงผลเพียงอย่างเดียวไม่สามารถใช้คำนวณหรือดำเนินการทางคณิตศาสตร์ได้คือข้อใด ก. BIN ข. BCD ค. DEC ง. DECP	5	1.00	สอดคล้อง
30	ตำแหน่งหน้าสัมผัสไม่ควรวางในตำแหน่งใด ก. ตำแหน่งหน้าคอยล์เอาต์พุต ข. ตำแหน่งหลังคอยล์เอาต์พุต ค. ตำแหน่งระหว่างคอยล์เอาต์พุตกับหน้าสัมผัส ง. ผิดทุกข้อ	5	1.00	สอดคล้อง
31	 จากรูปเป็นการเขียนวงจรแบบใด ก. วงจรกำเนิดพัลส์โดยใช้หน้าสัมผัส ข. การเขียนเอาต์พุตซ้ำกัน และการใช้รีเลย์ช่วย ค. การใช้คำสั่ง PLS (PULSE), PLF (PULSE FALL) ง. การเขียนวงจร Self - hold (สั่งให้เอาต์พุตทำงานค้าง)	5	1.00	สอดคล้อง

ตารางที่ ง.1 (ต่อ)

ข้อที่	ข้อสอบ	ΣR	IOC	ผลการประเมิน
32	โปรแกรมอินเตอร์ล็อก (Interlock Program) คือ โปรแกรมใด ก.  ข.  ค.  ง. 	5	1.00	สอดคล้อง
33	ข้อใดอธิบายวงจรนี้ถูกต้องที่สุด  ก. วงจรจะทำงานก็ต่อเมื่อ X20 หรือ X21 ตัวใดตัวหนึ่งทำงานจึงจะทำให้ Y0 หรือ Y1 ON ข. วงจรจะทำงานก็ต่อเมื่อ X20 หรือ X21 ตัวใดตัวหนึ่งไม่ทำงานจึงจะทำให้ Y0 หรือ Y1 ON ค. วงจรจะทำงานก็ต่อเมื่อ X20 หรือ X21 ตัวใดตัวหนึ่งทำงานจึงจะทำให้ Y0 หรือ Y1 OFF ง. วงจรจะทำงานก็ต่อเมื่อ X20 หรือ X21 ต้องทำงานพร้อมกันจึงจะทำให้ Y0 หรือ Y1 ON	4	0.80	สอดคล้อง

ตารางที่ ง.1 (ต่อ)

ข้อที่	ข้อสอบ	ΣR	IOC	ผลการประเมิน
34	 จากรูปคือวงจรใด ก. วงจรไฟกระพริบ (Flicker Circuit) ข. วงจรกำหนดการทำงานเป็นลำดับ ค. วงจรกำเนิดพัลส์โดยใช้หน้าสัมผัส ง. วงจรอินเตอร์ล็อก (Interlock Program)	5	1.00	สอดคล้อง
35	PLS คือคำสั่งในข้อใด ก. คำสั่งกำเนิดพัลส์ให้เกิดการทำงาน ข. คำสั่งกำเนิดพัลส์ให้หยุดการทำงาน ค. คำสั่งกำเนิดพัลส์ที่ขอบล่างของสัญญาณ ง. คำสั่งกำเนิดพัลส์ที่ขอบขาขึ้นของสัญญาณ	5	1.00	สอดคล้อง
36	ข้อใดคือคำสั่งกำเนิดพัลส์ที่ขอบล่างของสัญญาณโดยใช้หน้าสัมผัส ก.  ข.  ค.  ง. 	5	1.00	สอดคล้อง
37	SET คือคำสั่งอะไร ก. คำสั่งรีเซ็ตคอนเตอร์ ข. คำสั่งให้เซต (ทำงานค้าง) ค. อนุกรมหน้าสัมผัสปกติปิด ง. อนุกรมหน้าสัมผัสปกติเปิด	4	0.80	สอดคล้อง

ตารางที่ ง.1 (ต่อ)

ข้อที่	ข้อสอบ	ΣR	IOC	ผลการประเมิน
38	คำสั่ง Reset ใช้ได้กับตัวใดบ้าง ก. SET ข. ไทมเมอร์ ค. คอนเตอร์ ง. ถูกทุกข้อ	5	1.00	สอดคล้อง
39	ถ้าวงจรมีเอาต์พุตซ้ำกันจะเกิดเหตุการณ์ใดขึ้น ก. PLC ทำงานปกติ ข. ไฟ ERROR ที่ PLC จะติดกระพริบ ค. PLC จะให้เอาต์พุตตามวงจรท้ายสุดเท่านั้น ง. เมื่อตรวจสอบความถูกต้องของโปรแกรมจะตรวจไม่ผ่าน	5	1.00	สอดคล้อง
40	หน้าสัมผัสอินพุตสามารถนำตัวใดมาต่อขนานหรืออนุกรมกันได้บ้าง ก. ตัวตั้งเวลา ข. ตัวนับ ค. ถูกทั้ง ก และ ข ง. ผิดทุกข้อ	5	1.00	สอดคล้อง
41	การเขียนโปรแกรมควบคุมลำดับขั้นแบ่งออกเป็นกี่ส่วนอะไรบ้าง ก. 2 ส่วน วงจรควบคุม วงจรกำลัง ข. 2 ส่วน วงจรควบคุม วงจรต้นกำลัง ค. 3 ส่วน วงจรต้นกำลัง วงจรควบคุม วงจรกำลัง ง. 3 ส่วน วงจรต้นกำลัง วงจรควบคุม วงจรทำงาน	5	1.00	สอดคล้อง
42	วงจรควบคุมประกอบด้วยอะไรบ้าง ก. อินพุต รีเลย์ ข. เอาต์พุต รีเลย์ ค. อินพุต เอาต์พุต ง. หน้าสัมผัสรีเลย์ รีเลย์	5	1.00	สอดคล้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง.1 (ต่อ)

ข้อที่	ข้อสอบ	ΣR	IOC	ผลการประเมิน
43	ข้อใดคือตัวอย่างของอุปกรณ์อินพุต ก. ปุ่มกด สวิตช์ เซ็นเซอร์ ข. สวิตช์ มอเตอร์ เซ็นเซอร์ ค. มอเตอร์ สายพาน ตัวแสดงผล ง. เซ็นเซอร์ สายพาน ตัวแสดงผล	5	1.00	สอดคล้อง
44	ใช้สำหรับให้โอเพอร์เรเตอร์ อ่านโปรแกรมอย่างเดียว (ดู อย่างเดียว) คือความหมายของข้อใด ก. Read Mode ข. Write Mode ค. Monitor Mode ง. Monitor - Write Mode	5	1.00	สอดคล้อง
45	Write Mode หมายถึงอะไร ก. เป็นโหมดสำหรับการเขียนโปรแกรม ข. เป็นโหมดสำหรับเฝ้ามองขณะที่โปรแกรมทำงาน ค. เฝ้ามองโปรแกรม และเขียนโปรแกรมไปพร้อม ๆ กัน ง. สามารถ Update โปรแกรมในเครื่องจักรได้เลย โดยไม่ต้องหยุดทำงาน	5	1.00	สอดคล้อง
46	เมื่อกด F3 หมายถึงการทำงานของโหมดใด ก. Read Mode ข. Write Mode ค. Monitor Mode ง. Monitor - Write Mode	4	0.80	สอดคล้อง
47	ถ้าจะเข้าโหมด Monitor - Write Mode ควรเลือกกด ตัวอะไร ก. F2 ข. F3 ค. Shift + F2 ง. Shift + F3	5	1.00	สอดคล้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง.1 (ต่อ)

ข้อที่	ข้อสอบ	ΣR	IOC	ผลการประเมิน
48	วงจรดำเนินงาน จะประกอบด้วยอะไรบ้าง ก. อินพุต หน้าสัมผัสตัวตั้งเวลา (Timer) วงจรรีเลย์ ที่ทำอินเตอร์ล็อก และหน้าคอนแทกปิดจากรีเลย์ตัวสุดท้าย ข. อินพุต วงจรรีเลย์ที่ทำอินเตอร์ล็อก และคอนแทกเปิดจากรีเลย์ตัวต่อหน้านั้น ค. อินพุต และคอยล์ตัวสุดท้าย เพื่อสร้างหน้าคอนแทกไปตัดวงจรเริ่มต้น ง. ถูกทุกข้อที่กล่าวมา	5	1.00	สอดคล้อง
49	Timer ของ Mitsubishi PLC ทำหน้าที่คล้ายอุปกรณ์ใด ก. รีเลย์ ข. อินพุต ค. เอาต์พุต ง. คอนเตอร์	5	1.00	สอดคล้อง
50	ค่า Timer มีค่าอะไรบ้าง ก. T0-T199 ข. T0-T299 ค. T0-T399 ง. T0-T499	4	0.80	สอดคล้อง
51	การนำ Output ที่ใช้แล้วมาใช้อีก ควรเขียนด้วยคำสั่งใด ก. Out ข. Timer ค. Counter ง. Set/Reset	5	1.00	สอดคล้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง.1 (ต่อ)

ข้อที่	ข้อสอบ	ΣR	IOC	ผลการประเมิน
52	ข้อใดอธิบายหน้าที่การทำงานของวงจรเริ่มต้นถูกต้องที่สุด ก. มีหน้าที่สิ้นสุดการทำงานของโปรแกรม ข. มีหน้าที่ทำให้โปรแกรมทำงานได้ถูกต้อง ค. มีหน้าที่เริ่มโปรแกรมและปรับค่าเอาต์พุตที่เกี่ยวข้องเป็น 0 ง. มีหน้าที่เริ่มโปรแกรมและปรับค่าเอาต์พุตที่เกี่ยวข้องเป็น 1	5	1.00	สอดคล้อง
53	ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้องเกี่ยวกับวงจรทำงาน ก. เป็นวงจรที่ทำให้เครื่องจักรทำงานได้ ข. เป็นวงจรที่แสดงการทำงานของอุปกรณ์เอาต์พุต ค. เป็นวงจรที่ใช้รีเซ็ตค่าต่าง ๆ ให้อยู่ในสถานะเริ่มต้น ง. เป็นวงจรที่นำรีเลย์มาใช้เพื่อสั่งงานต่อ ๆ กันเป็นลำดับ	5	1.00	สอดคล้อง
54	ข้อใดหมายถึงวงจรสุดท้าย ก. เป็นวงจรที่ทำให้เครื่องจักรทำงานได้ ข. เป็นวงจรที่ Reset อุปกรณ์ Relay ตัวแรก ค. เป็นวงจรที่แสดงการทำงานของอุปกรณ์เอาต์พุต ง. เป็นวงจรที่เริ่มโปรแกรมและปรับค่าเอาต์พุตที่เกี่ยวข้องเป็น 1	4	0.80	สอดคล้อง
55	ข้อใดคือข้อแตกต่างของวงจรทำงานกับวงจรสุดท้าย ก. แทนที่จะ Set อุปกรณ์ Relay ตัวถัดไป แต่ให้ไป Reset อุปกรณ์ Relay ตัวแรกแทน ข. แทนที่จะ Reset อุปกรณ์ Relay ตัวถัดไป แต่ให้ไป Set อุปกรณ์ Relay ตัวแรกแทน ค. แทนที่จะ Reset อุปกรณ์ Relay ตัวแรก แต่ให้ไป Set อุปกรณ์ Relay ตัวสุดท้ายแทน ง. แทนที่จะ Set อุปกรณ์ Relay ตัวสุดท้าย แต่ให้ไป Reset อุปกรณ์ Relay ตัวถัดไปแทน	5	1.00	สอดคล้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง.1 (ต่อ)

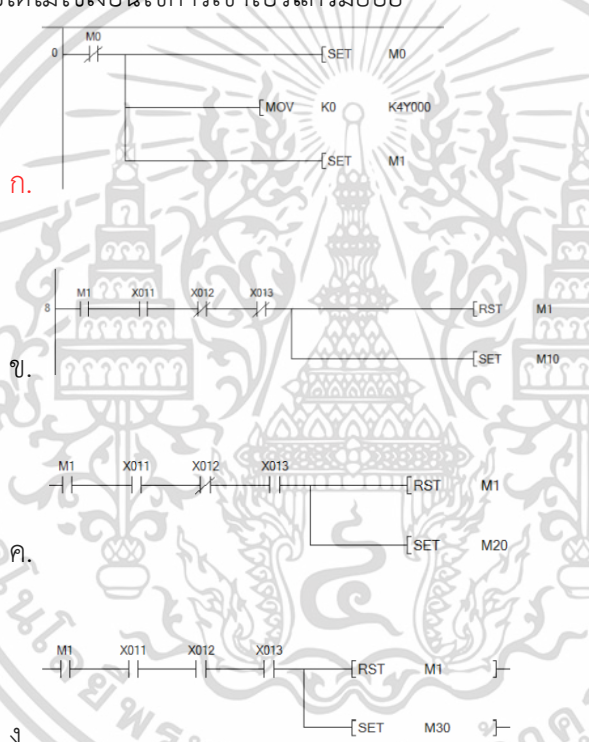
ข้อที่	ข้อสอบ	ΣR	IOC	ผลการประเมิน
56	ข้อใดคือวงจรเริ่มต้น ก. ข. ค. ง. ไม่มีข้อถูก	5	1.00	สอดคล้อง
57	จากรูปคือวงจรในข้อใด ก. วงจรผสม ข. วงจรทำงาน ค. วงจรสิ้นสุดการทำงาน ง. วงจรควบคุมการทำงาน	5	1.00	สอดคล้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง.1 (ต่อ)

ข้อที่	ข้อสอบ	ΣR	IOC	ผลการประเมิน
58	จงดูรูปต่อไปนี้แล้วตอบคำถามข้อที่ 58 – 60 หมายเลขใดคือส่วนของวงจรสุดท้าย ก. 2 ข. 3 ค. 4 ง. 5	5	1.00	สอดคล้อง
59	หมายเลขใดคือส่วนของวงจรเริ่มต้น ก. 1 ข. 2 ค. 3 ง. 4	5	1.00	สอดคล้อง
60	หมายเลขใดไม่ใช่ส่วนของวงจรทำงาน ก. 1 ข. 2 ค. 3 ง. 4	5	1.00	สอดคล้อง

ตารางที่ ง.1 (ต่อ)

ข้อที่	ข้อสอบ	ΣR	IOC	ผลการประเมิน
61	โปรแกรมแบบโมดูลาร์แบ่งเป็นกี่ส่วนประกอบด้วยอะไรบ้าง ก. 3 ส่วน วงจรเริ่มต้น วงจรทำงาน วงจรสิ้นสุด ข. 3 ส่วน วงจรเริ่มต้น วงจรทำงาน วงจรสุดท้าย ค. 2 ส่วน วงจรเริ่มต้น เงื่อนไขการเขียนโปรแกรม ง. 2 ส่วน เลือกรูปแบบย่อย การทำงานของโปรแกรมย่อย	5	1.00	สอดคล้อง
62	ข้อใดไม่ใช่เงื่อนไขการเข้าโปรแกรมย่อย 	4	0.80	สอดคล้อง
63	ในการเขียนโปรแกรมควบคุมเครื่องจักรที่มีกระบวนการทำงานที่ซับซ้อน มีหลายเงื่อนไข ควรทำอะไรเป็นลำดับแรก ก. เขียนโปรแกรมย่อย ข. เขียนโปรแกรมหลัก ค. เขียนโปรแกรมแบบโมดูลาร์ ง. พิจารณาว่าเครื่องจักรมีกี่เงื่อนไข และอะไรเป็นเงื่อนไข แล้วทำการจัดสรรทรัพยากร	5	1.00	สอดคล้อง

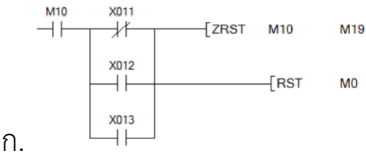
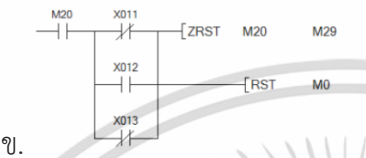
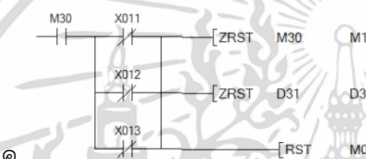
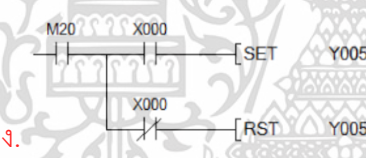
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง.1 (ต่อ)

ข้อที่	ข้อสอบ	ΣR	IOC	ผลการประเมิน
64	ส่วนของการเลือกโปรแกรมย่อยประกอบด้วยอะไรบ้าง ก. วงจรเริ่มต้น เงื่อนไขการเข้าโปรแกรมย่อย ข. เงื่อนไขการเข้าโปรแกรมย่อย เงื่อนไขการออกโปรแกรมย่อย ค. วงจรเริ่มต้น เงื่อนไขการเข้าโปรแกรมย่อย เงื่อนไขการออกโปรแกรมย่อย ง. เงื่อนไขการเข้าโปรแกรมย่อย เงื่อนไขการออกโปรแกรมย่อย วงจรสุดท้าย	4	0.80	สอดคล้อง
65	ส่วนการทำงานของโปรแกรมย่อยประกอบด้วยอะไรบ้าง ก. โปรแกรมที่ไม่ทำงานเป็นลำดับขั้นและโปรแกรมที่ทำงานเป็นลำดับขั้น ข. โปรแกรมที่ไม่เป็น Sequence หรือไม่ทำงานเป็นลำดับขั้น ค. โปรแกรมที่เป็น Sequence หรือทำงานเป็นลำดับขั้น ง. ไม่มีข้อถูก	5	1.00	สอดคล้อง
66	โปรแกรมที่เป็น Sequence หรือทำงานเป็นลำดับขั้น ประกอบด้วยส่วนใดบ้าง ก. ส่วนเริ่มต้น ส่วนกลาง ส่วนสุดท้าย ข. วงจรเริ่มต้น วงจรกลาง วงจรสิ้นสุด ค. ส่วนเริ่มต้น ส่วนทำงาน ส่วนไม่ทำงาน ง. ส่วนเริ่มต้น ส่วนทำงาน วงจรสุดท้าย	5	1.00	สอดคล้อง

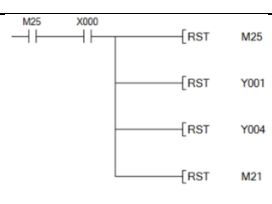
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง.1 (ต่อ)

ข้อที่	ข้อสอบ	ΣR	IOC	ผลการประเมิน
67	ข้อใดไม่ใช่โหมดการออกจากโปรแกรมย่อย ก.  ข.  ค.  ง. 	5	1.00	สอดคล้อง
68	จากรูปคือวงจรในข้อใด ก. วงจรสิ้นสุด ข. วงจรเริ่มต้น ค. วงจรทำงาน ง. วงจรควบคุมการทำงาน	4	0.80	สอดคล้อง
69	จากรูปคือวงจรในข้อใด ก. วงจรควบคุมการทำงาน ข. วงจรเริ่มต้น ค. วงจรทำงาน ง. วงจรสิ้นสุด	4	0.80	สอดคล้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง.1 (ต่อ)

ข้อที่	ข้อสอบ	ΣR	IOC	ผลการประเมิน
70	 จากรูปคือวงจรในข้อใด ก. วงจรเริ่มต้น ข. วงจรสุดท้าย ค. วงจรทำงาน ง. วงจรสิ้นสุด	4	0.80	สอดคล้อง

จากตารางแสดงผลการวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบหลังการฝึกอบรมกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (IOC) ที่ได้รับการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเนื้อหา จำนวน 70 ข้อ ได้ข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ มีค่าตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไปทั้งหมด ผู้วิจัยได้ทำการปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิด้านการใช้ภาษาให้ถูกต้องและปรับความเหมาะสมของข้อคำถามและคำตอบให้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

ตารางที่ ง.2 ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกแบบทดสอบที่สร้างขึ้น ที่ $n = 15$

ข้อที่	กลุ่ม อ่อน P_H	กลุ่ม เก่ง P_L	ความ ยากง่าย P	ค่าอำนาจ จำแนก r	ค่า q	ค่า pq	ผลการ ประเมิน
1	6	4	0.67	0.27	0.33	0.22	ยอมรับ
2	7	5	0.80	0.27	0.20	0.16	ยอมรับ
3	5	3	0.53	0.27	0.47	0.25	ยอมรับ
4	7	4	0.73	0.40	0.27	0.20	ยอมรับ
5	5	3	0.53	0.27	0.47	0.25	ยอมรับ
6	6	3	0.60	0.40	0.40	0.24	ยอมรับ
7	6	3	0.60	0.40	0.40	0.24	ยอมรับ
8	7	3	0.67	0.53	0.33	0.22	ยอมรับ
9	6	3	0.60	0.40	0.40	0.24	ยอมรับ
10	5	3	0.53	0.27	0.47	0.25	ยอมรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง.2 (ต่อ)

ข้อที่	กลุ่ม อ่อน P_H	กลุ่ม เก่ง P_L	ความ ยากง่าย P	ค่าอำนาจ จำแนก r	ค่า q	ค่า pq	ผลการ ประเมิน
11	7	5	0.80	0.27	0.20	0.16	ยอมรับ
12	6	2	0.53	0.53	0.47	0.25	ยอมรับ
13	7	4	0.73	0.40	0.27	0.20	ยอมรับ
14	6	4	0.67	0.27	0.33	0.22	ยอมรับ
15	7	5	0.80	0.27	0.20	0.16	ยอมรับ
16	7	5	0.80	0.27	0.20	0.16	ยอมรับ
17	7	3	0.67	0.53	0.33	0.22	ยอมรับ
18	5	3	0.53	0.27	0.47	0.25	ยอมรับ
19	4	1	0.33	0.40	0.67	0.22	ยอมรับ
20	4	2	0.40	0.27	0.60	0.24	ยอมรับ
21	6	4	0.67	0.27	0.33	0.22	ยอมรับ
22	5	3	0.53	0.27	0.47	0.25	ยอมรับ
23	7	5	0.80	0.27	0.20	0.16	ยอมรับ
24	5	3	0.53	0.27	0.47	0.25	ยอมรับ
25	7	4	0.73	0.40	0.27	0.20	ยอมรับ
26	6	4	0.67	0.27	0.33	0.22	ยอมรับ
27	7	4	0.73	0.40	0.27	0.20	ยอมรับ
28	6	4	0.67	0.27	0.33	0.22	ยอมรับ
29	5	3	0.53	0.27	0.47	0.25	ยอมรับ
30	5	2	0.47	0.40	0.53	0.25	ยอมรับ
31	7	5	0.80	0.27	0.20	0.16	ยอมรับ
32	5	3	0.53	0.27	0.47	0.25	ยอมรับ
33	5	3	0.53	0.27	0.47	0.25	ยอมรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง.2 (ต่อ)

ข้อที่	กลุ่ม อ่อน P_H	กลุ่ม เก่ง P_L	ความ ยากง่าย P	ค่าอำนาจ จำแนก r	ค่า q	ค่า pq	ผลการ ประเมิน
34	6	4	0.67	0.27	0.33	0.22	ยอมรับ
35	7	2	0.60	0.67	0.40	0.24	ยอมรับ
36	4	2	0.40	0.27	0.60	0.24	ยอมรับ
37	6	4	0.67	0.27	0.33	0.22	ยอมรับ
38	7	4	0.73	0.40	0.27	0.20	ยอมรับ
39	5	3	0.53	0.27	0.47	0.25	ยอมรับ
40	6	4	0.67	0.27	0.33	0.22	ยอมรับ
41	6	4	0.67	0.27	0.33	0.22	ยอมรับ
42	6	3	0.60	0.40	0.40	0.24	ยอมรับ
43	6	4	0.67	0.27	0.33	0.22	ยอมรับ
44	6	3	0.60	0.40	0.40	0.24	ยอมรับ
45	7	5	0.80	0.27	0.20	0.16	ยอมรับ
46	5	3	0.53	0.27	0.47	0.25	ยอมรับ
47	6	4	0.67	0.27	0.33	0.22	ยอมรับ
48	7	4	0.73	0.40	0.27	0.20	ยอมรับ
49	6	4	0.67	0.27	0.33	0.22	ยอมรับ
50	5	3	0.53	0.27	0.47	0.25	ยอมรับ
51	6	3	0.60	0.40	0.40	0.24	ยอมรับ
52	5	3	0.53	0.27	0.47	0.25	ยอมรับ
53	5	2	0.47	0.40	0.53	0.25	ยอมรับ
54	6	2	0.53	0.53	0.47	0.25	ยอมรับ
55	5	3	0.53	0.27	0.47	0.25	ยอมรับ
56	6	4	0.67	0.27	0.33	0.22	ยอมรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง.2 (ต่อ)

ข้อที่	กลุ่ม อ่อน P_H	กลุ่ม เก่ง P_L	ความ ยากง่าย P	ค่าอำนาจ จำแนก r	ค่า q	ค่า pq	ผลการ ประเมิน
57	6	2	0.53	0.53	0.47	0.25	ยอมรับ
58	6	4	0.67	0.27	0.33	0.22	ยอมรับ
59	7	3	0.67	0.53	0.33	0.22	ยอมรับ
60	7	5	0.80	0.27	0.20	0.16	ยอมรับ
61	7	5	0.80	0.27	0.20	0.16	ยอมรับ
62	8	4	0.80	0.53	0.20	0.16	ยอมรับ
63	7	3	0.67	0.53	0.33	0.22	ยอมรับ
64	5	3	0.53	0.27	0.47	0.25	ยอมรับ
65	7	3	0.67	0.53	0.33	0.22	ยอมรับ
66	5	2	0.47	0.40	0.53	0.25	ยอมรับ
67	6	4	0.67	0.27	0.33	0.22	ยอมรับ
68	6	3	0.60	0.40	0.40	0.24	ยอมรับ
69	5	3	0.53	0.27	0.47	0.25	ยอมรับ
70	7	5	0.80	0.27	0.20	0.16	ยอมรับ
รวม				26.01		15.48	

ตารางที่ ง.3 ค่าคะแนนกำลังสองเพื่อใช้ในการคำนวณค่าความแปรปรวน

ผู้ทดสอบ	X	X^2
กลุ่มสูงคนที่ 1	59	3481
กลุ่มสูงคนที่ 2	58	3364
กลุ่มสูงคนที่ 3	55	3025
กลุ่มสูงคนที่ 4	55	3025
กลุ่มสูงคนที่ 5	52	2704

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง.3 (ต่อ)

ผู้ทดสอบ	X	X ²
กลุ่มสูงคนที่ 6	50	2500
กลุ่มสูงคนที่ 7	46	1226
กลุ่มสูงคนที่ 8	44	1936
กลุ่มอ่อนคนที่ 1	40	1600
กลุ่มอ่อนคนที่ 2	35	1225
กลุ่มอ่อนคนที่ 3	35	1225
กลุ่มอ่อนคนที่ 4	35	1225
กลุ่มอ่อนคนที่ 5	33	1089
กลุ่มอ่อนคนที่ 6	32	1024
กลุ่มอ่อนคนที่ 7	31	961
รวม	$\sum x = 627$	$\sum x^2 = 29,411$

จากสูตรค่าความแปรปรวน

$$S_t^2 = \frac{n \sum X^2 - (\sum X)^2}{n(n-1)}$$

$$S_t^2 = \frac{(15 \times 29,411) - (627)^2}{15(15-1)}$$

$$S_t^2 = 228.74$$

การหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้สูตร KR = 20

$$r_{tt} = \frac{k}{k-1} \left[1 - \frac{\sum pq}{S_t^2} \right]$$

$$r_{tt} = \frac{70}{70-1} \left[1 - \frac{15.48}{228.74} \right]$$

$$r_{tt} = 0.94$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก จ

แบบประเมินความพึงพอใจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินความพึงพอใจของผู้เข้ารับการฝึกอบรม
เรื่อง ชุดฝึกอบรมโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น

คำชี้แจง โปรดใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความพึงพอใจของท่านเพียงระดับเดียว
 ค่าระดับความพึงพอใจ

ประเด็นความคิดเห็น	ระดับความพึงพอใจ				
	มากที่สุด 5	มาก 4	ปานกลาง 3	น้อย 2	น้อยที่สุด 1
ด้านใบงานการทดลอง					
1. ความเหมาะสมของใบงานการทดลอง					
2. ความชัดเจนในคำอธิบายแต่ละขั้นตอน					
3. มีความครอบคลุมต่อเนื้อหาในการฝึกอบรม					
4. ความถูกต้อง ชัดเจนของตัวอักษรและรูปภาพ					
5. สร้างแรงจูงใจต่อการเรียนรู้					
ด้านแผนวงจรและอุปกรณ์					
1. ขนาดความเหมาะสมของชุดฝึกฯ					
2. รูปร่างของแผนวงจรและอุปกรณ์ก่อให้เกิดแรงจูงใจ					
3. ความเหมาะสมของตำแหน่งอุปกรณ์					
4. ความแข็งแรงของแผนวงจรและอุปกรณ์					
5. ความสะดวกในการดูแลรักษาและซ่อมบำรุง					
ด้านความรู้ความเข้าใจ					
1. ความรู้และความเข้าใจในการใช้งาน โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์					
2. ความรู้และความเข้าใจในการควบคุมอุปกรณ์ ต่าง ๆ ผ่านโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์					
ด้านการนำความรู้ไปใช้					
1. สามารถนำความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้ ในการสร้างผลงานของตนเองได้					
2. สามารถนำความรู้ไปเผยแพร่ต่อได้					

ข้อเสนอแนะ

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ฅ.1 ผลการประเมินความพึงพอใจ

ประเด็นความคิดเห็น	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
ด้านใบงาน			
1. ความเหมาะสมของใบงาน	4.43	0.51	มาก
2. ความชัดเจนในคำอธิบายแต่ละขั้นตอน	4.61	0.50	มากที่สุด
3. มีความครอบคลุมต่อเนื้อหาในการฝึกอบรม	4.70	0.47	มากที่สุด
4. ความถูกต้อง ชัดเจนของตัวอักษรและรูปภาพ	4.65	0.49	มากที่สุด
5. สร้างแรงจูงใจต่อการเรียนรู้	4.57	0.51	มากที่สุด
เฉลี่ยรวมด้านใบงาน	4.59	0.49	มากที่สุด
ด้านแผนงวจรและอุปกรณ์			
1. ขนาดความเหมาะสมของชุดฝึกฯ	4.78	0.42	มากที่สุด
2. รูปร่างของแผนงวจรและอุปกรณ์ก่อให้เกิดแรงจูงใจ	4.73	0.45	มากที่สุด
3. ความเหมาะสมของตำแหน่งอุปกรณ์	4.96	0.21	มากที่สุด
4. ความแข็งแรงของแผนงวจรและอุปกรณ์	4.65	0.49	มากที่สุด
5. ความสะดวกในการดูแลรักษาและซ่อมบำรุง	4.70	0.47	มากที่สุด
เฉลี่ยรวมด้านแผนงวจรและอุปกรณ์	4.77	0.41	มากที่สุด
ด้านความรู้ความเข้าใจ			
1. ความรู้และความเข้าใจใในการใช้งานโปรแกรมเมเบิลลจกคองโทรลเลอร์	4.48	0.51	มาก
2. ความรู้และความเข้าใจใในการควบคุมอุปกรณ์ต่าง ๆ ผ่านโปรแกรมเมเบิลลจกคองโทรลเลอร์	4.43	0.51	มาก
เฉลี่ยรวมด้านความรู้ความเข้าใจ	4.46	0.51	มาก
ด้านการนำความรู้ไปใช้			
1. สามารถนำความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้ในการสร้างผลงานของตนเองได้	4.87	0.34	มากที่สุด
2. สามารถนำความรู้ไปเผยแพร่ต่อได้	4.43	0.51	มาก
เฉลี่ยรวมด้านการนำความรู้ไปใช้	4.65	0.43	มากที่สุด
เฉลี่ยในภาพรวม	4.62	0.46	มากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.1 คะแนนการทำแบบทดสอบระหว่างการฝึกอบรม (E_1)

คนที่	ใบงานการทดลองที่							คะแนนรวม (E_1)	แบบทดสอบ หลังการฝึกอบรม (E_2) (70 คะแนน)
	1	2	3	4	5	6	7		
1	10	9	10	8	9	8	8	62	62
2	8	7	8	9	9	8	8	57	57
3	7	9	8	8	9	10	9	60	61
4	8	7	7	8	8	10	10	58	58
5	9	7	10	9	10	10	7	62	63
6	7	8	8	6	8	7	9	53	53
7	8	6	8	9	10	8	6	55	55
8	8	8	9	8	10	9	7	59	60
9	9	8	9	9	8	7	9	59	59
10	8	7	8	8	7	9	9	56	56
11	8	9	9	10	10	9	7	62	62
12	6	9	6	9	10	6	7	53	53
13	10	9	8	7	6	10	7	57	58
14	8	7	8	10	10	8	9	60	61
15	7	8	9	9	8	9	7	57	57
16	9	6	8	6	10	8	9	56	57
17	8	6	8	6	7	7	6	48	48
18	8	8	9	7	9	8	9	58	58
19	8	9	8	9	8	8	7	57	57
20	10	9	8	8	9	9	8	61	61

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.1 (ต่อ)

คนที่	ใบงานการทดลองที่							คะแนนรวม (E ₁)	แบบทดสอบ หลังการ ฝึกอบรม (E ₂) (70 คะแนน)
	1	2	3	4	5	6	7		
21	9	10	10	8	8	7	7	59	59
22	10	9	10	10	8	8	8	63	63
23	8	8	7	6	6	7	7	49	49
เฉลี่ย	8.30	7.96	8.39	8.13	8.57	8.26	7.83	57.43	57.70
เฉลี่ย ร้อยละ	83	79.60	83.90	81.30	85.70	82.60	78.30	82.05	82.42
E ₁ /E ₂	82.05								82.42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



	วิทยาลัยเทคนิคสุพรรณบุรี การโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น ชื่องาน : หลักการเขียนโปรแกรมควบคุมเครื่องจักรที่มี อุปกรณ์ทำงานหลายแบบ โดยใช้วิธีแยกโหมดการทำงาน	ใบงานที่ 7	หน้าที่ 1
---	--	---	--

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (เพื่อให้สามารถ)

1. เขียนโปรแกรมการทำงานแบบโมดูลาร์ได้
2. อธิบายหลักการการจัดสรรทรัพยากรในการเขียนโปรแกรมควบคุมได้

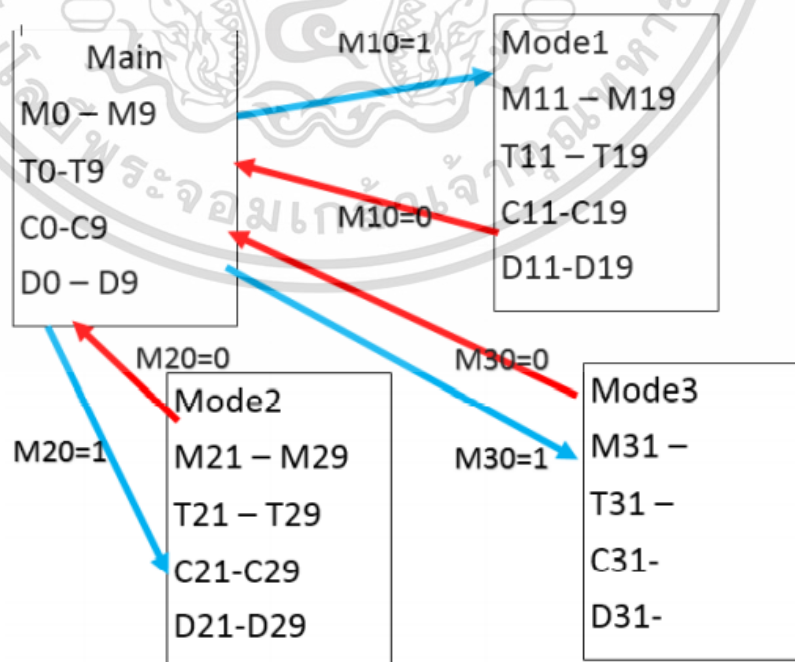
อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

- | | | |
|-------------------------|---|---------|
| 1. แผงทดลองและอุปกรณ์ | 1 | ชุด |
| 2. สาย Banana Connector | 1 | ชุด |
| 3. คอมพิวเตอร์ | 1 | เครื่อง |

ทฤษฎีพื้นฐาน

เป็นการเขียนโปรแกรมที่มีการแบ่งทรัพยากรออกเป็น ส่วน ๆ เหมาะสำหรับการเขียนโปรแกรมควบคุมเครื่องจักรที่มีกระบวนการทำงานที่ซับซ้อน มีหลายเงื่อนไข วิธีการเขียนโปรแกรมมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. พิจารณาว่าเครื่องจักรมีกี่เงื่อนไข และอะไรเป็นเงื่อนไข แล้วทำการจัดสรรทรัพยากร ยกตัวอย่างเช่น เครื่องจักรที่ทำงานมี 3 เงื่อนไข จะแบ่งทรัพยากรดังรูปด้านล่าง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้แก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

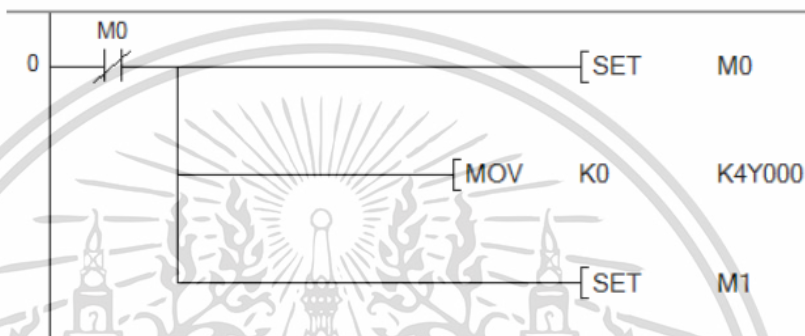
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	วิทยาลัยเทคนิคสุพรรณบุรี การโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น ชื่องาน : หลักการเขียนโปรแกรมควบคุมเครื่องจักรที่มี อุปกรณ์ทำงานหลายแบบ โดยใช้วิธีแยกโหมดการทำงาน	ใบงานที่ 7	หน้าที่ 2
---	--	---	--

2. เขียนโปรแกรมแบบโมดูลาร์แบ่งเป็น 2 ส่วนดังนี้

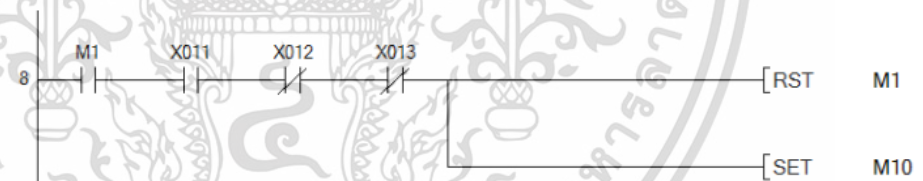
2.1 ส่วนของการเลือกโปรแกรมน้อย หรือ โหมดการทำงาน ประกอบด้วย

2.1.1 วงจรเริ่มต้น ส่วนใหญ่จะทำการรีเซ็ตอุปกรณ์ Output ทั้งหมด

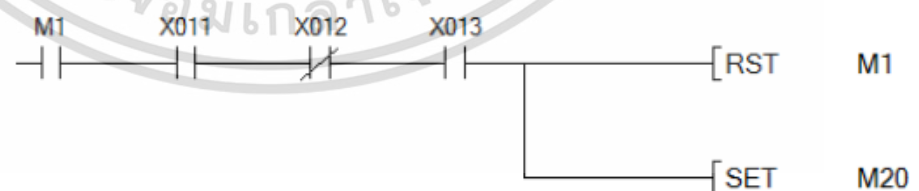


2.1.2 เงื่อนไขการเข้าโปรแกรมน้อย ประกอบด้วยรีเลย์เริ่มต้น (M1) อุปกรณ์อินพุต และรีเลย์ที่เข้าโหมด

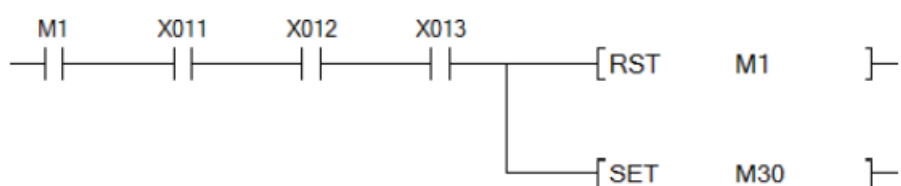
การเข้าโหมด 1 ในที่นี้คือ M10 = 1



การเข้าโหมด 2 ในที่นี้คือ M20 = 1



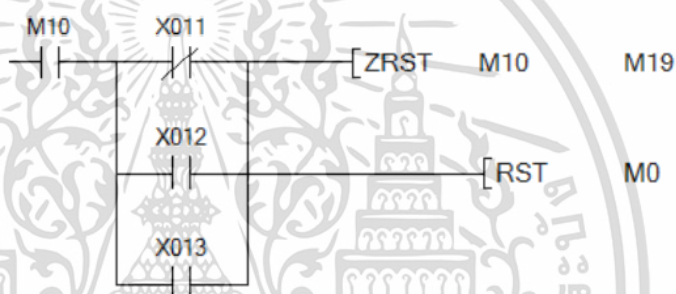
การเข้าโหมด 3 ในที่นี้คือ M30 = 1



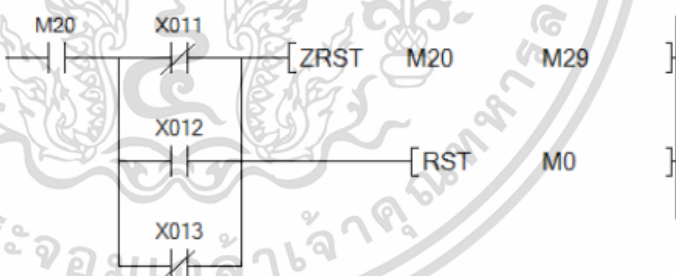
	วิทยาลัยเทคนิคสุพรรณบุรี การโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น ชื่องาน : หลักการเขียนโปรแกรมควบคุมเครื่องจักรที่มี อุปกรณ์ทำงานหลายแบบ โดยใช้วิธีแยกโหมดการทำงาน	ใบงานที่ 7	หน้าที่ 3
---	--	---	--

2.1.3 เงื่อนไขการออกโปรแกรมย่อย ประกอบด้วยรีเลย์โหมดที่ทำงานอยู่ M10, M20, M30 เป็นตัวเริ่มต้น แล้วตามอินพุตที่เป็นเงื่อนไขออกจากโปรแกรมย่อย ส่วนเอาต์พุตจะเป็นการรีเซ็ตชุดของ Memory หรือรีเลย์ที่ทำงานในโหมดนั้น ทั้งหมด (M10-M19, M20-M29, M30-M100) และรีเซ็ตรีเลย์เริ่มต้นทำงาน (M0) เพื่อกลับไปเริ่มต้นเลือกโหมดใหม่

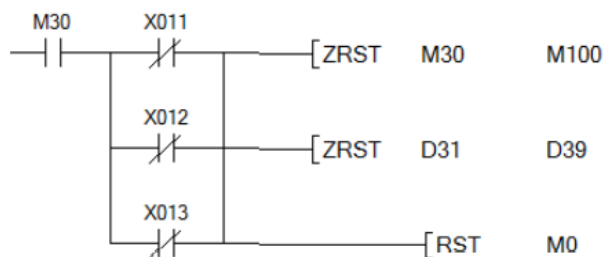
การออกจากโหมด 1



การออกจากโหมด 2



การออกจากโหมด 3



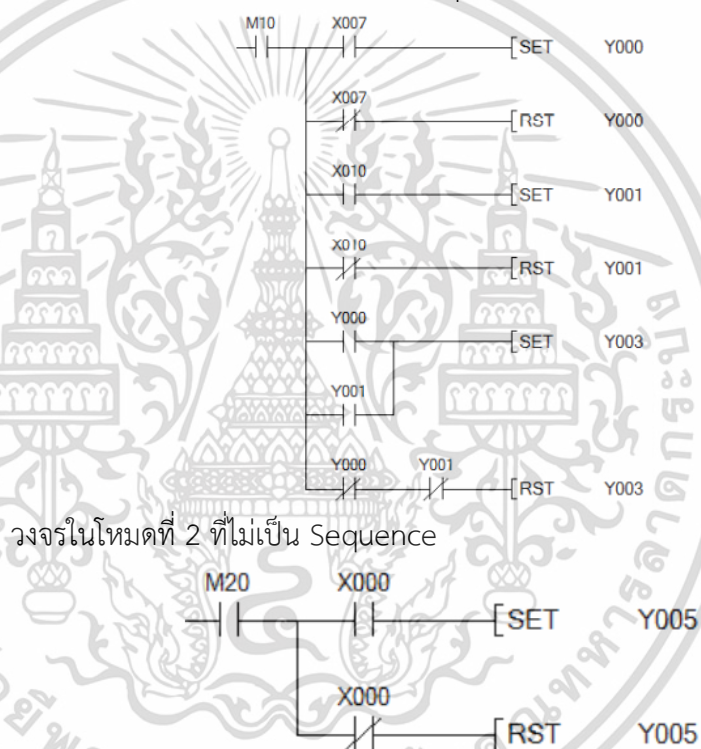
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	วิทยาลัยเทคนิคสุพรรณบุรี การโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น ชื่องาน : หลักการเขียนโปรแกรมควบคุมเครื่องจักรที่มี อุปกรณ์ทำงานหลายแบบ โดยใช้วิธีแยกโหมดการทำงาน	ใบงานที่ 7	หน้าที่ 4
---	--	---	--

2.2 ส่วนของการทำงานโปรแกรมย่อย แบ่งเป็น 2 ประเภท

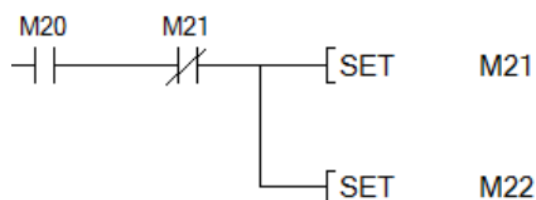
2.2.1 โปรแกรมที่ไม่เป็น Sequence หรือไม่ทำงานเป็นลำดับขั้น

จะเริ่มต้นด้วยรีเลย์การทำงานของแต่ละโหมด ในที่นี้คือโหมด 1 คือ M10 แล้วตามด้วยเงื่อนไขการทำงาน เป็นอินพุตและทำการเซตหรือรีเซ็ตเอาต์พุต



2.2.2 โปรแกรมที่เป็น Sequence หรือทำงานเป็นลำดับขั้น แบ่งเป็น 3 ส่วน

2.2.2.1 ส่วนเริ่มต้น จะประกอบด้วยรีเลย์ทำงานแต่ละโหมด ในที่นี้คือ M20 ต่อด้วยรีเลย์การทำงานในโหมดนั้นที่เป็น NC ในที่นี้คือ M21 ส่วนเอาต์พุตจะทำการเซตรีเลย์ตัวที่เป็น NC เพื่อให้วงจรนั้นทำงานครั้งเดียว และเซตรีเลย์การทำงานในโหมดนั้น ในที่นี้คือ M22 เพื่อเป็นเงื่อนไขในการทำงานต่อไป



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	วิทยาลัยเทคนิคสุพรรณบุรี การโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น ชื่องาน : หลักการเขียนโปรแกรมควบคุมเครื่องจักรที่มี อุปกรณ์ทำงานหลายแบบ โดยใช้วิธีแยกโหมดการทำงาน	ใบงานที่ 7	หน้าที่ 5
2.2.2.2 ส่วนการทำงาน มีหลายวงจรจะประกอบด้วยรีเลย์การทำงานเริ่มต้น ที่มาจากการเอาต์พุตของวงจรที่แล้ว มาตั้งต้นเป็นอินพุตในวงจรนี้ ในที่นี้คือ M22 แล้วตามด้วยอินพุตที่เป็นเงื่อนไขให้ทำงาน ส่วนเอาต์พุต จะทำการรีเซ็ต M22 เพื่อให้ทำงานครั้งเดียว แล้วตามด้วยการเซ็ต หรือรีเซ็ตอุปกรณ์ทำงาน และท้ายสุดจะต้องทำการเซ็ตรีเลย์ เพื่อเป็น การรองรับวงจรถัดไป ในที่นี้คือ M23 M22 X007 X000 [RST M22 [SET Y000 [SET Y004 [SET M23 2.2.2.3 วงจรสุดท้าย เมื่อจบวงจรนี้จะทำการไปวงจรเริ่มต้นใหม่ เป็นวงจรที่ เหมือนวงจรทำงาน แต่จะมีเอาต์พุตที่ต้องรีเซ็ต รีเลย์ที่เป็นหน้าสัมผัส NC ในที่นี้คือ M21 เพื่อกลับไปเริ่มต้นทำงานใหม่ M25 X000 [RST M25 [RST Y001 [RST Y004 [RST M21			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับการใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	วิทยาลัยเทคนิคสุพรรณบุรี การโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น ชื่องาน : หลักการเขียนโปรแกรมควบคุมเครื่องจักรที่มี อุปกรณ์ทำงานหลายแบบ โดยใช้วิธีแยกโหมดการทำงาน	ใบงานที่ 7	หน้าที่ 6
---	--	---	--

ตัวอย่างที่ 1

เงื่อนไขที่ 1 กรณีที่ $X_{24} = 0$

เมื่อกด X_{20} แล้ว Y_{10} จะทิ้งชิ้นงานลงสายพาน เมื่อชิ้นงานลงมา

หากกด X_{21} สายพานเลื่อนไปทางซ้าย

หากกด X_{22} สายพานเลื่อนไปทางขวา

ขณะสายพานเคลื่อนไปทางซ้าย Y_{21} จะติด

ขณะสายพานเคลื่อนไปทางขวา Y_{22} จะติด

ถ้ามีการเปลี่ยนตำแหน่ง X_{24} หรือกดปุ่มหยุดฉุกเฉิน X_{23} ทำให้สายพานหยุดทันที

เงื่อนไขที่ 2 กรณีที่ $X_{24} = 1$

เมื่อกด X_{20} แล้ว Y_{10} จะทิ้งชิ้นงานลงสายพาน เมื่อชิ้นงานลงมาที่สายพานแล้ว
จะเลื่อนไปทางขวามือ

Y_{11} ทำงาน Y_{12} หยุดทำงาน เมื่อเจอตัวตรวจจับ X_{11} แล้วจะหยุด 2 วินาที
จากนั้นเลื่อนไปทางซ้าย

Y_{11} หยุดทำงาน Y_{12} ทำงาน เมื่อเจอตัวตรวจจับ X_{10} แล้วจะหยุด 2 วินาที
จากนั้นเลื่อนไปตรงกลาง

Y_{11} ทำงาน Y_{12} หยุดทำงาน เมื่อเจอตัวตรวจจับ X_{12} จะหยุดทำงาน เป็นอันจบ
กระบวนการ

ขณะระบบทำงานหลอดไฟ Y_{21} จะติด

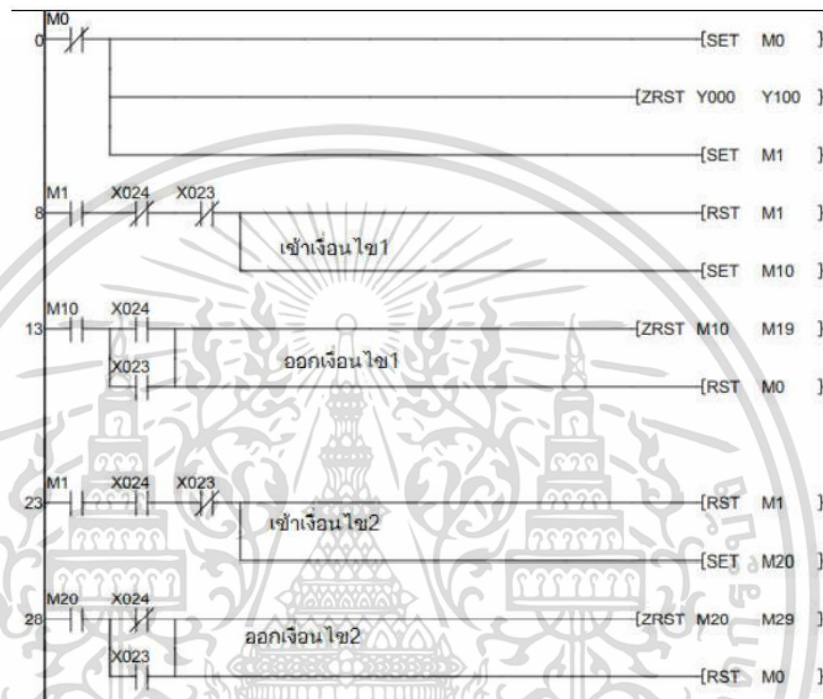
ถ้ามีการเปลี่ยนตำแหน่ง X_{24} หรือกดปุ่มหยุดฉุกเฉิน X_{23} ทำให้สายพานหยุดทันที
หลอดไฟ Y_{21} ดับ

ขั้นตอนที่ 1 จัดสรรทรัพยากรใน PLC ตามเงื่อนไขต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. โปรแกรมการเข้าเงื่อนไข จะใช้ $M0-M9$ และ $T0-T9$
2. โปรแกรมเงื่อนไขที่ 1 จะใช้ $M10-M19$ และ $T10-T19$
3. โปรแกรมเงื่อนไขที่ 2 จะใช้ $M20-M29$ และ $T20-T29$

	วิทยาลัยเทคนิคสุพรรณบุรี การโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น ชื่องาน : หลักการเขียนโปรแกรมควบคุมเครื่องจักรที่มี อุปกรณ์ทำงานหลายแบบ โดยใช้วิธีแยกโหมดการทำงาน	ใบงานที่ 7	หน้าที่ 7
---	--	---	--

ขั้นตอนที่ 2 เขียนโปรแกรมให้เข้าและออกเงื่อนไขต่าง ๆ



ขั้นตอนที่ 3 เขียนโปรแกรมตามเงื่อนไขต่าง ๆ ที่ได้รับทรัพยากรจัดสรรแล้ว

โปรแกรมเงื่อนไขที่ 1

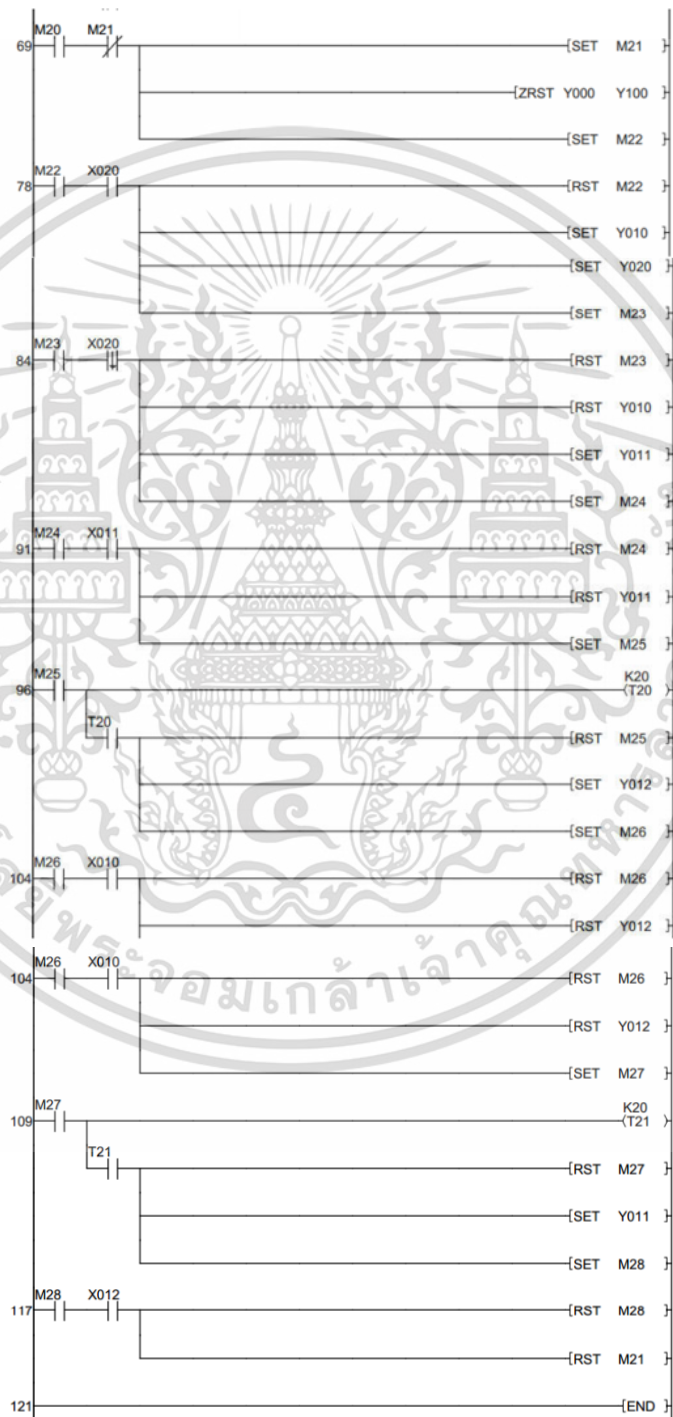


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	วิทยาลัยเทคนิคสุพรรณบุรี การโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น ชื่องาน : หลักการเขียนโปรแกรมควบคุมเครื่องจักรที่มี อุปกรณ์ทำงานหลายแบบ โดยใช้วิธีแยกโหมดการทำงาน	ใบงานที่ 7	หน้าที่ 8
---	--	---	--

โปรแกรมเงื่อนไขที่ 2



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	วิทยาลัยเทคนิคสุพรรณบุรี การโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น ชื่องาน : หลักการเขียนโปรแกรมควบคุมเครื่องจักรที่มี อุปกรณ์ทำงานหลายแบบ โดยใช้วิธีแยกโหมดการทำงาน	ใบงานที่ 7	หน้าที่ 10
			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	วิทยาลัยเทคนิคสุพรรณบุรี การโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น ชื่องาน : หลักการเขียนโปรแกรมควบคุมเครื่องจักรที่มี อุปกรณ์ทำงานหลายแบบ โดยใช้วิธีแยกโหมดการทำงาน	ใบงานที่ 7	หน้าที่ 1381
เฉลยคำถามท้ายใบงานที่ 7 1. จงเขียนวงจรควบคุมให้สั่งการเงื่อนไขดังต่อไปนี้ เงื่อนไข 1 ถ้าเลือก X24 = 0 หากกด X20 แล้วจะปล่อยชิ้นงาน Y0 ทำงาน หากโยกสวิตช์ X24 = 1 แล้วสายพาน Y2 และ Y3 ทำงาน หากกด X21 แล้ว ส่วน Y2 ทำงาน หากกด X22 จะผลิตชิ้นงาน Y5 ทำงาน ถ้ามีการเปลี่ยนตำแหน่ง X24 หรือกดปุ่มหยุดฉุกเฉิน ให้อุปกรณ์ทุกตัวหยุดทันที เงื่อนไข 2 ถ้าเลือก X24 = 1 เมื่อกดปุ่ม X20 แล้วทำให้ Y0 ปล่อยชิ้นงานไปสายพานลำเลียง เมื่อปล่อยชิ้นงานลงไปที่ X4 แล้วทำให้สายพาน Y1 ทำงาน จนกระทั่งไปถึงจุดที่ X1 ทำให้สายพานหยุดทำงานแล้วส่วน Y2 เริ่มเจาะ เมื่อเจาะเสร็จแล้ว X0 จะทำงาน ทำให้ Y3 ทำงาน จนชิ้นงานถึง X10 ถ้า X2 ทำงานแสดงว่าชิ้นงานถูกต้อง ให้ไหลผ่านไปยังจนกระทั่งถึง X5 จึงหยุดแล้วเริ่มกระบวนการใหม่ X3 ทำงาน แสดงว่าชิ้นงานมีข้อบกพร่อง ให้หยุด Y3 และทำการติดชิ้นงานออกด้วย Y5 แล้วเริ่มกระบวนการใหม่ ถ้ามีการเปลี่ยนตำแหน่ง X24 หรือกดปุ่มหยุดฉุกเฉิน x23 ให้อุปกรณ์ทุกตัวหยุดทันที			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

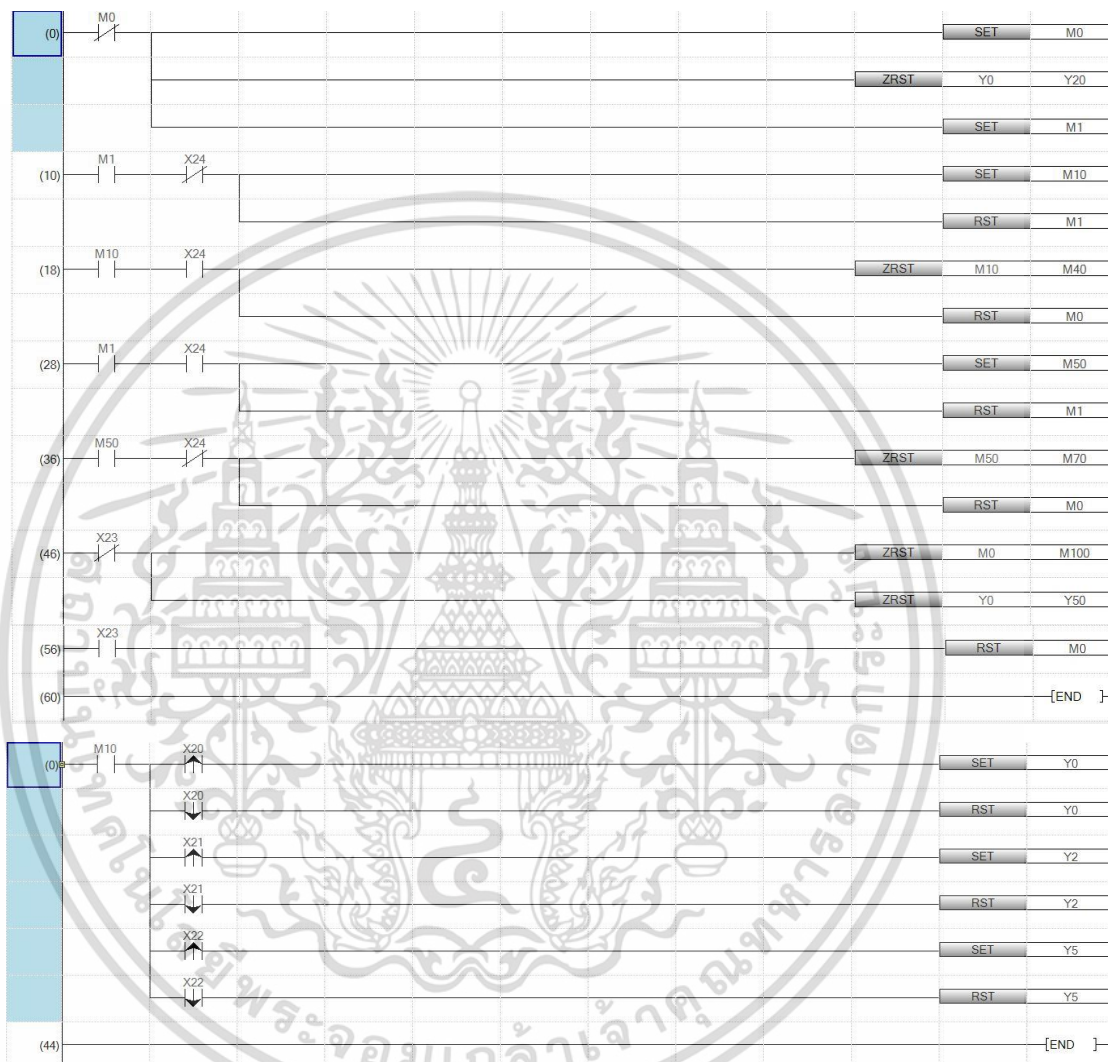


วิทยาลัยเทคนิคสุพรรณบุรี

การโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น
 ชื่องาน : หลักการเขียนโปรแกรมควบคุมเครื่องจักรที่มี
 อุปกรณ์ทำงานหลายแบบ โดยใช้วิธีแยกโหมดการทำงาน

ใบงานที่ 7

หน้า
1392



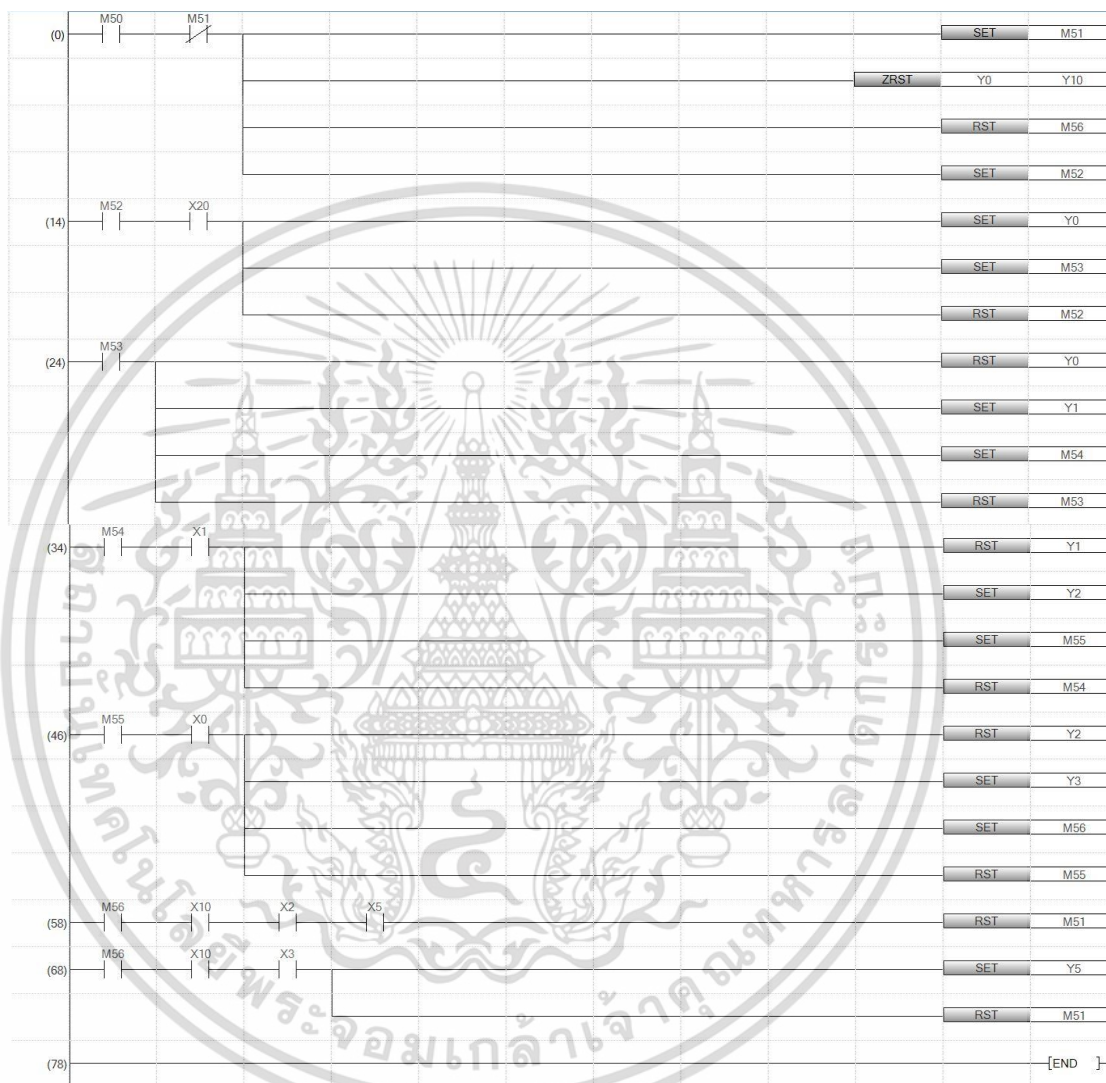


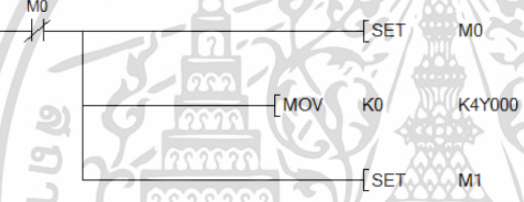
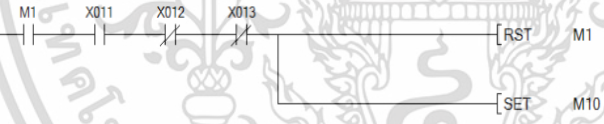
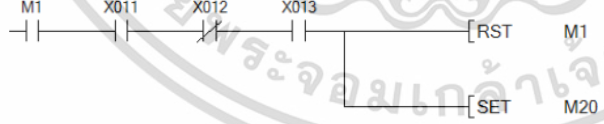
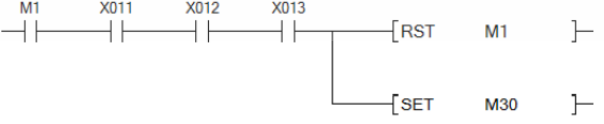
วิทยาลัยเทคนิคสุพรรณบุรี

การโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น
 ชื่องาน : หลักการเขียนโปรแกรมควบคุมเครื่องจักรที่มี
 อุปกรณ์ทำงานหลายแบบ โดยใช้วิธีแยกโหมดการทำงาน

ใบงานที่ 7

หน้าที่
1403



	วิทยาลัยเทคนิคสุพรรณบุรี การโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น ชื่องาน : หลักการเขียนโปรแกรมควบคุมเครื่องจักรที่มี อุปกรณ์ทำงานหลายแบบ โดยใช้วิธีแยกโหมดการทำงาน	ใบงานที่ 7	หน้าที่ 1414
แบบทดสอบใบงานที่ 7 จงทำเครื่องหมาย ✕ เพื่อเลือกคำตอบที่ถูกต้อง 1. เขียนโปรแกรมแบบโมดูลาร์แบ่งเป็นกี่ส่วน ประกอบด้วยอะไรบ้าง ก. 3 ส่วน วงจรเริ่มต้น วงจรทำงาน วงจรสิ้นสุด ข. 3 ส่วน วงจรเริ่มต้น วงจรทำงาน วงจรสุดท้าย ค. 2 ส่วน เลือกโปรแกรมย่อย การทำงานของโปรแกรมย่อย ง. 2 ส่วน วงจรเริ่มต้น เงื่อนไขการเขียนโปรแกรม 2. ข้อใดไม่ใช่เงื่อนไขการเข้าโปรแกรมย่อย ก.  ข.  ค.  ง. 			

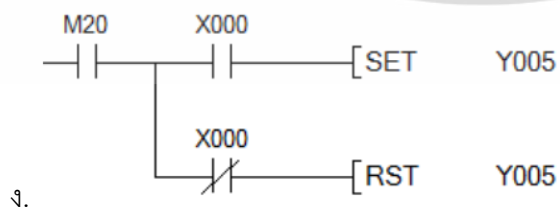
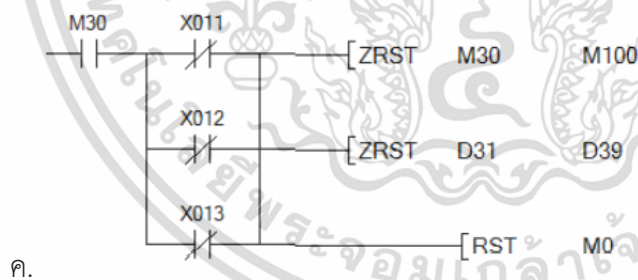
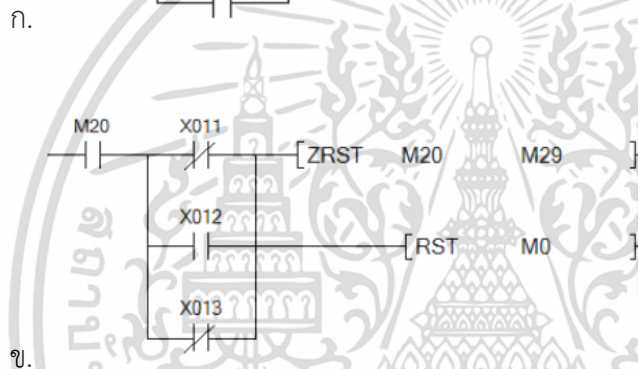
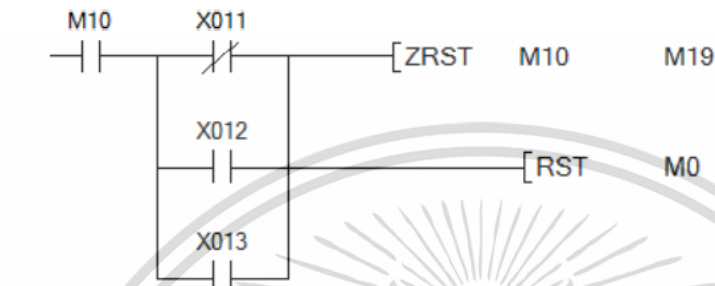
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	วิทยาลัยเทคนิคสุพรรณบุรี การโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น ชื่องาน : หลักการเขียนโปรแกรมควบคุมเครื่องจักรที่มี อุปกรณ์ทำงานหลายแบบ โดยใช้วิธีแยกโหมดการทำงาน	ใบงานที่ 7	หน้าที่ 1425
3. ในการเขียนโปรแกรมควบคุมเครื่องจักรที่มีกระบวนการทำงานที่ซับซ้อน มีหลายเงื่อนไข ควรทำอย่างไรเป็นลำดับแรก. ก. เขียนโปรแกรมแบบโมดูลาร์ ข. พิจารณาว่าเครื่องจักรมีกี่เงื่อนไข และอะไรเป็นเงื่อนไข แล้วทำการจัดสรรทรัพยากร ค. เขียนโปรแกรมหลัก ง. เขียนโปรแกรมย่อย 4. ส่วนของการเลือกโปรแกรมย่อยประกอบด้วยอะไรบ้าง ก. วงจรเริ่มต้น เงื่อนไขการเข้าโปรแกรมย่อย เงื่อนไขการออกโปรแกรมย่อย ข. เงื่อนไขการเข้าโปรแกรมย่อย เงื่อนไขการออกโปรแกรมย่อย วงจรสุดท้าย ค. วงจรเริ่มต้น เงื่อนไขการเข้าโปรแกรมย่อย ง. เงื่อนไขการเข้าโปรแกรมย่อย เงื่อนไขการออกโปรแกรมย่อย 5. ส่วนของการทำงานโปรแกรมย่อยประกอบด้วยอะไรบ้าง ก. โปรแกรมที่ไม่ทำงานเป็นลำดับขั้นและโปรแกรมที่ทำงานเป็นลำดับขั้น ข. โปรแกรมที่ไม่เป็น Sequence หรือไม่ทำงานเป็นลำดับขั้น ค. โปรแกรมที่เป็น Sequence หรือทำงานเป็นลำดับขั้น ง. ไม่มีข้อถูก 6. โปรแกรมที่เป็น Sequence หรือทำงานเป็นลำดับขั้นประกอบด้วยส่วนใดบ้าง ก. ส่วนเริ่มต้น ส่วนทำงาน ส่วนไม่ทำงาน ข. ส่วนเริ่มต้น ส่วนทำงาน วงจรสุดท้าย ค. ส่วนเริ่มต้น ส่วนกลาง ส่วนสุดท้าย ง. วงจรเริ่มต้น วงจรกลาง วงจรสิ้นสุด			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

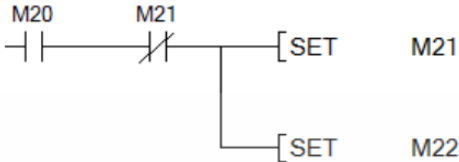
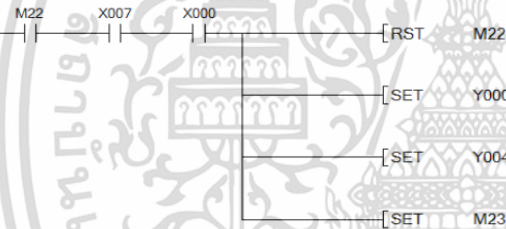
	วิทยาลัยเทคนิคสุพรรณบุรี การโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น ชื่องาน : หลักการเขียนโปรแกรมควบคุมเครื่องจักรที่มี อุปกรณ์ทำงานหลายแบบ โดยใช้วิธีแยกโหมดการทำงาน	ใบงานที่ 7	หน้าที่ 1436
---	--	---	---

7. ข้อใดไม่ใช่โหมดการออกจากโปรแกรมย่อย

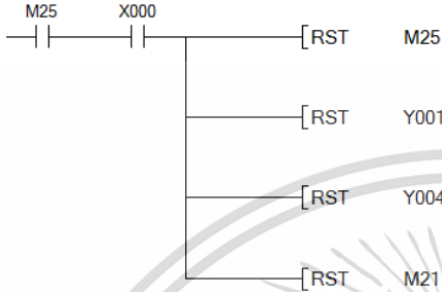


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	วิทยาลัยเทคนิคสุพรรณบุรี การโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น ชื่องาน : หลักการเขียนโปรแกรมควบคุมเครื่องจักรที่มี อุปกรณ์ทำงานหลายแบบ โดยใช้วิธีแยกโหมดการทำงาน	ใบงานที่ 7	หน้าที่ 1447
8.  จากรูปคือวงจรในข้อใด ก. วงจรทำงาน ข. วงจรเริ่มต้น ค. วงจรควบคุมการทำงาน ง. วงจรสิ้นสุด 9.  จากรูปคือวงจรในข้อใด ก. วงจรเริ่มต้น ข. วงจรควบคุมการทำงาน ค. วงจรทำงาน ง. วงจรสิ้นสุด			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	วิทยาลัยเทคนิคสุพรรณบุรี การโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น ชื่องาน : หลักการเขียนโปรแกรมควบคุมเครื่องจักรที่มี อุปกรณ์ทำงานหลายแบบ โดยใช้วิธีแยกโหมดการทำงาน	ใบงานที่ 7	หน้าที่ 1458
10  จากรูปคือวงจรในข้อใด ก. วงจรเริ่มต้น ข. วงจรสุดท้าย ค. วงจรทำงาน ง. วงจรสิ้นสุด เฉลยแบบทดสอบ 1. ค 2. ก 3. ข 4. ก 5. ก 6. ข 7. ง 8. ข 9. ค 10. ข			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ณ

คู่มือการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คู่มือการใช้งาน
ชุดฝึกอบรมการโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น
BASIC PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLERS
TRAINING SET



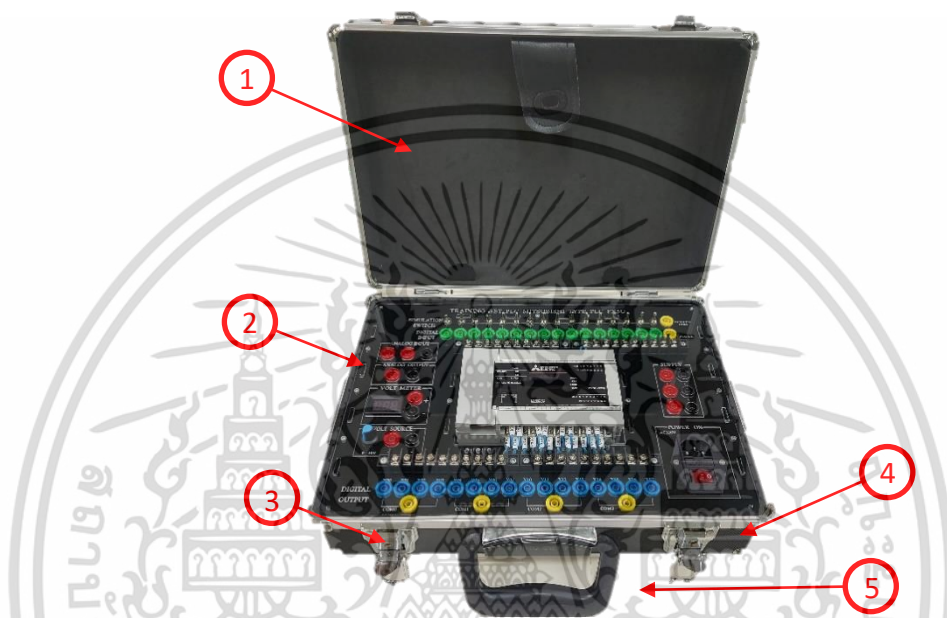
สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์
ภาควิชาวิศวกรรม
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. คำแนะนำการใช้งาน

ก่อนการใช้งานชุดฝึกอบรมโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น ควรศึกษาคู่มือการใช้งานให้เข้าใจ เพื่อการใช้งานที่ถูกต้องและปลอดภัยแก่ผู้ใช้งานและป้องกันการเสียหายของอุปกรณ์ที่อาจจะเกิดขึ้นภายในระบบ

2. ส่วนประกอบของชุดฝึกอบรมโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น

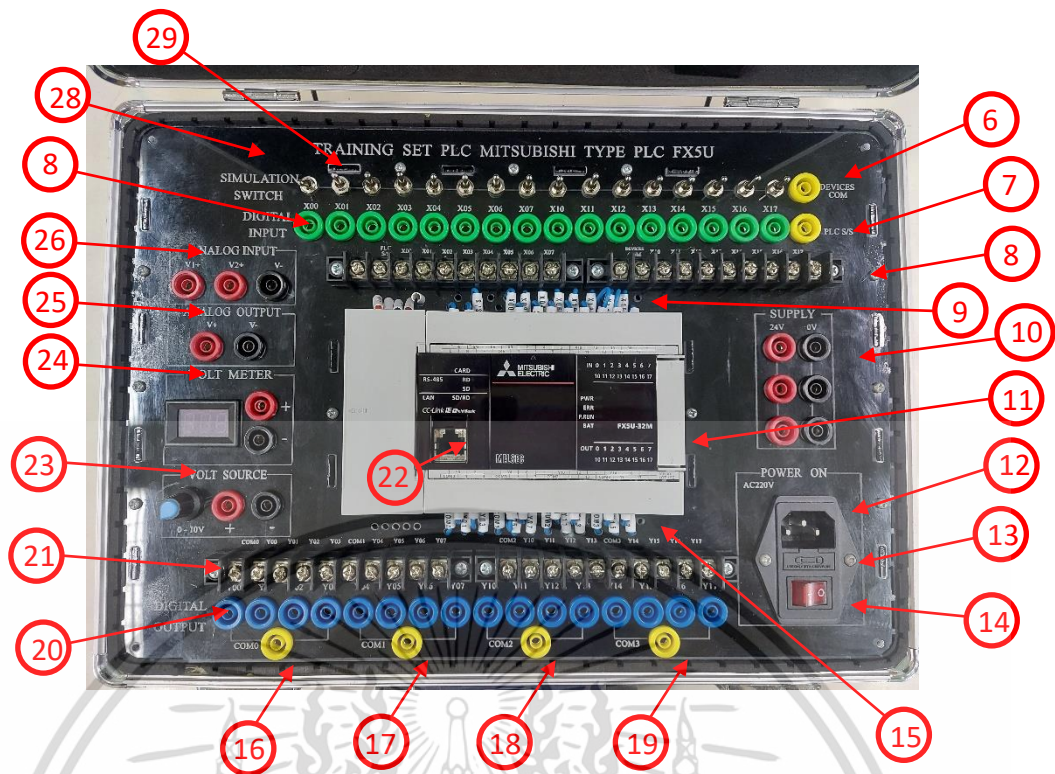


ภาพที่ ฅ.1 ส่วนประกอบของชุดฝึกอบรมโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น

จากรูปที่ ฅ.1 มีรายละเอียดต่าง ๆ ดังนี้

1. แผ่นรองอุปกรณ์ภายใน
2. กระเป๋าทะลิ่งสำหรับใส่ชุดฝึก
3. ล็อคกระเป๋าด้านซ้าย
4. ล็อคกระเป๋าด้านขวา
5. หูจับกระเป๋

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ณ.2 อุปกรณ์ภายในชุดฝึกอบรมโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น

จากรูปที่ ณ.2 มีรายละเอียดต่าง ๆ ดังนี้

6. Devices Common
7. PLC S/S
8. ดิจิตอลอินพุตแบบ Terminal Block สำหรับ X00 ถึง X17
9. สายไฟด้านอินพุตและแหล่งจ่ายไฟ
10. แหล่งจ่ายไฟ 24V แบบ Banana Connector 3 ช่อง
11. PLC MITSUBISHI FX5U-32M
12. ช่องเสียบสายไฟ 220V AC
13. ช่องใส่ฟิวส์
14. สวิตช์เปิด-ปิดการทำงาน
15. สายไฟด้านเอาต์พุต
16. Common0
17. Common1
18. Common2
19. Common3
20. ดิจิตอลเอาต์พุตแบบ Banana Connector สำหรับ Y00 ถึง Y17
21. ดิจิตอลเอาต์พุตแบบ Terminal Block สำหรับ Y00 ถึง Y17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

22. CC-Link IE Field Basic
23. แหล่งจ่ายไฟแบบปรับค่าได้ 0-10V ชนิด Banana Connector
24. โวลต์มิเตอร์ 24V แบบ Banana Connector
25. อนุาล็อกเอาต์พุตแบบ Banana Connector
26. อนุาล็อกอินพุตแบบ Banana Connector
27. ดิจิตอลอินพุตแบบ Banana Connector สำหรับ X00 ถึง X17
28. โครงสร้างอะคริลิกขนาด 5 มิลลิเมตร
29. สวิตช์อินพุต 3 จังหวะสำหรับ X00 ถึง X17

3. การติดตั้งและใช้งาน

- 3.1 เสียบปลั๊กไฟฟ้ากระแสสลับ 220V ช่องเสียบสายไฟ (หมายเลข 12)
- 3.2 เปิดสวิตช์จ่ายไฟฟ้าให้กับระบบ (หมายเลข 14)
- 3.3 ควบคุมการทำงานด้วย PLC MITSUBISHI FX5U-32M (หมายเลข 11)
- 3.4 แก้ไขโปรแกรมและอัปโหลดข้อมูลที่ช่อง CC-Link IE Field Basic (หมายเลข 22)

4. การดูแลรักษาและข้อควรระวัง

4.1 การดูแลรักษา

1. ตรวจสอบอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้พร้อมใช้งานอยู่เสมอ
2. ตรวจสอบระบบจ่ายไฟฟ้าของให้กับอุปกรณ์อย่างสม่ำเสมอ เพราะการใช้งานอาจทำให้การจ่ายแรงดันไฟฟ้าลดลง
3. ใช้งานอุปกรณ์ด้วยความระมัดระวัง

4.2 ข้อควรระวัง

1. ก่อนการใช้งานควรศึกษาคู่มือการใช้งานให้ละเอียดและเข้าใจ
2. ไม่ควรปิดกระแสไฟในขณะที่มีสายไฟเสียบอยู่กับชุดฝึก
3. ไม่ควรวางสิ่งของที่มีน้ำหนักมากไว้บนกระเปาะชุดฝึก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ญ.1 บรรยากาศการอบรม



ภาพที่ ญ.2 บรรยากาศการใช้ชุดฝึกอบรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ๓.3 การใช้ชุดฝึกอบรมมาทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง



ภาพที่ ๓.4 การทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ๕ การใช้ชุดฝึกในการอบรม



ภาพที่ ๕.๖ การทดลองใช้ชุดฝึกในการอบรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	นางสาวชลธิชา เชิดชูสุวรรณ
วัน-เดือน-ปี เกิด	วัน เสาร์ ที่ 29 ธันวาคม พ.ศ. 2533
ภูมิลำเนา	จังหวัดสุพรรณบุรี
ประวัติการศึกษา	ปีการศึกษา 2551 สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์ โรงเรียนอุทุมทอง ปีการศึกษา 2556 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาครุศาสตรบัณฑิต แขนงวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ สาขาวิชาครุศาสตรวิศวกรรม คณะครุศาสตรอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ประวัติการทำงาน	ครูพิเศษสอน แผนกอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคสุพรรณบุรี พ.ศ.2557-2559 พนักงานราชการ (ครู) แผนกอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคสุพรรณบุรี พ.ศ.2559-2559 ครูผู้ช่วย แผนกอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคสุพรรณบุรี พ.ศ.2559-2561 ปัจจุบัน ครู แผนกเมคคาทรอนิกส์และหุ่นยนต์ วิทยาลัยเทคนิคสุพรรณบุรี
ที่อยู่ปัจจุบัน	167 หมู่ที่ 12 ตำบลดอนคา อำเภ่อู่ทอง จังหวัดสุพรรณบุรี 72160
E-mail	aoom_chol-5@hotmail.com, 60603014@kmitl.ac.th
โทรศัพท์	063-848-4646

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้