

# ชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ด

## MICROCONTROLLER USING CODE BLOCK LABORATORY SET



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต

สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2564

KMITL-2021-ED-M-232-056

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# MICROCONTROLLER USING CODE BLOCK LABORATORY SET



WEERAPOL DUMNERNPANICHTH

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-232-056

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	ชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ด
นักศึกษา	นายวีระพล ดำเนินพาณิชย์
รหัสประจำตัว	60603013
ปริญญา	ครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	อิเล็กทรอนิกส์
พ.ศ.	2564
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	รศ.ดร.กิติพงศ์ มะโน
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	ผศ.ดร.พิชญ์สินี มะโน

### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ดที่มีคุณภาพและประสิทธิภาพ และเพื่อประเมินความพึงพอใจของนักศึกษา โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัยเป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 1 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ สาขางานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม วิทยาลัยเทคนิคสศทหีบ จำนวน 18 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์แบบสำเร็จรูป ใบงานจำนวน 8 ใบงาน แบบประเมินคุณภาพแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน และแบบประเมินความพึงพอใจของนักศึกษา สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการหรือ ( $E_1/E_2$ )

ผลการวิจัยพบว่า คุณภาพด้านใบงาน ( $\bar{X} = 4.64$ , S.D. = 0.31) และด้านบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์แบบสำเร็จรูป ( $\bar{X} = 4.76$ , S.D. = 0.42) อยู่ในระดับดีมาก ประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ด หรือ  $E_1/E_2$  เท่ากับ 83.51/82.58 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนดไว้ 80/80 ความพึงพอใจของนักศึกษาอยู่ในระดับมาก ( $\bar{X} = 4.42$ , S.D. = 0.71) ดังนั้นชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ดมีประสิทธิภาพและสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้

Thesis Title	Microcontroller Using Code Block Laboratory Set
Student	Mr.Weerapol Dumnernpanicth
Student ID.	60603013
Degree	Master of Science in Industrial Education
Program	Electronics
Year	2564
Thesis Advisor	Assoc.Prof.Dr.Kitipong Mano
Thesis Co- Advisor	Asst.Prof. Pitsini Mano

## ABSTRACT

The purpose of this research was to develop a microcontroller using code block laboratory set; to determine its quality and efficiency; and to evaluate student satisfaction. The sample consisted of eighteen first-year diploma students majoring in electronics, Thai Austrian Technical College. The tools used in this study were an ready-made microcontroller board, eight experiment worksheets, a quality evaluation form, an achievement test, an evaluative assessment on practical skills form, and an evaluative questionnaire on student satisfaction. The statistics utilized for data analysis were  $\bar{X}$ , S.D., and the efficiency of laboratory set or E1/E2.

The research results showed that the quality of the experiment worksheets aspect ( $\bar{X} = 4.64$ , S.D. = 0.31) and the ready-made microcontroller board ( $\bar{X} = 4.76$ , S.D. = 0.42) were at the great level. The efficiency of the microcontroller using code block laboratory set or E1/E2 was 83.51/82.58, in accordance with the specified hypothesis 80/80. student satisfaction was at the more level ( $\bar{X} = 4.42$ , S.D. = 0.71). Therefore, the micro controller using code block laboratory set is efficient and can be used in teaching.

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ก็ด้วยความอนุเคราะห์จาก รศ.ดร.กิติพงศ์ มะโน อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผศ.ดร.พิชญ์สินี มะโน อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำช่วยเหลือและทำการตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ จนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้อย่างสมบูรณ์ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาและขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ รศ.ดร.กัลยาณี จิตต์การุณย์ และคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ทุกท่าน ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ทั้งในขั้นตอนการเสนอหัวข้อและขั้นตอนสุดท้ายจนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความถูกต้องสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิ อาจารย์สง่า คุณำ อาจารย์อาทร คุ่มฉายา อาจารย์ชูสกุล พรหมมาศ อาจารย์จิรวัดน์ แสงคุณธรรมและอาจารย์ศศิธร อมรพันธ์ ที่ได้กรุณาช่วยเหลือให้คำแนะนำและตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ของชุดทดลองและเครื่องมือวิจัยในครั้งนี้ เพื่อปรับปรุงให้มีคุณภาพและมีความเหมาะสมต่องานวิจัย

ขอขอบพระคุณ บิดา มารดา ผู้เป็นที่เคารพรักยิ่ง รวมถึงรุ่นพี่ รุ่นน้อง เพื่อน ๆ สาขาวิชา ครุศาสตร์วิศวกรรม เพื่อนครุวิทยาลัยเทคนิคสัสดีหีบ และทุก ๆ ท่านที่ให้อกำลังใจ ให้การสนับสนุนและให้ความช่วยเหลือในทุกด้านตลอดมา

ขอขอบคุณนักศึกษาชั้นปีที่ 1 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ สาขางานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม (ม.6) วิทยาลัยเทคนิคสัสดีหีบ ที่ได้ให้ความร่วมมือในการเป็นกลุ่มตัวอย่างให้ผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างดี

คุณค่าและประโยชน์ใด ๆ ที่เป็นผลจากวิทยานิพนธ์นี้ ผู้วิจัยขอมอบแต่ บิดา มารดา และครูอาจารย์ทุกท่าน ด้วยความเคารพยิ่ง

วีระพล ดำเนินพาณิชย์

# สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VI
สารภาพ.....	VII
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
1.3 สมมติฐานการวิจัย.....	2
1.4 กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	3
1.5 ขอบเขตของการวิจัย.....	3
1.6 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย.....	4
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	6
2.1 วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์.....	6
2.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์.....	7
2.3 โปรแกรม UI Flow.....	9
2.4 การออกแบบอุปกรณ์ทดลอง-สาธิต.....	13
2.5 การประเมินสื่อการสอน.....	16
2.6 การหาประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน.....	19
2.7 การหาคุณภาพของเครื่องมือวัดผล.....	23
2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	27
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย.....	30
3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	30
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย.....	30
3.3 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	31
3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	41
3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	42
3.6 สถิติที่ใช้ในการวิจัย.....	43
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	46
4.1 การประเมินคุณภาพด้านใบงานของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์โดย ใช้สื่อโค้ด.....	46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ทำซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของลิขสิทธิ์

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
4.2 การประเมินคุณภาพด้านบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์แบบสำเร็จรูปของ ชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ด.....	47
4.3 การประเมินประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้ บล็อกโค้ด.....	48
4.4 การประเมินความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อชุดปฏิบัติการ ไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ด.....	49
บทที่ 5 อภิปรายผลการวิจัย สรุปผลและข้อเสนอแนะ.....	51
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	51
5.2 อภิปรายผลการวิจัย.....	53
5.3 ข้อเสนอแนะ.....	56
บรรณานุกรม.....	57
ภาคผนวก.....	59
ภาคผนวก ก หนังสือราชการประกอบการดำเนินการวิจัย.....	60
ภาคผนวก ข แบบประเมินคุณภาพด้านใบงานและด้านบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ แบบสำเร็จรูป.....	66
ภาคผนวก ค ผลการวิเคราะห์คุณภาพค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับ วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน.....	71
ภาคผนวก ง ผลการวิเคราะห์หาความยากง่ายและอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ.....	81
ภาคผนวก จ ผลการวิเคราะห์หาค่าความแปรปรวนของแบบทดสอบ.....	84
ภาคผนวก ฉ แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน.....	86
ภาคผนวก ช แบบประเมินความพึงพอใจ.....	89
ภาคผนวก ซ ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้ บล็อกโค้ด.....	91
ภาคผนวก ฌ คู่มือการใช้งานชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ด.....	93
ภาคผนวก ฎ ภาพการทดลองใช้งานชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ด..	103
ภาคผนวก ฏ ตัวอย่างใบงานการทดลอง.....	107
ประวัติผู้เขียน.....	122

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1 ตารางวิเคราะห์จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม.....	31
4.1 ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานและระดับความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อ ชุดปฏิบัติการไม่โครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ดด้านโรงงาน.....	46
4.2 ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานและระดับความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อ ชุดปฏิบัติการไม่โครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ดด้านบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ แบบสำเร็จรูป.....	47
4.3 ประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการไม่โครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ด.....	48
4.4 ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของความพึงพอใจในด้านต่าง ๆ ที่นักศึกษา มีต่อชุดปฏิบัติการไม่โครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ด.....	49
ค.1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับวัตถุประสงค์ เชิงพฤติกรรม (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	72
ง.1 ผลการวิเคราะห์หาความยากง่ายและอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ.....	82
จ.1 ผลการวิเคราะห์หาค่าความแปรปรวนของแบบทดสอบ.....	85
ซ.1 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพชุดชุดปฏิบัติการไม่โครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ด.....	92

# สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 โครงและส่วนประกอบของบอร์ด M5Stack.....	7
2.2 บอร์ดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์รุ่น M5Stack Demo Board.....	9
2.3 ส่วนประกอบต่าง ๆ ของหน้าต่างโปรแกรม UI Flow.....	10
2.4 การเพิ่มข้อความลงบนหน้าจอแสดงผลของ M5Stack ด้วยโปรแกรม UI Flow.....	11
2.5 การนำอุปกรณ์เสริมของ M5Stack มาต่อใช้งานด้วยโปรแกรม UI Flow.....	12
2.6 วิธีการเขียนโปรแกรมโดยใช้บล็อกโค้ดและการทดสอบการทำงานของโปรแกรมด้วยโปรแกรม UI Flow.....	13
3.1 ขั้นตอนการสร้างใบงาน.....	34
3.2 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินคุณภาพด้านใบงานและด้านบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์แบบสำเร็จรูป.....	35
3.3 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	37
3.4 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินการปฏิบัติงาน.....	39
3.5 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินความพึงพอใจ.....	41
ณ.1 ภาพแสดงส่วนต่าง ๆ บนบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์แบบสำเร็จรูปของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ด.....	95
ณ.2 ภาพแสดงขั้นตอนการเริ่มใช้งานกล่องและการบรรจุบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์แบบสำเร็จรูป ชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ด.....	97
ณ.3 ภาพแสดงขั้นตอนการดาวน์โหลดซอฟต์แวร์ UI Flow และ M5BURNER.....	97
ณ.4 ภาพแสดงการติดตั้งโปรแกรมที่เสร็จสมบูรณ์.....	98
ณ.5 ส่วนประกอบต่าง ๆ ของหน้าต่างโปรแกรม UI Flow.....	98
ณ.6 การเพิ่มข้อความลงบนหน้าจอแสดงผลของ M5Stack ด้วยโปรแกรม UI Flow.....	100
ณ.7 การนำอุปกรณ์เสริมของ M5Stack มาต่อใช้งานด้วยโปรแกรม UI Flow.....	100
ณ.8 วิธีการเขียนโปรแกรมโดยใช้บล็อกโค้ดและการทดสอบการทำงานของโปรแกรมด้วยโปรแกรม UI Flow.....	101
ณ.9 กล่องและการบรรจุบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์แบบสำเร็จรูป ชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ด.....	102
ณ.1 ผู้วิจัยกำลังให้ความรู้เกี่ยวกับการเขียนโปรแกรมด้วยวิธีบล็อกโค้ดให้กับนักศึกษา.....	104
ณ.2 การใช้ชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ดกับนักศึกษา.....	104
ณ.3 นักศึกษาทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	105
ณ.4 นักศึกษาทดลองใช้บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์แบบสำเร็จรูปกับใบงาน.....	105
ณ.5 นักศึกษาเขียนโปรแกรมทดลองตามใบงานด้วยวิธีการเขียนโปรแกรมแบบบล็อกโค้ดโดยใช้โปรแกรม UI Flow.....	106
ณ.6 นักศึกษาบันทึกผลการทดลองประยุกต์การใช้งานลงใบงาน.....	106

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์หรือระบบการควบคุม ได้มีการใช้อุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์เข้ามาทำหน้าที่ในการประมวลผลการทำงานของระบบ ซึ่งอุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์นั้นได้มีผู้ผลิตที่หลากหลายและมีการนำมาใช้เป็นตัวประมวลผลในบอร์ดสมองกลฝังตัวจำนวนมาก จึงมีการนำเนื้อหาที่เกี่ยวกับไมโครคอนโทรลเลอร์บรรจุไว้ในหลักสูตรที่เกี่ยวข้อง เช่นเดียวกันกับหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2563 สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ มีรายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับ โครงสร้างและสถาปัตยกรรม ลักษณะสัญญาณและกระบวนการทำงาน การรับส่งข้อมูลกับอุปกรณ์เชื่อมต่อภายนอก ชุดคำสั่งและการเขียนโปรแกรม การวัดและทดสอบ วงจรใช้งานของไมโครคอนโทรลเลอร์และการประยุกต์ใช้งานของไมโครคอนโทรลเลอร์ (สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา. 2563 : 80)

ภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมควบคุมอุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์ มีอยู่ด้วยกันหลายภาษา เช่น ภาษา C และภาษา Python เป็นต้น ภาษาที่ยกตัวอย่างมานั้น ผู้เขียนจะต้องมีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับโครงสร้าง คำศัพท์ และไวยากรณ์ต่าง ๆ ของภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมควบคุมอุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์ และยังมีวิธีการเขียนโปรแกรมด้วยภาพกราฟิกหรือบล็อกคำสั่งโดยใช้การเขียนแบบโค้ดด้วยวิธีลากบล็อกมาวาง (Drag & Drop Visual Programming) หรือบล็อกโค้ด (Code-Block) (M5Stack. 2562) ซึ่งทำได้โดยการลากบล็อกคำสั่งมาเรียงต่อกันเป็นแบบโมดูลภาพและโปรแกรมสามารถแปลงภาพกราฟิกหรือบล็อกคำสั่งเป็นโค้ดคำสั่งและนำไปอัปโหลดลงบนบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งมีความสะดวกในการสร้างโค้ดคำสั่ง วิธีการดังกล่าวนี้เหมาะสำหรับผู้ที่กำลังจะเริ่มเขียนโปรแกรมควบคุมอุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์และยังสามารถใช้เป็นเนื้อหาในการทบทวนเพื่อทำความเข้าใจเกี่ยวกับโครงสร้างการทำงานของโปรแกรม ที่จะช่วยให้ผู้ที่กำลังเริ่มต้นศึกษาเกิดความรู้ ความเข้าใจในการเขียนโปรแกรมควบคุมอุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ง่ายและรวดเร็ว อีกทั้งยังส่งเสริมให้เกิดแรงจูงใจในการศึกษาการเขียนโปรแกรมควบคุมอุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์มากยิ่งขึ้นอีกด้วย (Microsoft. 2562)

จากการสัมภาษณ์ครูผู้สอนวิชาดังกล่าว จำนวน 4 ท่าน เกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนรายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ดังกล่าวข้างต้น จะพบว่ามีปัญหาซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้ คือ ด้านเนื้อหา มีจำนวนมากและบางส่วนมีความซับซ้อนอย่างมากสำหรับนักศึกษา เมื่อเทียบกับเวลาที่ใช้ในการเรียนการสอน ทำให้การสอนไม่สามารถครอบคลุมตามหลักสูตร ส่วนด้านชุดปฏิบัติการเกี่ยวกับวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์มีจำนวนมากเป็นบอร์ดทดลองที่ไม่ได้จัดทำให้สอดคล้องกับรายวิชา จึงทำให้ใช้ประโยชน์บอร์ดทดลองได้น้อย และการโปรแกรมแบบเขียนโค้ดภาษาคอมพิวเตอร์โดยตรง (Text-Based Programming) ทำให้ต้องใช้เวลาการศึกษาคุณสมบัติและไวยากรณ์ของโปรแกรม จึงไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารทบทวนเนื้อหาสำหรับการเรียนเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถสร้างโปรแกรมเพื่อการทดลองในเนื้อหาที่กำหนดได้ทันตามเวลา ทำให้ขาดแรงจูงใจในการเรียนวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ ส่งผลต่อการนำความรู้และประสบการณ์ไปใช้ในการเรียนรายวิชาอื่นที่สัมพันธ์กันรวมถึงทักษะในการปฏิบัติงานในอนาคต (พัชรินทร์ วัลย์โรจน์. 2562 : 1-2)

หลังจากได้ศึกษาเอกสาร ข้อมูลและงานวิจัยเกี่ยวกับการแก้ปัญหาการจัดการเรียนการสอน สามารถสรุปแนวทางในการแก้ปัญหาได้ดังนี้ ครูผู้สอนควรเลือกสื่อการสอนที่มีคุณภาพและเหมาะสม มีเนื้อหาครอบคลุมตามคำอธิบายรายวิชา สื่อการสอนที่นิยมใช้ ในการแก้ปัญหามากที่สุดคือ ชุดปฏิบัติการ (พัชรินทร์ วัลย์โรจน์. 2562 : 1-2) ประกอบด้วยสื่อการสอนและใบงาน ทั้งนี้ การพัฒนาชุดปฏิบัติการที่มีคุณภาพ ประสิทธิภาพ และมีความคุ้มค่านำไปใช้แก้ปัญหาการเรียนการสอนนั้นสิ่งสำคัญ คือ การกำหนดเนื้อหาและจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมให้ครอบคลุมทุกหน่วยการเรียนรู้ มีความสอดคล้องกับหลักสูตรที่ใช้ในปัจจุบันและสมรรถนะรายวิชา ใบงานและสื่อการสอนมีความสัมพันธ์กันและสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (พัชรินทร์ วัลย์โรจน์. 2562 : 1-2)

จากความสำคัญ ปัญหา และแนวทางการแก้ปัญหา ผู้วิจัยเห็นความสำคัญดังกล่าวจึงได้เลือกบอร์ดสำเร็จรูปที่มีความสะดวกในการใช้งานและมีรูปลักษณะที่น่าสนใจ โดยใช้การโปรแกรมแบบเขียนโค้ดด้วยวิธีลากบล็อกมาวางหรือบล็อกโค้ด (M5Stack. 2562) มาเป็นฐานในการศึกษาและพัฒนาชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ด ให้มีคุณภาพและประสิทธิภาพเพื่อนำไปใช้ประกอบการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพ

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 1.2.1 เพื่อพัฒนาชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ด ให้มีคุณภาพ
- 1.2.2 เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ด
- 1.2.3 เพื่อประเมินความพึงพอใจของนักศึกษาต่อชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ด

## 1.3 สมมติฐานการวิจัย

- 1.3.1 ชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ด มีคุณภาพอยู่ในระดับดีขึ้นไป ( $\bar{X} \geq 3.50$ )
- 1.3.2 ประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ด ตามเกณฑ์ที่กำหนด  $E_1/E_2$  ไม่ต่ำกว่า 80/80
- 1.3.3 ความพึงพอใจของนักศึกษาต่อชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ดอยู่ในระดับมากขึ้นไป ( $\bar{X} \geq 3.50$ )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1.4 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยเรื่องชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ด มีกรอบแนวคิดดังนี้ คือ

1.4.1 การออกแบบและสร้างชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ด ผู้วิจัยได้นำแนวคิดของ วิลลภ จันทรตระกูล (2543 : 110-114) มาประยุกต์ใช้ในการสร้างชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ด โดยมีแนวทางในการออกแบบและสร้างตามลำดับขั้นตอนดังนี้

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

1.4.2 การหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ด ได้แนวคิดมาจาก ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2556 : 6-19) โดยเกณฑ์ประสิทธิภาพหาได้จากการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างเรียน  $E_1$  (Efficiency of Process) หรือประสิทธิภาพของกระบวนการ เทียบกับการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน  $E_2$  (Efficiency of Product) หรือประสิทธิภาพผลลัพธ์

1.4.3 การสร้างแบบประเมินความพึงพอใจ ผู้วิจัยได้นำแนวคิดของพรรณิ ลีกิจวัฒน์ (2553) เกี่ยวกับประเมินความพึงพอใจ ที่กล่าวว่าแบบประเมิน หมายถึง ชุดของข้อความที่เป็นข้อความหรือบางครั้งใช้ภาพเป็นข้อความ สำหรับให้ผู้ตอบ ๆ โดยการเขียน ซึ่งอาจเขียนตอบเป็นข้อความหรือเป็นเครื่องหมายตามเงื่อนไขที่กำหนดโดยมีขั้นตอนการสร้างแบบประเมินความพึงพอใจดังนี้

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

## 1.5 ขอบเขตของการวิจัย

### 1.5.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากร ที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้เป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 1 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ สาขางานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม วิทยาลัยเทคนิคสัตหีบ ปีการศึกษา 2563 จำนวน 66 คน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. กลุ่มตัวอย่าง ที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้เป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 1 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ สาขางานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม (ม.6) วิทยาลัยเทคนิคสตัทท์ทึบ ปีการศึกษา 2563 ที่ได้ลงทะเบียนเรียนจำนวน 18 คน ซึ่งได้จากการเลือกแบบเจาะจง

#### 1.5.2 ตัวแปร

1. ตัวแปรต้น คือ ชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ด
2. ตัวแปรตาม คือ คุณภาพ ประสิทธิภาพ และความพึงพอใจของนักศึกษาต่อชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ด

1.5.3 เนื้อหาชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ด เป็นส่วนหนึ่งของ วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 30105-2007 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2563 ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ ประกอบด้วย

1. การใช้คำสั่งควบคุมการทำงานและการแสดงผล
2. การใช้คำสั่ง Easy I/O รับส่งค่าอินพุต-เอาต์พุตให้กับ Keyboard
3. การใช้คำสั่ง Easy I/O ควบคุม Keyboard และคำสั่ง Units ควบคุม Relay
4. การใช้ Sensor ทางแสงหรือ Luminosity ควบคุม Motor
5. การใช้ Sensor Temperature, Humidity และ Air Pressure
6. การใช้คำสั่ง Units Servo ควบคุม Servo
7. การใช้คำสั่ง Units RGB LED ควบคุม Matrix
8. การประยุกต์การใช้งาน

### 1.6 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย

1.6.1 ชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ด ประกอบด้วยใบงาน และบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์แบบสำเร็จรูป ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นเพื่อใช้ในการเรียนปฏิบัติในรายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ พุทธศักราช 2563

1.6.2 ใบงาน หมายถึง เอกสารที่ประกอบด้วยรายละเอียดที่เกี่ยวกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เนื้อหาสำคัญ เครื่องมือที่ใช้ ขั้นตอนการปฏิบัติงาน การบันทึกผลการปฏิบัติ คำถามสรุปผล และเอกสารอ้างอิง

1.6.3 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์แบบสำเร็จรูป หมายถึง บอร์ดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์แบบสำเร็จรูป รุ่น M5Stack Demo Board ของ บริษัท อินโนเวตีฟ เอ็กเพอริเมนต์ จำกัด รองรับการพัฒนาโดยใช้โปรแกรม UI Flow

1.6.4 แบบประเมินคุณภาพชุดปฏิบัติการ หมายถึง แบบประเมินคุณภาพด้านใบงานและแบบประเมินคุณภาพด้านบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์แบบสำเร็จรูป โดยกำหนดเกณฑ์การประเมินเป็นแบบมาตราส่วนประเมินค่า 5 ระดับ มีกรอบดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.6.4.1 ด้านใบงาน หมายถึง จุดประสงค์ของใบงานมีความสอดคล้องกับหัวข้อใบงาน ความสัมพันธ์ระหว่างรูปร่างกับกรทลอง ความเหมาะสมในการกำหนดค่าอุปกรณ์ในวงจกรทลองสอดคล้องกับจุดประสงค์ ความชัดเจนในการอธิบายลำดับขั้นตอนการทลอง การบันทึกผลการทลองสัมพันธ์กับขั้นตอนการทลอง กระตุ้นให้นักศึกษาเกิดการคิดวิเคราะห์ การใช้เวลาได้ตามกำหนดเวลา ความเหมาะสมกับระดับความรู้ของนักศึกษา

1.6.4.2 ด้านบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์แบบสำเร็จรูป หมายถึง ความสัมพันธ์ของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์แบบสำเร็จรูปกับใบงาน ขนาด รูปร่างมีความเหมาะสมในการปฏิบัติความแข็งแรง คงทน วัสดุที่นำมาใช้มีความเหมาะสม น้ำหนักเหมาะสม การขนย้าย การนำไปใช้ในการทลองได้สะดวก ความเหมาะสมในการวางตำแหน่งอุปกรณ์ ลักษณะจุดใจ ความน่าสนใจในการเรียนรู้ ความปลอดภัยในขณะที่ทลอง ความเหมาะสมกับระดับของนักศึกษา และความสะดวกในการดูแลรักษา

1.6.5 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ประกอบด้วยแบบทดสอบระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน เป็นข้อสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก ที่ผ่านการประเมินความเที่ยงตรงของเนื้อหาโดยผู้ทรงคุณวุฒิ และทลองใช้เพื่อหาคุณภาพด้านใบงานและด้านบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์แบบสำเร็จรูปของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1.6.6 ผลการปฏิบัติงาน หมายถึง ผลการปฏิบัติการทลองและเกณฑ์การให้คะแนนระหว่างเรียนการปฏิบัติการทลองแต่ละใบงาน เพื่อใช้ประเมินผลการปฏิบัติงานตามใบงานการทลอง

1.6.7 ประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการ หมายถึง ประสิทธิภาพของกระบวนการ ( $E_1$ ) กับประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ( $E_2$ ) ไม่ต่ำกว่า 80/80

$E_1$  หมายถึง ค่าคะแนนเฉลี่ยร้อยละของกลุ่มตัวอย่าง จากการทดสอบระหว่างเรียนของใบงานที่ 1-7 และการประเมินผลการปฏิบัติงานรวมกันแล้วไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80

$E_2$  หมายถึง ค่าคะแนนเฉลี่ยร้อยละของกลุ่มตัวอย่าง จากทลองหลังเรียนของใบงานที่ 8 และการประเมินผลการปฏิบัติงานรวมกันแล้วไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80

1.6.8 ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกรักของนักศึกษาต่อชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ด โดยกำหนดเกณฑ์การประเมินเป็นแบบมาตราส่วนประเมินค่า 5 ระดับ

1.6.9 ผู้ทรงคุณวุฒิ หมายถึง ผู้ที่มีประสบการณ์การสอนในวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์หรือวิชาที่มีเนื้อหาสัมพันธ์กัน มีประสบการณ์ไม่ต่ำกว่า 3 ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการทำวิจัยชุดปฏิบัติการ ไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ด ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้ารายละเอียดข้อมูลจากเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยเรียงตามลำดับ ดังนี้

1. วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์
2. ไมโครคอนโทรลเลอร์
3. โปรแกรม UI Flow
4. การออกแบบอุปกรณ์ทดลอง-สาธิต
5. การประเมินสื่อการสอน
6. การหาประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน
7. การหาคุณภาพของเครื่องมือวัดผล
8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์

##### 2.1.1 รหัสวิชา 30105 - 2007 วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller)

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา โดยสำนักมาตรฐานการอาชีวศึกษาและวิชาชีพ ได้กำหนดรายละเอียดวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชา อิเล็กทรอนิกส์ พุทธศักราช 2563 ดังนี้

##### 2.1.2 จุดประสงค์รายวิชา

1. เข้าใจโครงสร้างและหลักการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ การใช้ชุดคำสั่ง การประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์กับงานอื่นๆ
2. สามารถเขียนโปรแกรมควบคุม วิเคราะห์และทดสอบระบบการทำงาน ประยุกต์ ไมโครคอนโทรลเลอร์กับงานอื่นๆ
3. มีกิจนิสัยในการทำงานด้วยความประณีต รอบคอบและปลอดภัย ตระหนักถึงคุณภาพของงาน และมีจริยธรรมในงานอาชีพ

##### 2.1.3 สมรรถนะรายวิชา

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับการออกแบบวงจรใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์
2. ออกแบบระบบควบคุมที่ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์
3. ประกอบและติดตั้ง อุปกรณ์ วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์
4. เขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 5. ทดสอบและบำรุงรักษา อุปกรณ์ วจรไมโครคอนโทรลเลอร์

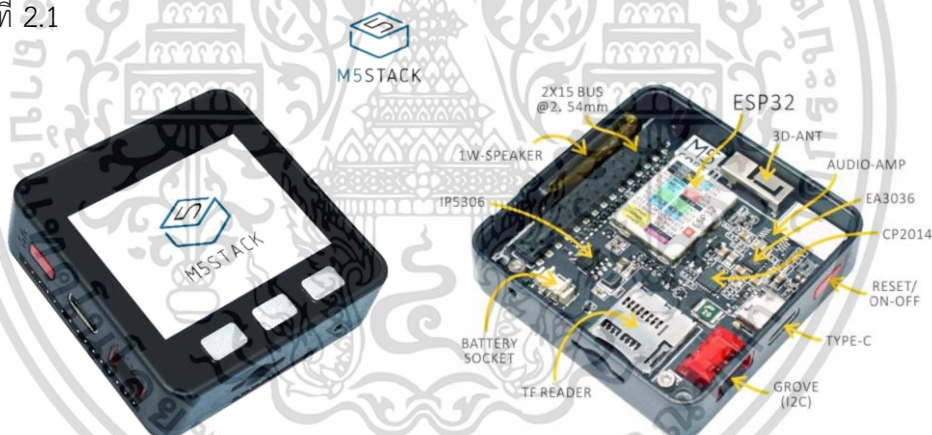
### 2.1.4 คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาและปฏิบัติเกี่ยวกับโครงสร้างและสถาปัตยกรรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ ลักษณะสัญญาณและกระบวนการทำงาน การรับ-ส่งข้อมูลกับอุปกรณ์เชื่อมต่อภายนอก ชุดคำสั่งและการเขียนโปรแกรม การวัดและทดสอบวงจรใช้งานของไมโครคอนโทรลเลอร์ การประยุกต์ใช้งานของไมโครคอนโทรลเลอร์ (สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา. 2563 : 80)

## 2.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์

### 2.2.1 M5Stack

จากศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการนำบอร์ด M5Stack มาประยุกต์ใช้ในวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยเป็นชุดพัฒนาไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 ที่มี WiFi และบลูทูธพลังงานต่ำหรือ BLE ในตัว พร้อมกับจอแสดงผล TFT LCD ขนาด 2 นิ้ว ความละเอียด 320 x 240 พิกเซล บรรจุลงในกล่องขนาด 5 x 5 เซนติเมตร ที่มีฐานกล่องเป็นแม่เหล็ก มีลำโพง ปุ่มกด และแบตเตอรี่แบบประจุได้ รวมถึงวงจรประจุแบตเตอรี่มาพร้อมใช้งาน (M5Stack Basic กล่องสมองกลเพื่องาน IoT. 2561) ดังภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 โครงและส่วนประกอบของบอร์ด M5Stack  
ที่มา : (<https://m5stack.com/collections/m5-core>)

คุณสมบัติทางด้านเทคนิค

1. ติดตั้งโมดูลไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 ซึ่งใช้ซีพียูแกนคู่ Tensilica LX6 ความถี่ 240 MHz มีหน่วยความจำ SRAM 512 กิโลไบต์ หน่วยความจำแฟลช 4 เมกะไบต์ มีวงจร WiFi 802.11 b/g/n HT40 และบลูทูธกำลังต่ำ (BLE) พร้อมติดตั้งสายอากาศ 3D ในตัว

2. มีจอแสดงผล TFT LCD สี ขนาด 2 นิ้ว ความละเอียด 320 x 240 พิกเซล

3. มีปุ่มกด 3 ปุ่ม

4. เชื่อมต่อพอร์ต USB เพื่อประจุแบตเตอรี่และอัปโหลดโค้ดผ่านไอซีแปลงสัญญาณ USB

เป็น UART ของ Silicon LAB เบอร์ CP2014

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. มีพอร์ตอินพุตเอาต์พุต 20 ขา ต่อผ่าน M BUS
6. พอร์ตอินพุตแอนาล็อก 2 ขา รับแรงดันได้ 0 ถึง +3.3 V ความละเอียดในการแปลงสัญญาณเป็นข้อมูลดิจิทัล 12 บิต
7. มีพอร์ตเชื่อมต่ออุปกรณ์ผ่านระบบบัส I<sup>2</sup>C, I<sup>2</sup>S, SPI และ UART 2 ช่อง
8. มีวงจรแปลงสัญญาณดิจิทัลเป็นแอนาล็อก 12 บิต เอาต์พุตต่อกับวงจรขยายเสียง NS4148 กำลังขับ 1 วัตต์ และมีลำโพงในตัว
9. มีวงจรจัดการพลังงานที่ใช้ชิป EA3036 ได้ไฟเลี้ยงของระบบเป็น +3.3 V และ +5 V
10. มีแบตเตอรี่ 3.7 V 150 mAH แบบลิเธียมไอออนในตัว พร้อมวงจรประจุแบตเตอรี่ที่ใช้ไอซีเบอร์ IP5036 ผ่านพอร์ต USB TYPE C
11. มีคอนเน็กเตอร์ของพอร์ตอินพุตเอาต์พุตเพื่อต่อกับอุปกรณ์ภายนอกและขยายระบบได้
12. มีซ็อกเก็ต microSD การ์ด รองรับได้สูงสุด 16 GB
13. บรรจุลงในกล่องขนาด 5x5 เซนติเมตร ที่ฐานกล่องติดตั้งแถบแม่เหล็ก เมื่อวางบนพื้นโลหะ บอร์ดจะเกาะติดได้มั่นคง ไม่ลื่น
14. พัฒนาโปรแกรมด้วย Arduino และ ESP-IDF พร้อมตัวอย่างโปรแกรมและไลบรารีสนับสนุนการทำงานจำนวนมาก (M5Stack Basic กล่องสมองกลเพื่องาน IoT. 2562)

### 2.2.2 M5Stack Demo Board

M5Stack Demo Board เป็นบอร์ดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้อุปกรณ์ประมวลผลเป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์รุ่น M5Stack และอุปกรณ์เชื่อมต่ออินพุต เอาท์พุต และอุปกรณ์แสดงผล ซึ่งจะประกอบด้วยคุณสมบัติต่าง ๆ ดังนี้

1. ติดตั้งกล่องสมองกล M5Stack รุ่น Basic ไว้บนบอร์ด สามารถถอดออกเพื่อนำ ไปใช้งานจริงได้พร้อมวงจรภาคจ่ายไฟ +12 V, +5 V และ +3.3 V มีจุดต่อพอร์ตสำหรับการทดลองเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอกรวม 20 ขา รวมถึงจุดต่อแรงดัน +5 V กับ +3.3 V จากวงจรควบคุมไฟเลี้ยงคงที่
2. มีแผงต่อวงจร 180 จุด สำหรับต่อวงจรทดลองเพิ่มเติม
3. ติดตั้งวงจร LED แสดงผล 8 ดวง
4. มีวงจรขับรีเลย์ 5 V แบบกลไก 8 ช่อง โดยใช้ทรานซิสเตอร์ อัตราการทนกำลังไฟฟ้าของหน้าสัมผัสรีเลย์ คือ 250 V 3 A
5. มีวงจรขับมอเตอร์ไฟตรงพร้อมกับมอเตอร์ไฟตรงที่มีวงจรเข้ารหัสแกนหมุนมาพร้อมใช้งานควบคุมความเร็วและทิศทางในการหมุนได้
6. มีวงจรขับสเต็ปเปอร์มอเตอร์แบบยูนิโพลาร์ โดยมีสเต็ปเปอร์มอเตอร์ขนาดเล็กติดตั้งไว้บนบอร์ดทดลองพร้อมใช้งาน
7. มีวงจรขับเซอร์โวมอเตอร์และติดตั้งเซอร์โวมอเตอร์พร้อมใช้งาน โดยเซอร์โวมอเตอร์เป็นแบบเฟืองโลหะมีแรงบิด 9 กิโลกรัมต่อเซนติเมตร
8. ติดตั้ง LED 3 สี RGB แบบโปรแกรมได้ เบอร์ SK6812 ซึ่งมีการทำงานที่ตรงกับเบอร์

WS2812 จำนวน 64 ดวง จัดเรียงเป็นแบบดอตเมตริกซ์ 8x8 จุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. ติดตั้งสวิตช์กดติดปล่อยดับ 16 ตัว ต่อกันเป็นวงจรสวิตช์เมตริกซ์ หรือคีย์แพด 4x4 จุด
10. มีวงจรสวิตช์จอยสติ๊ก โดยส่วนของก้านหมุนเป็นตัวต้านทานปรับค่าได้และมีสวิตช์กดที่ก้านหมุน มีลูกบิดสำหรับสวมเข้ากับก้านหมุน
11. มีวงจรสวิตช์เข้ารหัสแบบหมุนหรือเอ็นโค้ดเดอร์ 360 องศาพร้อมลูกบิด
12. มีวงจรเชื่อมต่อตัวตรวจจับแสงโดยใช้ตัวต้านทานแปรค่าตามแสง ให้ผลการทำงานทั้งแบบแอนะล็อกเป็นแรงดันไฟตรง และแบบดิจิตอลซึ่งเป็นการแจ้งสถานะ
13. มีวงจรเชื่อมต่อตัวตรวจจับเสียงโดยใช้คอนเดนเซอร์ ไมโครโฟน มีวงจรขยายสัญญาณโดยใช้ไอซี เบอร์ MAX6644 ให้ผลการทำงานทั้งแบบแอนะล็อกเป็นแรงดันไฟตรง และแบบดิจิตอลซึ่งเป็นการแจ้งสถานะ
14. มีวงจรเชื่อมต่อตัวตรวจจับอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศเบอร์ DHT12 ติดต่อผ่านบัส I<sup>2</sup>C
15. มีวงจรเชื่อมต่อตัวตรวจจับความกดอากาศเบอร์ BMP280 ติดต่อผ่านบัส I<sup>2</sup>C
16. มีวงจรเชื่อมต่อตัวอ่านรหัสอุปกรณ์ แบบใช้คลื่นวิทยุ หรือ RFID มาพร้อมกับบัตรและพวงกุญแจเพื่อใช้ในการทดสอบการทำงาน ติดตั้งโมดูลอ่านอุปกรณ์ RFID เบอร์ RC552 ความถี่ 13.56 MHz ผ่าน I<sup>2</sup>C
17. ติดตั้งวงจรเชื่อมต่อบัส RS-232 โดยใช้ไอซีเบอร์ MAX232 โดยจุดต่อพอร์ต RS-232 เป็นแบบ DB9 นำไปใช้งานเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอกหรือคอมพิวเตอร์ได้ มีสายต่อให้พร้อมใช้งาน ติดต่อผ่านขาพอร์ต UART
18. ติดตั้งวงจรเชื่อมต่อบัส RS-485 โดยใช้ไอซีเบอร์ SP485EEN มีจุดต่อสำหรับเชื่อมต่ออุปกรณ์ บัส RS-485 ติดต่อผ่านขาพอร์ต UART (NX-M5Stack บอร์ดทดลองเพื่อการเรียนรู้และใช้งาน M5Stack. 2562)



ภาพที่ 2.2 บอร์ดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์รุ่น M5Stack Demo Board  
ที่มา : (<https://inex.co.th/home/product/nx-m5stack-บอร์ดทดลองเพื่อการเรี/>)

## 2.3 โปรแกรม UI Flow

UI Flow เป็นโปรแกรมที่จะใช้วิธีการเขียนแบบ Code-Block คือ การลากบล็อกมาวาง และจึงเริ่มใช้งาน ได้ถูกพัฒนาและออกแบบโดยทีมพัฒนาของ M5Stack ซึ่งทำให้ได้รับการสนับสนุนเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

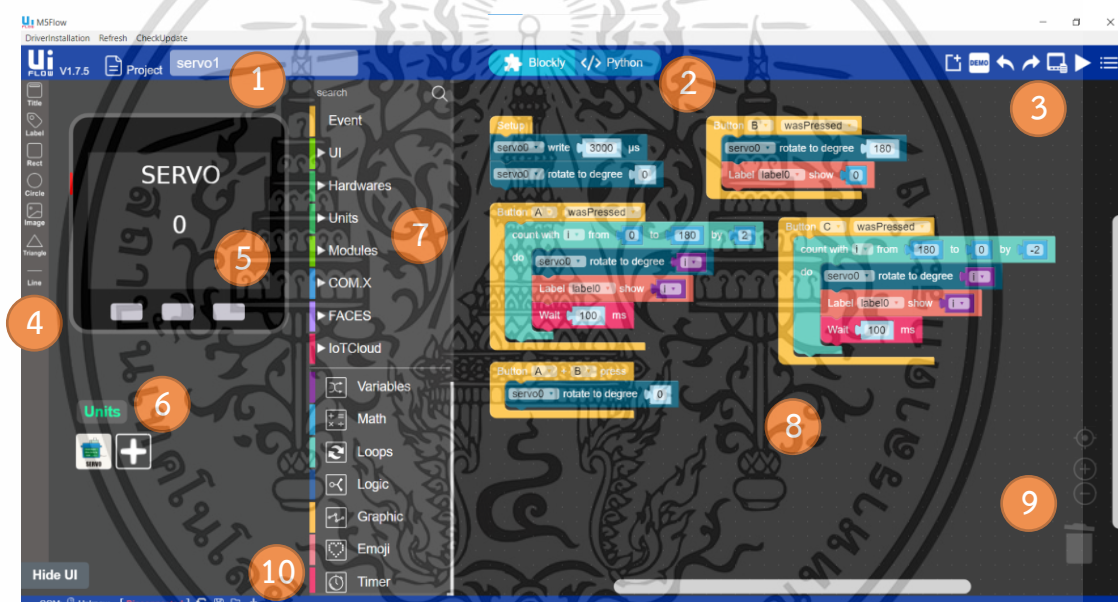
และมีการพัฒนาอยู่ตลอดเวลา (M5STACK with UI FLOW ใช้งาน esp32 แบบไม่เขียนโค้ดคำสั่ง. 2562)

ข้อดีของโปรแกรม UI Flow มีดังนี้

1. ไม่จำเป็นต้องมีความรู้ในการเขียนโค้ดคำสั่ง เพียงแค่มีอัลกอริทึมเท่านั้นจึงสามารถใช้งาน UI Flow ได้
2. ไม่จำเป็นต้องมีความรู้ด้าน Hard ware ที่สูงมาก แต่ยังสามารถต่อวงจรให้กับ M5Stack ได้
3. ไม่ต้องรู้คำสั่งมากมายเหมือนที่เขียนบน Arduino โดยเมื่อเปิด M5Stack ต่ออินเตอร์เน็ตหลังจากนั้นให้เปิดโปรแกรม UI Flow เพียงเท่านี้ M5Stack สามารถใช้งานแบบไม่ต้องเขียนโค้ดคำสั่ง (M5STACK with UI FLOW ใช้งาน esp32 แบบไม่เขียนโค้ดคำสั่ง. 2562)

### 2.3.1 ส่วนประกอบต่าง ๆ ของโปรแกรม UI Flow

โดยในส่วนหน้าต่างของโปรแกรม UI Flow จะมีส่วนประกอบต่าง ๆ ดังภาพที่ 2.3



ภาพที่ 2.3 ส่วนประกอบต่าง ๆ ของหน้าต่างโปรแกรม UI Flow

1. ชื่อของโปรเจกงานที่กำลังเขียนโปรแกรม
2. เมนูสำหรับเปลี่ยนรูปแบบการเขียนโปรแกรม จะมีอยู่ 2 แบบ คือ แบบบล็อกโค้ดและแบบภาษาไพทอน (Python)
3. เมนูสำหรับที่รวมคำสั่งหลาย ๆ เอาไว้ด้วยกัน เช่น คำสั่งอัปโหลดโปรแกรม คำสั่งเดินหน้า คำสั่งย้อนหลัง คำสั่งอัปโหลดรูปภาพและคำสั่งทดสอบการทำงานของโปรแกรม เป็นต้น
4. เมนูคำสั่งสำหรับตกแต่งหน้าต่างของหน้าจอแสดงผลของ M5Stack ซึ่งประกอบด้วยรูปทรงสี่เหลี่ยม สามเหลี่ยม วงกลม ข้อความ หัวข้อเรื่อง รูปภาพ และเส้นประกอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. หน้าจอแสดงผลของ M5Stack สามารถนำรูปทรงต่าง ๆ มาวางไว้บนหน้าจอแสดงผลของ M5Stack เพื่อจำลองการทำงานได้

6. เมนูอุปกรณ์เสริมของ M5Stack เช่น อุปกรณ์เสริมสำหรับวัตถุอุณหภูมิ (ENV) อุปกรณ์เซอร์โวมอเตอร์ (SERVO) เป็นต้น

7. เมนูบล็อกคำสั่งโปรแกรมสำหรับเขียนโปรแกรม โดยภายในเมนูคำสั่งต่าง ๆ นั้น จะมีคำสั่งย่อย ๆ ที่มีไว้เขียนสำหรับเขียนโปรแกรมแบบบล็อกโค้ด ที่จะมีลักษณะเป็นรูปภาพที่มีรูปร่างเป็นตัวต่อ (Jigsaw) โดยสามารถนำตัวต่อนั้นมาต่อเรียงกันเป็นคำสั่งสำหรับควบคุมอุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์ได้โดยไม่ต้องเขียนโปรแกรมที่เป็นลักษณะตัวหนังสือ

8. พื้นที่การทำงานหรือพื้นที่สำหรับนำตัวต่อคำสั่งที่นำมาจากเมนูบล็อกคำสั่ง โดยนำมาวางต่อเรียงกัน

9. เมนูสำหรับย่อหรือขยายพื้นที่ในการทำงานหรือพื้นที่สำหรับนำตัวต่อคำสั่งมาต่อเรียงกันและยังมีพื้นที่สำหรับนำตัวต่อคำสั่งที่ไม่ต้องการใช้แล้วนั้น สามารถนำตัวต่อนั้นมายังบริเวณพื้นที่นี้เพื่อทำการลบตัวต่อคำสั่ง

10. เมนูที่รวมคำสั่งหลาย ๆ เอาไว้ด้วยกัน เช่น คำสั่งบันทึก คำสั่งเปิดข้อมูล คำสั่งเริ่มการเชื่อมต่อและแถบแสดงสถานะการเชื่อมต่อระหว่าง M5Stack กับโปรแกรม UI Flow เป็นต้น

### 2.3.2 วิธีการใส่วัตถุต่าง ๆ บนหน้าจอแสดงผลของ M5Stack ด้วยโปรแกรม UI Flow

ขั้นตอนการใส่วัตถุต่าง ๆ ลงบนหน้าจอแสดงผลของ M5Stack ไม่ว่าจะเป็นรูปทรงสี่เหลี่ยม สามเหลี่ยม วงกลม ข้อความ หัวข้อเรื่อง รูปภาพ หรือเส้นประกอบนั้นจะใช้วิธีเดียวกัน แต่จะแตกต่างกันที่การตั้งค่าของวัตถุนั้น ๆ ยกตัวอย่างการเพิ่มข้อความลงบนหน้าจอแสดงผลของ M5Stack จะมีขั้นตอนต่าง ๆ แสดงดังภาพที่ 2.4 ดังนี้

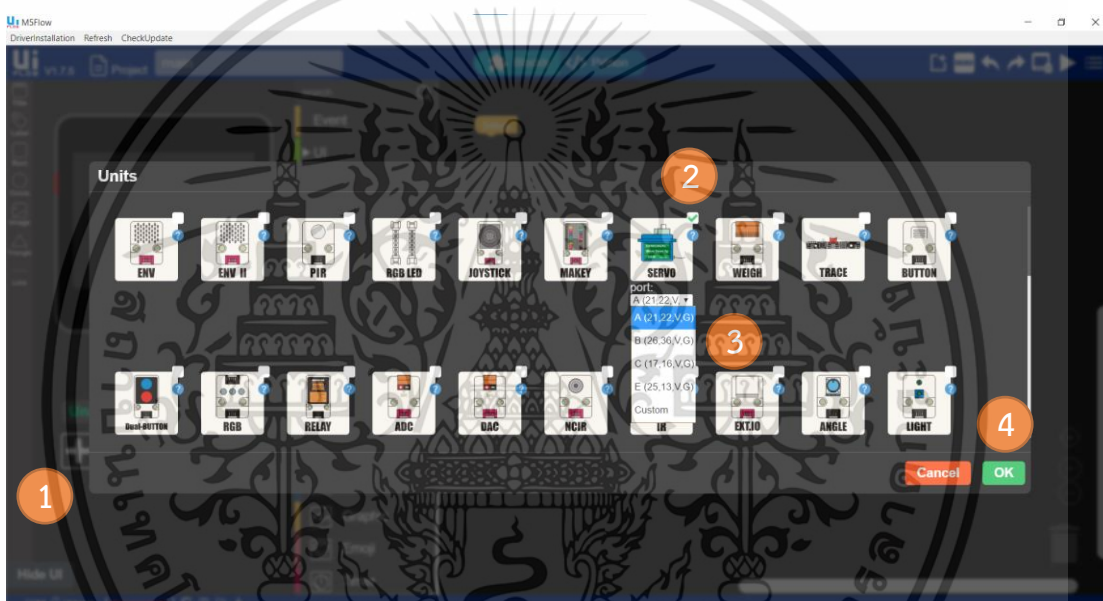


ภาพที่ 2.4 การเพิ่มข้อความลงบนหน้าจอแสดงผลของ M5Stack ด้วยโปรแกรม UI Flow เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. เลือกที่เมนูที่ชื่อว่า Label หลังจากนั้นให้คลิกซ้ายลากมาปล่อยไว้ที่หน้าจอแสดงผลของ M5Stack
2. คลิกซ้ายหนึ่งครั้งที่ Label ที่อยู่ที่หน้าจอแสดงผลของ M5Stack จะปรากฏเมนูขึ้นมาให้ทำการตั้งค่าต่าง ๆ ให้เรียบร้อย
3. ปรับตำแหน่งของ Label ให้อยู่ในตำแหน่งที่ต้องการด้วยวิธีการคลิกซ้ายค้างไว้

### 2.3.3 วิธีการนำอุปกรณ์เสริมของ M5Stack มาต่อใช้งานด้วยโปรแกรม UI Flow

โดยอุปกรณ์เสริมของ M5Stack จะมีอยู่เป็นจำนวนมาก แต่วิธีการนำมาใช้งานนั้นจะใช้วิธีเดียวกันทั้งหมดและจะสามารถเลือกได้ที่ละหนึ่งอุปกรณ์เสริมเท่านั้น ซึ่งจะมีขั้นตอนต่าง ๆ แสดงดังภาพที่ 2.5 ดังนี้



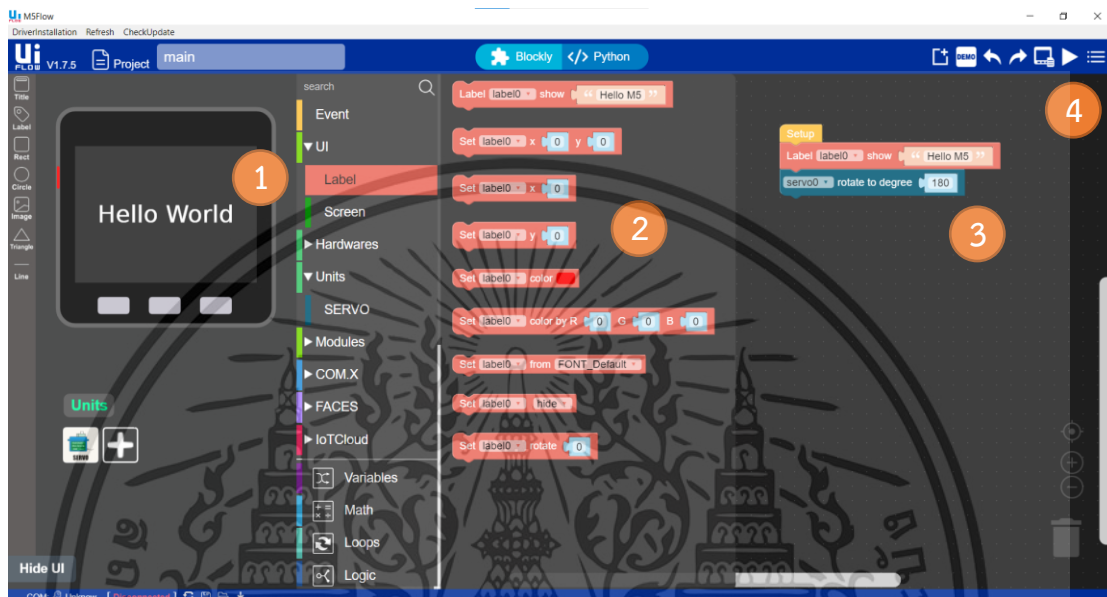
ภาพที่ 2.5 การนำอุปกรณ์เสริมของ M5Stack มาต่อใช้งานด้วยโปรแกรม UI Flow

1. เลือกที่เมนูอุปกรณ์เสริมที่ชื่อว่า Units จะปรากฏหน้าต่างเมนูอุปกรณ์เสริมขึ้นมาซึ่งจะเป็นอุปกรณ์เสริมทั้งหมดของ M5Stack
2. คลิกซ้ายทำเครื่องหมายถูกตรงอุปกรณ์เสริมที่ต้องการใช้งาน
3. เลือกขาต่อใช้งาน โดยจะมีทั้งโปรแกรมกำหนดไว้ให้แล้วหรือสามารถกำหนดเองได้
4. เมื่อเลือกอุปกรณ์เสริมทุกอย่างเสร็จสิ้นแล้วให้คลิกซ้ายที่ปุ่มตกลงหรือปุ่มโอเค (OK)

### 2.3.4 วิธีการเขียนโปรแกรมโดยใช้บล็อกโค้ดและการทดสอบการทำงานของโปรแกรมด้วยโปรแกรม UI Flow

หลังจากที่ได้ทำการต่อวงจร ออกแบบหน้าจอแสดงผลของ M5Stack และเลือกอุปกรณ์เสริมในการใช้งานเรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนต่อไปจะเป็นการเขียนโปรแกรมโดยใช้บล็อกโค้ดและการอัปโหลดโปรแกรม ด้วยโปรแกรม UI Flow เพื่อทดสอบการทำงานของโปรแกรม โดยตัวต่อคำสั่งจะแบ่งเอกสารนี้เป็นเอกสารที่ส่งงานไว้สำหรับการทำงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์โดยไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ออกเป็น 2 ส่วน คือ คำสั่งพื้นฐานกับคำสั่งที่จะมาพร้อมกับอุปกรณ์เสริมหรือวัตถุต่าง ๆ ที่ใช้งานบนหน้าจอแสดงผลของ M5Stack ซึ่งวิธีการใช้งานตัวต่อคำสั่งนั้นจะมีวิธีการเดียวกัน แต่จะต่างกันที่คำสั่งพื้นฐานจะมี ตัวต่อคำสั่งปรากฏขึ้นมาให้พร้อมใช้งานทันที ส่วนตัวต่อคำสั่งที่จะมาพร้อมกับอุปกรณ์เสริมหรือวัตถุต่าง ๆ นั้นจะปรากฏขึ้นมาเมื่อมีการนำอุปกรณ์เสริมหรือวัตถุที่ใช้บนหน้าจอแสดงผลของ M5Stackออกมาใช้งานเท่านั้น ขั้นตอนต่าง ๆ แสดงดังภาพที่ 2.6 ดังนี้



ภาพที่ 2.6 วิธีการเขียนโปรแกรมโดยใช้บล็อกโค้ดและการทดสอบการทำงานของโปรแกรมด้วยโปรแกรม UI Flow

1. เลือกที่เมนูสำหรับเขียนโค้ดโปรแกรมด้วยวิธีบล็อกโค้ด
2. เลือกตัวต่อคำสั่งที่ต้องจะเขียนโปรแกรม
3. คลิกข้ายนำตัวต่อคำสั่งมาต่อเรียงกันตามที่ต้องการ
4. เมื่อต่อตัวต่อคำสั่งเรียบร้อยแล้วให้คลิกข้ายที่ปุ่มทดสอบการทำงานของโปรแกรมหรือปุ่มเล่น (Play)

## 2.4 การออกแบบอุปกรณ์ทดลอง-สาธิต

วัลลภ จันทรตระกุล (2543 : 110-114) การออกแบบสร้างสื่อการเรียนการสอนประเภทอุปกรณ์ทดลองหรือสาธิต มีขั้นตอนการออกแบบดังนี้

1. กำหนดจุดประสงค์ในการนำอุปกรณ์ทดลอง-สาธิตไปใช้ในการสอน
2. กำหนดหน้าที่ของอุปกรณ์
3. ศึกษาพิจารณาปัจจัยที่จะทำให้อุปกรณ์ทำงานได้ตามรายการหน้าที่
4. วิเคราะห์และตัดสินใจเลือกชิ้นส่วนประกอบของอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. สร้างต้นแบบและตรวจสอบ
  6. เขียนแบบงาน
  7. เตรียมเอกสารประกอบ
- ขั้นตอนงานต่าง ๆ มีรายละเอียดโดยสังเขปดังนี้

#### 2.4.1 ขั้นตอนงานที่ 1 กำหนดจุดประสงค์ในการนำอุปกรณ์ทดลองหรือสาธิตไปใช้ในการสอน

จากการตัดสินใจที่จะใช้อุปกรณ์ทดลองสำหรับการสอนในหัวเรื่องหรือเนื้อหานั้น ๆ จะทำให้ทราบอุปกรณ์ทดลอง-สาธิตใช้กับผู้เรียนกลุ่มใด และโดยปกติควรจะได้ทราบรายการวัตถุประสงค์ของบทเรียนส่วนนั้นด้วย ข้อมูลดังกล่าวจะนำมาใช้เป็นข้อมูลส่วนหนึ่งในการดำเนินงานพัฒนาออกแบบสร้างอุปกรณ์ทดลอง-สาธิต โดยการกำหนดจุดประสงค์ของอุปกรณ์เพื่อให้คุณลักษณะของอุปกรณ์สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการเรียน

ในขั้นตอนนี้อาจจะกล่าวได้ว่าเป็นขั้นตอนที่จะต้องศึกษาข้อมูลต่างๆ เพื่อให้การออกแบบสร้างอุปกรณ์ทดลอง-สาธิตนั้นเกิดความเป็นจริง สำเร็จผลตามเป้าหมาย ควรจะต้องศึกษาถึงสภาพการณ์ในการเรียนการสอน ศึกษาข้อมูลทางด้านวิชาการในเรื่องนั้น ในบางครั้ง ถ้าหากเรื่องนั้นได้มีการพัฒนาอุปกรณ์มาแล้วโดยผู้อื่น ควรศึกษารายละเอียดต่าง ๆ ด้วย

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

#### 2.4.2 ขั้นตอนงานที่ 2 กำหนดหน้าที่ของอุปกรณ์

จากคำบรรยายคุณลักษณะของอุปกรณ์ที่กำหนดขึ้นในขั้นตอนงานที่ 1 จะนำมาดำเนินการในขั้นตอนงานที่ 2 โดยการวิเคราะห์คำบรรยายดังกล่าว เพื่อค้นหาค่าพื้นฐาน ค่าพื้นฐานต่างๆ ที่ได้จะทำให้ทราบรายการหน้าที่ของอุปกรณ์ อย่างไรก็ตาม เฉพาะค่าพื้นฐานก็อาจจะไม่ได้รายการหน้าที่ครอบคลุมลักษณะของอุปกรณ์ ดังนั้น จึงต้องวิเคราะห์ค่าประกอบสัมพันธ์ด้วย

สรุปได้ว่า ในขั้นตอนงานที่ 2 จะทำให้ได้รายการหน้าที่ของอุปกรณ์ และได้กำหนดตัวรายการหน้าที่เป็นกลางทั่ว ๆ ไป ไม่ระบุเฉพาะเจาะจงว่า ต้องใช้ชิ้นส่วนประกอบของอุปกรณ์แบบใด รูปร่างอย่างไรเพราะจะดำเนินการในขั้นตอนงานที่ 3 ต่อไป

#### 2.4.3 ขั้นตอนงานที่ 3 ศึกษาพิจารณาปัจจัยที่จะทำให้อุปกรณ์ สามารถทำงานได้ตามรายการหน้าที่ที่กำหนด

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

สิ่งที่ต้องกำหนดอาจจะเป็นค่าเขียนสั้น ๆ หรือภาพสเก็ตซ์ง่าย ๆ เพื่อจะใช้เป็นส่วนประกอบของอุปกรณ์ จะต้องพยายามเขียนกำหนดให้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ สำหรับเป็นทางเลือกต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่จะทำการตัดสินใจเลือกในลำดับต่อไป แนวทางที่จะได้ทางเลือกต่าง ๆ คือ การศึกษาพิจารณาในเรื่องลักษณะรูปทรงแบบต่าง ๆ และลักษณะของการเคลื่อนไหวของส่วนประกอบนั้น ๆ

#### 2.4.4 ขั้นตอนงานที่ 4 วิเคราะห์และตัดสินใจเลือกชิ้นส่วนประกอบของอุปกรณ์

ขั้นตอนนี้มีเป้าหมายสำคัญ คือ ต้องการหาผลลัพธ์ที่ดีที่สุดจากทางเลือกต่าง ๆ โดยการวิเคราะห์และตัดสินใจเลือก ซึ่งอาจจะมีวิธีการแตกต่างกันไป การตัดสินใจเลือกมีสิ่งสำคัญคือแนวทางหรือมาตรการในการตัดสินใจเลือกเกณฑ์ โดยทั่วไปเกณฑ์ที่กำหนด ได้แก่ เรื่องประสิทธิภาพในการทำงาน ขนาดรูปร่าง การบำรุงรักษา ความคงทน ราคา เป็นต้น ส่วนน้ำหนักของเกณฑ์แต่ละเกณฑ์แตกต่างกันไป ตามแต่ความสำคัญ หรือจะเน้นหนักในเรื่องใด เช่น จะเน้นทางด้านเทคนิคหรือด้านเศรษฐศาสตร์ การตัดสินใจเลือกจะต้องมีความเที่ยงตรงและน่าเชื่อถือ ในการตัดสินใจเลือกจึงควรประกอบด้วยบุคคลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น ฝ่ายออกแบบ ฝ่ายผลิต ฝ่ายจัดการ เป็นต้น

การพัฒนาอุปกรณ์ซึ่งมีลักษณะประกอบต่าง ๆ จำนวนมาก อาจต้องทำการตัดสินใจเลือกถึงสองขั้นตอนกล่าวคือขั้นตอนแรกตัดสินใจเลือกชิ้นส่วนประกอบแต่ละชิ้น ขั้นตอนที่สองจะต้องวิเคราะห์ความเข้ากันได้หรือประกอบกันได้ของชิ้นส่วนประกอบต่าง ๆ ที่ได้เลือกมา แล้วจึงทำการตัดสินใจเลือกชุดประกอบย่อย ๆ แต่ละชุด

#### 2.4.5 ขั้นตอนงานที่ 5 สร้างต้นแบบและตรวจสอบ

จากผลลัพธ์การตัดสินใจเลือกชิ้นส่วนประกอบในขั้นตอนงานที่ 4 จะต้องนำมาร่างภาพเป็นภาพประกอบต้นแบบโดยคร่าว ๆ หรือจะร่างภาพเป็นแบบง่าย ๆ ก่อน จากนั้นจึงทำการสร้างเป็นต้นแบบ ในบางครั้งขั้นตอนนี้อาจจะต้องมีการประลอง หรือต้องทดลองกลไกหน้าที่ของอุปกรณ์บางอย่าง เพื่อให้การสร้างต้นแบบประสบความสำเร็จ อุปกรณ์สามารถทำงานได้ตามต้องการผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนงานที่ 3 บางครั้งอาจไม่ทำงานได้ตามต้องการ การประลองทดสอบจะทำให้ได้ข้อมูลด้านขนาด ระยะ รูปร่างของอุปกรณ์นี้ด้วย

อุปกรณ์ต้นแบบจะต้องทำการตรวจสอบทางด้านเทคนิคค้นหาข้อมูลบางอย่าง เพื่อให้มั่นใจว่าอุปกรณ์นั้นมีคุณลักษณะตรงตามความต้องการ นอกจากนั้นต้องศึกษาพิจารณาเรื่องแนวทางการผลิตต่อไป รวมทั้งกฎความปลอดภัยต่าง ๆ ด้วยข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้จากการตรวจสอบจะนำไปใช้ประกอบในการเขียนเอกสารประกอบของอุปกรณ์นั้น

#### 2.4.6 ขั้นตอนงานที่ 6 เขียนแบบงาน

ในกรณีที่พัฒนาออกแบบสร้างอุปกรณ์เพียงชิ้นเดียวงานเขียนแบบอาจไม่จำเป็น แต่ถ้าหากจะทำการผลิต หรือต้องการเก็บข้อมูลต่าง ๆ เพื่อประโยชน์ในการดำเนินงานต่อไป งานเขียนแบบนี้จะมีความสำคัญเป็นอย่างมาก

แบบงานจะเป็นข้อมูลสำหรับดำเนินการผลิต ดังนั้น แบบงานของอุปกรณ์จะต้องมีแบบแยกชิ้นจนเป็นชิ้นเดียวที่มีข้อมูลอย่างครบถ้วน สำหรับช่างที่จะทำการผลิตได้ เช่น ขนาด พิกัด ความเผื่อ วัสดุ เป็นต้น นอกจากนั้น ต้องมีข้อมูล หมายเลขแบบ ซึ่งอาจจะแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม คือ แบบรวม แบบประกอบกลุ่มหลัก แบบประกอบกลุ่มย่อย และแบบชิ้นเดียว ระบบในงานเขียนมีความสำคัญต่อการคำนวณราคา การวางแผน การผลิต และการเก็บข้อมูลทางด้านชิ้นส่วนของหน่วยงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.4.7 ขั้นตอนงานที่ 7 การเตรียมเอกสารประกอบ

อุปกรณ์ที่ออกแบบสร้างโดยทั่วไป ควรจะต้องจัดเตรียมเอกสารประกอบ และคู่มือใช้งาน เพื่อให้ผู้ใช้จะได้ใช้อุปกรณ์ได้อย่างถูกต้อง ปลอดภัย สอดคล้องตามจุดประสงค์ในการออกแบบสร้างอุปกรณ์นั้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งอุปกรณ์ที่ออกแบบเพื่อใช้ในการเรียนการสอนจะต้องเตรียมเอกสารประกอบสำหรับใช้ในงานสอนด้วย

ในขั้นตอนงานที่ 5 คือ การสร้างต้นแบบและตรวจสอบจะได้รับข้อมูลส่วนหนึ่งจะนำมาใช้ในการจัดเตรียมเอกสารประกอบ และในภายหลังเมื่อได้ผลผลิตออกมาเป็นอุปกรณ์จริง ๆ แล้วจะต้องนำมาหาข้อมูลต่าง ๆ ต่อไปอีก

เอกสารประกอบที่จะต้องจัดเตรียมอาจจะกำหนดให้มีในลักษณะต่าง ๆ กันตามแต่ความมุ่งหมายของงาน โดยอาจจำแนกออกเป็น 4 ประเภท คือ คู่มือแนะนำการใช้งาน เอกสารประกอบในการศึกษาทดลอง ตำรา ใบบาง แบบฝึกหัด แบบทดสอบ ใบเฉลยของผู้สอน และผู้เรียน เป็นต้น

## 2.5 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 สามารถทราบคุณลักษณะด้านต่าง ๆ โดยการประเมินสื่อการสอนนั้น ซึ่งอาจจะทำควบคู่ในระหว่างกระบวนการออกแบบ หรือเมื่อสิ้นสุดการออกแบบสำเร็จเป็นงานต้นแบบก่อนดำเนินการผลิตออกมาในเชิงพาณิชย์ ในเรื่องการประเมินสื่อมีประเด็นที่จะกล่าวถึงนี้ เหตุผลทำไมต้องประเมินสื่อ ประเมินได้อะไร กระทบเมื่อใด ประเมินในเรื่องอะไร มีวิธีการและเทคนิคอย่างไร ใช้เครื่องมือและเกณฑ์อะไร มีเงื่อนไของค์ประกอบที่ควรคำนึงอะไรบ้าง

### 2.5.1 วัตถุประสงค์ในการประเมินสื่อการสอน

การประเมินสื่อการสอนมีวัตถุประสงค์ดังนี้

1. เพื่อรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับข้อดี ข้อเสีย ในด้านต่าง ๆ ของสื่อการสอน
2. นำข้อมูลที่ได้จากการประเมิน ไปแก้ไขพัฒนาปรับปรุงสื่อการสอนนั้น
3. วางแผนในการพัฒนาสื่อการสอนเพิ่มเติม ให้เกิดความสมบูรณ์ ในการเรียนการสอนตามหัวข้อ หรือสาขาวิชานั้น

### 2.5.2 ประเด็นในการประเมิน

ประเด็นในการประเมินอาจแบ่งออกเป็น 3 ด้าน คือ ด้านเทคนิค ด้านการเรียนการสอน และด้านการพาณิชย์ ในแต่ละประเด็นสามารถแตกออกเป็นประเด็นย่อย การคิดค้นประเด็นต่าง ๆ อาจใช้แผนภูมิปะการัง เป็นเครื่องมือ ร่วมประชุม ระดมความคิด หรืออาจค้นคว้าประเด็นได้จากงานวิจัยต่างๆ ด้านการประเมินสื่อการสอน ประเด็นที่น่าเสนอนี้ เป็นประเด็นหลัก ๆ รวม ๆ สามารถเลือกไปใช้กับสื่อประเภทต่าง ๆ ได้และจะเขียนในลักษณะด้านบวก หรืออุตมคติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.5.3 ประเด็นด้านเทคนิค มีประเด็นด้านต่าง ๆ ดังนี้

1. ขนาดสื่อ
  - ไม่ใหญ่ ไม่เล็ก มีขนาดเหมาะสม สอดคล้องกับมาตรฐาน
  - สะดวกต่อการเก็บรักษา
  - ไม่ใช่เนื้อที่มากเกินไป
2. น้ำหนัก
  - มีน้ำหนักเหมาะสม ขนย้าย นำไปใช้สอน ได้สะดวก
  - ไม่ต้องใช้อุปกรณ์ขนย้าย ผู้สอนนำไปได้ด้วยตนเอง
3. ชิ้นส่วนประกอบ
  - ทำหน้าที่ได้ถูกต้องแม่นยำ
  - นอกจากทำหน้าที่หลัก สามารถทำหน้าที่รอง
  - มีรูปร่างง่ายต่อการผลิต
  - เป็นมาตรฐาน หาอะไหล่ง่าย
  - มีจำนวนชิ้นไม่มาก
  - การเคลื่อนที่ ขอชิ้นส่วน มั่นคง
  - รูปร่างมีความแข็งแรงคงทน
  - มีอายุการใช้งานเหมาะสม
  - มีความเรียบร้อยสวยงาม
4. ชนิดวัสดุ
  - มีคุณสมบัติเหมาะสมกับประเภทสื่อ
  - เป็นวัสดุหาง่าย
  - คุณสมบัติวัสดุ มีความแข็งแรงคงทน
  - ราคาไม่แพง
  - ทนต่อความร้อน ฝุ่น ความชื้น
  - ไม่เป็นอันตรายต่อผู้ใช้ และตัวสื่อ
5. การดูแลรักษา
  - ง่ายต่อการดูแลรักษา และซ่อมบำรุง
  - มีระบบการจัดเก็บ การจัดจำแนก
  - มีถุง ซอง กล่อง ในการจัดเก็บ
  - มีระบบการเบิก ยืม ที่มีประสิทธิภาพ
  - ไม่สิ้นเปลือง ค่าใช้จ่ายในการดูแลรักษา
6. กระบวนการผลิต
  - ผลิตง่าย ใช้เครื่องมือง่าย ๆ
  - มีระบบแบบงาน ระบบมาตรฐานวัสดุ (หมายเลขวัสดุ)
  - ผลิตออกมาเรียบร้อยสวยงาม
  - สอดคล้องตามหลักการ สามารถใช้สอนกับวิธีการต่าง ๆ
  - นำความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมาใช้
  - ชิ้นงานออกมา มีขนาด คุณภาพผิวงาน มีความละเอียดสูง
  - สามารถเป็นต้นแบบในการผลิตเชิงพาณิชย์
7. มาตรฐาน
  - สอดคล้องกับมาตรฐานในหน่วยงาน
  - มีความเป็นสากล
  - มี Format
8. ความปลอดภัย
  - มีความปลอดภัยต่อผู้ใช้ และต่อสื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนี้

## 2.5.4 ประเด็นทางด้านการเรียนการสอน จะเกี่ยวข้องกับผู้สอน ผู้เรียน และตัวสื่อเอง

1. ต่อผู้สอน
  - ใช้ง่าย
  - ใช้เวลาในการสอนน้อย
  - ไม่มีความจำเป็นต้องฝึกอบรมด้านการใช้
  - สอดคล้อง ตามรายการวัตถุประสงค์ และเนื้อหาวิชา
  - มีคู่มือการสอน สำหรับครู
2. ต่อผู้เรียน
  - เข้าใจง่าย
  - สอดคล้องกับพื้นฐานความรู้ และประสบการณ์
  - ผู้เรียนเกิดความเข้าใจ น่าสนใจ อยากเรียน
  - กระตุ้นให้ค้นคว้า และประสบการณ์
  - เกิดความคิดสร้างสรรค์
  - สามารถนำไปประยุกต์แก้ปัญหา
  - ช่วยส่งเสริมกิจกรรมการเรียน
  - มีคู่มือผู้เรียน
3. ต่อสื่อการสอน
  - เป็นสื่อการสอนที่มีความสำคัญต่อเนื้อหา นั้น และควรมีอย่างยิง
  - มีความสำคัญต่อการเรียนรู้
  - มีเนื้อหาสาระที่ทันสมัย ตามวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
  - สามารถนำไปใช้สอนในหัวเรื่องอื่นได้ด้วย
  - ให้เนื้อหาสาระชัดเจน ในตัว ไม่ต้องอธิบายเพิ่มเติมมาก
  - ใช้เวลาในการประกอบน้อย
  - ไม่ต้องใช้อุปกรณ์อื่นประกอบช่วย
  - มีคู่มือคำแนะนำในการใช้ การดูแลรักษา
  - ต้องมี Software ประกอบ
  - ตัวอักษร สี สัน พอร์ม Format ชัดเจน

## 2.5.5 เกณฑ์ในการประเมินสื่อการเรียนการสอน

เมื่อกำหนดประเด็นต่าง ๆ ที่จะประเมินสื่อแล้วต้องมากำหนดเกณฑ์ในการประเมิน ซึ่งมีสิ่ง ที่ควรพิจารณาดังนี้

1. เกณฑ์ที่กำหนดจะเน้นคุณลักษณะไปด้านใด เช่น ด้านเทคนิค ด้านการเรียนการสอน หรือด้านพาณิชย์ หรือจะให้น้ำหนักเท่ากันทั้ง 3 ด้าน เป็นต้น
2. ในแต่ละประเด็นอาจจะประเมินโดยการทำเป็นรายการตรวจสอบ (Check List) เช่น ว่าง่าย/ไม่ง่าย มี/ไม่มี มีคำตอบให้เลือก สองทางเลือก อีกลักษณะหนึ่งเป็นการให้ความคิดเห็นว่า คุณลักษณะด้านนั้น ๆ ดีมาก ดี พอใช้ ใช้ไม่ได้ เป็นต้น
3. จากผลการประเมินในข้อ 2) นำมาประมวลผล โดยใช้หลักการทางสถิติ เป็นร้อยละ หรือเปอร์เซ็นต์ ในแต่ละประเด็น หรือลักษณะภาพรวม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การประเมินจะขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ นอกจากจากนั้นค่าที่ได้ควรมีความเชื่อมั่นเที่ยงตรง มีเป้าหมาย มีความชัดเจน น่าเชื่อถือ สามารถคำนวณและปฏิบัติ หน่วยงานหรือ ทีมงาน จะต้องกำหนดเกณฑ์เพื่อจะประเมินสื่อการสอนได้ผลสำเร็จตามเป้าหมาย

### 2.5.6 องค์ประกอบในการประเมินสื่อ

นอกจากการกำหนดเกณฑ์แล้ว ควรคำนึงถึงองค์ประกอบในการประเมินสื่อซึ่งมีหลายประการได้แก่

1. เครื่องมือ เป็นเอกสารหรืออุปกรณ์ที่สามารถบันทึกแสดงข้อมูลที่จะได้จากการประเมินสื่อว่าอยู่ในระดับใด ควรมีการทดลองใช้ วิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่น ค่าความเที่ยงตรง มีการพัฒนาปรับปรุงเครื่องมือให้เหมาะสม
2. วิธีการ การประเมินทำได้โดยการกำหนดประเด็นต่าง ๆ แล้วให้คะแนนในประเด็นนั้น ๆ วิธีการประเมินโดยใช้ความรู้สึกอาจขาดความเชื่อถือ มีคำแนะนำขั้นตอนในการประเมิน
3. เกณฑ์ กำหนดระดับค่าคะแนนว่าระดับใดที่จะยอมรับได้ ขึ้นกับเป้าหมายว่าต้องการเน้นด้านใด หน่วยงานเอกชนอาจมุ่งทางการค้า หน่วยงานการศึกษาอาจมุ่งด้านการเรียนการสอน
4. ผู้ประเมิน ทำหน้าที่ใช้เครื่องมือประเมิน อาจเป็นบุคคลภายในและภายนอกหน่วยงาน เป็นผู้เชี่ยวชาญมีประสบการณ์และมีจำนวนเหมาะสม มาจากหลาย ๆ ฝ่ายเช่น ฝ่ายตลาด ฝ่ายผลิต มีความเข้าใจในวิธีประเมิน
5. ผู้สอน ผู้ที่ทำหน้าที่สอนโดยใช้สื่อการสอนนั้นเป็นตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับประเด็นการประเมิน ที่ผู้ประเมินมีข้อมูลเกี่ยวกับผู้สอนอย่างไร
6. ผู้เรียน ผู้ประเมินหรือแบบประเมินมีประเด็นที่เกี่ยวข้องกับผู้เรียนอย่างไร คาดการณ์ว่าผู้เรียนจะมีพื้นฐาน มีความรู้ ประสบการณ์เพียงใด และต้องการคาดหวังต่อผู้เรียนอย่างไร
7. เนื้อหาวิชาเป็นสาขาวิชาใดมีรายการ วัตถุประสงค์ของบทเรียนอย่างไร
8. ประเภทของสื่อ สื่อมีความแตกต่างกันหลายประเภท เช่น เอกสารสิ่งพิมพ์ แผ่นใส แผ่นภาพ อุปกรณ์ทดลองสาธิต แผ่นดิสก์ ซีดีเป็นต้น ประเด็นการประเมินก็จะแตกต่างกัน

## 2.6 การหาประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2556 : 6-19) การผลิตสื่อหรือชุดการสอนนั้น ก่อนนำไปใช้จริงจะต้องนำสื่อหรือชุดการสอนที่ผลิตขึ้นไปทดสอบประสิทธิภาพเพื่อดูว่าสื่อหรือชุดการสอนทำให้ผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นหรือไม่ มีประสิทธิภาพในการช่วยให้กระบวนการเรียนการสอนดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพเพียงใด มีความสัมพันธ์หรือไม่ และผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนจากสื่อหรือชุดการสอนในระดับใด ดังนั้นผู้ผลิตสื่อการสอนจำเป็นต้องจะนำสื่อหรือชุดการสอนไปหาคุณภาพเรียกว่า การทดสอบประสิทธิภาพ

### 2.6.1 ความหมายของการทดสอบประสิทธิภาพ

#### 1. ความหมายของประสิทธิภาพ

ประสิทธิภาพ (Efficiency) หมายถึง สภาวะหรือคุณภาพของสมรรถนะในการดำเนินงาน เพื่อให้งานมีความสำเร็จโดยใช้เวลา ความพยายาม และค่าใช้จ่ายค้ำค่าที่สุดตามจุดมุ่งหมายที่กำหนด เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไว้ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ โดยกำหนดเป็นอัตราส่วนหรือ ร้อยละระหว่างปัจจัยนำเข้ากระบวนการและผลลัพธ์ (Ratio Between Input, Process and Output) ประสิทธิภาพเน้นการดำเนินการ ที่ถูกต้องหรือกระทำการใด ๆ อย่างถูกวิธี (Doing the Thing Right)

## 2. ความหมายของการทดสอบประสิทธิภาพ

การทดสอบประสิทธิภาพของสื่อหรือชุดการสอน จึงหมายถึงการหาคุณภาพของสื่อหรือชุดการสอน โดยพิจารณาตามขั้นตอนของการพัฒนาสื่อหรือชุดการสอนแต่ละขั้นตรงกับภาษาอังกฤษว่า “Developmental Testing” คือ การทดสอบคุณภาพตามพัฒนาการของการผลิตสื่อ หรือชุดการสอนตามลำดับขั้น เพื่อตรวจสอบคุณภาพของแต่ละองค์ประกอบของต้นแบบชิ้นงาน ให้ดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ

สำหรับการผลิตสื่อและชุดการสอน การทดสอบประสิทธิภาพ หมายถึง การนำสื่อหรือชุดการสอนไปทดสอบด้วยกระบวนการสองขั้นตอน คือ การทดสอบประสิทธิภาพใช้เบื้องต้น (Try Out) และทดสอบประสิทธิภาพสอนจริง (Trial Run) เพื่อหาคุณภาพของสื่อตามขั้นตอนที่กำหนดใน 3 ประเด็น คือ การทำให้ผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้น การช่วยให้ผู้เรียนผ่านกระบวนการเรียนและทำแบบ ประเมินสุดท้ายได้ดี และการทำให้ผู้เรียนมีความพึงพอใจนำผลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไข ก่อนที่จะผลิตออกมาเผยแพร่เป็นจำนวนมาก

## 3. การทดสอบประสิทธิภาพใช้เบื้องต้น

เป็นการนำสื่อหรือชุดการสอนที่ผลิตขึ้น เป็นต้นแบบ (Prototype) แล้วไปทดสอบประสิทธิภาพใช้ตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ในแต่ละระบบ เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพของสื่อหรือชุดการสอนให้เท่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้และปรับปรุงจนถึงเกณฑ์

## 4. การทดสอบประสิทธิภาพสอนจริง

หมายถึง การนำสื่อหรือชุดการสอนที่ได้ ทดสอบประสิทธิภาพใช้และปรับปรุงจนได้คุณภาพ ถึงเกณฑ์แล้วของแต่ละหน่วย ทุกหน่วยในแต่ละวิชาไปสอนจริงในชั้นเรียนหรือในสถานการณ์การเรียนที่แท้จริงในช่วงเวลาหนึ่ง อาทิ 1 ภาคการศึกษาเป็นอย่างน้อย เพื่อตรวจสอบคุณภาพเป็นครั้งสุดท้ายก่อนนำไปเผยแพร่และผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก

การทดสอบประสิทธิภาพทั้งสองขั้นตอน จะต้องผ่านการวิจัยเชิงวิจัยและพัฒนา (Research and Development-R&D) โดยต้องดำเนินการวิจัยในขั้นทดสอบประสิทธิภาพเบื้องต้น และอาจทดสอบประสิทธิภาพซ้ำในขั้นทดสอบประสิทธิภาพใช้จริง

## 2.6.2 ความจำเป็นที่จะต้องหาประสิทธิภาพ

การทดสอบประสิทธิภาพของสื่อหรือชุด การสอนมีความจำเป็นด้วยเหตุผล 3 ประการ คือ

### 1. สำหรับหน่วยงานผลิตสื่อหรือชุดการสอน

การทดสอบประสิทธิภาพช่วยประกันคุณภาพ ของสื่อหรือชุดการสอนว่าอยู่ในขั้นสูงเหมาะสมที่จะ ลงทุนผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก หากไม่มีการทดสอบ ประสิทธิภาพเสียก่อนแล้วเมื่อผลิตออกมาใช้ประโยชน์ ไม่ได้ดีจะต้องผลิตหรือทำชิ้นใหม่เป็นการสิ้นเปลือง ทั้งเวลา แรงงาน และเงินทอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2. สำหรับผู้ใช้สื่อหรือชุดการสอน

สื่อหรือชุดการสอนที่ผ่านการทดสอบประสิทธิภาพ จะทำหน้าที่เป็นเครื่องมือช่วยสอนได้ดี ในการสร้างสภาพการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้เปลี่ยนแปลงพฤติกรรมตามที่มุ่งหวัง บางครั้งชุดการสอนต้องช่วยครูสอน ดังนั้น ก่อนนำสื่อหรือชุดการสอนไปใช้ ครูจึงควรมั่นใจว่าชุดการสอนนั้นมีประสิทธิภาพ ในการช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนจริง การทดสอบประสิทธิภาพตามลำดับขั้นจะช่วยให้เราได้สื่อหรือชุดการสอนที่มีคุณค่าทางการสอนจริงตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

## 3. สำหรับผู้ผลิตสื่อหรือชุดการสอน

การทดสอบประสิทธิภาพทำให้ผู้ผลิตมั่นใจได้ว่าเนื้อหาสาระที่บรรจุลงในสื่อหรือชุดการสอนมีความเหมาะสม ง่ายต่อการเข้าใจ อันจะช่วยให้ผู้ผลิตมีความชำนาญสูงขึ้น เป็นการประหยัด แรงสมอง แรงงาน เวลาและเงินทองในการเตรียมต้นแบบ

### 2.6.3 การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ

#### 1. ความหมายของเกณฑ์ (Criterion)

เกณฑ์เป็นขีดกำหนดที่จะยอมรับว่าสิ่งใดหรือพฤติกรรมใดมีคุณภาพและหรือปริมาณที่จะรับได้ การตั้งเกณฑ์ต้องตั้งไว้ครั้งแรกครั้งเดียว เพื่อจะปรับปรุงคุณภาพให้ถึงเกณฑ์ขั้นต่ำที่ตั้งไว้ จะตั้งเกณฑ์การทดสอบประสิทธิภาพไว้ต่างกันไม่ได้ ดังนั้น หากการทดสอบคุณภาพของสิ่งใดหรือพฤติกรรมใดได้ผลสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 หรืออนุโลมให้มีความคลาดเคลื่อนต่ำหรือสูงกว่าค่าประสิทธิภาพที่ตั้งไว้เกิน 2.5 ให้ปรับเกณฑ์ขึ้นไปอีกหนึ่งขั้น แต่หากได้ค่าต่ำกว่าค่าประสิทธิภาพที่ตั้งไว้ ต้องปรับปรุงและนำไปทดสอบ ประสิทธิภาพใช้หลายครั้งในภาคสนามจนได้ค่าถึงเกณฑ์ที่กำหนด

2. ความหมายของเกณฑ์ประสิทธิภาพ หมายถึง ระดับประสิทธิภาพของสื่อหรือชุดการสอนที่จะช่วยผู้เรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม เป็นระดับที่ผลิตสื่อหรือชุดการสอนจะพึงพอใจ ว่า หากสื่อหรือชุดการสอนมีประสิทธิภาพถึงระดับนั้นแล้ว สื่อหรือชุดการสอนนั้นมีคุณค่าที่จะนำไปสอนนักเรียนและคุ้มแก่การลงทุนผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพกระทำ ได้โดยการประเมินผลพฤติกรรมของผู้เรียน 2 ประเภท คือ พฤติกรรมต่อเนื่อง (กระบวนการ) กำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น  $E_1 = \text{Efficiency of Process}$  (ประสิทธิภาพของกระบวนการ) และ พฤติกรรมสุดท้าย (ผลลัพธ์) กำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น  $E_2 = \text{Efficiency of Product}$  (ประสิทธิภาพของผลลัพธ์)

2.1 ประเมินพฤติกรรมต่อเนื่อง (Transitional Behavior) คือ ประเมินผลต่อเนื่อง ซึ่งประกอบด้วยพฤติกรรมย่อยของผู้เรียน เรียกว่า “กระบวนการ” (Process) ที่เกิดจากการประกอบกิจกรรมกลุ่ม ได้แก่ การทำโครงการ หรือทำรายงานเป็นกลุ่มและรายงานบุคคล ได้แก่งานที่มอบหมาย และกิจกรรมอื่นใดที่ผู้สอนกำหนดไว้

2.2 ประเมินพฤติกรรมสุดท้าย (Terminal Behavior) คือ ประเมินผลลัพธ์ (Product) ของผู้เรียน โดยพิจารณาจากการสอบหลังเรียนและการสอบไล่ ประสิทธิภาพของสื่อหรือชุดการสอน จะกำหนดเป็นเกณฑ์ที่ผู้สอนคาดหวังว่าผู้เรียนจะเปลี่ยนพฤติกรรมเป็นที่พึงพอใจ โดยกำหนดให้

ของผลเฉลี่ยของคะแนนการทำงานและการประกอบกิจกรรมของผู้เรียนทั้งหมดต่อร้อยละของผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้โดยไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การประเมินหลังเรียนทั้งหมด นั่นคือ  $E_1/E_2 =$  ประสิทธิภาพของกระบวนการ/ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

#### 2.6.4. วิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพ

วิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพ กระทำได้ 2 วิธี คือ โดยใช้สูตร

สูตรที่ 1

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

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

สูตรที่ 2

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

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

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

#### 2.6.5 การเลือกนักเรียนมาทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน

นักเรียนที่ผู้สอนจะเลือกมาทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน ควรเป็นตัวแทนของนักเรียนที่เราจะนำสื่อหรือชุดการสอนนั้นไปใช้ ดังนั้นจึงควรพิจารณาประเด็นต่อไปนี้

1. สำหรับการทดสอบประสิทธิภาพ แบบเดี่ยว (1 : 1) เป็นการทดสอบประสิทธิภาพที่ครู 1 คน ต่อเด็ก 1-3 คน ให้ทดสอบประสิทธิภาพกับเด็กก่อนเสียก่อน ทำการปรับปรุงแล้วนำไปทดสอบ ประสิทธิภาพกับเด็กปานกลาง และนำไปทดสอบประสิทธิภาพกับเด็กเก่ง อย่างไรก็ตาม หากเวลาไม่อำนวยและสภาพการณ์ไม่เหมาะสม ให้ทดสอบประสิทธิภาพกับเด็กอ่อนหรือเด็กปานกลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตเห็นไปใช้ประโยชน์ด้านการศึกษาไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยไม่ต้องทดสอบประสิทธิภาพกับเด็กเก่งก็ได้แต่การ ทดสอบประสิทธิภาพกับเด็กทั้งสามระดับ จะเป็นการสะท้อนธรรมชาติการเรียนรู้ที่แท้จริง ที่เด็กเก่ง กลาง อ่อนจะได้ช่วยเหลือกัน เพราะเด็ก อ่อนบางคนอาจจะเก่งในเรื่องที่เด็กเก่งทำไม่ได้

2. สำหรับการทดสอบประสิทธิภาพ แบบกลุ่ม (1 : 10) เป็นการทดสอบประสิทธิภาพที่ ครู 1 คนทดสอบประสิทธิภาพกับเด็ก 6-12 คน โดยให้มีผู้เรียนคละกันทั้งเด็กเก่ง ปานกลาง เด็กอ่อน ห้ามทดสอบประสิทธิภาพกับเด็กอ่อนล้วน หรือเด็กเก่งล้วน ขณะทำการทดสอบประสิทธิภาพ ผู้สอน จะต้องจับเวลาด้วยว่ากิจกรรมแต่ละกลุ่มใช้เวลาเท่าไร ทั้งนี้ เพื่อให้ทุกกลุ่มกิจกรรมใช้เวลาใกล้เคียง กัน

3. การทดสอบประสิทธิภาพภาคสนาม (1 : 100) เป็นการทดสอบประสิทธิภาพที่ ครู 1 คน ทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอนกับผู้เรียนทั้งชั้น (ปกติให้ใช้กับผู้เรียน 30 คน แต่ใน สถานศึกษาขนาดเล็กอนุโลมให้ใช้กับผู้เรียน 15 คนขึ้นไป) ระหว่างทดสอบประสิทธิภาพให้จับเวลาใน การประกอบกิจกรรม สังเกตพฤติกรรมของผู้เรียน หลังจากทดสอบประสิทธิภาพภาคสนามแล้วให้ ประเมินการเรียนรู้จากกระบวนการ คือ กิจกรรมหรือภาระกิจและงานที่มอบหมายให้ทำและทดสอบ หลังเรียน นำมาหาประสิทธิภาพ

## 2.7 การหาคุณภาพของเครื่องมือวัดผล

การหาคุณภาพของเครื่องมือวัดผลได้แนวคิดมาจากพิชิต ฤทธิ์จรูญ (2551 : 135-160) เครื่องมือวัดผลเป็นชุดของสิ่งเร้าที่ใช้วัดพฤติกรรม หรือคุณลักษณะของคน สัตว์ หรือสิ่งของเพื่อให้ได้ ข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมหรือคุณลักษณะของสิ่งนั้นตามที่ต้องการ ในงานวิจัยนี้หาคุณภาพเครื่องมือโดยใช้วิธีดังนี้

### 2.7.1 ความเที่ยงตรง

ความเที่ยงตรงหรือความตรง (Validity) เป็นคุณสมบัติของเครื่องมือที่สามารถวัดได้ตาม วัตถุประสงค์ที่ต้องการวัด ความเที่ยงตรงที่ใช้ในงานวิจัยนี้คือ ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) หมายถึง คุณสมบัติของข้อคำถามที่สามารถวัดได้ตรงตามเนื้อหาและพฤติกรรมที่ต้องการวัด และเมื่อรวบรวมข้อคำถามทุกข้อเป็นเครื่องมือทั้งฉบับจะต้องวัดได้ครอบคลุมเนื้อหาและพฤติกรรม ทั้งหมดที่ต้องการวัดด้วย ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาเป็นคุณสมบัติที่สำคัญที่สุด โดยเฉพาะแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ เพราะแบบทดสอบที่มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาต่านักเรียนไม่สามารถแสดงความรู้หรือ พฤติกรรมที่เขามีอยู่ได้ เพราะความรู้หรือพฤติกรรมที่เขามีอยู่ไม่ได้ถูกวัด ข้อสอบวัดในสิ่งที่ครูไม่ได้ สอน หรือครูสอนแต่ไม่ได้วัด ผลที่ตามมาคือผู้สอบตอบข้อสอบไม่ถูกเป็นส่วนใหญ่ส่งผลให้คะแนนที่ได้ จากการวัดครั้งนั้น ๆ ขาดความเชื่อถือ วัดในสิ่งที่ต้องการจะวัดจริง ๆ ไม่ได้และเมื่อนำผลการวัดครั้งนั้น ๆ ไปประเมินผล ผลการประเมินครั้งนั้น ๆ ก็ขาดความเชื่อถือตามไปด้วยมีวิธีการตรวจสอบดังนี้

1. การตรวจสอบว่าข้อคำถามในแบบทดสอบมีความเป็นตัวแทนของเนื้อหาหรือ ครอบคลุมเนื้อหาที่ต้องการจะวัดหรือไม่ และตรวจสอบความสอดคล้องของเนื้อหาที่แบ่งเป็นหมวด หรือหน่วยย่อย ๆ โดยทั่วไปจะพิจารณาจากน้ำหนักของพฤติกรรมที่จะวัดกับจำนวนข้อคำถามใน พฤติกรรมนั้นซึ่งดูจากตารางวิเคราะห์หลักสูตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

-1	เมื่อแน่ใจว่า	ข้อคำถามนั้นไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์
0	เมื่อไม่แน่ใจว่า	ข้อคำถามนั้นสอดคล้องกับจุดประสงค์
+1	เมื่อแน่ใจว่า	ข้อคำถามนั้นสอดคล้องกับจุดประสงค์

จากนั้นนำคะแนนผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญมาหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์โดยใช้สูตรของโรวินेलลี และแฮมเบิลตัน ดังนี้ (Rowinelli and Hambleton 1977 อ้างถึงใน ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ 2539 : 249)

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

เมื่อ IOC แทน ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์

$\sum R$  แทน ผลรวมของคะแนนการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

โดยใช้เกณฑ์การคัดเลือกข้อคำถามดังนี้

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

### 2.7.2 ความยากง่าย

ความยากง่ายเป็นคุณสมบัติของข้อสอบที่บอกให้ทราบว่าข้อสอบข้อนั้นมีคนตอบถูกมากหรือน้อย ถ้ามีคนตอบถูกมากข้อสอบนั้นง่ายและถ้ามีคนตอบถูกน้อยข้อสอบนั้นยาก ถ้ามีคนตอบถูกบ้างผิดบ้างหรือมีตอบถูกปานกลางข้อสอบข้อนั้นมีความยากปานกลาง ข้อสอบที่ดีควรมีความยากง่ายพอเหมาะควรมีคนตอบถูกไม่ต่ำกว่า 20 คนและไม่เกิน 80 คน จากผู้สอบ 100 คน ค่าความยากง่ายหาได้โดยการนำจำนวนคนที่ตอบถูกหารด้วยจำนวนคนที่ตอบทั้งหมด

การวิเคราะห์ข้อสอบแบบอิงกลุ่ม

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	แทน	ค่าความยากง่าย
	$P_H$	แทน	จำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มสูง
	$P_L$	แทน	จำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ
	n	แทน	จำนวนคนในกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ

เกณฑ์การพิจารณาความยากง่าย

ค่าความยากง่ายมีค่าตั้งแต่ 0.00 ถึง 1.00 โดยทั่วไปข้อสอบที่มีความยากพอเหมาะควรมีค่าความยากตั้งแต่ 0.20-0.80 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

$0.80 < P \leq 1.00$	แสดงว่า	เป็นข้อสอบง่ายมาก ควรตัดทิ้งหรือปรับปรุง
$0.60 < P \leq 0.80$	แสดงว่า	เป็นข้อสอบค่อนข้างง่าย (ดี)
$0.40 < P \leq 0.60$	แสดงว่า	เป็นข้อสอบยากง่ายปานกลาง (ดีมาก)
$0.20 < P \leq 0.40$	แสดงว่า	เป็นข้อสอบค่อนข้างยาก (ดี)
$0.00 < P \leq 0.02$	แสดงว่า	เป็นข้อสอบยากมาก ควรตัดทิ้งหรือปรับปรุง

#### 2.7.4 อำนาจจำแนก

อำนาจจำแนก (Discrimination) เป็นคุณสมบัติของข้อสอบที่สามารถจำแนกผู้เรียนได้ตามความแตกต่างของบุคคลว่าใครเก่ง ปานกลาง อ่อน ใครรอบรู้-ไม่รอบรู้ โดยยึดหลักการว่าคนเก่งจะต้องตอบข้อสอบข้อนั้นถูก คนไม่เก่งจะต้องตอบผิด ข้อสอบที่ดีจะต้องแยกคนเก่งกับคนไม่เก่งออกจากกันได้ อำนาจจำแนกมีความสัมพันธ์กับความเที่ยงตรงเชิงสภาพในทางบวก กล่าวคือ ถ้าเครื่องมือใดมีอำนาจจำแนกสูง เครื่องมือนั้นจะมีความเที่ยงตรงเชิงสภาพสูงด้วย

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

เมื่อ	r	แทน	ค่าความจำแนก
	$P_H$	แทน	จำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มสูง
	$P_L$	แทน	จำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ
	n	แทน	จำนวนคนในกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ

เกณฑ์การพิจารณาค่าอำนาจจำแนก

ค่าอำนาจจำแนกมีค่าตั้งแต่ -1.00 ถึง +1.00 ข้อสอบที่ดีควรมีอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป ส่วนค่าอื่น ๆ มีความหมายดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$0.40 \leq r \leq 1.00$  แสดงว่า จำแนกได้ดีเป็นข้อสอบที่ดี

$0.30 \leq r \leq 0.39$  แสดงว่า จำแนกได้เป็นข้อสอบที่ดีพอสมควรอาจต้องปรับปรุงบ้าง

$0.20 \leq r \leq 0.29$  แสดงว่า จำแนกพอใช้ได้ แต่ต้องปรับปรุง

$-1.00 \leq r \leq 0.19$  แสดงว่า ไม่สามารถจำแนกได้ต้องปรับปรุงใหม่หรือตัดทิ้ง

ถ้า  $r$  มีค่าเป็นลบหรือน้อยกว่า 0 แสดงว่า ข้อสอบนั้นจำแนกกลับ แสดงว่าคนเก่งทำไม่ได้ คนอ่อนทำได้ ต้องปรับปรุงใหม่หรือตัดทิ้ง

### 2.7.5 ความเชื่อถือได้

การหาค่าความเชื่อถือได้ ๆ แนวคิดมาจากพรณี ลีกิจวัฒน์ (2553 : 114-116) ความเชื่อถือได้ (reliability) คือ คุณสมบัติของเครื่องมือวัดที่สามารถวัดได้คงที่หรือสม่ำเสมอ ความเชื่อถือได้ของเครื่องมือวัดอาจจำแนกออกเป็น 3 ลักษณะ คือ ความเชื่อถือได้แบบความคงที่ ความเชื่อถือได้แบบความเท่าเทียมกัน และความเชื่อถือได้แบบความสอดคล้องภายใน

1. ความเชื่อถือได้แบบความคงที่ (stability) คือ คุณสมบัติของเครื่องมือที่สามารถวัดได้คงที่ไม่ว่าจะวัดกี่ครั้ง (ในกรณีสิ่งทีวัดคงที่) ตรวจสอบได้โดยวิธีการวัดซ้ำ (test-retest method)

2. ความเชื่อถือได้แบบความเท่าเทียมกัน (equivalence) คือ คุณสมบัติของเครื่องมือวัดที่สามารถวัดได้เท่าเทียมกันกับเครื่องมือวัดฉบับอื่น ๆ ตรวจสอบได้โดยวิธีการใช้แบบทดสอบคู่ขนาน (parallel-form method)

3. ความเชื่อถือได้แบบความสอดคล้องภายใน (internal consistency) คือ คุณสมบัติของเครื่องมือวัดที่มีความสม่ำเสมอสอดคล้องกันภายในเครื่องมือฉบับเดียว ตรวจสอบได้โดยการนำเครื่องมือไปใช้วัดเพียงครั้งเดียวกับกลุ่มเดียว และวิธีการหาความเชื่อถือได้หลายวิธี ได้แก่ วิธีแบ่งครึ่ง วิธีของ Kuder-Richardson วิธีของ Cronbach และวิธีของ Kendall

#### วิธีของ Kuder-Richardson

เป็นวิธีการหาความเชื่อถือได้แบบความสอดคล้องภายใน เป็นวิธีที่ทำการวัดเพียงครั้งเดียว แล้วนำคะแนนมาวิเคราะห์โดยใช้สูตรของ Kuder-Richardson ซึ่งมี 2 สูตร คือ KR 20 และ KR 21 ใช้เครื่องมือวัดที่มีการให้คะแนน 0, 1 คือ ผิดให้ 0 ถูกให้ 1

สูตร KR 20 เป็นสูตรดั้งเดิม ซึ่งจะต้องมีการหาสัดส่วนของผู้ตอบถูกและผู้ตอบผิดของแต่ละข้อ

สูตร KR 21 เป็นสูตรที่ดัดแปลงจากสูตร KR 20 คำนวณสะดวกกว่าสูตร KR 20 ไม่ต้องหาสัดส่วนของผู้ตอบถูกและผู้ตอบผิดของแต่ละข้อ แต่ควรมีความยากง่ายของคำถามแต่ละข้อเท่า ๆ กัน รายละเอียดของแต่ละสูตร มีดังนี้

$$\text{สูตร KR 20} \quad r_{tt} = \frac{k}{k-1} \left( 1 - \frac{\sum pq}{s^2} \right) \quad (2.6)$$

เมื่อ	$r_{tt}$	คือ ค่าความเชื่อถือได้
	$k$	คือ จำนวนข้อของเครื่องมือวัด
	$\Sigma$	คือ ผลรวม
	$p$	คือ สัดส่วนของผู้ตอบถูกในแต่ละข้อ
	$q$	คือ สัดส่วนของผู้ตอบผิดในแต่ละข้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ใดเห็นนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\text{สูตร KR 21} \quad r_{tt} = \frac{k}{k-1} \left( 1 - \frac{\bar{X}(k-\bar{X})}{s^2} \right) \quad (2.7)$$

เมื่อ	$r_{tt}$	คือ ค่าความเชื่อถือได้
	$k$	คือ จำนวนข้อของเครื่องมือวัด
	$\bar{X}$	คือ ค่าเฉลี่ยของคะแนนทั้งหมด
	$s^2$	คือ ความแปรปรวนของคะแนนทั้งหมด

ค่าความเชื่อถือได้ที่กล่าวมานั้น เป็นตัวเลขที่อยู่ในรูปสัดส่วน มีค่าสูงสุดเท่ากับ 1 ค่าความเชื่อถือได้ที่พึงประสงค์คือค่าสูง ๆ ที่ใกล้ 1.00 คือประมาณ .80 ขึ้นไป

## 2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ปฏิภาณ สำเนียง (2556 : 49) ได้ทำการวิจัยชุดฝึกปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2546 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและพัฒนา ชุดฝึกปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2546 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาที่มีคุณภาพ และเพื่อหาประสิทธิภาพของ ชุดฝึกปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2546 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ผลการวิจัยคุณภาพของชุดฝึกปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2546 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ด้านเนื้อหาและใบงาน อยู่ในระดับดีมากโดยมีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.55 ด้านผลผลิตอยู่ในระดับดีมาก โดยมียุทธศาสตร์รวมเท่ากับ 4.60 และผลการทดสอบหาประสิทธิภาพของชุดฝึกปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2546 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ E1/E2 เท่ากับ 81.82/82.15 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 ที่ตั้งสมมติฐานไว้

อชนิษฐ เครืออนันต์ (2551 : 51) ได้ทำการวิจัยการพัฒนาใบงานปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาใบงานปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ที่มีคุณภาพ และเพื่อหาประสิทธิภาพของใบงานปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ผลการวิจัยปรากฏว่า คุณภาพใบงานปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ซึ่งประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิแต่ละราย การประเมินจัดอยู่ในเกณฑ์ดีมาก โดยมียุทธศาสตร์เท่ากับ 4.63 และประสิทธิภาพของใบงานปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 7 ใบงาน และคะแนนแบบฝึกหัดหลังการทดลองใบงานละ 3 ข้อ มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 85.76 โดยพิจารณาจากจำนวนผู้เรียนรวมทั้งสิ้น 25 คน มีที่ผ่านเกณฑ์จำนวน 21 คน หรือคิดเป็นร้อยละ 84 ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ใบงานปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 มีคุณภาพและประสิทธิภาพที่จะนำไปใช้ในการเรียนการ

เอกสารนี้สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อนิวรรณ พลรักษ์ (2555 : 59-60) ได้ทำการวิจัยการสร้างและทดสอบประสิทธิภาพชุดฝึกอบรม เรื่องไมโครคอนโทรลเลอร์และการประยุกต์ใช้งานหุ่นยนต์พื้นฐาน มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและทดสอบประสิทธิภาพชุดฝึกอบรมเรื่องไมโครคอนโทรลเลอร์และการประยุกต์ใช้งานหุ่นยนต์พื้นฐาน เพื่อทดสอบความก้าวหน้าในการจัดการฝึกอบรมด้วยชุดฝึกอบรมที่พัฒนาขึ้น และเพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้เข้ารับการฝึกอบรม โดยใช้ชุดฝึกอบรมที่พัฒนาขึ้น ผลการวิจัยพบว่าชุดฝึกอบรมที่สร้างขึ้นทั้ง 5 ด้าน คือ 1) ด้านแผนการฝึกอบรม 2) ด้านคู่มือฝึกอบรม 3) ด้านชุดทดลองหุ่นยนต์พื้นฐาน 4) ด้านโปรแกรมนำเสนอด้วยโปรแกรมไมโครซอฟท์ พาวเวอร์พอยต์ 5) ด้านแบบทดสอบ พบว่าผู้เชี่ยวชาญให้ความเหมาะสมในด้านชุดทดลองหุ่นยนต์พื้นฐานมากที่สุด มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 4.72 และความเหมาะสมของชุดฝึกอบรมทั้งหมด 5 ด้าน ที่ค่าเฉลี่ยร้อยละ 4.75 จากระดับสูงสุดเท่ากับ 5 ซึ่งหมายถึงเครื่องมือที่สร้างขึ้นมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ชุดฝึกอบรมที่สร้างขึ้น มีประสิทธิภาพเท่ากับ 78.16/75.0 ซึ่งถือว่าต่ำกว่าสมมติฐานที่กำหนดไว้ร้อยละ 80/80 และผลการสำรวจความพึงพอใจของผู้เข้ารับการฝึกอบรมที่เข้ารับการฝึกอบรม มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 4.53 หมายถึงมีค่าความพึงพอใจในระดับมากที่สุด ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนดไว้

วีระพล สวัสดิ์วงศ์ (2556 : 35-36) ได้ทำการวิจัยเรื่องชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F913 มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F913 ที่มีคุณภาพ และเพื่อหาประสิทธิภาพของชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F913 ผลการวิจัยพบว่าคุณภาพของชุดทดลอง ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F913 ด้านบอร์ดทดลองโดยภาพรวมที่สร้างขึ้น มีระดับคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดีมาก ค่าเฉลี่ยร้อยละ 4.55 เมื่อพิจารณาแต่ละรายการพบว่า ค่าเฉลี่ยสูงสุด และจัดอยู่ในระดับดีมาก คือ 5.00 ความสะดวกในการดูแลรักษา ในขณะที่ค่าเฉลี่ยต่ำสุด และจัดอยู่ในระดับดี คือ 4.00 ความสะดวกในการเตรียมการทดลอง และความสัมพันธ์ของชุดทดลองกับใบงานทดลอง คุณภาพของชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F913 ด้านเนื้อหาใบงานโดยรวมที่สร้างขึ้น มีระดับคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดีมาก ค่าเฉลี่ยร้อยละ 4.72 เมื่อพิจารณาแต่ละรายการพบว่า ค่าเฉลี่ยสูงสุด และจัดอยู่ในระดับดีมาก คือ 5.00 ความถูกต้องของเนื้อหา ในขณะที่ค่าเฉลี่ยต่ำสุด และจัดอยู่ในระดับดี คือ 4.40 ลำดับชั้นในการนำเสนอเนื้อหา และความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา ประสิทธิภาพของชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F913 ที่สร้างขึ้นนั้น เมื่อนักศึกษาได้ทำการทดลองครบในแต่ละใบงานแล้ว นักศึกษาสามารถทำคะแนนการปฏิบัติใบงานและแบบทดสอบท้ายใบงานระหว่างเรียน ได้คะแนนเฉลี่ย 213.46 คะแนน จากคะแนนเต็ม 256 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 81.53 และทำแบบทดสอบรวมหลังทำการทดลองครบ 8 ใบงานแล้ว ได้คะแนนเฉลี่ย 109.91 คะแนน จากคะแนนเต็ม 130 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 84.33 ดังนั้น ชุดทดลอง PIC16F913 มีประสิทธิภาพหรือ  $E_1/E_2$  เท่ากับ 81.53 / 84.33 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด คือ 80/80

สิทธิชัย อินทร์มั่ง (2558 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่องชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด หาคุณภาพ ประสิทธิภาพและความพึงพอใจ โดยเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด เอกสารประกอบการอบรม ใบงานการปฏิบัติจำนวน 5 ใบงาน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์การฝึกอบรม และแบบประเมินความพึงพอใจ ผลการวิจัยพบว่า ชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด มีคุณภาพด้านเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เทคนิคการผลิตสื่อชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด อยู่ในระดับดี คือ 4.37 ด้านใบงานอยู่ระดับดี คือ 4.35 ประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัดเท่ากับ 81.70/83.48 และความพึงพอใจที่มีต่อชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด อยู่ในระดับพึงพอใจมาก 4.35

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องรวมถึงแนวคิดและทฤษฎีต่าง ๆ ทางด้านชุดฝึกปฏิบัติการและแสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ชุดฝึกปฏิบัติการนั้นจะช่วยให้ผู้เรียนมีความเข้าใจและทักษะที่ดีขึ้น แต่ผู้วิจัยเห็นว่าในปัจจุบันเทคโนโลยีได้มีการเปลี่ยนแปลงและได้มีการพัฒนาบอร์ดไมโคร-คอนโทรลเลอร์ไปมาก อีกทั้งยังไม่มีชุดฝึกปฏิบัติการที่ใช้วิธีการเขียนโปรแกรมด้วยวิธีภาพกราฟิกหรือบล็อกคำสั่งในการควบคุมอุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์ ผู้วิจัยจึงได้พัฒนาชุดฝึกปฏิบัติวิชาไมโคร-คอนโทรลเลอร์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2563 โดยใช้บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์สำเร็จรูปและวิธีการเขียนโปรแกรมด้วยภาพกราฟิกหรือบล็อกคำสั่ง เพื่อให้ผู้เรียนที่กำลังเริ่มต้นเขียนโปรแกรมควบคุมอุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์ ได้ศึกษาเรียนรู้ได้ง่าย มีขั้นตอนการใช้งานที่ไม่ซับซ้อน และสามารถทำให้เกิดแรงบันดาลใจในการเรียนวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์อีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 3

### วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการ เรื่องชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ด โดยได้ดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล
6. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

#### 3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร ที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้เป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 1 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ สาขางานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม วิทยาลัยเทคนิคสัตหีบ ปีการศึกษา 2563 จำนวน 66 คน

กลุ่มตัวอย่าง ที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้เป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 1 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ สาขางานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม (ม.6) วิทยาลัยเทคนิคสัตหีบ ปีการศึกษา 2563 ที่ได้ลงทะเบียนเรียนจำนวน 18 คน ซึ่งได้จากการเลือกแบบเจาะจง

#### 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ ประกอบด้วย

3.2.1 ชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ด ประกอบด้วย ใบงานจำนวน 8 ใบงาน และบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์แบบสำเร็จรูป

3.2.2 แบบประเมินคุณภาพด้านใบงานและด้านบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์แบบสำเร็จรูป

3.2.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.2.4 แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน

3.2.5 แบบประเมินความพึงพอใจของนักศึกษาต่อชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.3 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

#### 3.3.1 การวิเคราะห์เนื้อหาสำหรับงานวิจัย

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลจากคำอธิบายรายวิชาในรายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2563 สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์รวมทั้งงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้ได้เนื้อหาที่เหมาะสมกับระยะเวลาการเรียน และสอดคล้องกับการเลือกใช้ครุภัณฑ์ชุดปฏิบัติเกี่ยวกับวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ ที่สถานศึกษาได้รับ ซึ่งได้เนื้อหาที่สำคัญสำหรับการสร้างใบงานนี้ในหัวข้อดังต่อไปนี้

1. การใช้คำสั่งควบคุมการทำงานและการแสดงผล
2. การใช้คำสั่ง Easy I/O รับส่งค่าอินพุต-เอาต์พุตให้กับ Keyboard
3. การใช้คำสั่ง Easy I/O ควบคุม Keyboard และคำสั่ง Units ควบคุม Relay
4. การใช้ Sensor ทางแสงหรือ Luminosity ควบคุม Motor
5. การใช้ Sensor Temperature, Humidity และ Air Pressure
6. การใช้คำสั่ง Units Servo ควบคุม Servo
7. การใช้คำสั่ง Units RGB LED ควบคุม Matrix
8. การประยุกต์การใช้งาน

#### 3.3.2 การกำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

กำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เพื่อนำไปสร้างชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ด ดังรายละเอียด ตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ตารางวิเคราะห์จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เนื้อหา	จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
1. การใช้คำสั่งควบคุมการทำงานและการแสดงผล	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. บอกวิธีการใช้งานคำสั่งควบคุมการทำงานและแสดงผลได้อย่างถูกต้อง</li> <li>2. อธิบายการทำงานของคำสั่งควบคุมการทำงานและแสดงผลได้อย่างถูกต้อง</li> <li>3. ทดสอบการทำงานของคำสั่งควบคุมการทำงานและแสดงผลร่วมกับอุปกรณ์ได้อย่างถูกต้อง</li> <li>4. เขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานและแสดงผลเพื่อใช้งานร่วมกับคำสั่งอื่น ๆ ได้อย่างถูกต้อง</li> </ol>
2. การใช้คำสั่ง Easy I/O รับส่งค่าอินพุต-เอาต์พุตให้กับ Keyboard	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. อธิบายการทำงานของคำสั่ง Digital Write ได้อย่างถูกต้อง</li> <li>2. อธิบายการทำงานของคำสั่ง Digital Read ได้อย่างถูกต้อง</li> </ol>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

เนื้อหา	จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
	<ol style="list-style-type: none"> <li>เขียนโปรแกรมควบคุมคำสั่งใน Easy I/O เพื่อใช้งานร่วมกับคำสั่งอื่น ๆ ได้อย่างถูกต้อง</li> <li>ทดสอบการทำงานของโปรแกรมร่วมกับอุปกรณ์ Keyboard ได้อย่างถูกต้อง</li> </ol>
3. การใช้คำสั่ง Easy I/O ควบคุม Keyboard และคำสั่ง Units ควบคุม Relay	<ol style="list-style-type: none"> <li>บอกวิธีการใช้งาน Grove Port ได้อย่างถูกต้อง</li> <li>อธิบายการทำงานใช้งาน Units ได้อย่างถูกต้อง</li> <li>เขียนโปรแกรมควบคุมคำสั่งใน Units Relay เพื่อใช้งานร่วมกับคำสั่งอื่นๆ ได้อย่างถูกต้อง</li> <li>ทดสอบการทำงานของโปรแกรมระหว่างอุปกรณ์ Keyboard กับ Relay ได้อย่างถูกต้อง</li> </ol>
4. การใช้ Sensor ทางแสงหรือ Luminosity ควบคุม Motor	<ol style="list-style-type: none"> <li>บอกวิธีการใช้งาน Sensor Luminosity ได้อย่างถูกต้อง</li> <li>บอกวิธีการใช้งาน Motor ได้อย่างถูกต้อง</li> <li>เขียนโปรแกรมควบคุมคำสั่งใน Units Light เพื่อใช้งานร่วมกับคำสั่งอื่นๆ ได้อย่างถูกต้อง</li> <li>ทดสอบการทำงานของโปรแกรมระหว่างอุปกรณ์ Luminosity กับ Motor ได้อย่างถูกต้อง</li> </ol>
5. การใช้ Sensor Temperature, Humidity และ Air Pressure	<ol style="list-style-type: none"> <li>บอกวิธีการใช้งาน Temperature และ Humidity ได้อย่างถูกต้อง</li> <li>บอกวิธีการใช้งาน Air Pressure ได้อย่างถูกต้อง</li> <li>เขียนโปรแกรมควบคุมคำสั่งใน Units ENV เพื่อใช้งานร่วมกับคำสั่งอื่น ๆ ได้อย่างถูกต้อง</li> <li>ทดสอบการทำงานของโปรแกรมระหว่างอุปกรณ์ Temperature, Humidity และ Air Pressure ได้อย่างถูกต้อง</li> </ol>
6. การใช้คำสั่ง Units Servo ควบคุม Servo	<ol style="list-style-type: none"> <li>บอกวิธีการใช้งานชุด Servo ได้อย่างถูกต้อง</li> <li>อธิบายการใช้คำสั่ง Loops ได้อย่างถูกต้อง</li> <li>เขียนโปรแกรมควบคุมคำสั่งใน Units Servo เพื่อใช้งานร่วมกับคำสั่งอื่น ๆ ได้อย่างถูกต้อง</li> <li>ทดสอบการทำงานของโปรแกรมระหว่างอุปกรณ์ Servo ได้อย่างถูกต้อง</li> </ol>
7. การใช้คำสั่ง Units RGB LED ควบคุม Matrix	<ol style="list-style-type: none"> <li>บอกวิธีการใช้งานชุด Matrix ได้อย่างถูกต้อง</li> <li>อธิบายการใช้คำสั่ง Units RGB LED ได้อย่างถูกต้อง</li> <li>เขียนโปรแกรมควบคุมคำสั่งใน Units RGB LED เพื่อใช้งานร่วมกับคำสั่งอื่น ๆ ได้อย่างถูกต้อง</li> </ol>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในห้องเรียนเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

เนื้อหา	จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
	4. ทดสอบการทำงานของโปรแกรมระหว่างอุปกรณ์ Matrix ได้อย่างถูกต้อง
8. การประยุกต์การใช้งาน	1. บอกอุปกรณ์เสริมของ M5Stack ได้อย่างถูกต้อง 2. อธิบายการนำ M5Stack ไปประยุกต์ใช้งานได้อย่างถูกต้อง 3. ประยุกต์การต่อวงจรของชุด M5Stack Demo Board ในการนำไปใช้งานได้อย่างถูกต้อง 4. เขียนโปรแกรมในการประยุกต์การใช้งานได้อย่างถูกต้อง

### 3.3.3 การสร้างใบงาน

การสร้างใบงาน ผู้วิจัยได้ออกแบบและสร้างให้ตรงตามวัตถุประสงค์ และสอดคล้องกับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์แบบสำเร็จรูป โดยมีขั้นตอนการสร้างดังนี้

1. ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง จากตำราเอกสารต่างๆ จุดประสงค์รายวิชา สมรรถนะรายวิชา คำอธิบายรายวิชา ของวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์และหลักการสร้างสื่อการเรียนการสอน

2. กำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมและเนื้อหาใบงาน ที่สอดคล้องกับเนื้อหาที่ได้จากการวิเคราะห์เนื้อหาสำหรับงานวิจัย

3. ออกแบบและสร้างใบงาน โดยมีส่วนประกอบของใบงาน คือ จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เครื่องมือและอุปกรณ์ เนื้อหาทฤษฎี ลำดับขั้นตอนการทดลอง และคำถามท้ายการทดลองโดยให้สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

4. นำเสนอใบงานที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม เพื่อตรวจสอบ แล้วทำการปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

5. นำใบงานเสนอผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 5 ท่าน ดังรายนามต่อไปนี้

5.1 นายสง่า คุณำ ครูชำนาญการ หัวหน้าสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคพญา

5.2 นายอาทร คุ่มฉายา ครูชำนาญการ หัวหน้าสาขาวิชาเมคคาทรอนิกส์

วิทยาลัยเทคนิคสุพรรณบุรี

5.3 นายชูสกุล พรหมมาศ ครูชำนาญการ สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิค

สตั๊ตหีบ

5.4 นายจิรวัดน์ แสงคุณธรรม ครู สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคสตั๊ตหีบ

5.5 นางสาวศศิธร อมรพันธ์ ครู สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคพญา

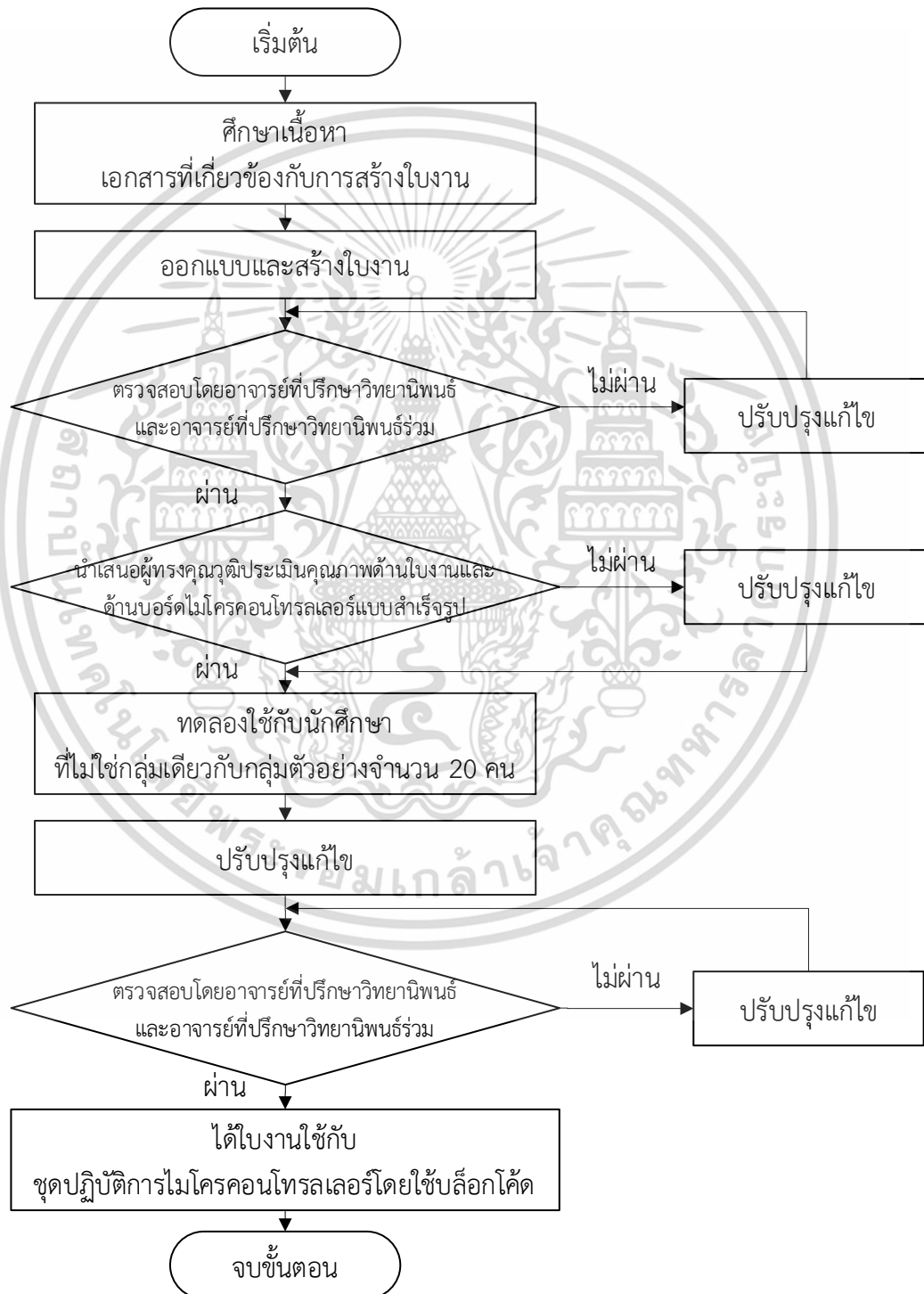
ประเมินคุณภาพด้านใบงานพร้อมทั้งด้านบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์แบบสำเร็จรูป ในด้านความเที่ยงตรงตามเนื้อหา แล้วทำการแก้ไขตามข้อเสนอแนะ ได้แก่ ให้ตรวจสอบการสะกดคำผิด ภาษาที่ใช้ ใบงานที่ 8 และให้ใช้การนำภาพของบอร์ดทดลองมาตั้งไว้เพื่อให้นักศึกษาได้ลากสายสัญญาณ

6. ทดลองใช้กับนักศึกษาชั้นปีที่ 2 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ สาขางานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม (ม.6) วิทยาลัยเทคนิคสตั๊ตหีบ ที่ไม่ใช่กลุ่มเดียวกับเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่ขึ้นด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลุ่มตัวอย่างจำนวน 20 คน พร้อมสังเกตข้อบกพร่องขณะที่นักศึกษาใช้งานแล้วทำการปรับปรุงแก้ไขในเรื่องของขั้นตอนการทดลองของใบงานที่ยังไม่มีความชัดเจนในบางใบงานและความถูกต้องของคำที่ใช้ในใบงาน

7. นำใบงานเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วมเพื่อตรวจสอบความสมบูรณ์และความถูกต้อง

8. ได้ใบงานที่พร้อมจะนำไปใช้เพื่อทำการทดลองต่อไปสามารถสรุปลำดับขั้นตอนการสร้างใบงานปรากฏตามภาพที่ 3.1



เอกสารนี้เป็น **ภาพที่ 3.1** ขั้นตอนการสร้างใบงานเพื่อการศึกษานั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.3.4 การสร้างแบบประเมินคุณภาพด้านใบงานและด้านบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์แบบสำเร็จรูป

การสร้างแบบประเมินคุณภาพด้านใบงานและด้านบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์แบบสำเร็จรูปตาม ดังปรากฏในภาคผนวก ข โดยมีขั้นตอนการสร้างดังนี้

1. ศึกษาทฤษฎีและแนวทางการสร้างแบบประเมินคุณภาพ

2. สร้างแบบประเมินคุณภาพด้านใบงานและด้านบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์แบบสำเร็จรูปของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ด โดยใช้เกณฑ์การประเมินแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (บุญชม ศรีสะอาด, 2556) มีเกณฑ์การจัดระดับคะแนนดังนี้

ระดับ 5 หมายถึง คุณภาพระดับดีมาก

ระดับ 4 หมายถึง คุณภาพดีระดับดี

ระดับ 3 หมายถึง คุณภาพระดับปานกลาง

ระดับ 2 หมายถึง คุณภาพระดับพอใช้

ระดับ 1 หมายถึง คุณภาพระดับควรปรับปรุง

หลังจากประเมินแล้วจะนำมาหาค่าเฉลี่ย โดยสามารถแปลความหมายของคุณภาพได้ ดังนี้

ค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 4.51 – 5.00 หมายถึง คุณภาพอยู่ในระดับดีมาก

ค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 3.51 – 4.50 หมายถึง คุณภาพอยู่ในระดับดี

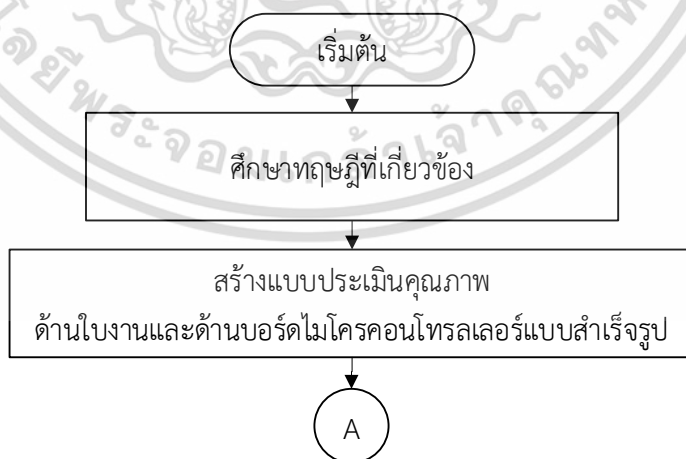
ค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 2.51 – 3.50 หมายถึง คุณภาพอยู่ในระดับปานกลาง

ค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 1.51 – 2.50 หมายถึง คุณภาพอยู่ในระดับพอใช้

ค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.51 – 1.50 หมายถึง คุณภาพอยู่ในระดับควรปรับปรุง

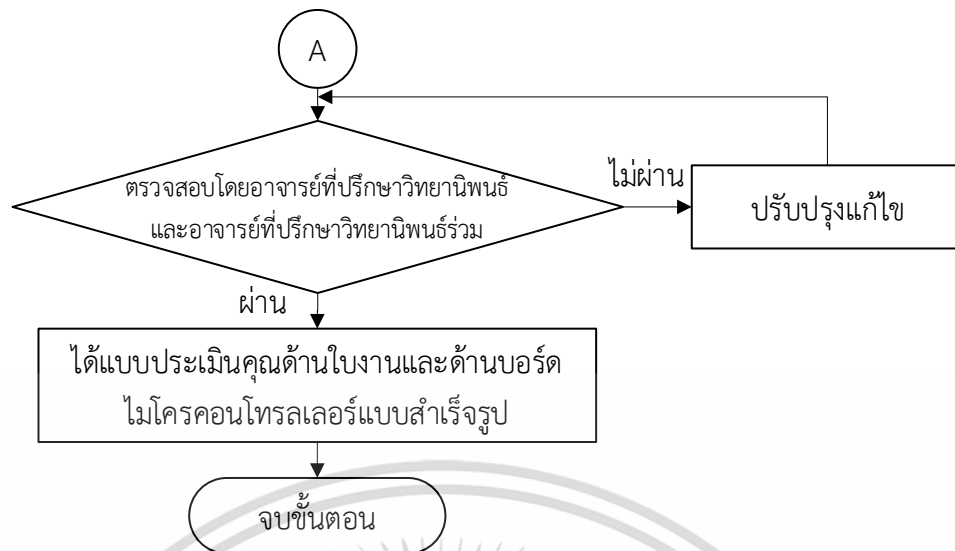
3. นำเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ตรวจสอบแบบประเมินคุณภาพด้านใบงานและด้านบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์แบบสำเร็จรูปของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ด แล้วทำการปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่อง

ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินคุณภาพด้านใบงานและด้านบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์แบบสำเร็จรูปปรากฏตามภาพที่ 3.2



ภาพที่ 3.2 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินคุณภาพด้านใบงานและด้านบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์แบบสำเร็จรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.2 (ต่อ)

### 3.3.5 การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ ในเนื้อหาวิชา เรื่องการใช้คำสั่งควบคุมการทำงานและการแสดงผล การใช้คำสั่ง Easy I/O รับส่งค่า อินพุต-เอาต์พุตให้กับ Keyboard การใช้คำสั่ง Easy I/O ควบคุม Keyboard และคำสั่ง Units ควบคุม Relay การใช้ Sensor ทางแสงหรือ Luminosity ควบคุม Motor การใช้ Sensor Temperature, Humidity และ Air Pressure การใช้คำสั่ง Units Servo ควบคุม Servo การใช้ คำสั่ง Units RGB LED ควบคุม Matrix และการประยุกต์ใช้งาน ใช้ข้อสอบแบบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก ดังปรากฏในภาคผนวก ค โดยมีขั้นตอนการสร้างดังนี้

1. ศึกษาทฤษฎีและหลักการออกแบบ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยผู้วิจัย ใช้แนวคิดของ Bloom (จิตรพร ลิละวัฒน์. 2556) โดยประยุกต์ใช้ 3 ระดับ ได้แก่ ความรู้ ความจำ และการนำความรู้ไปประยุกต์ เพื่อสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
2. สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ของใบงานทดลอง จำนวน 56 ข้อ ซึ่งเป็นคำตอบปรนัยแบบ 4 ตัวเลือก โดยมีเกณฑ์การให้ คะแนนคือ ข้อที่ตอบถูกเป็น 1 และข้อที่ตอบผิด ไม่ตอบ หรือตอบมากกว่า 1 ข้อ ให้คะแนนเป็น 0 ได้ ข้อสอบจำนวน 56 ข้อ
3. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วมตรวจสอบ และทำการปรับปรุงแก้ไข
4. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไปหาคุณภาพค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่าง ข้อสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (IOC) โดยผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 5 ท่าน ดังรายนามต่อไปนี้
  - 4.1 นายสง่า คุณา ครูชำนาญการ หัวหน้าสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคพญา
  - 4.2 นายอาทร คุ่มฉายา ครูชำนาญการ หัวหน้าสาขาวิชาเมคคาทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคสุพรรณบุรี
  - 4.3 นายชูสกุล พรหมมาศ ครูชำนาญการ สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิค

สุดท้าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 นายจิรววัฒน์ แสงคุณธรรม ครู สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคสตั๊ดทึบ

4.5 นางสาวศศิธร อมรพันธ์ ครู สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคพญา

ประเมินเพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (IOC) โดยการบันทึกผลการพิจารณาของผู้ทรงคุณวุฒิแต่ละข้อ นำไปหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (IOC) แล้วคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (IOC) ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไปใช้เป็นแบบทดสอบได้ จากผลการคำนวณได้ทำการคัดเลือกแบบทดสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง 0.60 จำนวน 8 ข้อ, 0.80 จำนวน 15 ข้อ และข้อคำถามที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง 1.00 จำนวน 33 ข้อ รวมเป็น 56 ข้อ

5. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไปหาคุณภาพของแบบทดสอบกับนักศึกษา ชั้นปีที่ 2 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง วิทยาลัยเทคนิคสตั๊ดทึบ ที่เคยเรียนเนื้อหาขึ้นมาแล้ว และไม่ใช้กลุ่มเดียวกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 20 คน เพื่อนำมาวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบทดสอบ โดยคัดเลือกข้อสอบหาค่าความยากง่าย อำนาจจำแนก และค่าความเชื่อถือได้

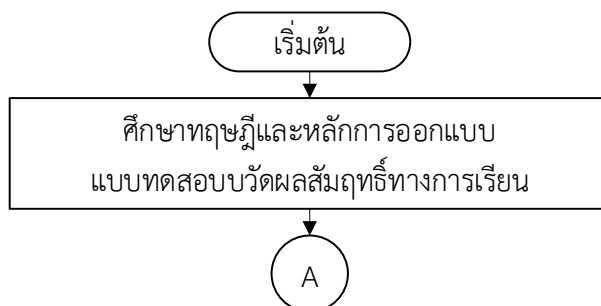
6. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจำนวน 56 ข้อ มาวิเคราะห์รายข้อ หาค่าความยากง่าย (P) ค่าอำนาจจำแนก (r) แล้วคัดเลือกข้อที่มีความยากง่าย (P) ระหว่าง 0.20 – 0.80 และมีอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไปโดยคำนึงถึงความครอบคลุมของเนื้อหา และพฤติกรรมที่ต้องการวัดหาค่าความยากง่าย (P) โดยผลการหาค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.55 – 0.80 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.20 – 0.40 ได้ข้อสอบจำนวน 56 ข้อ

7. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจำนวน 56 ข้อ มาเป็นแบบทดสอบระหว่างเรียนทำใบงานการทดลอง และเป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยผู้วิจัยได้พิจารณาจากค่าสถิติ นำมาหาค่าความเชื่อถือได้ของแบบทดสอบทั้งฉบับ ค่าความเชื่อถือได้ของแบบทดสอบมีค่าตั้งแต่ -1.00 ถึง +1.00 ผลการหาค่าความเชื่อถือได้ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งฉบับมีค่าเท่ากับ 0.85 โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (พรณี ลิกิจวัณนะ. 2553) ผลค่าความเชื่อถือได้ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งฉบับมีค่าอยู่ระหว่าง 1.00 – 0.80 เป็นค่าที่ยอมรับได้

8. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วมตรวจสอบความถูกต้อง

9. ได้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สมบูรณ์พร้อมใช้ในการทดลองจำนวน 56 ข้อ โดยใช้เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างเรียนที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของแต่ละใบงานและนำทั้งหมดมาสลับข้อและสลับตัวเลือกเพื่อใช้เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน เมื่อครบทั้ง 7 ใบงาน

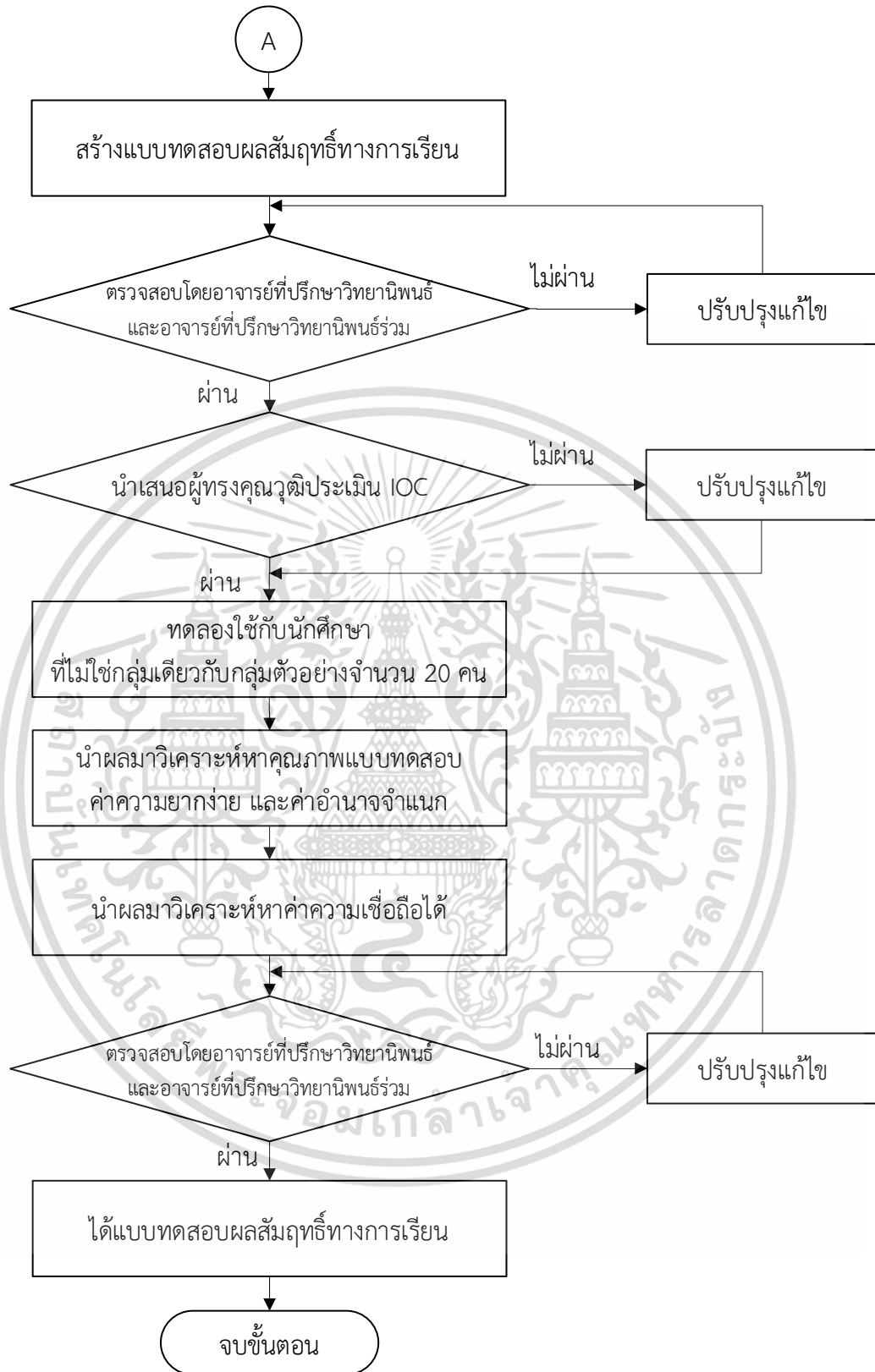
ซึ่งลำดับขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ปรากฏตามภาพที่ 3.3



ภาพที่ 3.3 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการวิจัยในชั้นเรียนเท่านั้น ไม่ควรเผยแพร่สู่สาธารณะโดยไม่ได้รับอนุญาต

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.3 (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.3.6 การสร้างแบบประเมินผลการปฏิบัติงาน

การสร้างแบบประเมินผลการปฏิบัติงาน การทดลองของนักศึกษาขณะปฏิบัติทดลองกับใบงาน ดังปรากฏในภาคผนวก ฉ มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

1. ศึกษาเนื้อหาวิธีการสร้างแบบประเมินผลการปฏิบัติงาน จากเอกสาร ตำราที่เกี่ยวข้องให้สอดคล้องกับจุดประสงค์รายวิชา สมรรถนะรายวิชา และคำอธิบายรายวิชา ของวิชา ไมโครคอนโทรลเลอร์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2563 สาขาวิชา อิเล็กทรอนิกส์

2. สร้างแบบประเมินผลการปฏิบัติงานที่สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของใบงาน การทดลอง โดยกำหนดเกณฑ์และน้ำหนักการให้คะแนนพิจารณาจากความซับซ้อนและความสำคัญของการปฏิบัติงาน 3 ระดับ (คู่มือการประเมินผู้เรียนตามสภาพจริงเพื่อการพัฒนาการเรียนการสอน สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา. 2557) ดังนี้

ระดับ 2 คะแนน หมายถึง เชื่อมต่ออุปกรณ์ได้ครบถ้วนถูกต้อง

ระดับ 1 คะแนน หมายถึง เชื่อมต่ออุปกรณ์ไม่ครบถ้วนหรือไม่ถูกต้อง

ระดับ 0 คะแนน หมายถึง ไม่สามารถเชื่อมต่ออุปกรณ์ได้

สำหรับใบงานที่ 8 ได้ปรับเปลี่ยนน้ำหนักคะแนนจากระดับคะแนนเดิม ดังนี้

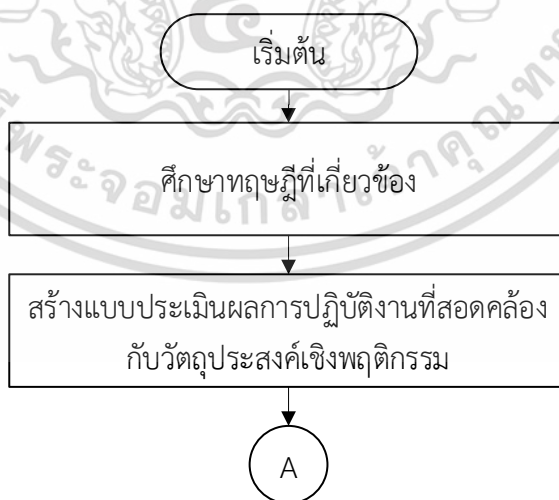
ระดับ 2 คะแนน จะได้น้ำหนักคะแนนเท่ากับ 14 คะแนน

ระดับ 1 คะแนน จะได้น้ำหนักคะแนนเท่ากับ 7 คะแนน

ระดับ 0 คะแนน จะได้น้ำหนักคะแนนเท่ากับ 0 คะแนน

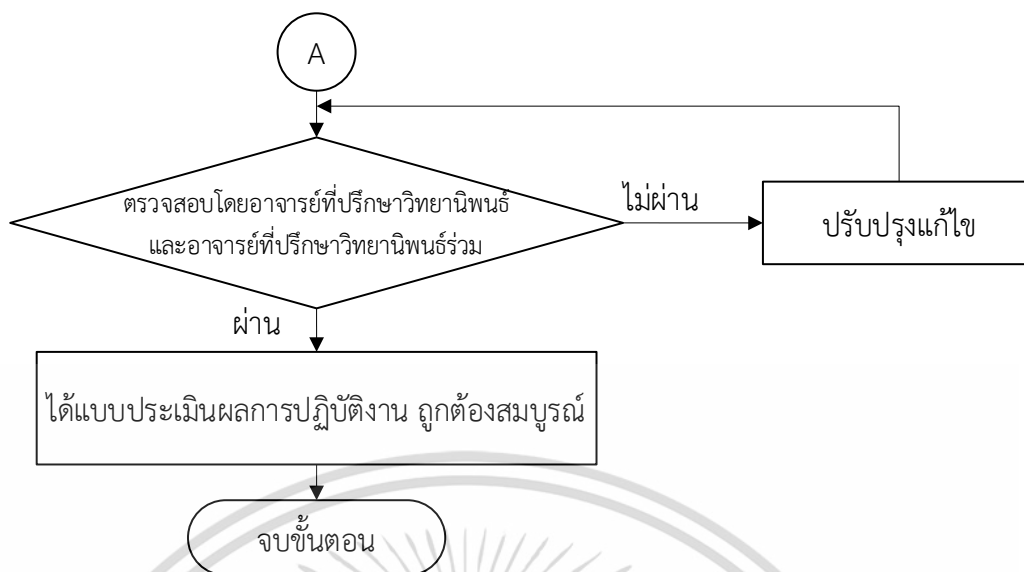
3. นำแบบประเมินผลการปฏิบัติงานเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วมตรวจสอบ และทำการแก้ไขข้อบกพร่องตามข้อเสนอแนะ

4. ได้แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน ที่พร้อมจะนำไปใช้เพื่อทำการทดลองต่อไป  
ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินการปฏิบัติงาน ปรากฏตามภาพที่ 3.4



ภาพที่ 3.4 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินการปฏิบัติงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.4 (ต่อ)

### 3.3.7 การสร้างแบบประเมินความพึงพอใจ

การสร้างแบบประเมินความพึงพอใจ ดังปรากฏในภาคผนวก ข มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

1. ศึกษาทฤษฎีและแนวทางการสร้างแบบประเมินความพึงพอใจ
2. สร้างแบบประเมินความพึงพอใจ โดยใช้เกณฑ์การประเมินแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (บุญชม ศรีสะอาด, 2556) มีเกณฑ์การจัดระดับคะแนนดังนี้

ระดับ 5 หมายถึง ความพึงพอใจระดับมากที่สุด

ระดับ 4 หมายถึง ความพึงพอใจดีระดับมาก

ระดับ 3 หมายถึง ความพึงพอใจระดับปานกลาง

ระดับ 2 หมายถึง ความพึงพอใจระดับน้อย

ระดับ 1 หมายถึง ความพึงพอใจระดับน้อยมาก

หลังจากประเมินแล้วจะนำมาหาค่าเฉลี่ย โดยสามารถแปลความหมายของความพึงพอใจได้ดังนี้

ค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 4.51 – 5.00 หมายถึง ความพึงพอใจระดับมากที่สุด

ค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 3.51 – 4.50 หมายถึง ความพึงพอใจดีระดับมาก

ค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 2.51 – 3.50 หมายถึง ความพึงพอใจระดับปานกลาง

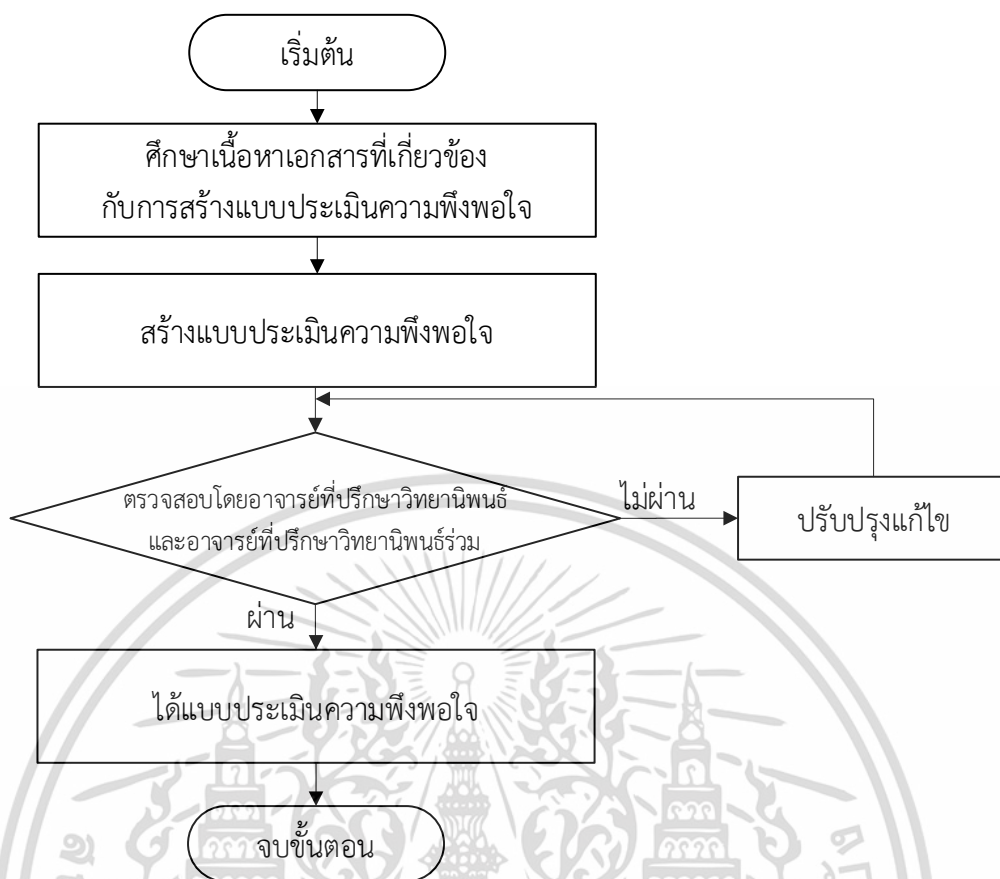
ค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 1.51 – 2.50 หมายถึง ความพึงพอใจระดับน้อย

ค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.51 – 1.50 หมายถึง ความพึงพอใจระดับน้อยมาก

3. นำแบบประเมินความพึงพอใจ เสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ตรวจสอบ แล้วทำการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ

4. ได้แบบประเมินความพึงพอใจ จำนวน 3 ด้าน ที่สมบูรณ์พร้อมใช้ในการทดลองสำหรับ ลำดับขั้นตอนในการสร้างแบบประเมินความพึงพอใจ ปรากฏตามภาพที่ 3.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.5 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินความพึงพอใจ

หนึ่งในขั้นตอนของการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ผู้วิจัยได้รับความอนุเคราะห์จากผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจและประเมินคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ดด้านใบงานและด้านบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์แบบสำเร็จรูปแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังรายนามต่อไปนี้

1. นายสง่า คุณำ ครูชำนาญการ หัวหน้าสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคพัทยา
2. นายอาทร คุ่มฉายา ครูชำนาญการ หัวหน้าสาขาวิชาเมคคาทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคสุพรรณบุรี
3. นายชูสกุล พรหมมาศ ครูชำนาญการ สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคสัตหีบ
4. นายจิรวัดณ์ แสงคุณธรรม ครู สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคสัตหีบ
5. นางสาวศศิธร ออมพันธ์ ครู สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคพัทยา

### 3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในขั้นตอนการทดลองชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ด ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ได้ดำเนินการทดลองและเก็บข้อมูลต่างๆ เพื่อหาคุณภาพ ประสิทธิภาพ และความพึงพอใจ มีลำดับขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.1 ยื่นคำร้องต่องานบริหารวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เพื่อออกหนังสือขอความอนุเคราะห์ในการประเมินคุณภาพชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ด และขอความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแก่ผู้ทรงคุณวุฒิ

3.4.2 ผู้วิจัยได้นำหนังสือขอความอนุเคราะห์ติดต่อผู้ทรงคุณวุฒิรวมทั้งนัดหมายวันเวลาและสถานที่

3.4.3 ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ด เพื่อหาคุณภาพ ความตรงเชิงเนื้อหา (IOC) และประเมินแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.4.4 ผู้วิจัยนัดหมายนักศึกษาที่เป็นกลุ่มทดลอง ซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อทดลองชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ด โดยชี้แจงวัตถุประสงค์ พร้อมทั้งได้ทดลองใช้ชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ด ที่สร้างขึ้น และจัดบันทึกข้อบกพร่องต่าง ๆ เพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไข

3.4.5 ผู้วิจัยนัดหมายนักศึกษาที่เป็นกลุ่มตัวอย่างจำนวน 18 คน ที่ได้จากการเลือกแบบเจาะจง เพื่อนำชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ด ใช้ในการจัดการเรียนการสอนตามตารางเรียนของนักศึกษา ซึ่งมีการชี้แจงให้นักศึกษาเข้าใจวัตถุประสงค์ ขั้นตอนการทดลอง เกณฑ์การประเมินผลการปฏิบัติงาน

3.4.6 ให้นักศึกษาทดลองไปงานครึ่งละ 1 ไปงาน แล้วทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างเรียน จนครบ 7 ไปงาน เก็บเป็นคะแนนของกระบวนการ ( $E_1$ ) จากนั้นให้นักศึกษาทดลองไปงานที่ 8 ซึ่งเป็นการประยุกต์ใช้งานในภาพรวม แล้วทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน เก็บเป็นคะแนนของผลลัพธ์ ( $E_2$ )

3.4.7 ประเมินความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ด จำนวน 18 คน

### 3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.5.1 การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาคุณภาพของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ด

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาคุณภาพของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ด ด้านไปงานและด้านบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์แบบสำเร็จรูป โดยใช้แบบประเมินที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น ทำการวิเคราะห์เพื่อประมวลผลค่าทางสถิติ ด้วยการนำค่าเฉลี่ยที่ได้มาแปลความหมาย ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.50-5.00 หมายถึง คุณภาพอยู่ในระดับ ดีมาก

ค่าเฉลี่ย 3.50-4.49 หมายถึง คุณภาพอยู่ในระดับ ดี

ค่าเฉลี่ย 2.50-3.49 หมายถึง คุณภาพอยู่ในระดับ ปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.50-2.49 หมายถึง คุณภาพอยู่ในระดับ พอใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาด้านนี้ เมื่อนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าเฉลี่ย 1.00-1.49 หมายถึง คุณภาพอยู่ในระดับ ควรปรับปรุง  
 สำหรับเกณฑ์ที่กำหนดของคุณภาพชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ด  
 ที่ใช้ได้ต้องมีคุณภาพอยู่ในระดับดี คือ มีค่าคะแนนเฉลี่ย 3.50 ขึ้นไป

### 3.5.2 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ด

การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ด ประกอบด้วย ประสิทธิภาพของกระบวนการ ( $E_1$ ) กับ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ( $E_2$ )

$E_1$  หมายถึง ค่าคะแนนเฉลี่ยร้อยละของกลุ่มตัวอย่าง จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างเรียน ร้อยละ 44 กับ ใบงานที่ 1-7 และการประเมินผลการปฏิบัติงาน ร้อยละ 56

$E_2$  หมายถึง ค่าคะแนนเฉลี่ยร้อยละของกลุ่มตัวอย่าง จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน ร้อยละ 44 กับ ใบงานที่ 8 และการประเมินผลการปฏิบัติงาน ร้อยละ 56

### 3.5.3 การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาความพึงพอใจของนักศึกษาต่อชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ด

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาความพึงพอใจของนักศึกษาต่อชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ด โดยใช้แบบประเมินที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น ทำการวิเคราะห์เพื่อประมวลผลค่าทางสถิติ ด้วยการนำค่าเฉลี่ยที่ได้มาแปลความหมาย ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.50-5.00 หมายถึง ความพึงพอใจของนักศึกษาอยู่ในระดับ มากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.50-4.49 หมายถึง ความพึงพอใจของนักศึกษาอยู่ในระดับ มาก

ค่าเฉลี่ย 2.50-3.49 หมายถึง ความพึงพอใจของนักศึกษาอยู่ในระดับ ปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.50-2.49 หมายถึง ความพึงพอใจของนักศึกษาอยู่ในระดับ น้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00-1.49 หมายถึง ความพึงพอใจของนักศึกษาอยู่ในระดับ น้อยมาก

สำหรับเกณฑ์ที่กำหนดของความพึงพอใจของนักศึกษาต่อชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ด ที่ใช้ได้ต้องมีคุณภาพอยู่ในระดับมากขึ้นไป คือ มีค่าคะแนนเฉลี่ย 3.50 ขึ้นไป

## 3.6 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

การวิเคราะห์ข้อมูลใช้สถิติดังต่อไปนี้

3.6.1 การหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Mean. ใช้สำหรับการหาค่าเฉลี่ย (วิไลพร วรจิตตานนท์. 2549 : 113)

สูตร

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N} \quad (3.1)$$

เมื่อ  $\bar{X}$  แทน ค่าเฉลี่ยคะแนนความคิดเห็น

$\sum X$  แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ

$N$  แทน จำนวนผู้ทรงคุณวุฒิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในงานวิจัยเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6.2 การหาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation. ใช้สำหรับวิเคราะห์การกระจายของข้อมูล (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ. 2549 : 79)

สูตร

$$S.D. = \sqrt{\frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}} \quad (3.2)$$

เมื่อ S.D. แทน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความคิดเห็น  
 X แทน ค่าคะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ  
 N แทน จำนวนของผู้เชี่ยวชาญ

3.6.3 การหาดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อความกับจุดประสงค์ (พิชิต ฤทธิ์จรูญ. 2551 : 150)

สูตร

$$IOC = \frac{\sum R}{N} \quad (3.3)$$

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อความแต่ละข้อกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม  
 $\sum R$  แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิทั้งหมด  
 N แทน จำนวนของผู้ทรงคุณวุฒิ

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

$$E_1 = \frac{\sum X}{A} \times 100 \quad (3.4)$$

เมื่อ  $E_1$  แทน ร้อยละของคะแนนรวมของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ระหว่างเรียนกับแบบประเมินผลการปฏิบัติงาน  
 $\sum X$  แทน คะแนนรวมของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ระหว่างเรียนกับแบบประเมินผลการปฏิบัติงาน  
 N แทน จำนวนนักศึกษาทั้งหมด  
 A แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ระหว่างเรียนกับแบบประเมินผลการปฏิบัติงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$E_2 = \frac{\sum F}{N} \times 100 \quad (3.5)$$

- เมื่อ  $E_2$  แทน ร้อยละของคะแนนรวมของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียนกับ  
แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน
- $\sum F$  แทน คะแนนรวมของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียนกับ  
แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน
- $N$  แทน จำนวนนักศึกษาทั้งหมด
- $B$  แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียนกับ  
แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน

3.6.5 การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาค่าความเชื่อถือได้ของแบบทดสอบ KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (พรรณี ลีกิจวัฒน์. 2553)

$$r_{tt} = \frac{k}{k-1} \left( 1 - \frac{\sum pq}{s^2} \right) \quad (3.6)$$

- เมื่อ  $r_{tt}$  แทน ค่าความเชื่อถือได้
- $k$  แทน จำนวนข้อของเครื่องมือวัด
- $\sum$  แทน ผลรวม
- $p$  แทน สัดส่วนของผู้ตอบถูกในแต่ละข้อ
- $q$  แทน สัดส่วนของผู้ตอบผิดในแต่ละข้อ  $= 1-p$
- $s^2$  แทน ความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนา หาคคุณภาพ ประสิทธิภาพ และความพึงพอใจของ ชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ด โดยหาคคุณภาพจากการประเมินด้วยผู้ทรงคุณวุฒิ 5 ท่าน และหาประสิทธิภาพจากกลุ่มตัวอย่าง 18 คน โดยใช้เกณฑ์ที่กำหนด  $E_1/E_2$  ไม่น้อยกว่า 80/80 รวมถึงความพึงพอใจจากนักศึกษา โดยนำผลที่ได้จากการเก็บข้อมูลต่าง ๆ มาวิเคราะห์ด้วยหลักการทางสถิติและเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับดังนี้

- 4.1 การประเมินคุณภาพด้านใบงานของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ด
- 4.2 การประเมินคุณภาพด้านบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์แบบสำเร็จรูปของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ด
- 4.3 การประเมินประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ด
- 4.4 การประเมินความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ด

#### 4.1 การประเมินคุณภาพด้านใบงานของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ด

การประเมินคุณภาพด้านใบงานของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ด โดยผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 5 ท่าน ซึ่งมีผลการประเมินแสดงดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานและระดับความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ดด้านใบงาน

รายการประเมิน	N = 5		ระดับคุณภาพ
	$\bar{X}$	S.D.	
1. ความเหมาะสมของใบงาน	5.00	0.00	ดีมาก
2. ความเหมาะสมของวัตถุประสงค์	4.60	0.55	ดีมาก
3. ความถูกต้องของเนื้อหา	4.40	0.55	ดี
4. ความเหมาะสมของลำดับขั้นตอนการปฏิบัติ	4.60	0.55	ดีมาก
5. ความชัดเจนในคำอธิบายแต่ละขั้นตอน	4.40	0.55	ดี
6. รูปแบบใบงานง่ายต่อการใช้งาน	5.00	0.00	ดีมาก
7. ความถูกต้องและชัดเจนของตัวอักษรและรูปภาพ	4.20	0.45	ดี
8. ความเหมาะสมของคำถามและคำตอบ	4.20	0.45	ดี
9. สร้างแรงจูงใจต่อการเรียนรู้	5.00	0.00	ดีมาก
10. ครอบคลุมต่อเนื้อหาในการฝึกปฏิบัติ	5.00	0.00	ดีมาก
<b>เฉลี่ยรวม</b>	<b>4.64</b>	<b>0.31</b>	<b>ดีมาก</b>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้ใช้ประโยชน์ใด ๆ ก็ตาม

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.1 ผลการประเมินคุณภาพด้านใบบางของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยใช้บล็อกโค้ดในภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก ( $\bar{X} = 4.64$ , S.D. = 0.31) เมื่อพิจารณาแต่ละรายการประเมิน รายการที่มีค่าสูงสุดมีด้วยกัน 4 รายการ ซึ่งอยู่ในระดับดีมาก คือ (1) ความเหมาะสมของใบบาง, (6) รูปแบบใบบางง่ายต่อการใช้งาน, (9) สร้างแรงจูงใจต่อการเรียนรู้และ (10) ครอบคลุมต่อเนื้อหาในการฝึกปฏิบัติ ( $\bar{X} = 5.00$ , S.D. = 0.00) 2 รายการรองลงมาคือ (2) ความเหมาะสมของวัตถุประสงค์และ (4) ความเหมาะสมของลำดับขั้นตอนการปฏิบัติอยู่ในระดับดีมาก ( $\bar{X} = 4.60$ , S.D. = 0.55) 2 รายการถัดมาคือ (3) ความถูกต้องของเนื้อหาและ (5) ความชัดเจนในคำอธิบายแต่ละขั้นตอนอยู่ในระดับดี ( $\bar{X} = 4.40$ , S.D. = 0.55) และ 2 รายการถัดมาคือ (7) ความถูกต้องและชัดเจนของตัวอักษรและรูปภาพและ (8) ความเหมาะสมของคำถามและคำตอบอยู่ในระดับดี ( $\bar{X} = 4.20$ , S.D. = 0.45)

#### 4.2 การประเมินคุณภาพด้านบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์แบบสำเร็จรูปของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ด

การประเมินคุณภาพด้านบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์แบบสำเร็จรูปของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ด โดยผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 5 ท่าน ซึ่งมีการประเมินแสดงดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานและระดับความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ดด้านบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์แบบสำเร็จรูป

รายการประเมิน	N = 5		ระดับคุณภาพ
	$\bar{X}$	S.D.	
1. ขนาดความเหมาะสมของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์แบบสำเร็จรูป	5.00	0.00	ดีมาก
2. รูปร่างของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์แบบสำเร็จรูป ก่อให้เกิดแรงจูงใจ	4.80	0.45	ดีมาก
3. ความเหมาะสมของตำแหน่งอุปกรณ์	4.80	0.45	ดีมาก
4. ความแข็งแรงของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์แบบสำเร็จรูป	4.80	0.45	ดีมาก
5. ความสะดวกในการดูแลรักษาและซ่อมบำรุง	4.40	0.55	ดี
6. ความสัมพันธ์ของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์แบบสำเร็จรูปต่อใบบาง	4.80	0.45	ดีมาก
7. ความปลอดภัยในขณะที่ทำการทดลอง	4.80	0.45	ดีมาก
8. ความสะดวกในการติดตั้งใช้งานเพื่อการทดลอง	4.80	0.45	ดีมาก
9. ความเหมาะสมของวัสดุที่นำมาใช้ทำบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์แบบสำเร็จรูป	4.60	0.55	ดีมาก
10. คุณค่าทางวิชาการของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์แบบสำเร็จรูป	4.80	0.45	ดีมาก
<b>เฉลี่ยรวม</b>	<b>4.76</b>	<b>0.42</b>	<b>ดีมาก</b>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.2 ผลการประเมินคุณภาพด้านบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์แบบสำเร็จรูปของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ดในภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก ( $\bar{X} = 4.76$ , S.D. = 0.42) เมื่อพิจารณาแต่ละรายการประเมิน รายการที่มีค่าสูงสุดอยู่ในระดับดีมาก ( $\bar{X} = 5.00$ , S.D. = 0.00) ได้แก่ (1) ขนาดความเหมาะสมของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์แบบสำเร็จรูป รายการรองลงมาอยู่ในระดับดีมาก ( $\bar{X} = 4.80$ , S.D. = 0.45) ได้แก่ (2) รูปร่างของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์แบบสำเร็จรูป ก่อให้เกิดแรงจูงใจ, (3) ความเหมาะสมของตำแหน่งอุปกรณ์, (4) ความแข็งแรงของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์แบบสำเร็จรูป, (6) ความสัมพันธ์ของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์แบบสำเร็จรูปต่อใบงาน, (7) ความปลอดภัยในขณะที่ทำการทดลอง, (8) ความสะดวกในการติดตั้งใช้งานเพื่อการทดลองและ (10) คุณค่าทางวิชาการของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์แบบสำเร็จรูป รายการถัดมาอยู่ในระดับดีมาก ( $\bar{X} = 4.60$ , S.D. = 0.55) ได้แก่ (9) ความเหมาะสมของวัสดุที่นำมาใช้ทำบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์แบบสำเร็จรูป และรายการที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดอยู่ในระดับดี ( $\bar{X} = 4.40$ , S.D. = 0.55) ได้แก่ (5) ความสะดวกในการดูแลรักษาและซ่อมบำรุง

#### 4.3 การประเมินประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ด

การทดลองใช้ชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ด เป็นการทดลองใช้กับนักศึกษาจำนวน 18 คน มีจุดมุ่งหมายเพื่อหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ดตามเกณฑ์ที่กำหนด ( $E_1/E_2$  ไม่น้อยกว่า 80/80) ซึ่งมีรายละเอียดปรากฏตามตารางที่ 4.3 ดังนี้

ตารางที่ 4.3 ประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ด

ประสิทธิภาพ	N	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน		ผลการปฏิบัติงาน		รวม		ร้อยละ
		คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้เฉลี่ย	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้เฉลี่ย	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้เฉลี่ย	
ด้านกระบวนการ (ระหว่างเรียน) และผลการปฏิบัติงาน หรือ (E1)	18	56	45.94	70	59.28	126	105.22	83.51
ด้านผลลัพธ์ (หลังเรียน) และผลการปฏิบัติงานหรือ (E2)	18	56	45.33	70	58.72	126	104.06	82.58

จากตารางที่ 4.3 พบว่าชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ดที่สร้างขึ้น กลุ่มตัวอย่างสามารถทำคะแนนด้านกระบวนการ (ระหว่างเรียน) ได้ผลคะแนนเฉลี่ย 45.94 คะแนน เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของโรงเรียนเพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้เผยแพร่ข้อมูลนี้ไปใช้โดยไม่ผ่านการอนุญาตจากโรงเรียน หรือทำซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาตจากโรงเรียน ถือว่าผิดกฎหมาย และต้องแจ้งถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากคะแนนเต็ม 56 คะแนน และคะแนนผลการปฏิบัติงาน ได้ผลคะแนนเฉลี่ย 59.28 จากคะแนนเต็ม 70 คะแนน เมื่อรวมคะแนนระหว่างคะแนนด้านกระบวนการ (ระหว่างเรียน) และคะแนนผลการปฏิบัติงาน จะได้ผลคะแนนเฉลี่ย 105.22 คะแนน จากคะแนนเต็ม 126 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 83.51 และผลการทำคะแนนด้านผลลัพธ์ (หลังเรียน) ได้ผลคะแนนเฉลี่ย 45.33 จากคะแนนเต็ม 56 คะแนน และคะแนนผลการปฏิบัติงาน ได้ผลคะแนนเฉลี่ย 58.72 จากคะแนนเต็ม 70 คะแนน เมื่อรวมคะแนนระหว่างคะแนนด้านผลลัพธ์ (หลังเรียน) และคะแนนผลการปฏิบัติงาน จะได้ผลคะแนนเฉลี่ย 104.06 คะแนน จากคะแนนเต็ม 126 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 82.58 ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ด ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 83.51/82.58 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนดไว้คือ 80/80

#### 4.4 การประเมินความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยใช้บล็อกโค้ด

การสำรวจความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ด โดยนักศึกษาจำนวน 18 คน ซึ่งมีผลการประเมินความพึงพอใจแสดงดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของความพึงพอใจในด้านต่าง ๆ ที่นักศึกษามีต่อชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ด

รายการประเมิน	N = 18		ระดับความพึงพอใจ
	$\bar{X}$	S.D.	
<b>ด้านบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์แบบสำเร็จรูป</b>			
1. ขนาดความเหมาะสมของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ฯ	4.39	0.70	มาก
2. รูปร่างของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ฯ ก่อให้เกิดแรงจูงใจ	4.44	0.70	มาก
3. ความเหมาะสมของตำแหน่งอุปกรณ์	4.33	0.77	มาก
4. ความแข็งแรงของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ฯ	4.33	0.69	มาก
5. ความสะดวกในการดูแลรักษาและซ่อมบำรุง	4.44	0.70	มาก
6. ความปลอดภัยในการใช้งาน	4.44	0.51	มาก
<b>เฉลี่ย</b>	<b>4.40</b>	<b>0.68</b>	มาก
<b>ด้านใบงาน</b>			
1. ความเหมาะสมของใบงาน	4.33	0.77	มาก
2. ความชัดเจนในคำอธิบายแต่ละขั้นตอน	4.61	0.61	มากที่สุด
3. ครอบคลุมต่อเนื้อหาในการปฏิบัติงาน	4.33	0.91	มาก
4. ความถูกต้องและชัดเจนของตัวอักษรและรูปภาพ	4.50	0.71	มาก
5. สร้างแรงจูงใจต่อการเรียนรู้	4.44	0.70	มาก
<b>เฉลี่ย</b>	<b>4.44</b>	<b>0.74</b>	มาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 (ต่อ)

รายการประเมิน	N = 18		ระดับความพึงพอใจ
	$\bar{X}$	S.D.	
<b>ด้านความรู้ความเข้าใจ</b>			
1. ความรู้และความเข้าใจในการใช้งานบอร์ดทดลอง M5Stack	4.44	0.70	มาก
2. ความรู้และความเข้าใจในการพัฒนาซอฟต์แวร์โดยใช้โปรแกรม UI Flow	4.44	0.78	มาก
<b>เฉลี่ย</b>	<b>4.44</b>	<b>0.74</b>	มาก
<b>เฉลี่ยรวม</b>	<b>4.42</b>	<b>0.71</b>	มาก

จากตารางที่ 4.4 พบว่ากลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจในแต่ละด้านดังนี้

ความพึงพอใจด้านบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์แบบสำเร็จรูป อยู่ในระดับมาก ( $\bar{X} = 4.40$ ,  $SD = 0.68$ ) เมื่อพิจารณาแต่ละรายการประเมิน รายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดอยู่ในระดับมาก ( $\bar{X} = 4.44$ ) ได้แก่ (2) รูปร่างของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ฯ ก่อให้เกิดแรงจูงใจ (5) ความสะดวกในการดูแลรักษาและซ่อมบำรุง และ (6) ความปลอดภัยในการใช้งาน รายการรองลงมาอยู่ในระดับมาก ( $\bar{X} = 4.39$ ) ได้แก่ (1) ขนาดความเหมาะสมของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ฯ และ 2 รายการที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดอยู่ในระดับมาก ( $\bar{X} = 4.33$ ) ได้แก่ (3) ความเหมาะสมของตำแหน่งอุปกรณ์และ (4) ความแข็งแรงของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ฯ

ความพึงพอใจด้านใบงาน อยู่ในระดับมาก ( $\bar{X} = 4.44$ ,  $SD = 0.74$ ) เมื่อพิจารณาแต่ละรายการประเมิน รายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดอยู่ในระดับมากที่สุด ( $\bar{X} = 4.61$ ) ได้แก่ (2) ความชัดเจนในคำอธิบายแต่ละขั้นตอน รองลงมาอยู่ในระดับมาก ( $\bar{X} = 4.50$ ) ได้แก่ (4) ความถูกต้องและชัดเจนของตัวอักษรและรูปภาพ รายการถัดมาอยู่ในระดับมาก ( $\bar{X} = 4.44$ ) ได้แก่ (5) สร้างแรงจูงใจต่อการเรียนรู้และ 2 รายการที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดอยู่ในระดับมาก ( $\bar{X} = 4.33$ ) ได้แก่ (1) ความเหมาะสมของใบงาน และ (3) ครอบคลุมต่อเนื้อหาในการปฏิบัติงาน

ความพึงพอใจด้านความรู้ความเข้าใจ อยู่ในระดับมาก ( $\bar{X} = 4.44$ ,  $SD = 0.74$ ) เมื่อพิจารณา แต่ละรายการประเมินอยู่ในระดับมาก ( $\bar{X} = 4.44$ ) ได้แก่ (1) ความรู้และความเข้าใจในการใช้งานบอร์ดทดลอง M5Stack และ (2) ความรู้และความเข้าใจในการพัฒนาซอฟต์แวร์โดยใช้โปรแกรม UI Flow

ซึ่งเมื่อพิจารณาโดยรวมทุกด้านแล้วพบว่านักศึกษามีความพึงพอใจต่อชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ด อยู่ในระดับมาก ( $\bar{X} = 4.42$ ,  $S.D. = 0.71$ )

## บทที่ 5

# อภิปรายผลการวิจัย สรุปผลและข้อเสนอแนะ

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการ เรื่อง ชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ด ได้สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะดังนี้

- 5.1 สรุปผลการวิจัย
- 5.2 อภิปรายผลการวิจัย
- 5.3 ข้อเสนอแนะ

### 5.1 สรุปผลการวิจัย

#### 5.1.1 วัตถุประสงค์การวิจัย

- 5.1.1.1 เพื่อพัฒนาชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ด ให้มีคุณภาพ
- 5.1.1.2 เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ด
- 5.1.1.3 เพื่อประเมินความพึงพอใจของนักศึกษาต่อชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ด

#### 5.1.2 สมมติฐานการวิจัย

- 5.1.2.1 ชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ด มีคุณภาพอยู่ในระดับดีขึ้นไป ( $\bar{X} \geq 3.50$ )
- 5.1.2.2 ประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ด ตามเกณฑ์ที่กำหนด  $E_1/E_2$  ไม่ต่ำกว่า 80/80
- 5.1.2.3 ความพึงพอใจของนักศึกษาต่อชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ด อยู่ในระดับมากขึ้นไป ( $\bar{X} \geq 3.50$ )

#### 5.1.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

- 5.1.3.1 ประชากร ที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้เป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 1 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ สาขางานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรมวิทยาลัยเทคนิคสัตหีบ ปีการศึกษา 2563 จำนวน 66 คน
- 5.1.3.2 กลุ่มตัวอย่าง ที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้เป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 1 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ สาขางานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม (ม.6) วิทยาลัยเทคนิคสัตหีบ ปีการศึกษา 2563 ที่ได้ลงทะเบียนเรียนจำนวน 18 คน ซึ่งได้จากการเลือกแบบเจาะจง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 5.1.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

5.1.4.1 ชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ด ประกอบด้วยใบงานจำนวน 8 ใบงาน และบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์แบบสำเร็จรูป

5.1.4.2 แบบประเมินคุณภาพด้านใบงานและด้านบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์แบบสำเร็จรูป

5.1.4.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

5.1.4.4 แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน

5.1.4.5 แบบประเมินความพึงพอใจของนักศึกษาต่อชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ด

5.1.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล ขั้นตอนการปฏิบัติและการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อหาคุณภาพ ประสิทธิภาพและความพึงพอใจของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ด มีรายละเอียดดังนี้

5.1.5.1 ยื่นคำร้องต่องานบริหารวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เพื่อออกหนังสือขอความอนุเคราะห์ในการประเมินคุณภาพชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ด และขอความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแก่ผู้ทรงคุณวุฒิ

5.1.5.2 ผู้วิจัยได้นำหนังสือขอความอนุเคราะห์ติดต่อผู้ทรงคุณวุฒิรวมทั้งนัดหมายวันเวลาและสถานที่

5.1.5.3 ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ดเพื่อหาคุณภาพและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อหาค่าความตรงเชิงเนื้อหา (IOC)

5.1.5.4 ผู้วิจัยนัดหมายนักศึกษาที่เป็นกลุ่มทดลอง ซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อทดลองชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ด โดยชี้แจงวัตถุประสงค์ พร้อมทั้งได้ทดลองใช้ชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ด ที่สร้างขึ้น และจัดบันทึกข้อบกพร่องต่าง ๆ เพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไข

5.1.5.5 ผู้วิจัยนัดหมายนักศึกษาที่เป็นกลุ่มตัวอย่างจำนวน 18 คน ที่ได้จากการเลือกแบบเจาะจง เพื่อนำชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ด ใช้ในการจัดการเรียนการสอนตามตารางเรียนของนักศึกษา ซึ่งมีการชี้แจงให้นักศึกษาเข้าใจวัตถุประสงค์ ขั้นตอนการทดลองเกณฑ์การประเมินผลการปฏิบัติงาน

5.1.5.6 ให้นักศึกษาทดลองใบงานครั้งละ 1 ใบงาน แล้วทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างเรียน จนครบ 7 ใบงาน เก็บเป็นคะแนนของกระบวนการ ( $E_1$ ) จากนั้นให้นักศึกษาทดลองใบงานที่ 8 ซึ่งเป็นการประยุกต์ใช้งานในภาพรวม แล้วทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน เก็บเป็นคะแนนของผลลัพธ์ ( $E_2$ )

5.1.5.7 ประเมินความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ด จำนวน 18 คน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**5.1.6 การวิเคราะห์ข้อมูล** ผู้วิจัยนำข้อมูลจากการประเมินคุณภาพของผู้ทรงคุณวุฒิมาวิเคราะห์เพื่อหาคุณภาพ นำคะแนนการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ระหว่างเรียน) ที่ได้จากใบงานที่ 1-7 รวมกับคะแนนแบบประเมินผลการปฏิบัติงานในแต่ละใบงาน และคะแนนการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (หลังเรียน) รวมกับคะแนนแบบประเมินผลการปฏิบัติงานของนักศึกษามาวิเคราะห์หาประสิทธิภาพ และนำคะแนนที่นักศึกษาประเมินความพึงพอใจ ไปวิเคราะห์หาความพึงพอใจของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ด ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

5.1.6.1 วิเคราะห์หาคุณภาพชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ด ด้านใบงานและด้านบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์แบบสำเร็จรูป โดยใช้ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

5.1.6.2 วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ด ตามเกณฑ์ที่กำหนดคือ  $E_1/E_2$  ไม่น้อยกว่า 80/80

5.1.6.3 วิเคราะห์หาความพึงพอใจชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ด โดยใช้ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

**5.1.7 สรุปผลการวิจัย** จากการดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนดังกล่าวสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

5.1.7.1 คุณภาพด้านใบงานของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ดอยู่ในระดับ ดีมาก ( $\bar{X} = 4.64$ , S.D. = 0.31) ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนดคือ ( $\bar{X} = 3.50$ )

5.1.7.2 คุณภาพด้านบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์แบบสำเร็จรูปของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ดอยู่ในระดับ ดีมาก ( $\bar{X} = 4.76$ , S.D. = 0.42) ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนดคือ ( $\bar{X} = 3.50$ )

5.1.7.3 ประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ดซึ่งทดลองใช้กับนักศึกษาจำนวน 18 คน พบว่าชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ดที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 83.51/82.58 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนดคือ 80/80

5.1.7.4 ความพึงพอใจที่มีต่อชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ดของนักศึกษาจำนวน 18 คน อยู่ในระดับ มาก ( $\bar{X} = 4.42$ , S.D. = 0.71) ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนดคือ ( $\bar{X} = 3.50$ )

## 5.2 อภิปรายผลการวิจัย

5.2.1 ผลการพัฒนาชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ด ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวกับการแก้ปัญหาการจัดการเรียนการสอน เพื่อใช้ประกอบการเลือกสื่อการสอนที่เกี่ยวข้องกับบอร์ดทดลอง อุปกรณ์สนับสนุน และการสร้างใบงานที่มีคุณภาพโดยให้สอดคล้องกับเนื้อหา รายวิชาและเหมาะสมกับผู้เรียน โดยมีขั้นตอนการใช้งานที่ไม่ซับซ้อน นักศึกษาสามารถเรียนรู้ได้ง่าย จึงเลือกใช้บอร์ดสำเร็จรูปที่มีความสะดวกในการใช้งานและมีรูปลักษณะที่น่าสนใจ โดยใช้การโปรแกรมแบบเขียนโค้ดด้วยวิธีลากบล็อกมาวางหรือบล็อกโค้ด ที่จะทำให้นักศึกษาไม่มีประสบการณ์ในการเขียนโปรแกรมมาก่อน เกิดความรู้และความเข้าใจในการเขียนโปรแกรมมากยิ่งขึ้น โดยจัดรูปแบบการเรียนรู้ออกมาตามชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ด ประกอบด้วยกิจกรรมการเรียน เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมควบคุมอุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์ การประกอบวงจร การวัดและทดสอบการทำงานที่จุดต่าง ๆ ของวงจร ปรับเปลี่ยนค่าอุปกรณ์ในวงจร ปรับค่าสัญญาณอินพุต เพื่อพิสูจน์การทำงานของวงจร

5.2.2 คุณภาพด้านใบงานและคุณภาพด้านบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์แบบสำเร็จรูปของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ด มีรายละเอียดดังนี้

5.2.2.1 คุณภาพด้านใบงานของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ดอยู่ในระดับดีมาก ( $\bar{X} = 4.64$ ,  $SD = 0.31$ ) เนื่องจากใบงานมีความเหมาะสม มีความครอบคลุมต่อเนื้อหาในการฝึกปฏิบัติและมีรูปแบบการต่อใช้งานที่ง่าย ซึ่งจะช่วยสร้างแรงจูงใจต่อการเรียนรู้ทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจต่อการเรียนรู้ สอดคล้องกับงานวิจัยของปฏิภาณ สำเนียง (2556) ซึ่งได้พัฒนาชุดฝึกปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2546 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา โดยผลการประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิในด้านใบงานได้คะแนนอยู่ในระดับดีมาก ( $\bar{X} = 4.55$ ,  $S.D. = 0.31$ ) และใบงานของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ดมีข้อที่ควรปรับปรุง ได้แก่ ความถูกต้องและชัดเจนของตัวอักษรรูปภาพ และความเหมาะสมของคำถามและคำตอบได้ผลการประเมินต่ำที่สุด ( $\bar{X} = 4.20$ ,  $SD = 0.45$ ) ทั้งนี้ผู้วิจัยได้มีการดำเนินการพัฒนา รวมถึงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ โดยการปรับขนาดของตัวอักษรและรูปภาพให้มีขนาดที่มีความเหมาะสมและชัดเจนมากยิ่งขึ้นและแก้ไขข้อคำถามและคำตอบให้มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและให้มีความเข้าใจมากยิ่งขึ้น เพื่อให้ได้ใบงานที่สามารถใช้ส่งเสริมการเรียนรู้ร่วมกับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์แบบสำเร็จรูปเพื่อใช้ในการเรียนการสอนต่อไป

5.2.2.2 คุณภาพด้านบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์แบบสำเร็จรูปของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ดอยู่ในระดับดีมาก ( $\bar{X} = 4.76$ ,  $SD = 0.42$ ) เนื่องจากบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์แบบสำเร็จรูปมีขนาดที่เหมาะสมรวมถึงตำแหน่งต่าง ๆ อุปกรณ์ มีความแข็งแรง มีความปลอดภัยในขณะที่ทำการทดลอง สะดวกในการติดตั้ง มีคุณค่าทางวิชาการ มีความสัมพันธ์ระหว่างบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์แบบสำเร็จรูปกับใบงานและบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์แบบสำเร็จรูปมีรูปร่างที่ก่อให้เกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้ สอดคล้องกับงานวิจัยของปฏิภาณ สำเนียง (2556) ซึ่งได้พัฒนาชุดฝึกปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2546 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา โดยผลการประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิในด้านสื่อการสอนได้คะแนนอยู่ในระดับดีมาก ( $\bar{X} = 4.60$ ,  $S.D. = 0.43$ ) และบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์แบบสำเร็จรูปของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ดมีข้อที่ควรปรับปรุงคือความสะดวกในการดูแลรักษาและซ่อมบำรุง ได้ผลการประเมินต่ำที่สุด ( $\bar{X} = 4.40$ ,  $SD = 0.55$ ) เนื่องจากบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์แบบสำเร็จรูปมีการใส่แผ่นพลาสติกป้องกันการถูกไฟฟ้ารั่ววงจรและไฟฟ้าเข้าสู่ร่างกายเพื่อความปลอดภัยในการใช้งาน อีกทั้งยังเป็นฐานรองในการวางอยู่บนพื้นที่การทดลองทำให้เมื่อต้องซ่อมบำรุงจะต้องถอดแผ่นพลาสติกออกก่อนจึงจะทำการซ่อมบำรุงได้

5.2.3 ประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ด พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างเรียนและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักศึกษามีค่าเท่ากับ 83.51/82.58 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ เนื่องจากชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้ออกสารถนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บล็อกโค้ด ที่พัฒนาขึ้นผ่านการออกแบบและผ่านการแนะนำจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้ทรงคุณวุฒิที่ทำให้มีใบงานที่มีความเหมาะสม รวมถึงรูปแบบใบงานที่ง่ายต่อการใช้งาน มีความครอบคลุมต่อเนื้อหาในการฝึกปฏิบัติและสร้างแรงจูงใจต่อการเรียนรู้ นอกจากนี้จากการสังเกตพฤติกรรมการทดลองยังพบว่านักศึกษามีความตื่นตัวและสนใจผลการทดลองที่ตนเองได้ปฏิบัติ เนื่องจากการเขียนโปรแกรมด้วยบล็อกโค้ด เป็นการเขียนโปรแกรมที่เห็นโครงสร้างการทำงานของโปรแกรมที่เข้าใจได้ง่าย การทดลองที่แสดงผลได้อย่างรวดเร็วและการต่อใช้งานที่หลากหลาย จึงทำให้นักศึกษามีความตั้งใจและสนใจในการเรียนรู้ จึงทำให้ผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ทั้งระหว่างเรียนและหลังเรียนครั้งนี้ เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด ซึ่งมีความสอดคล้องกับงานวิจัยเรื่อง ชุดฝึกปฏิบัติการทดลองวงจรพัลส์และสวิตซิงของทัศนีย์ ภูทอง (2560) ได้พัฒนาชุดปฏิบัติการและหาประสิทธิภาพโดยมีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.09/81.48 ตามเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้ ทั้งนี้เนื่องจากการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างเรียนมีการทดสอบทันทีหลังจากเรียนเสร็จในแต่ละใบงาน แต่การทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนเป็นการทดสอบแบบรวมองค์ความรู้ซึ่งมีการเว้นช่วงระยะเวลามากกว่าการทดสอบระหว่างเรียนจึงอาจส่งผลให้ค่าประสิทธิภาพ  $E_2$  ต่ำกว่าค่า  $E_1$

5.2.4 ความพึงพอใจของนักศึกษาที่ใช้ชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ด พบว่านักศึกษามีความพึงพอใจ ซึ่งประกอบด้วยด้านบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์แบบสำเร็จรูปอยู่ในระดับมาก ( $\bar{X} = 4.40$ ,  $SD = 0.68$ ) ด้านใบงานและด้านความรู้ความเข้าใจอยู่ในระดับมาก ( $\bar{X} = 4.44$ ,  $SD = 0.74$ ) ซึ่งเมื่อเฉลี่ยรวมคะแนนในทุก ๆ ด้านแล้วผลความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ( $\bar{X} = 4.42$ ,  $SD = 0.71$ ) สอดคล้องกับงานวิจัยเรื่องชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัดของสิทธิชัย อินทร์มั่ง (2558) โดยความพึงพอใจของนักศึกษาอยู่ในระดับมาก ( $\bar{X} = 4.35$ ,  $S.D. = 0.26$ ) ทั้งนี้เนื่องจากชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ดมีรูปร่างที่ก่อให้เกิดแรงจูงใจ มีความสะดวกในการดูแลรักษาและซ่อมบำรุง มีความปลอดภัยในการใช้งาน มีความชัดเจนในคำอธิบายแต่ละขั้นตอน มีความถูกต้องและชัดเจนของตัวอักษรและรูปภาพ มีความรู้และความเข้าใจในการใช้งานบอร์ดทดลอง M5Stack และมีความรู้และความเข้าใจในการพัฒนาซอฟต์แวร์โดยใช้โปรแกรม UI Flow ซึ่งช่วยให้เกิดความสะดวกในการเรียนรู้มากยิ่งขึ้น และความพึงพอใจของนักศึกษาที่ใช้ชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ดมีข้อที่ควรปรับปรุง ได้แก่ ความเหมาะสมของตำแหน่งอุปกรณ์ ความแข็งแรงของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ฯ ความเหมาะสมของใบงาน และครอบคลุมต่อเนื้อหาในการปฏิบัติงานอยู่ในระดับมาก ( $\bar{X} = 4.33$ ) อาจเกิดจากอุปกรณ์บางตำแหน่งมีการจัดวางที่มีระยะห่างกันมากทำให้การต่อวงจรของนักศึกษาทำได้ยากรวมถึงวัสดุที่นำมาทำเป็นฐานรองในการวางทดลองเป็นแผ่นพลาสติก รวมถึงอุปกรณ์ด้านบนของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์แบบสำเร็จรูปเป็นแบบเปิด เมื่อบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์แบบสำเร็จรูปตกจากที่สูงอาจเกิดความเสียหายได้ ในส่วนของความเหมาะสมและครอบคลุมต่อเนื้อหาในการปฏิบัติงานของใบงานอาจเกิดจากเนื้อหาของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ดบางส่วนไม่ได้ถูกอธิบายไว้ในใบงานแต่จะถูกอธิบายไว้ในคู่มือการใช้งาน จึงส่งผลให้ความพึงพอใจของนักศึกษาในความเหมาะสมและครอบคลุมต่อเนื้อหาในการปฏิบัติงานของใบงานได้คะแนนต่ำสุด

## 5.3 ข้อเสนอแนะ

### 5.3.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

5.3.1.1 ในการใช้งานชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ด ควรมีการอัปเดตโปรแกรมก่อนการใช้งานทุกครั้งเมื่อมีการอัปเดต เพื่อการทำงานของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ดให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

5.3.1.2 ในการนำชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ดไปใช้ในการเรียนการสอนวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์หรือรายวิชาที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับการเขียนโปรแกรมควบคุมอุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์ ควรใช้ชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ดในช่วงเริ่มต้นของเนื้อหาวิชา เพราะเนื้อหาของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ดเหมาะสมกับผู้ที่ยังไม่มีประสบการณ์หรือมีประสบการณ์น้อยในการเขียนโปรแกรมควบคุมอุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้ในการเขียนโปรแกรมควบคุมอุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์ต่อไป

### 5.3.2 ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

ควรพัฒนาชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ด โดยใช้บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์สำเร็จรูปที่ใช้ตัวประมวลผลรุ่นอื่น ๆ เช่น M5Stack Fire หรือ M5Stack Core2 ที่ได้พัฒนามาจาก M5Stack โดยสามารถพัฒนาโปรแกรมควบคุมอุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์ไปใช้ในรูปแบบของอินเทอร์เน็ตในทุกสรรพสิ่ง (Internet of Things) และยังสามารถนำไปใช้งานร่วมกับบอร์ด M5Stack Demo Board ได้ อีกทั้งยังสามารถพัฒนาโปรแกรมโดยใช้ภาษา C หรือภาษา Python ที่ใช้ในการพัฒนาโปรแกรมได้อีกด้วย เพื่อลดระยะเวลาการพัฒนาชุดฝึกปฏิบัติให้ทันต่อการเปลี่ยนของเทคโนโลยี

## บรรณานุกรม

- จิตราพร ลีละวัฒน์. 2556. “รายงานวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนการสอน”. กรุงเทพฯ : คณะบริหารธุรกิจ, มหาวิทยาลัยศรีปทุม.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. 2556. “การทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน”. วารสารศิลปการศึกษาศาสตร์วิจัย. 5(1) : 6-19.
- ทันพงษ์ ภูรักษ์. 2559. หน่วยที่ 1 ความรู้เกี่ยวกับไมโครคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น. [Online]. Available : [http://sbt.ac.th/new/sites/default/files/TNP\\_Unit\\_1.pdf](http://sbt.ac.th/new/sites/default/files/TNP_Unit_1.pdf)
- ทัศนีย์ ภูทอง. 2560. “ชุดปฏิบัติการทดลองวงจรพัลส์และสวิตซิง” คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- บุญชม ศรีสะอาด. 2556. การวิจัยเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 9. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
- ปฏิภาณ สำเนียง. 2556. “ชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2546 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา”. คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- พิชิต ฤทธิจรรย์. 2551. หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : เฮาส์ ออฟ เคอร์รี่มีส์.
- พัชรินทร์ วิลัยโรจน์. 2562. “ชุดฝึกปฏิบัติวิชาอปแอมป์และลิเนียร์ไอซีหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2557”. คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- พรณีย์ สิกิจวัฒน์. 2553. วิธีการวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2553. เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 11. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
- วิไลพร วรจิตตานนท์. 2549. “การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อทบทวน วิชาการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยคอมพิวเตอร์ เรื่องคุณภาพแบบทดสอบ สำหรับนักเรียนปริญญาโท คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง”. คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- วีระพล สวัสดิ์วงศ์. 2556. “เรื่องชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F913”. คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- วัลลภ จันทร์ตระกูล. 2543. สื่อการเรียนการสอน. Instructional Media. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- สิทธิชัย อินทร์มั่ง. 2558. “ชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด”. คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา. 2557. คู่มือการประเมินผู้เรียนตามสภาพจริงเพื่อการปฏิรูปการเรียนการสอนสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา. [Online]. Available : <http://bsq.vec.go.th/Portals/9/Download/your57/อเจ็ดฤดี/คู่มือผู้เรียน%20272%20sohk.pdf>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา. 2563. หลักสูตร พ.ศ. 2563. [Online]. Available : <http://bsq.vec.go.th/Portals/9/Course/30/2563/6-3-63.pdf>
- อนิษฐา เครืออนันต์. 2551. “การพัฒนาใบงานปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51”.  
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- อนิวรรณ พลรักษ์. 2555. “การสร้างและทดสอบประสิทธิภาพชุดฝึกอบรม เรื่องไมโคร-  
คอนโทรลเลอร์และการประยุกต์ใช้งานหุ่นยนต์พื้นฐาน”. คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม,  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- Inex. 2561. M5Stack Basic กล่องสมองกลเพื่องาน IoT. [Online]. Available : <https://inex.co.th/shop/m5stack-basic.html>
- Inex. 2562. NX-M5Stack บอร์ดทดลองเพื่อการเรียนรู้และใช้งาน M5Stack. [Online].  
Available : <https://inex.co.th/home/product/nx-m5stack-บอร์ดทดลองเพื่อดารเรี/>
- Medium. 2562. M5STACK with UI FLOW ใช้งาน esp32 แบบไม่โค้ดสักกะตัว. [Online].  
Available : <https://medium.com/mmp-li/m5stack-with-ui-flow-b6d1a37385b0>
- Microsoft. 2562. สร้างและเขียนโค้ด. [Online]. Available : <https://www.microsoft.com/th-th/makecode/about>
- M5Stack. 2562. Document Welcome to M5Stack Developer Center. [Online].  
Available : [https://docs.m5stack.com/en/uiflow/uiflow\\_home\\_page](https://docs.m5stack.com/en/uiflow/uiflow_home_page)
- M5Stack. 2562. ESP32 Basic Core IoT Development Kit. [Online]. Available : <https://m5stack.com/collections/m5-core>
- Robotsiam. 2562. ESP32 #1: รู้จักไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32. [Online]. Available : <http://www.robotsiam.com/article/42/esp32-1-รู้จัก-ไมโครคอนโทรลเลอร์-esp32>

## ภาคผนวก

- ภาคผนวก ก หนังสือราชการประกอบการดำเนินการวิจัย
- ภาคผนวก ข แบบประเมินคุณภาพด้านใบงานและด้านบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์แบบสำเร็จรูป
- ภาคผนวก ค ผลการวิเคราะห์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- ภาคผนวก ง ผลการวิเคราะห์หาความยากง่ายและอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ
- ภาคผนวก จ ผลการวิเคราะห์หาค่าความแปรปรวนของแบบทดสอบ
- ภาคผนวก ฉ แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน
- ภาคผนวก ช แบบประเมินความพึงพอใจ
- ภาคผนวก ซ ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ด
- ภาคผนวก ฌ คู่มือการใช้งานชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ด
- ภาคผนวก ฎ ภาพการทดลองใช้งานชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ด
- ภาคผนวก ฏ ตัวอย่างใบงานการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ก

หนังสือราชการประกอบการดำเนินการวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ อว 7004 / 0292

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณ  
ทหารลาดกระบัง ถนนฉลองกรุง  
เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

15 มีนาคม 2564

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ให้นักศึกษา

เรียน นายสง่า กุคำ

ด้วย นายวีระพล ดำเนินพาณิชย์ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง มีความประสงค์ขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบสอบถาม แบบทดสอบและแบบประเมิน เพื่อประกอบการจัดเตรียมหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ชุดปฏิบัติการวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2563”

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ให้นักศึกษาดังกล่าวและหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ



(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วরণษ์ ไพรินทร์)

ผู้ช่วยคณบดีฝ่ายวิชาการ  
ปฏิบัติการแทนคณบดี

ส่วนสนับสนุนวิชาการ

โทร. 02-329-8000 ต่อ 3692

โทรสาร. 02- 329-8436

ติดต่อนักศึกษา โทร. 088-767-8097

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ อว 7004 / 0292

คณะกรรมการอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณ  
ทหารลาดกระบัง ถนนฉลองกรุง  
เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

15 มีนาคม 2564

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ให้กับนักศึกษา

เรียน นายอาทร คุ่มฉายา

ด้วย นายวีระพล ดำเนินพาณิชย์ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรอุตสาหกรรม  
มหาบัณฑิต สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง มีความ  
ประสงค์ขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบสอบถาม แบบทดสอบและแบบประเมิน เพื่อ  
ประกอบการจัดเตรียมหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ชุดปฏิบัติการวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์  
หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2563”

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ให้กับนักศึกษาดังกล่าวและหวังเป็นอย่างยิ่งว่า  
จะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรพงษ์ ไพรินทร์)

ผู้ช่วยคณบดีฝ่ายวิชาการ  
ปฏิบัติการแทนคณบดี

ส่วนสนับสนุนวิชาการ

โทร. 02-329-8000 ต่อ 3692

โทรสาร. 02- 329-8436

ติดต่อนักศึกษา โทร. 088-767-8097

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ อว 7004 / 0292

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณ  
ทหารลาดกระบัง ถนนฉลองกรุง  
เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

15 มีนาคม 2564

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ให้กับนักศึกษา

เรียน นายชูสกุล พรหมมาศ

ด้วย นายวีระพล ตำเนินพาณิชย์ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
มหาบัณฑิต สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง มีความ  
ประสงค์ขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบสอบถาม แบบทดสอบและแบบประเมิน เพื่อ  
ประกอบการจัดเตรียมหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ชุดปฏิบัติการวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์  
หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2563”

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ให้กับนักศึกษาดังกล่าวและหวังเป็นอย่างยิ่งว่า  
จะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรพงษ์ ไพรินทร์)  
ผู้ช่วยคณบดีฝ่ายวิชาการ  
ปฏิบัติการแทนคณบดี

ส่วนสนับสนุนวิชาการ

โทร. 02-329-8000 ต่อ 3692

โทรสาร. 02- 329-8436

ติดต่อนักศึกษา โทร. 088-767-8097

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ อว 7004 / 0292

คณะกรรมการอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณ  
ทหารลาดกระบัง ถนนฉลองกรุง  
เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

15 มีนาคม 2564

เรื่อง ขออนุญาตครุภัณฑ์ให้นักศึกษา

เรียน นายจิรวุฒิ แสงคุณธรรม

ด้วย นายวีระพล ตำเนินพาณิชย์ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
มหาบัณฑิต สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง มีความ  
ประสงค์ขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบสอบถาม แบบทดสอบและแบบประเมิน เพื่อ  
ประกอบการจัดเตรียมหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ชุดปฏิบัติการวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์  
หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2563”

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ให้นักศึกษาดังกล่าวและหวังเป็นอย่างยิ่งว่า  
จะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรพงษ์ ไพรินทร์)

ผู้ช่วยคณบดีฝ่ายวิชาการ

ปฏิบัติการแทนคณบดี

ส่วนสนับสนุนวิชาการ

โทร. 02-329-8000 ต่อ 3692

โทรสาร. 02- 329-8436

ติดต่อนักศึกษา โทร. 088-767-8097

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ อว 7004 / 0292

คณะกรรมการอุดมศึกษาและเทคโนโลยี  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณ  
ทหารลาดกระบัง ถนนฉลองกรุง  
เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

15 มีนาคม 2564

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ให้นักศึกษา

เรียน นางสาวศศิธร อมรพันธ์

ด้วย นายวีระพล ต้าเนินพาณิชย์ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง มีความประสงค์ขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบสอบถาม แบบทดสอบและแบบประเมิน เพื่อประกอบการจัดเตรียมหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ชุดปฏิบัติการวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2563”

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ให้นักศึกษาดังกล่าวและหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรพงษ์ ไพรินทร์)

ผู้ช่วยคณบดีฝ่ายวิชาการ  
ปฏิบัติการแทนคณบดี

ส่วนสนับสนุนวิชาการ

โทร. 02-329-8000 ต่อ 3692

โทรสาร. 02- 329-8436

ติดต่อนักศึกษา โทร. 088-767-8097

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## แบบประเมินคุณภาพด้านใบงาน ชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ด

### คำชี้แจง

1. แบบประเมินคุณภาพด้านใบงาน ชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ด มีวัตถุประสงค์เพื่อรวบรวมความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิต่อด้านใบงานของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ด และนำ ข้อเสนอแนะมาใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงใบงาน การทดลองให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น
2. แบบประเมินคุณภาพฉบับนี้ แบ่งออกเป็น 2 ตอน ดังนี้
  - ตอนที่ 1 คำถามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิด้านใบงาน ชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ด
  - ตอนที่ 2 ข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ
3. ค่าระดับความคิดเห็นในแบบประเมินนี้มี 5 ระดับ มีความหมายดังนี้
  - ระดับ 5 หมายถึง ดีมาก
  - ระดับ 4 หมายถึง ดี
  - ระดับ 3 หมายถึง ปานกลาง
  - ระดับ 2 หมายถึง พอใช้
  - ระดับ 1 หมายถึง ควรปรับปรุง

ลงชื่อ ..... ผู้วิจัย

(นายวีระพล ตำเนินพานิชย์)

นักศึกษาหลักสูตร ค.อ.ม อีเล็กทรอนิกส์

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สจล.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## แบบประเมินคุณภาพใบงานของชุดปฏิบัติการ ไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ด

**ตอนที่ 1** คำถามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิด้านใบงานของชุดปฏิบัติการ  
ไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ด กรุณาพิจารณาคุณภาพตามรายการประเมิน แล้วตอบ  
โดยทำเครื่องหมาย  ลงในช่องระดับคุณภาพที่ตรงตามความเห็นของท่าน

ข้อที่	รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ				
		5	4	3	2	1
1	ความเหมาะสมของใบงาน					
2	ความเหมาะสมของวัตถุประสงค์					
3	ความถูกต้องของเนื้อหา					
4	ความเหมาะสมของลำดับขั้นตอนการปฏิบัติ					
5	ความชัดเจนในคำอธิบายแต่ละขั้นตอน					
6	รูปแบบใบงานง่ายต่อการใช้งาน					
7	ความถูกต้องและชัดเจนของตัวอักษรและรูปภาพ					
8	ความเหมาะสมของคำถามและคำตอบ					
9	สร้างแรงจูงใจต่อการเรียนรู้					
10	ครอบคลุมต่อเนื้อหาในการฝึกปฏิบัติ					

**ตอนที่ 2** ข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ .....

(.....)

**ผู้ทรงคุณวุฒิ**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# แบบประเมินคุณภาพด้านบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์

## แบบสำเร็จรูป

### ชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ด

#### คำชี้แจง

- แบบประเมินคุณภาพด้านบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์แบบสำเร็จรูป ชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ด มีวัตถุประสงค์เพื่อรวบรวมความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิต่อด้านบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์แบบสำเร็จรูป ชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ด และนำ ข้อเสนอแนะมาใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น
- แบบประเมินคุณภาพฉบับนี้ แบ่งออกเป็น 2 ตอน ดังนี้
  - ตอนที่ 1 คำถามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิด้านด้านบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์แบบสำเร็จรูป ชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ด
  - ตอนที่ 2 ข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ
- ค่าระดับความคิดเห็นในแบบประเมินนี้มี 5 ระดับ มีความหมายดังนี้
  - ระดับ 5 หมายถึง ดีมาก
  - ระดับ 4 หมายถึง ดี
  - ระดับ 3 หมายถึง ปานกลาง
  - ระดับ 2 หมายถึง พอใช้
  - ระดับ 1 หมายถึง ควรปรับปรุง

ลงชื่อ.....ผู้วิจัย

(นายวีระพล ดำเนินพาณิชย์)

นักศึกษาหลักสูตร ค.อ.ม อีเล็กทรอนิกส์

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สจล.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## แบบประเมินคุณภาพด้านบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์แบบสำเร็จรูป ชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ด

**ตอนที่ 1** คำถามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิด้านบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์แบบสำเร็จรูป  
ชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ด กรุณาพิจารณาคุณภาพตามรายการ  
ประเมิน แล้วตอบโดยทำเครื่องหมาย  ลงในช่องระดับคุณภาพที่ตรงตามความเห็นของ  
ท่าน

ข้อที่	รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ				
		5	4	3	2	1
1	ขนาดความเหมาะสมของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์แบบสำเร็จรูป					
2	รูปร่างของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์แบบสำเร็จรูปก่อให้เกิดแรงจูงใจ					
3	ความเหมาะสมของตำแหน่งอุปกรณ์					
4	ความแข็งแรงของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์แบบสำเร็จรูป					
5	ความสะดวกในการดูแลรักษาและซ่อมบำรุง					
6	ความสัมพันธ์ของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์แบบสำเร็จรูปต่อใบงาน					
7	ความปลอดภัยในขณะที่ทำการทดลอง					
8	ความสะดวกในการติดตั้งใช้งานเพื่อการทดลอง					
9	ความเหมาะสมของวัสดุที่นำมาใช้ทำบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์แบบสำเร็จรูป					
10	คุณค่าทางวิชาการของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์แบบสำเร็จรูป					

**ตอนที่ 2** ข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ

.....

.....

.....

ลงชื่อ .....

(.....)

**ผู้ทรงคุณวุฒิ**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



## ตารางที่ ค.1 (ต่อ)

ข้อคำถาม	ดัชนีความสอดคล้อง (IOC)
9. ข้อใดคือการตั้งค่าคำสั่ง digital write ก. กำหนด ขา กำหนด ค่าแรงดัน ข. กำหนด ขา ค. กำหนด ค่า logic ง. กำหนด ขา กำหนด ค่า logic	0.6
10. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับ digital write ก. คือการรับค่า digital logic 1 หรือ 0 เข้าทางอินพุตที่กำหนด ข. คือการส่งค่า digital logic 1 หรือ 0 ออกทางเอาต์พุตที่กำหนด ค. คือการรับค่า analog แรงดัน 0-5V เข้าทางอินพุตที่กำหนด ง. คือการส่งค่า analog แรงดัน 0-5V ออกทางเอาต์พุตที่กำหนด	1
11. ข้อใดคือการตั้งค่าคำสั่ง digital read ก. กำหนด ขา กำหนด ค่าแรงดัน ข. กำหนด ขา ค. กำหนด ค่า logic ง. กำหนด ขา กำหนด ค่า logic	0.6
12. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับ digital read ก. คือการรับค่า digital logic 1 หรือ 0 เข้าทางอินพุตที่กำหนด ข. คือการส่งค่า digital logic 1 หรือ 0 ออกทางเอาต์พุตที่กำหนด ค. คือการรับค่า analog แรงดัน 0-5V เข้าทางอินพุตที่กำหนด ง. คือการส่งค่า analog แรงดัน 0-5V ออกทางเอาต์พุตที่กำหนด	1
 <p>13. จากรูป ได้นำคำสั่ง digital read ทำหน้าที่อะไร ก. อ่านค่าตัวแปรที่รับเข้ามาจากขา 2 ข. อ่านค่าตัวแปรที่ส่งออกไป ค. อ่านค่าตัวแปรที่ขา 2 ที่ส่งออกไป ง. อ่านค่าตัวแปรที่ขา 1 ที่รับเข้ามา</p>	0.6
14. จากข้อ 5 โปรแกรมทำงานอย่างไร ก. ถ้าตัวแปรที่ขา 2 ที่รับเข้ามามีค่าเท่ากับ 1 ข้อความจะเป็น A ข. ถ้าตัวแปรที่รับเข้ามามีค่าเท่ากับ 1 ข้อความจะเป็น A ค. ถ้าตัวแปรที่ส่งออกไปมีค่าเท่ากับ 1 ข้อความจะเป็น A ง. ถ้าตัวแปรที่ขา 2 ที่ส่งออกไปมีค่าเท่ากับ 1 ข้อความจะเป็น A	1



## ตารางที่ ค.1 (ต่อ)

ข้อคำถาม	ดัชนีความสอดคล้อง (IOC)
 <p>22. จากรูป Relay จะทำงานอย่างไร</p> <p>ก. Relay ทำงานเมื่อเริ่มเปิดโปรแกรม</p> <p>ข. Relay หยุดทำงานเมื่อเริ่มจ่ายแรงดันไฟฟ้าที่ขา 26</p> <p>ค. Relay หยุดทำงานเมื่อเริ่มเปิดโปรแกรม</p> <p>ง. Relay หยุดทำงานเมื่อเริ่มกดปุ่มที่ 26</p>	0.6
 <p>23. เมื่อ digital read ที่ขา 2 เท่ากับ 1 ผลที่หน้าจอและ RELAY จะเป็นอย่างไร</p> <p>ก. หน้าจอจะแสดงผล Hello และ RELAY จะทำงาน</p> <p>ข. หน้าจอจะแสดงผล Hello และ RELAY จะหยุดทำงาน</p> <p>ค. หน้าจอจะแสดงผล A และ RELAY จะหยุดทำงาน</p> <p>ง. หน้าจอจะแสดงผล A และ RELAY จะทำงาน</p>	1
 <p>24. จากรูป เมื่อกดปุ่ม C ของ M5Stack ผลเป็นอย่างไร</p> <p>ก. หน้าจอจะแสดงผล Hello และ RELAY จะทำงาน</p> <p>ข. หน้าจอจะแสดงผล Hello และ RELAY จะหยุดทำงาน</p> <p>ค. หน้าจอจะแสดงผล A และ RELAY จะหยุดทำงาน</p> <p>ง. หน้าจอจะแสดงผล A และ RELAY จะทำงาน</p>	1
<p>25. อุปกรณ์ตัวใดใน Sensor LUMINOSITY ใช้ในการรับแสง</p> <p>ก. MOTOR                      ข. VR</p> <p>ค. LDR                          ง. Timer</p>	1
<p>26. เมื่อนำมือมาปิดที่ตัวรับแสงค่า ANALOG จะเป็นอย่างไร</p> <p>ก. 0                                      ข. 1024</p> <p>ค. 500                                    ง. 650</p>	0.8
<p>27. ถ้าต้องการให้มอเตอร์ทำงานทำได้อย่างไร</p> <p>ก. ให้ทั้งขา M+ และ M- มีค่าไม่เท่ากัน</p> <p>ข. ให้ทั้งขา M+ และ M- มีค่าเท่ากัน</p> <p>ค. ให้ขา GND = 1 และ M- = 0</p> <p>ง. ให้ขา M+ = 0 และ GND = 1</p>	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์และห้ามการใช้งานเพื่อการค้าใดๆทั้งสิ้น ไม่อนุญาตให้ทำไปใช้ประโยชน์ด้านการศึกษา

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.1 (ต่อ)

ข้อคำถาม	ดัชนีความสอดคล้อง (IOC)
28. ถ้าต้องการให้มอเตอร์หยุดทำงานทำได้อย่างไร ก. ให้ทั้งขา M+ และ M- มีค่าไม่เท่ากัน ข. ให้ทั้งขา M+ และ M- มีค่าเท่ากัน ค. ให้ขา M+ = 1 และ M- = 0 ง. ให้ขา M+ = 0 และ M- = 1	1
29.  คำสั่งนี้หมายถึงอะไร ก. ส่งค่า Digital จาก LIGHT ตัวที่กำหนด ข. ส่งค่า Analog จาก LIGHT ตัวที่กำหนด ค. รับค่า Digital จาก LIGHT ตัวที่กำหนด ง. รับค่า Analog จาก LIGHT ตัวที่กำหนด	1
30.  คำสั่งนี้มีการทำงานอย่างไร ก. ส่งค่า Digital จาก LIGHT ตัวที่กำหนด แสดงผลออกทาง label ข. ส่งค่า Analog จาก LIGHT ตัวที่กำหนด แสดงผลออกทาง label ค. รับค่า Digital จาก LIGHT ตัวที่กำหนด แสดงผลออกทาง label ง. รับค่า Analog จาก LIGHT ตัวที่กำหนด แสดงผลออกทาง label	0.6
31. ข้อใดต่อไปนี้เป็นถูกต้อง ก. M5Stack → DC MOTOR → Sensor LUMINOSITY ข. Sensor LUMINOSITY → DC MOTOR → M5Stack ค. DC MOTOR → M5Stack → Sensor LUMINOSITY ง. Sensor LUMINOSITY → M5Stack → DC MOTOR	0.6
32. เมื่อ Sensor แสง LUMINOSITY ทำงาน จะส่งค่า Digital Value จะส่งค่าอะไร ก. ไม่ส่งค่า ข. 0 ค. 1 ง. 2	1
33. Sensor TEMPERATURE HUMIDITY ใช้อุปกรณ์ตัวใดในการวัดค่าอุณหภูมิและความชื้น ก. LDR ข. ENV ค. BMP280 ง. DHT12	1
34. Sensor TEMPERATURE HUMIDITY สามารถวัดค่าอุณหภูมิและความชื้นอยู่ที่เท่าไร ก. -20 ~ 60°C และ 20 ~ 95%RH ข. -20 ~ 60°C และ 20 ~ 90%RH ค. -10 ~ 60°C และ 20 ~ 95%RH ง. -20 ~ 80°C และ 20 ~ 95%RH	0.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการศึกษา


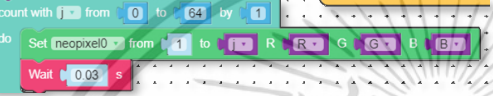

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้







## ตารางที่ ค.1 (ต่อ)

ข้อคำถาม	ดัชนีความสอดคล้อง (IOC)
 <p>54. คำสั่งนี้มีการทำงานอย่างไร</p> <p>ก. หลังจากกดปุ่ม A จะทำการคงสถานะของชุด MATRIX ค้างเอาไว้</p> <p>ข. เมื่อกดปุ่ม A จะทำการคงสถานะของชุด MATRIX ค้างเอาไว้</p> <p>ค. หลังจากกดปุ่ม A จะทำการหยุดการคงสถานะของชุด MATRIX ที่ค้างเอาไว้</p> <p>ง. เมื่อกดปุ่ม A จะทำการหยุดการคงสถานะของชุด MATRIX ที่ค้างเอาไว้</p>	1
 <p>55. จากรูปผลการทำงานเป็นอย่างไร</p> <p>ก. ไฟจะติดค้างไว้อยู่ตลอด</p> <p>ข. ไฟจะติดทีละสองดวงจนครบทุกดวง</p> <p>ค. ไฟจะติดทีละดวงจนครบทุกดวง</p> <p>ง. ไฟดับทุกดวง 5 วินาที และติดขึ้นใหม่</p>	1
 <p>56. จากรูป เมื่อกดปุ่ม B ผลการทำงานจะเป็นอย่างไร</p> <p>ก. ไฟจะติดค้างไว้อยู่ตลอด</p> <p>ข. ไฟจะติดทีละสองดวงจนครบทุกดวง</p> <p>ค. ไฟจะติดทีละดวงจนครบทุกดวง</p> <p>ง. ไฟดับทุกดวง 5 วินาที และติดขึ้นใหม่</p>	1



## ภาคผนวก ง

### ผลการวิเคราะห์หาความยากง่ายและอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง.1 ผลการวิเคราะห์หาความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ

ข้อที่	(PH) n = 10	(PL) n = 10	$p = \frac{P_H + P_L}{2n}$	แปล ความหมาย	$r = \frac{P_H - P_L}{n}$	แปล ความหมาย	q = 1-p	pq
1	9	6	0.75	ค่อนข้างง่าย	0.30	ดีพอสมควร	0.25	0.19
2	8	5	0.65	ค่อนข้างง่าย	0.30	ดีพอสมควร	0.35	0.23
3	9	6	0.75	ค่อนข้างง่าย	0.30	ดีพอสมควร	0.25	0.19
4	7	5	0.60	ปานกลาง	0.20	พอใช้ได้	0.40	0.24
5	8	6	0.70	ค่อนข้างง่าย	0.20	พอใช้ได้	0.30	0.21
6	9	5	0.70	ค่อนข้างง่าย	0.40	ข้อสอบที่ดี	0.30	0.21
7	9	6	0.75	ค่อนข้างง่าย	0.30	ดีพอสมควร	0.25	0.19
8	8	5	0.65	ค่อนข้างง่าย	0.30	ดีพอสมควร	0.35	0.23
9	7	4	0.55	ปานกลาง	0.30	ดีพอสมควร	0.45	0.25
10	7	5	0.60	ปานกลาง	0.20	พอใช้ได้	0.40	0.24
11	9	7	0.80	ค่อนข้างง่าย	0.20	พอใช้ได้	0.20	0.16
12	9	6	0.75	ค่อนข้างง่าย	0.30	ดีพอสมควร	0.25	0.19
13	8	4	0.60	ปานกลาง	0.40	ข้อสอบที่ดี	0.40	0.24
14	9	5	0.70	ค่อนข้างง่าย	0.40	ข้อสอบที่ดี	0.30	0.21
15	7	4	0.55	ปานกลาง	0.30	ดีพอสมควร	0.45	0.25
16	9	6	0.75	ค่อนข้างง่าย	0.30	ดีพอสมควร	0.25	0.19
17	8	5	0.65	ค่อนข้างง่าย	0.30	ดีพอสมควร	0.35	0.23
18	8	6	0.70	ค่อนข้างง่าย	0.20	พอใช้ได้	0.30	0.21
19	7	4	0.55	ปานกลาง	0.30	ดีพอสมควร	0.45	0.25
20	9	7	0.80	ค่อนข้างง่าย	0.20	พอใช้ได้	0.20	0.16
21	9	6	0.75	ค่อนข้างง่าย	0.30	ดีพอสมควร	0.25	0.19
22	7	4	0.55	ปานกลาง	0.30	ดีพอสมควร	0.45	0.25
23	8	6	0.70	ค่อนข้างง่าย	0.20	พอใช้ได้	0.30	0.21
24	9	6	0.75	ค่อนข้างง่าย	0.30	ดีพอสมควร	0.25	0.19
25	9	7	0.80	ค่อนข้างง่าย	0.20	พอใช้ได้	0.20	0.16
26	9	6	0.75	ค่อนข้างง่าย	0.30	ดีพอสมควร	0.25	0.19
27	8	5	0.65	ค่อนข้างง่าย	0.30	ดีพอสมควร	0.35	0.23
28	8	5	0.65	ค่อนข้างง่าย	0.30	ดีพอสมควร	0.35	0.23
29	7	4	0.55	ปานกลาง	0.30	ดีพอสมควร	0.45	0.25
30	9	5	0.70	ค่อนข้างง่าย	0.40	ข้อสอบที่ดี	0.30	0.21
31	9	5	0.70	ค่อนข้างง่าย	0.40	ข้อสอบที่ดี	0.30	0.21
32	9	7	0.80	ค่อนข้างง่าย	0.20	พอใช้ได้	0.20	0.16
33	7	4	0.55	ปานกลาง	0.30	ดีพอสมควร	0.45	0.25
34	7	5	0.60	ปานกลาง	0.20	พอใช้ได้	0.40	0.24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง.1 (ต่อ)

ข้อที่	(PH) n = 10	(PL) n = 10	$p = \frac{P_H + P_L}{2n}$	แปล ความหมาย	$r = \frac{P_H - P_L}{n}$	แปล ความหมาย	q = 1-p	pq
35	8	5	0.65	ค่อนข้างง่าย	0.30	ดีพอสมควร	0.35	0.23
36	7	4	0.55	ปานกลาง	0.30	ดีพอสมควร	0.45	0.25
37	9	6	0.75	ค่อนข้างง่าย	0.30	ดีพอสมควร	0.25	0.19
38	7	4	0.55	ปานกลาง	0.30	ดีพอสมควร	0.45	0.25
39	8	6	0.70	ค่อนข้างง่าย	0.20	พอใช้ได้	0.30	0.21
40	8	5	0.65	ค่อนข้างง่าย	0.30	ดีพอสมควร	0.35	0.23
41	9	5	0.70	ค่อนข้างง่าย	0.40	ข้อสอบที่ดี	0.30	0.21
42	8	6	0.70	ค่อนข้างง่าย	0.20	พอใช้ได้	0.30	0.21
43	7	4	0.55	ปานกลาง	0.30	ดีพอสมควร	0.45	0.25
44	8	6	0.70	ค่อนข้างง่าย	0.20	พอใช้ได้	0.30	0.21
45	7	5	0.60	ปานกลาง	0.20	พอใช้ได้	0.40	0.24
46	9	6	0.75	ค่อนข้างง่าย	0.30	ดีพอสมควร	0.25	0.19
47	8	5	0.65	ค่อนข้างง่าย	0.30	ดีพอสมควร	0.35	0.23
48	7	4	0.55	ปานกลาง	0.30	ดีพอสมควร	0.45	0.25
49	9	6	0.75	ค่อนข้างง่าย	0.30	ดีพอสมควร	0.25	0.19
50	9	6	0.75	ค่อนข้างง่าย	0.30	ดีพอสมควร	0.25	0.19
51	8	5	0.65	ค่อนข้างง่าย	0.30	ดีพอสมควร	0.35	0.23
52	8	4	0.60	ปานกลาง	0.40	ข้อสอบที่ดี	0.40	0.24
53	7	4	0.55	ปานกลาง	0.30	ดีพอสมควร	0.45	0.25
54	8	6	0.70	ค่อนข้างง่าย	0.20	พอใช้ได้	0.30	0.21
55	7	5	0.60	ปานกลาง	0.20	พอใช้ได้	0.40	0.24
56	8	5	0.65	ค่อนข้างง่าย	0.30	ดีพอสมควร	0.35	0.23

จากตารางที่ ง.1 แสดงผลการวิเคราะห์หาค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบที่ผ่านเกณฑ์โดยเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายระหว่าง 0.2 – 0.8 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



## ภาคผนวก จ

### ผลการวิเคราะห์หาค่าความแปรปรวนของแบบทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ.1 ผลการวิเคราะห์หาค่าความแปรปรวนของแบบทดสอบ

คนที่	คะแนน (X)	คะแนนยกกำลังสอง (X <sup>2</sup> )
1	30	900
2	29	841
3	31	961
4	46	2116
5	28	784
6	40	1600
7	44	1936
8	30	900
9	32	1024
10	42	1764
11	47	2209
12	48	2304
13	29	841
14	28	784
15	28	784
16	50	2500
17	41	1681
18	29	841
19	48	2304
20	47	2209
รวม	747	29283

การหาค่าความแปรปรวนของแบบทดสอบ

$$S^2 = \frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}$$

ค่าความแปรปรวนของแบบทดสอบ  $S^2=72.77$

การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

$$r_{tt} = \frac{k}{k-1} \left( 1 - \frac{\sum pq}{s^2} \right)$$

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ  $r_{tt} = 0.85$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน ชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์  
โดยใช้บล็อกโค้ด**

ใบงานที่ .....

เรื่อง .....

ชื่อนักเรียน..... รหัส .....

คำชี้แจง ใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องคะแนนที่ตรงกับการสังเกตของท่าน

ลำดับ	คุณลักษณะที่ต้องการวัด	ระดับคะแนน		
		2	1	0
1	การเชื่อมต่อฮาร์ดแวร์			
2	การพัฒนาซอฟต์แวร์			
3	ความปลอดภัยและรอบคอบในการทดลอง			
4	ปฏิบัติงานถูกต้องตามขั้นตอน			
5	ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลองและปฏิบัติงาน			
<b>รวมคะแนนการประเมิน</b>				

**เกณฑ์การให้คะแนน แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน**

**ข้อที่ 1 การเชื่อมต่อฮาร์ดแวร์**

มีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

2 คะแนน เมื่อ เชื่อมต่ออุปกรณ์ได้ครบถ้วน ถูกต้อง

1 คะแนน เมื่อ เชื่อมต่ออุปกรณ์ไม่ครบถ้วนหรือไม่ถูกต้อง

0 คะแนน เมื่อ ไม่สามารถเชื่อมต่ออุปกรณ์ได้

**ข้อที่ 2 การพัฒนาซอฟต์แวร์**

มีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

2 คะแนน เมื่อ พัฒนาซอฟต์แวร์ได้ครบถ้วน ถูกต้อง

1 คะแนน เมื่อ พัฒนาซอฟต์แวร์ไม่ครบถ้วนหรือไม่ถูกต้อง

0 คะแนน เมื่อ ไม่สามารถพัฒนาซอฟต์แวร์ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## เกณฑ์การให้คะแนน แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน (ต่อ)

### ข้อที่ 3 ความปลอดภัยและรอบคอบในการทดลอง

มีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

- 2 คะแนน เมื่อ ไม่เกิดความเสียหายและป้องกันความเสียหายจากการทดลอง
- 1 คะแนน เมื่อ ไม่เกิดความเสียหาย แต่ ไม่ป้องกันความเสียหายจากการทดลอง
- 0 คะแนน เมื่อ เกิดความเสียหายต่ออุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

### ข้อที่ 4 ปฏิบัติงานถูกต้องตามขั้นตอน

มีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

- 2 คะแนน เมื่อ ปฏิบัติงานได้ถูกต้องตามขั้นตอน
- 1 คะแนน เมื่อ ปฏิบัติงานผิดจากขั้นตอนที่กำหนดไม่เกิน 2 ครั้ง
- 0 คะแนน เมื่อ ปฏิบัติงานผิดจากขั้นตอนที่กำหนดมากกว่า 2 ครั้ง

### ข้อที่ 5 ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลองและปฏิบัติงาน

มีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

- 2 คะแนน เมื่อ งานเสร็จในระยะเวลาที่กำหนด
- 1 คะแนน เมื่อ งานเสร็จ แต่ใช้เวลาเพิ่มเติมไม่เกิน 10 นาที
- 0 คะแนน เมื่อ งานไม่เสร็จ หรือเสร็จ แต่ใช้เวลามากกว่า 10 นาที



ภาคผนวก ข

แบบประเมินความพึงพอใจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## แบบประเมินผลความพึงพอใจในการเรียน โดยใช้ชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ด

**ตอนที่ 1** คำถามความคิดเห็นของนักศึกษาเกี่ยวกับการเรียนโดยใช้ชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ด กรุณาทำเครื่องหมาย  ลงในช่องที่ตรงตามความเห็นของท่าน

ประเด็นความคิดเห็น	ระดับความพึงพอใจ / ความรู้ความเข้าใจ / การนำความรู้ นำไปใช้				
	มากที่สุด 5	มาก 4	ปานกลาง 3	น้อย 2	น้อยที่สุด 1
<b>ด้านบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์แบบสำเร็จรูป</b>					
1. ขนาดความเหมาะสมของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ฯ					
2. รูปร่างของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ฯ ก่อให้เกิดแรงจูงใจ					
3. ความเหมาะสมของตำแหน่งอุปกรณ์					
4. ความแข็งแรงของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ฯ					
5. ความสะดวกในการดูแลรักษาและซ่อมบำรุง					
6. ความปลอดภัยในการใช้งาน					
<b>ด้านใบงาน</b>					
1. ความเหมาะสมของใบงาน					
2. ความชัดเจนในคำอธิบายแต่ละขั้นตอน					
3. ครอบคลุมต่อเนื้อหาในการปฏิบัติงาน					
4. ความถูกต้องและชัดเจนของตัวอักษรและรูปภาพ					
5. สร้างแรงจูงใจต่อการเรียนรู้					
<b>ด้านความรู้ความเข้าใจ</b>					
1. ความรู้และความเข้าใจในการใช้งานบอร์ดทดลอง M5Stack					
2. ความรู้และความเข้าใจในการพัฒนาซอฟต์แวร์โดยใช้โปรแกรม UI Flow					

**ตอนที่ 2** ข้อเสนอแนะ

.....  
 .....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ซ.1 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้ล็อกโค้ด

คนที่	ใบงานที่ 1		ใบงานที่ 2		ใบงานที่ 3		ใบงานที่ 4		ใบงานที่ 5		ใบงานที่ 6		ใบงานที่ 7		คะแนนรวมระหว่างเรียน (126 คะแนน)	ใบงานที่ 8		คะแนนรวมหลังเรียน (126 คะแนน)	
	คะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (8 คะแนน)	คะแนนการปฏิบัติงาน (10 คะแนน)	คะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (8 คะแนน)	คะแนนการปฏิบัติงาน (10 คะแนน)	คะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (8 คะแนน)	คะแนนการปฏิบัติงาน (10 คะแนน)	คะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (8 คะแนน)	คะแนนการปฏิบัติงาน (10 คะแนน)	คะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (8 คะแนน)	คะแนนการปฏิบัติงาน (10 คะแนน)	คะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (8 คะแนน)	คะแนนการปฏิบัติงาน (10 คะแนน)	คะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (8 คะแนน)	คะแนนการปฏิบัติงาน (10 คะแนน)		คะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (56 คะแนน)	คะแนนการปฏิบัติงาน (70 คะแนน)		
1	6	8	6	8	6	7	6	10	6	9	6	9	7	8	102	47	63	110	
2	8	9	8	9	7	9	6	9	7	10	7	9	5	9	112	44	63	107	
3	7	8	6	8	7	8	6	9	6	10	6	9	7	8	105	45	56	101	
4	8	8	6	8	6	8	7	9	6	10	7	9	7	8	107	45	56	101	
5	7	8	7	8	6	7	6	10	7	9	6	9	7	8	105	46	56	102	
6	5	7	6	7	7	8	7	8	6	8	7	8	6	8	98	46	63	109	
7	7	9	7	8	7	8	7	9	7	8	7	7	7	9	107	46	56	102	
8	8	8	6	8	7	8	8	9	6	10	7	9	6	8	108	45	56	101	
9	7	9	6	8	6	8	6	10	8	9	6	9	7	9	108	46	63	109	
10	7	9	7	8	7	8	6	9	6	8	7	7	7	9	105	45	56	101	
11	5	7	6	7	8	8	7	8	6	8	7	7	6	8	98	45	56	101	
12	7	9	8	9	7	9	6	9	7	10	6	9	6	9	111	44	63	107	
13	7	9	7	9	7	9	6	9	7	10	7	9	6	9	111	44	63	107	
14	7	8	7	8	5	7	6	10	6	9	7	9	6	8	103	44	56	100	
15	7	9	7	8	7	8	7	9	7	8	7	7	7	8	106	45	63	108	
16	5	7	6	7	6	8	7	8	6	8	8	8	7	8	99	46	49	95	
17	7	9	6	8	6	8	6	10	8	9	6	9	7	8	107	46	63	109	
18	7	9	6	8	5	8	6	10	6	9	6	9	5	8	102	47	56	103	
รวม	122	150	118	144	117	144	116	165	118	162	120	152	116	150	1894	816	1057	1873	
เฉลี่ย	15.25	15.00	14.75	14.40	14.63	14.40	14.50	16.50	14.75	16.20	15.00	15.20	14.50	15.00	105.22	14.57	15.10	104.06	
ร้อยละ	84.72	83.33	81.94	80.00	81.25	80.00	80.56	91.67	81.94	90.00	83.33	84.44	80.56	83.33	83.51	80.95	83.89	82.58	
E <sub>1</sub> /E <sub>2</sub>																83.51			82.58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

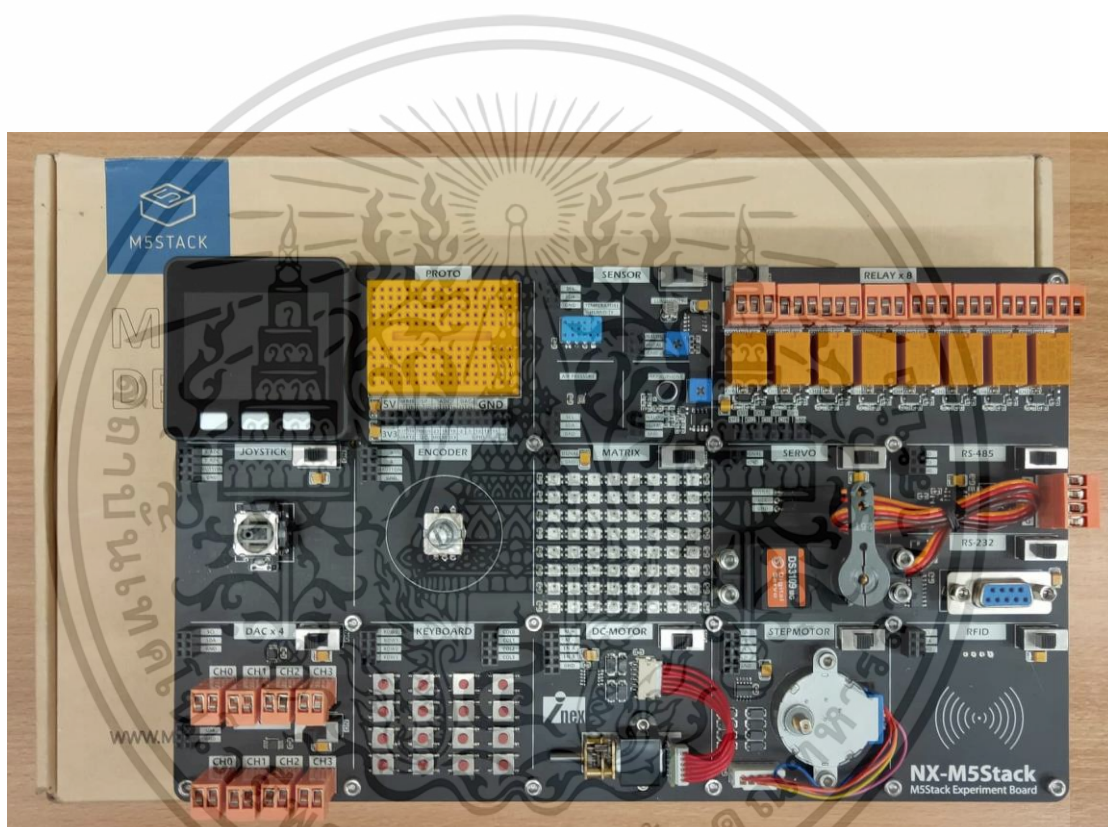


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## คู่มือการใช้งาน

ชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ด

MICROCONTROLLER USING CODE BLOCK LABORATORY SET



สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี

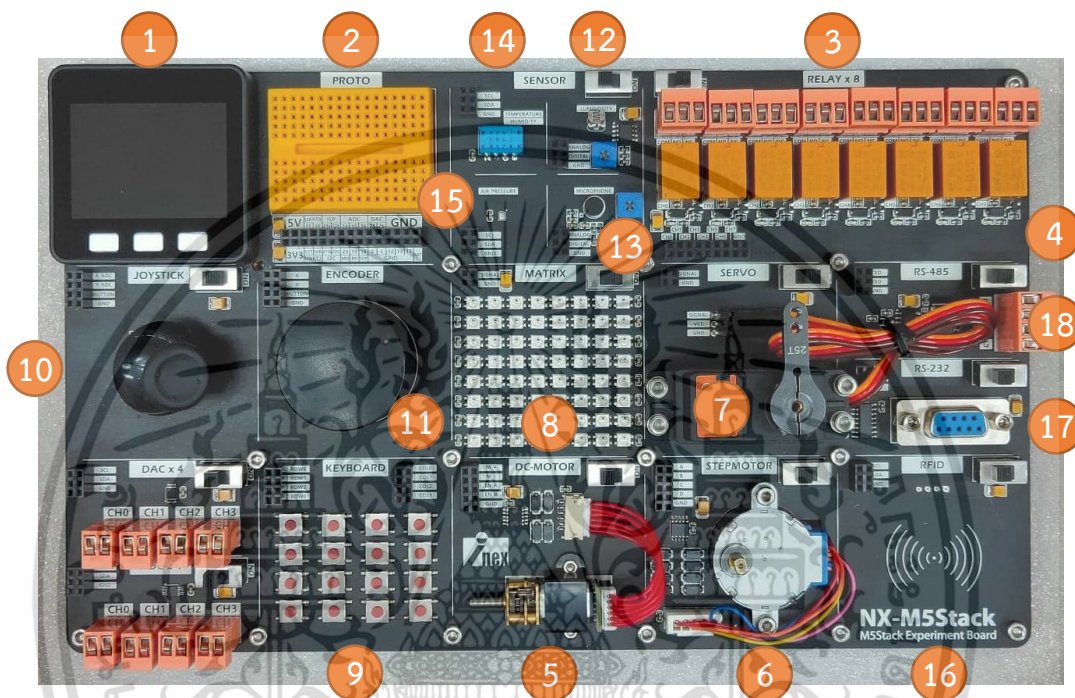
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. คำแนะนำการใช้งาน

ก่อนการใช้งานชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ด ควรศึกษาคู่มือการใช้งานให้เข้าใจ เพื่อการใช้งานที่ถูกต้องปลอดภัยแก่ผู้ใช้งานและป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นได้

2. โครงสร้างและรายละเอียดส่วนต่าง ๆ บนบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์แบบสำเร็จรูปของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ด



ภาพที่ ฦ.1 ภาพแสดงส่วนต่าง ๆ บนบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์แบบสำเร็จรูปของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ด

บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์แบบสำเร็จรูป คือ บอร์ด M5Stack Demo Board เป็นบอร์ดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้อุปกรณ์ประมวลผลเป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์รุ่น M5Stack และอุปกรณ์เชื่อมต่ออินพุต เอาท์พุต และอุปกรณ์แสดงผล ซึ่งจะประกอบด้วยคุณสมบัติต่าง ๆ ดังนี้

1. ติดตั้งกล่องสมองกล M5Stack รุ่น Basic ไว้บนบอร์ด สามารถถอดออกเพื่อนำ ไปใช้งานจริงได้พร้อมวงจรภาคจ่ายไฟ +12 V, +5 V และ +3.3 V มีจุดต่อพอร์ตสำหรับการทดลองเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอกรวม 20 ขา รวมถึงจุดต่อแรงดัน +5 V กับ +3.3 V จากวงจรควบคุมไฟเลี้ยงคงที่
2. มีแผงต่อวงจร 180 จุด สำหรับต่อวงจรทดลองเพิ่มเติม
3. มีวงจรซีรีย์ 5 V แบบกลไก 8 ช่อง โดยใช้ทรานซิสเตอร์ อัตราการทนกำลังไฟฟ้าของหน้าสัมผัสซีรีย์ คือ 250 V 3 A
4. ติดตั้งวงจร LED แสดงผล 8 ดวง สำหรับแสดงผลการทำงานของรีเลย์
5. มีวงจรขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟตรงพร้อมกับมอเตอร์ไฟตรงที่มีวงจรเข้ารหัสแกนหมุนมาพร้อมใช้งานควบคุมความเร็วและทิศทางในการหมุนได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. มีวงจรถับสแต็ปเปอร์มอเตอร์แบบยูนิโพลาร์ โดยมีสแต็ปเปอร์มอเตอร์ขนาดเล็กติดตั้งไว้บนบอร์ดทดลองพร้อมใช้งาน
7. มีวงจรถับเซอร์โวมอเตอร์และติดตั้งเซอร์โวมอเตอร์พร้อมใช้งาน โดยเซอร์โวมอเตอร์ เป็นแบบเฟืองโลหะมีแรงบิด 9 กิโลกรัมต่อเซนติเมตร
8. ติดตั้ง LED 3 สี RGB แบบโปรแกรมได้ เบอร์ SK6812 ซึ่งมีการทำงานที่ตรงกับเบอร์ WS2812 จำนวน 64 ดวง จัดเรียงเป็นแบบคอตเมตริกซ์ 8x8 จุด
9. ติดตั้งสวิตช์กดปล่อยดับ 16 ตัว ต่อกันเป็นวงจรสวิตช์เมตริกซ์ หรือคีย์แพด 4x4 จุด
10. มีวงจรสวิตช์จอยสติ๊ก โดยส่วนของก้านหมุนเป็นตัวต้านทานปรับค่าได้และมีสวิตช์กดที่ก้านหมุน มีลูกบิดสำหรับสวมเข้ากับก้านหมุน
11. มีวงจรสวิตช์เข้ารหัสแบบหมุนหรือเอ็นโค้ดเดอร์ 360 องศาพร้อมลูกบิด
12. มีวงจรถือต่อตัวตรวจจับแสงโดยใช้ตัวต้านทานแปรค่าตามแสง ให้ผลการทำงานทั้งแบบแอนะล็อกเป็นแรงดันไฟตรง และแบบดิจิตอลซึ่งเป็นการแจ้งสถานะ
13. มีวงจรถือต่อตัวตรวจจับเสียงโดยใช้คอนเดนเซอร์ ไมโครโฟน มีวงจรถือต่อสัญญาณ โดยใช้ไอซี เบอร์ MAX6644 ให้ผลการทำงานทั้งแบบแอนะล็อกเป็นแรงดันไฟตรง และแบบดิจิตอลซึ่งเป็นการแจ้งสถานะ
14. มีวงจรถือต่อตัวตรวจจับอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศเบอร์ DHT12 ติดต่อผ่านบัส I<sup>2</sup>C
15. มีวงจรถือต่อตัวตรวจจับความกดอากาศเบอร์ BMP280 ติดต่อผ่านบัส I<sup>2</sup>C
16. มีวงจรถือต่อตัวอ่านรหัสอุปกรณ์ แบบใช้คลื่นวิทยุ หรือ RFID มาพร้อมกับบัตรและพวงกุญแจเพื่อใช้ในการทดสอบการทำงาน ติดตั้งโมดูลอ่านอุปกรณ์ RFID เบอร์ RC552 ความถี่ 13.56 MHz ผ่าน I<sup>2</sup>C
17. ติดตั้งวงจรถือต่อบัส RS-232 โดยใช้ไอซีเบอร์ MAX232 โดยจุดต่อพอร์ต RS-232 เป็นแบบ DB9 นำไปใช้งานเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอกหรือคอมพิวเตอร์ได้ มีสายต่อให้พร้อมใช้งานติดต่อผ่านขาพอร์ต ต UART
18. ติดตั้งวงจรถือต่อบัส RS-485 โดยใช้ไอซีเบอร์ SP485EEN มีจุดต่อสำหรับเชื่อมต่ออุปกรณ์ บัส RS-485 ติดต่อผ่านขาพอร์ต UART (NX-M5Stack บอร์ดทดลองเพื่อการเรียนรู้และใช้งาน M5Stack. 2562)

### 3. ขั้นตอนการเริ่มใช้งานบอร์ด M5Stack Demo Board

1. เลื่อนสวิตช์ปิดการทำงานของอุปกรณ์บนกล่องและการบรรจุบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์แบบสำเร็จรูปทั้งหมด
2. เสียบตัวแปลงไฟ (Switching Adapter) ขนาดแรงดัน 12 V กระแสไฟฟ้า 1 A เข้ากับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์แบบสำเร็จรูปหลังจากนั้นบอร์ด M5Stack จะเริ่มทำงาน
3. เสียบสายสัญญาณต่อจากบอร์ด M5Stack เข้ากับคอมพิวเตอร์ด้วยสาย USB-C
4. กดปุ่ม C ตรง Setup เพื่อเข้าไปหน้าส่วนการตั้งค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. กดปุ่ม B ตรง Switch mode กดปุ่ม C สำหรับเลื่อนลงเพื่อเลือก USB Mode จากนั้นกดปุ่ม B เพื่อตกลง หลังจากนั้นกดปุ่ม C เลื่อนลงเพื่อเลือก Reboot >> และกดปุ่ม B เพื่อตกลง บอร์ด M5Stack จะทำการรีบูทระบบให้พร้อมสำหรับการใช้งาน



ภาพที่ ๓.2 ภาพแสดงขั้นตอนการเริ่มใช้งานกล่องและการบรรจุบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์แบบสำเร็จรูป ชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ด

4. ขั้นตอนการดาวน์โหลด ติดตั้ง และการอัปเดตโปรแกรม

1. ไปที่ <https://docs.m5stack.com/en/download> เพื่อดาวน์โหลดโปรแกรม UI Flow และ M5BURNER

**UIFLOW**

NO	Name	Download
1	UIFlow Web IDE	<a href="#">🔗</a>
2	Desktop IDE Win10 x64	<a href="#">↓</a>
3	Desktop IDE MacOS	<a href="#">↓</a>
4	Desktop IDE Linux	<a href="#">↓</a>

**M5BURNER**

NO	Name	Download
1	M5Burner Win10 x64	<a href="#">↓</a>
2	M5Burner MacOS	<a href="#">↓</a>
3	M5Burner Linux	<a href="#">↓</a>

UIFlow Softwares

UIFlow Firmware Burning Tool

ภาพที่ ๓.3 ภาพแสดงขั้นตอนการดาวน์โหลดซอฟต์แวร์ UI Flow และ M5BURNER ที่มา : <https://docs.m5stack.com/en/download>

2. เมื่อดาวน์โหลดโปรแกรมเสร็จแล้ว ไม่ต้องทำการติดตั้งโปรแกรม สามารถเปิดใช้งานได้ทันที เอกสารนี้ทั้ง UI Flow และ M5BURNER ใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เปิดโปรแกรม UI Flow จากนั้นคลิกที่ปุ่ม CheckUpdate เพื่ออัปเดตโปรแกรม UI Flow
4. เปิดโปรแกรม M5BURNER จากนั้นคลิกที่รูปฟันเฟือง เพื่ออัปเดตโปรแกรม M5BURNER
5. เลือก COM ให้ถูกต้องกับช่องทางที่ได้ต่อสายสัญญาณ USB-C หลังจากนั้นเลือกรุ่นของบอร์ด M5Stack โดยหมายเลขรุ่นจะต้องตรงกับรุ่นของโปรแกรม UI Flow หรือใกล้เคียง หลังจากคลิกดาวน์โหลด เมื่อดาวน์โหลดเสร็จแล้วคลิกติดตั้ง (Burn) (คอมพิวเตอร์ต้องเชื่อมต่อกับบอร์ด M5Stack)
6. จากนั้นโปรแกรมจะขึ้นหน้าต่าง Wifi Setting ให้คลิกที่เริ่ม (Start) รอจนกว่าโปรแกรมจะติดตั้งเสร็จสมบูรณ์จะปรากฏข้อความ Burn Successfully จากนั้นให้คลิกปิด (Close) ที่บอร์ด M5Stack จะเริ่มรีบูทระบบใหม่อีกครั้ง



ภาพที่ ๓.4 ภาพแสดงการติดตั้งโปรแกรมที่เสร็จสมบูรณ์

## 5. ขั้นตอนการใช้งานโปรแกรม UI Flow

### 5.1 ส่วนประกอบต่าง ๆ ของโปรแกรม UI Flow

โดยในส่วนหน้าต่างของโปรแกรม UI Flow จะมีส่วนประกอบต่าง ๆ ดังภาพที่ ๓.5



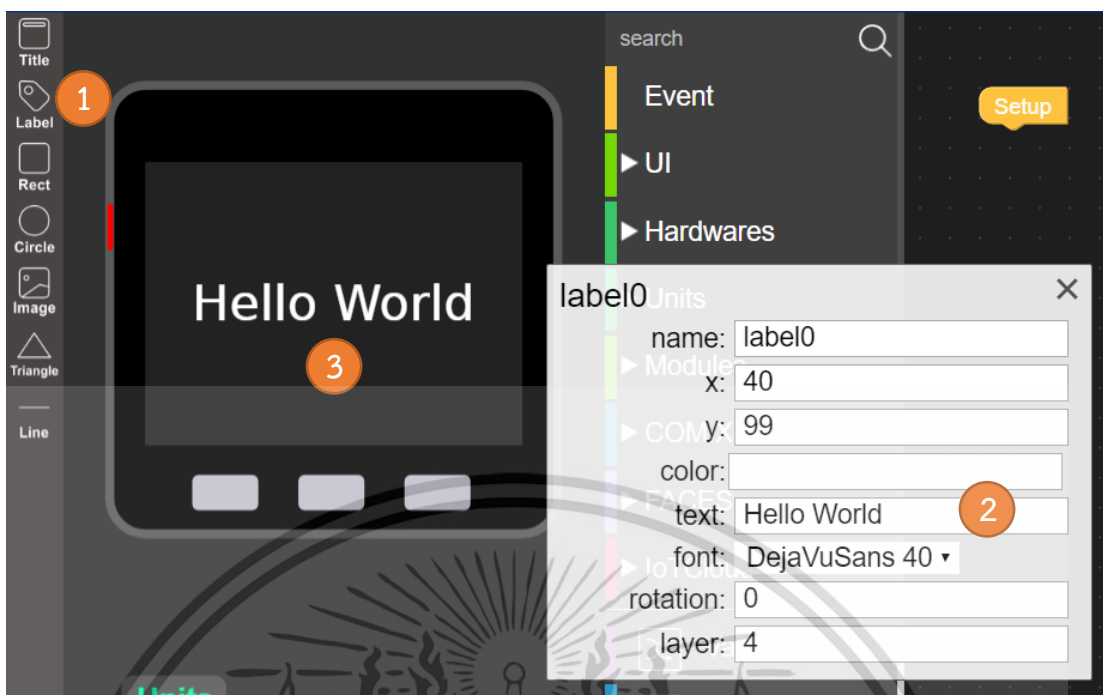
ภาพที่ ๓.5 ส่วนประกอบต่าง ๆ ของหน้าต่างโปรแกรม UI Flow

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ชื่อของโปรเจกงานที่กำลังเขียนโปรแกรม
2. เมนูสำหรับเปลี่ยนรูปแบบการเขียนโปรแกรม จะมีอยู่ 2 แบบ คือ แบบบล็อกโค้ดและแบบภาษาไพทอน (Python)
3. เมนูสำหรับที่รวมคำสั่งหลาย ๆ เอาไว้ด้วยกัน เช่น คำสั่งอัปโหลดโปรแกรม คำสั่งเดินหน้า คำสั่งย้อนหลัง คำสั่งอัปโหลดรูปภาพและคำสั่งทดสอบการทำงานของโปรแกรม เป็นต้น
4. เมนูคำสั่งสำหรับตกแต่งหน้าต่างของหน้าจอแสดงผลของ M5Stack ซึ่งประกอบด้วยรูปทรงสี่เหลี่ยม สามเหลี่ยม วงกลม ข้อความ หัวข้อเรื่อง รูปภาพ และเส้นประกอบ
5. หน้าจอแสดงผลของ M5Stack สามารถนำรูปทรงต่าง ๆ มาวางไว้บนหน้าจอแสดงผลของ M5Stack เพื่อจำลองการทำงานได้
6. เมนูอุปกรณ์เสริมของ M5Stack เช่น อุปกรณ์เสริมสำหรับวัดอุณหภูมิ (ENV) อุปกรณ์เซอร์โวมอเตอร์ (SERVO) เป็นต้น
7. เมนูบล็อกคำสั่งโปรแกรมสำหรับเขียนโปรแกรม โดยภายในเมนูคำสั่งต่าง ๆ นั้น จะมีคำสั่งย่อย ๆ ที่มีไว้เขียนสำหรับเขียนโปรแกรมแบบบล็อกโค้ด ที่จะมีลักษณะเป็นรูปภาพที่มีรูปร่างเป็นตัวต่อ (Jigsaw) โดยสามารถนำตัวต่อนั้นมาต่อเรียงกันเป็นคำสั่งสำหรับควบคุมอุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์ได้โดยไม่ต้องเขียนโปรแกรมที่เป็นลักษณะตัวหนังสือ
8. พื้นที่การทำงานหรือพื้นที่สำหรับนำตัวต่อคำสั่งที่นำมาจากเมนูบล็อกคำสั่ง โดยนำมาวางต่อเรียงกัน
9. เมนูสำหรับย่อหรือขยายพื้นที่ในการทำงานหรือพื้นที่สำหรับนำตัวต่อคำสั่งมาต่อเรียงกัน และยังมีพื้นที่สำหรับนำตัวต่อคำสั่งที่ไม่ต้องการใช้แล้วนั้น สามารถนำตัวต่อนั้นมายังบริเวณพื้นที่นี้เพื่อทำการลบตัวต่อคำสั่ง
10. เมนูที่รวมคำสั่งหลาย ๆ เอาไว้ด้วยกัน เช่น คำสั่งบันทึก คำสั่งเปิดข้อมูล คำสั่งเริ่มการเชื่อมต่อและแถบแสดงสถานะการเชื่อมต่อระหว่าง M5Stack กับโปรแกรม UI Flow เป็นต้น

## 5.2 วิธีการใส่วัตถุต่าง ๆ บนหน้าจอแสดงผลของ M5Stack ด้วยโปรแกรม UI Flow

ขั้นตอนการใส่วัตถุต่าง ๆ ลงบนหน้าจอแสดงผลของ M5Stack ไม่ว่าจะเป็นรูปทรงสี่เหลี่ยม สามเหลี่ยม วงกลม ข้อความ หัวข้อเรื่อง รูปภาพ หรือเส้นประกอบนั้นจะใช้วิธีเดียวกัน แต่จะแตกต่างกันที่การตั้งค่าของวัตถุนั้น ๆ ยกตัวอย่างการเพิ่มข้อความลงบนหน้าจอแสดงผลของ M5Stack จะมีขั้นตอนต่าง ๆ แสดงดังภาพที่ ฦ.6 ดังนี้

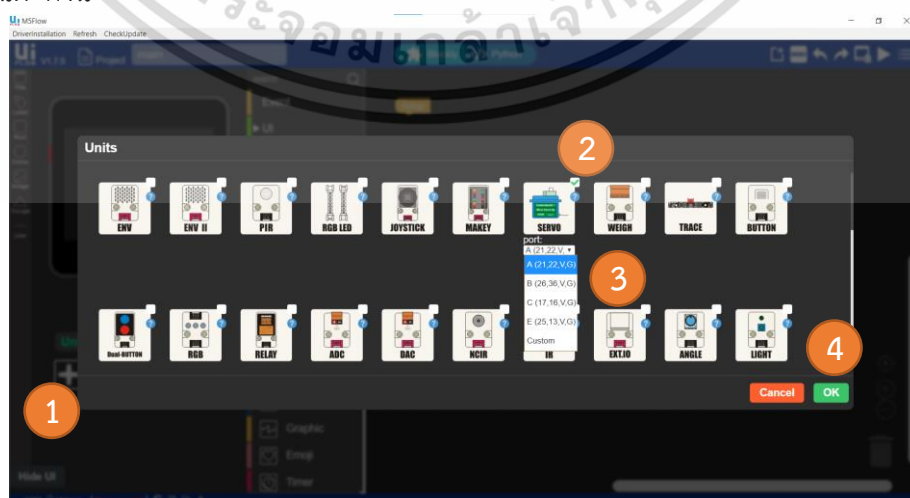


ภาพที่ ๓.6 การเพิ่มข้อความลงบนหน้าจอแสดงผลของ M5Stack ด้วยโปรแกรม UI Flow

1. เลือกที่เมนูที่ชื่อว่า Label หลังจากนั้นให้คลิกซ้ายลากมาปล่อยไว้ที่หน้าจอแสดงผลของ M5Stack
2. คลิกซ้ายหนึ่งครั้งที่ Label ที่อยู่ที่หน้าจอแสดงผลของ M5Stack จะปรากฏเมนูขึ้นมาให้ทำการตั้งค่าต่าง ๆ ให้เรียบร้อย
3. ปรับตำแหน่งของ Label ให้อยู่ในตำแหน่งที่ต้องการด้วยวิธีการคลิกซ้ายค้างไว้

### 5.3 วิธีการนำอุปกรณ์เสริมของ M5Stack มาต่อใช้งานด้วยโปรแกรม UI Flow

โดยอุปกรณ์เสริมของ M5Stack จะมีอยู่เป็นจำนวนมาก แต่วิธีการนำมาใช้งานนั้นจะใช้วิธีเดียวกันทั้งหมดและจะสามารถเลือกได้ที่ละหนึ่งอุปกรณ์เสริมเท่านั้น ซึ่งจะมีขั้นตอนต่าง ๆ แสดงดังภาพที่ ๓.7 ดังนี้



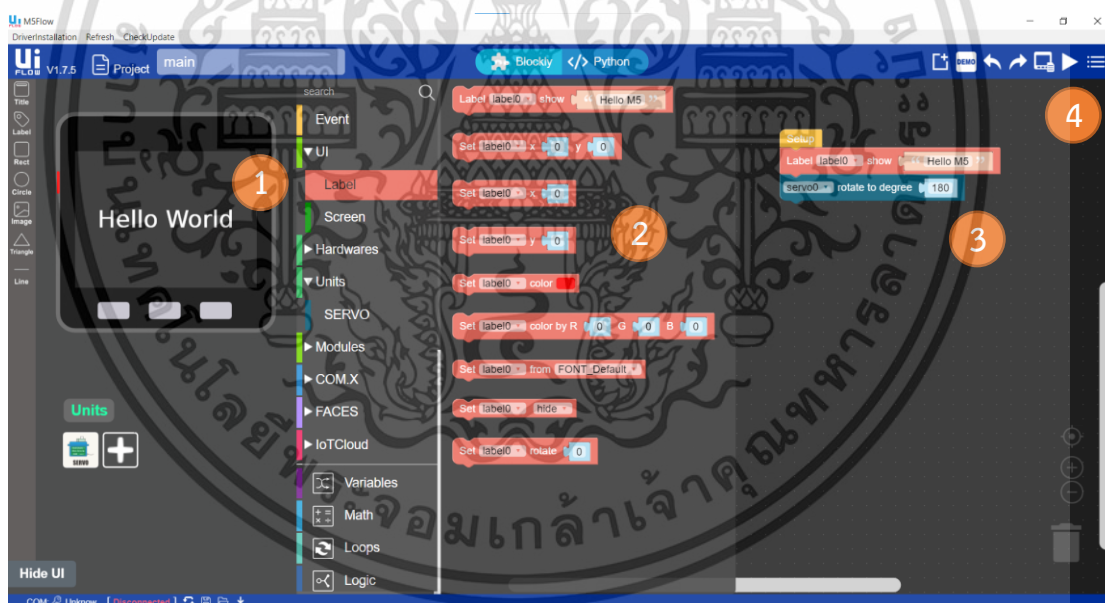
ภาพที่ ๓.7 การนำอุปกรณ์เสริมของ M5Stack มาต่อใช้งานด้วยโปรแกรม UI Flow

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. เลือกที่เมนูอุปกรณ์เสริมที่ชื่อว่า Units จะปรากฏหน้าต่างเมนูอุปกรณ์เสริมขึ้นมา ซึ่งจะเป็นอุปกรณ์เสริมทั้งหมดของ M5Stack
2. คลิกซ้ายทำเครื่องหมายถูกต้องอุปกรณ์เสริมที่ต้องการใช้งาน
3. เลือกขวาต่อใช้งาน โดยจะมีทั้งโปรแกรมกำหนดไว้ให้แล้วหรือสามารถกำหนดเองได้
4. เมื่อเลือกอุปกรณ์เสริมทุกอย่างเสร็จสิ้นแล้วให้คลิกซ้ายที่ปุ่มตกลงหรือปุ่มโอเค (OK)

#### 5.4 วิธีการเขียนโปรแกรมโดยใช้บล็อกโค้ดและการทดสอบการทำงานของโปรแกรมด้วยโปรแกรม UI Flow

หลังจากที่ได้ทำการต่อวงจร ออกแบบหน้าจอแสดงผลของ M5Stack และเลือกอุปกรณ์เสริมในการใช้งานเรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนต่อไปจะเป็นการเขียนโปรแกรมโดยใช้บล็อกโค้ดและการอัปโหลดโปรแกรม ด้วยโปรแกรม UI Flow เพื่อทดสอบการทำงานของโปรแกรม โดยตัวต่อคำสั่งจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ คำสั่งพื้นฐานกับคำสั่งที่จะมาพร้อมกับอุปกรณ์เสริมหรือวัตถุต่าง ๆ ที่ใช้งานบนหน้าจอแสดงผลของ M5Stack ซึ่งวิธีการใช้งานตัวต่อคำสั่งนั้นจะมีวิธีการเดียวกัน แต่จะต่างกันที่คำสั่งพื้นฐานจะมีตัวต่อคำสั่งปรากฏขึ้นมาให้พร้อมใช้งานทันที ส่วนตัวต่อคำสั่งที่จะมาพร้อมกับอุปกรณ์เสริมหรือวัตถุต่าง ๆ นั้นจะปรากฏขึ้นมาเมื่อมีการนำอุปกรณ์เสริมหรือวัตถุที่ใช้บนหน้าจอแสดงผลของ M5Stack ออกมาใช้งานเท่านั้น ขั้นตอนต่าง ๆ แสดงดังภาพที่ ๘.8 ดังนี้



ภาพที่ ๘.8 วิธีการเขียนโปรแกรมโดยใช้บล็อกโค้ดและการทดสอบการทำงานของโปรแกรมด้วยโปรแกรม UI Flow

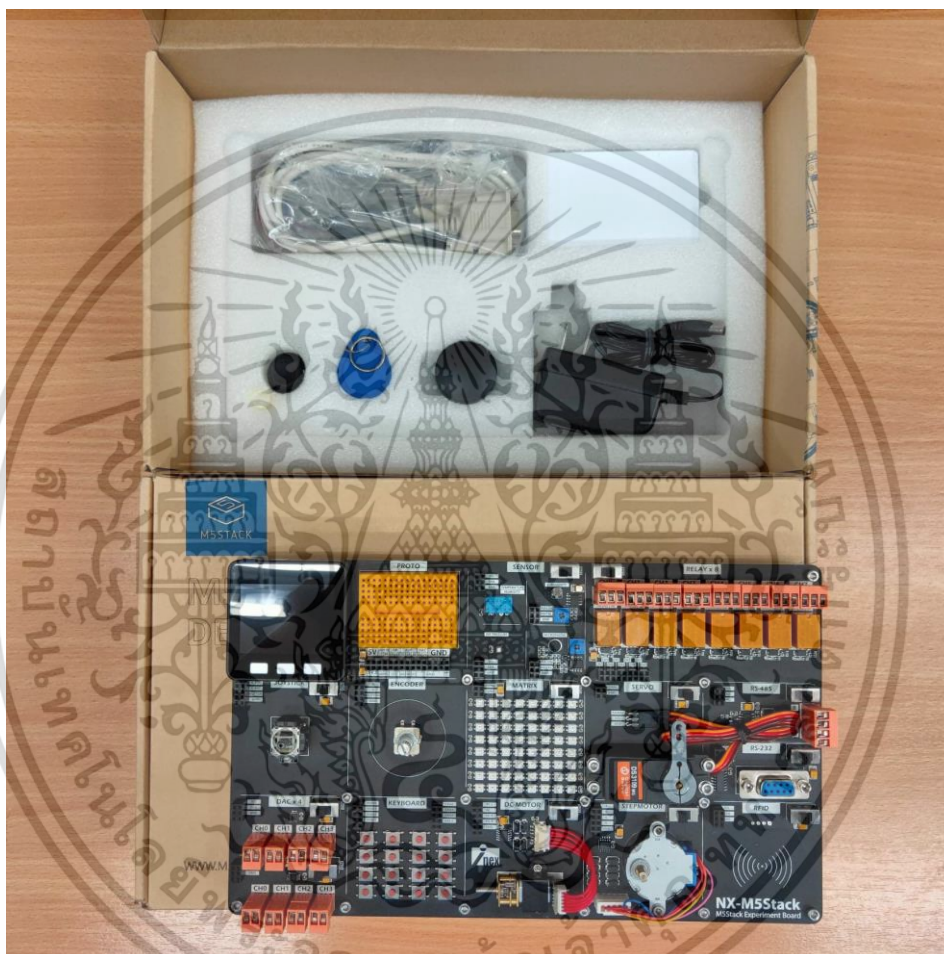
1. เลือกที่เมนูสำหรับเขียนโค้ดโปรแกรมด้วยวิธีบล็อกโค้ด
2. เลือกตัวต่อคำสั่งที่ต้องจะเขียนโปรแกรม
3. คลิกซ้ายนำตัวต่อคำสั่งมาต่อเรียงกันตามที่ต้องการ
4. เมื่อต่อตัวต่อคำสั่งเรียบร้อยแล้วให้คลิกซ้ายที่ปุ่มทดสอบการทำงานของโปรแกรมหรือปุ่ม

เอกสารนี้ (Play) ที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 6. การดูแลรักษาและข้อควรระวัง

### 6.1 การดูแลรักษา

1. ตรวจสอบอุปกรณ์ให้พร้อมใช้งานอยู่เสมอ
2. หลังจากทดลองเสร็จทุกครั้ง ให้จัดเก็บกล่องให้เป็นระเบียบเรียบร้อย โดยลักษณะของกล่องและการบรรจุบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์แบบสำเร็จรูป ชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยใช้ล็อกโค้ดแสดงดังภาพที่ ณ.9



ภาพที่ ณ.9 กล่องและการบรรจุบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์แบบสำเร็จรูป ชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้ล็อกโค้ด

### 6.2 ข้อควรระวัง

1. ก่อนการใช้งานควรศึกษาคู่มือการใช้งานให้ละเอียด
2. การระมัดระวัง เมื่อมีการเชื่อมต่อรีเลย์เข้ากับไฟฟ้าที่อยู่ในย่านที่เป็นอันตราย เช่น แรงดัน 220 VAC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



## ภาคผนวก ญ

ภาพการทดลองใช้งานชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ๓.1 ผู้วิจัยกำลังให้ความรู้เกี่ยวกับการเขียนโปรแกรมด้วยวิธีบล็อกโค้ดให้กับนักศึกษา



ภาพที่ ๓.2 การใช้ชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บล็อกโค้ดกับนักศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ๓.3 นักศึกษาทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน



ภาพที่ ๓.๔ นักศึกษาทดลองใช้บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์แบบสำเร็จรูปกับใบงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ๕.5 นักศึกษาเขียนโปรแกรมทดลองตามใบงานด้วยวิธีการเขียนโปรแกรมแบบบล็อกโค้ด โดยใช้โปรแกรม UI Flow



ภาพที่ ๕.6 นักศึกษำบันทึกผลการทดลองประยุกต์การใช้งานลงใบงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	<b>ใบงานที่ 3</b> <b>เรื่อง การใช้คำสั่ง Easy I/O ควบคุม</b> <b>KEYBOARD และคำสั่ง Units ควบคุม</b> <b>RELAY</b>	1
		<b>ชุดปฏิบัติการ</b> <b>ไมโครคอนโทรลเลอร์โดย</b> <b>ใช้บล็อกโค้ด</b>

### จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. บอกการใช้งาน GROVE PORT ได้อย่างถูกต้อง
2. อธิบายการทำงาน Units ได้อย่างถูกต้อง
3. เขียนโปรแกรมควบคุมคำสั่งใน Units Relay เพื่อใช้งานร่วมกับคำสั่งอื่นๆ ได้อย่างถูกต้อง
4. ทดสอบการทำงานของโปรแกรมระหว่างอุปกรณ์ KEYBOARD กับ Relay ได้อย่างถูกต้อง

### เครื่องมือและอุปกรณ์

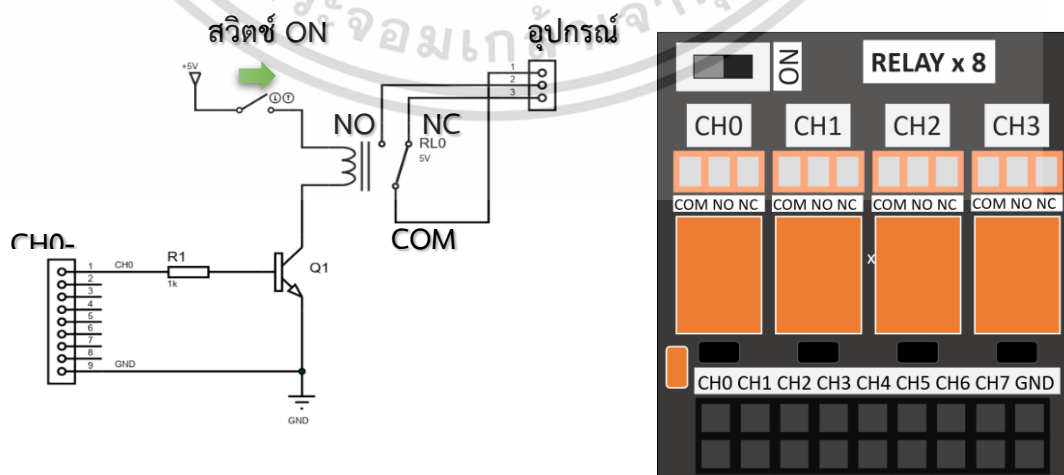
- |   |   |      |
|---|---|------|
| 1. ชุดคอมพิวเตอร์พร้อมติดตั้งโปรแกรม UI Flow        | 1 | ชุด  |
| 2. ชุดบอร์ดทดลอง M5STACK DEMO BOARD พร้อมสายต่อวงจร | 1 | ชุด  |
| 3. สายเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์ Type-C USB Cable         | 1 | เส้น |

### เนื้อหา

#### 1. RELAY X 8

Relay ของชุดบอร์ดทดลอง M5STACK DEMO BOARD นั้นจะเป็นอุปกรณ์เอาต์พุตที่สามารถนำไปควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ได้ตามต้องการ โดยจะสามารถควบคุมการทำงานของ Relay ได้จากการเขียนโปรแกรมคำสั่งให้ M5Stack สั่งการทำงานของ Relay ในการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าต่อไป

ลักษณะโครงสร้างของ RELAY X 8 มี Relay ทั้งหมด 8 ตัว และจะมีสวิตช์อยู่ 1 ตัว สำหรับเปิดปิดการทำงานทั้งหมดของ Relay จะประกอบด้วย CH0 - CH8 สามารถเลือกใช้งานได้ตามต้องการ โดยยกตัวอย่างโครงสร้างมา 1 CH คือ CH0 ดังรูปที่ 3.1



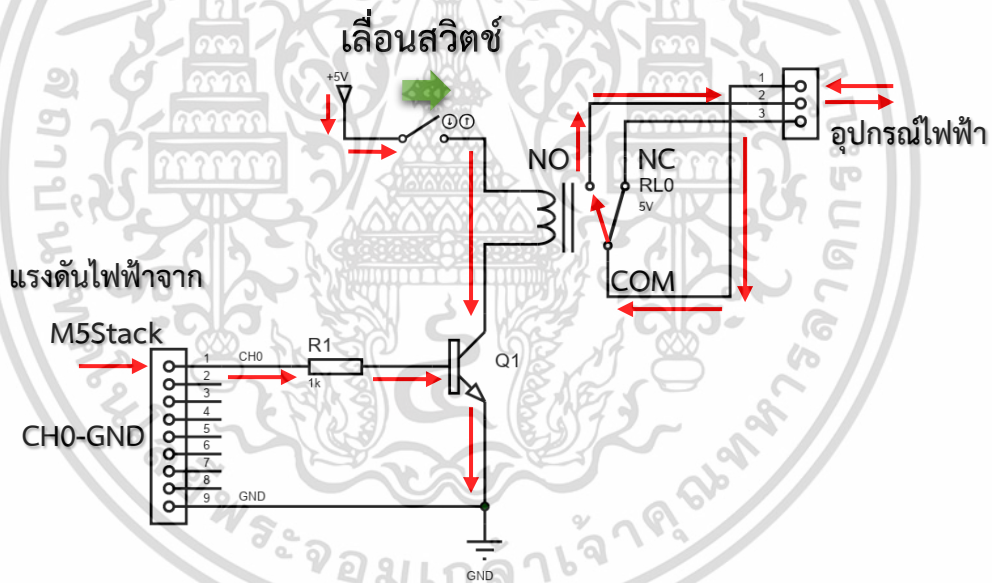
รูปที่ 3.1 ลักษณะโครงสร้าง RELAY CH0 รูปลักษณะอุปกรณ์ RELAY CH0 - CH3

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	<b>ใบงานที่ 3</b> เรื่อง การใช้คำสั่ง Easy I/O ควบคุม KEYBOARD และคำสั่ง Units ควบคุม RELAY	2
		<b>ชุดปฏิบัติการ</b> <b>ไมโครคอนโทรลเลอร์โดย</b> <b>ใช้บล็อกโค้ด</b>

ลักษณะการต่อใช้งาน คือ จะต้องเลื่อนสวิตช์ไปที่ ON เพื่อเปิดการทำงานของ Relay จากนั้นให้นำสายต่อวงจรต่อเอาต์พุตจาก M5Stack ที่จะใช้ในการควบคุมการทำงานของ Relay เข้าไปที่ CH0 ของ Relay ซึ่งเป็นอินพุตของ Relay CH0 หลังจากนั้นให้นำสายสัญญาณต่อจาก GND ของ M5Stack เข้ากับ GND ของ Relay และต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าเข้า NO กับเข้าทาง COM ของ Relay (NO คือ Normally Open หรือ ปกติเปิด และ NC คือ Normally Close หรือ ปกติปิด) ดังรูปที่ 3.2

ลักษณะการทำงาน คือ เมื่อมีการจ่ายแรงดันไฟฟ้าจาก M5Stack เข้า Relay CH0 จะทำให้ทรานซิสเตอร์ทำงาน ส่งผลให้ Relay สามารถทำงานได้ ทำให้สวิตช์ NC ของ Relay สับเปลี่ยนไปทาง NO ทำให้อุปกรณ์ที่ต่ออยู่ทาง NO สามารถทำงานได้ ดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 ลักษณะการทำงานของ RELAY CH0 ของชุดบอร์ดทดลอง M5STACK DEMO BOARD

## 2. GROVE PORT

เป็นจุดเชื่อมต่อที่ได้เสริมเข้ามาใช้งานร่วมกับ M5Stack เพื่อสะดวกต่อการใช้งานที่หลากหลายมากขึ้น ในการใช้งานร่วมกับชุดอุปกรณ์เสริมต่างๆ ของ M5Stack จะประกอบไปด้วย Port A, B และ C โดยแต่ละ Port นั้นจะมีจุดเชื่อมต่อที่แตกต่างกันออกไป ในการต่อใช้งานจะต้องต่อให้ตรงกับตำแหน่งขาของจุดเชื่อมต่อให้ถูกต้อง ดังตารางที่ 3.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับครูผู้สอนเพื่อตรวจสอบความเข้าใจ ไม่ควรมองว่าเป็นคู่มือใช้ประโยชน์อื่นใด

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	<b>ใบงานที่ 3</b> เรื่อง การใช้คำสั่ง Easy I/O ควบคุม KEYBOARD และคำสั่ง Units ควบคุม RELAY	3
		<b>ชุดปฏิบัติการ</b> ไมโครคอนโทรลเลอร์โดย ใช้บล็อกโค้ด

**ตารางที่ 3.1 GROVE PORT และจุดเชื่อมต่อ**

GROVE PORT		CABLE			
A	I2C	GND	5V	SDA (21)	SCL (22)
B	I/O	GND	5V	26 (In/Out)	36 (Input)
C	UART	GND	5V	TXD2 (17)	RXD2 (16)

**3. Units**

เป็นอุปกรณ์เชื่อมต่อที่เสริมเข้ามาของ M5Stack เพื่อการใช้งานที่หลากหลายมากขึ้น สามารถเชื่อมต่อเข้าทาง Port A, B และ C แต่ในชุดบอร์ดทดลอง M5STACK DEMO BOARD ได้เชื่อมต่อ Port ต่างๆ เรียบร้อยแล้ว ทำให้สามารถใช้อุปกรณ์เสริมของ M5Stack ได้ และวิธีการเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมการทำงานของ Units เสริมต่าง ๆ นั้นสามารถได้จากการคลิกซ้ายที่เครื่องหมาย + ที่อยู่ใต้คำว่า Units แล้วจะปรากฏ Units เสริมขึ้นมาให้เลือกใช้งานเมื่อเลือก Units แล้วให้ทำการตั้งค่า Port ที่เราใช้งาน จากนั้นให้กดปุ่ม OK อุปกรณ์เสริมที่เลือกไปนั้นจะปรากฏอยู่ใต้คำว่า Units ดังรูปที่ 3.3

2. เลือก Units และ Port



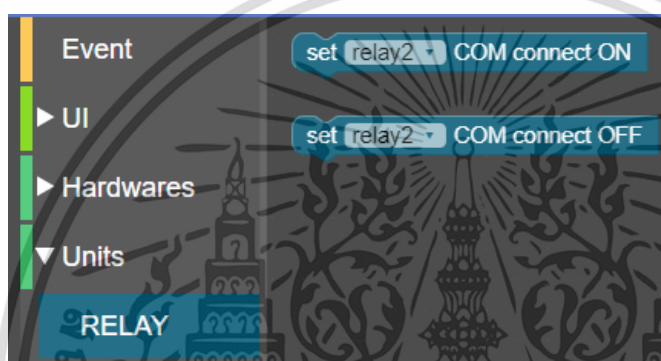


รูปที่ 3.3 ตำแหน่งของการกดใช้งาน Units เสริมแบบต่างๆ

	<b>ใบงานที่ 3</b> เรื่อง การใช้คำสั่ง Easy I/O ควบคุม KEYBOARD และคำสั่ง Units ควบคุม RELAY	4
		<b>ชุดปฏิบัติการ</b> <b>ไมโครคอนโทรลเลอร์โดย</b> <b>ใช้บล็อกโค้ด</b>

#### 4. คำสั่ง Units Relay

เป็นคำสั่งที่ในการควบคุม Relay ให้ทำงาน โดยจะสามารถใช้งานชุดคำสั่ง Relay ได้นั้น จะต้องเรียกใช้งาน Units Relay ก่อน หลังจากนั้นให้คลิกซ้ายที่ Units และคลิกซ้ายที่ RELAY ดังรูปที่ 3.4



- คำสั่งเลือกให้ Relay ตัวที่  
กำหนดทำงาน


- คำสั่งเลือกให้ Relay ตัวที่  
กำหนดหยุดทำงาน

รูปที่ 3.4 หน้าต่างเมนูคำสั่งต่างๆ ของ RELAY

การนำคำสั่งในเมนูมาใช้จะใช้วิธีการคลิกซ้ายค้างไว้แล้วนำมาวางไว้ในตำแหน่งที่ต้องการ โดยแต่ละคำสั่งสามารถเลือกการใช้งาน Relay ได้ เช่น relay0 เป็น relay1 เป็นต้น จำนวน Relay นั้นขึ้นอยู่กับทางเลือกใช้ Units Relay ที่ใช้งาน และคำสั่งที่ใช้ในการควบคุม Relay นั้นมีอยู่ 2 สถานะ คือ ทำงาน (ON) และหยุดทำงาน (OFF)

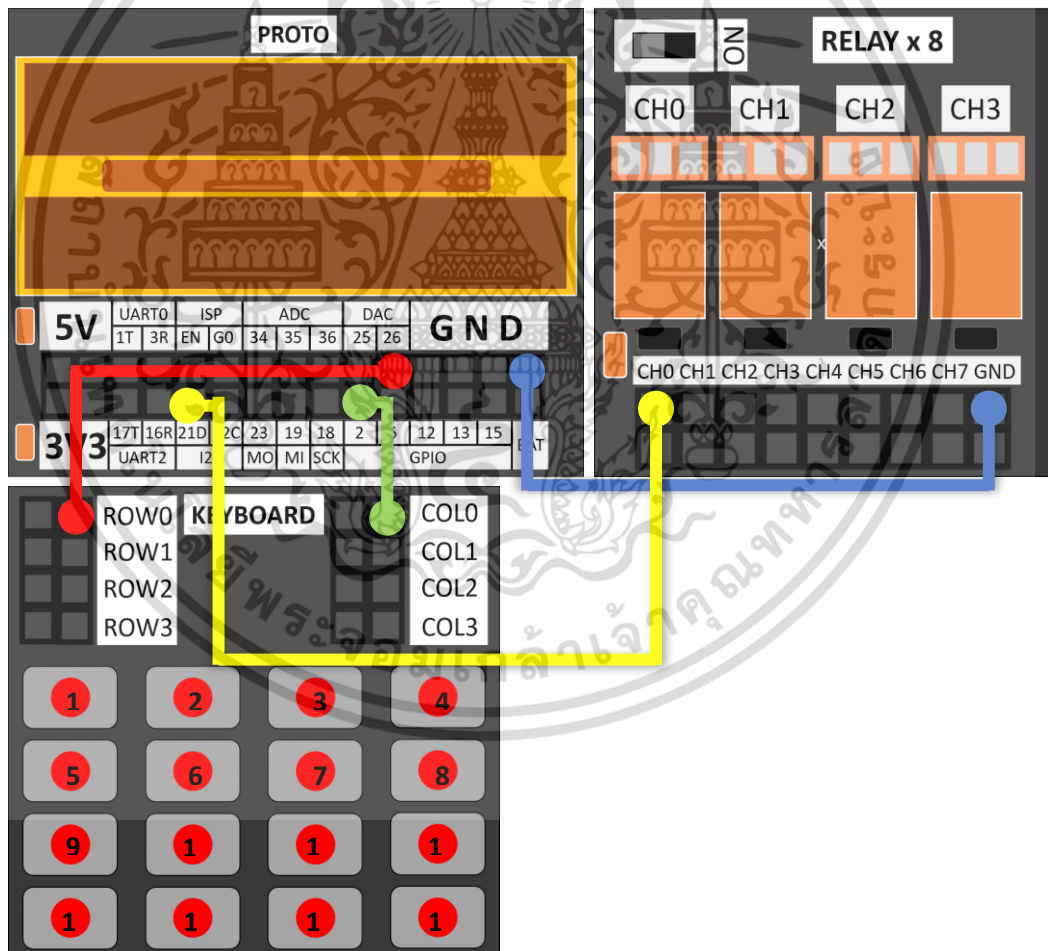
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับครูผู้สอนที่ขอใช้เอกสารชิ้นงานเท่านั้น ไม่สามารถนำข้อมูลไปใช้ประโยชน์ด้านอื่นๆ

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	<b>ใบงานที่ 3</b> <b>เรื่อง การใช้คำสั่ง Easy I/O ควบคุม</b> <b>KEYBOARD และคำสั่ง Units ควบคุม</b> <b>RELAY</b>	5
		<b>ชุดปฏิบัติการ</b> <b>ไมโครคอนโทรลเลอร์โดย</b> <b>ใช้บล็อกโค้ด</b>

### ลำดับขั้นการทดลอง


1. เชื่อมต่อแหล่งจ่ายไฟเข้ากับบอร์ดทดลอง M5Stack Demo Board
2. เชื่อมต่อบอร์ดทดลอง M5Stack Demo Board เข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์ด้วยสาย Type-C USB Cable
3. เปิดโปรแกรม Ui Flow
4. ออกแบบหน้าจอ M5Stack ดังรูปที่ 3.5
5. ใช้สายต่อวงจรที่อยู่ในชุดของ M5Stack Demo Board ต่อวงจรดังรูปที่ 3.6



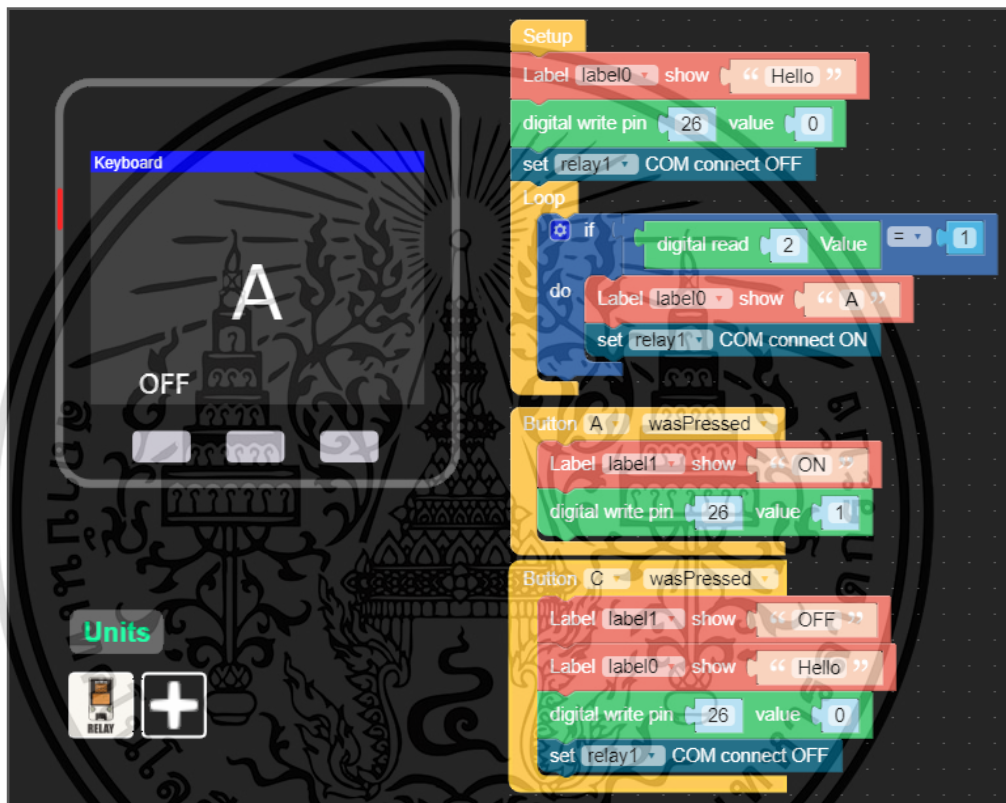
รูปที่ 3.5 หน้าจอแสดงผลและตำแหน่งของต่างๆของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในการเรียนการสอนที่มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้วยประการใดๆ


ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	<b>ใบงานที่ 3</b> <b>เรื่อง การใช้คำสั่ง Easy I/O ควบคุม</b> <b>KEYBOARD และคำสั่ง Units ควบคุม</b> <b>RELAY</b>	<b>6</b>  <b>ชุดปฏิบัติการ</b> <b>ไมโครคอนโทรลเลอร์โดย</b> <b>ใช้บล็อกโค้ด</b>
---	---	--

6. เขียนโปรแกรมควบคุมส่งค่าเอาต์พุตไปยัง RELAY ด้วยวิธีการ Code-Block ของโปรแกรม Ui Flow ดังรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 หน้าจอแสดงผลและตำแหน่งของต่างๆของโปรแกรม

7. หลังจากนั้นกด RUN  ที่มุมขวาด้านบนของโปรแกรมเพื่อทำการทดสอบการทำงานของโปรแกรม


8. เมื่อโปรแกรมพร้อมทำงานแล้วให้เลื่อนสวิตช์ ON ที่ชุด RELAY X 8 เพื่อให้ชุด RELAY พร้อมทำงาน จากนั้นให้กดที่ปุ่ม Button A เพื่อส่งแรงดันไฟฟ้า 5V ออกที่ขา DAC 26 เข้า KEYBOARD ที่ช่อง ROW0 และแรงดันจะออกจาก KEYBOARD ที่ช่อง COL0 เมื่อกดปุ่มสวิตช์ 1 ของ KEYBOARD โดยจะไปเป็นแรงดันอินพุตเข้าที่ช่อง GPIO 2 ของ M5Stack หลังจากนั้น M5Stack จะส่งแรงดันเอาต์พุตออกไปยังขา GPIO 15 ทำให้ RELAY CH0 ทำงาน

9. กดปุ่ม C ที่ M5Stack จะทำให้ขา DAC 26 มีค่าเป็นลอจิก 0 และขา GPIO 15 มีค่าเป็นลอจิก 0 ส่งผลให้ KEYBOARD หยุดทำงาน และ RELAY CH0 หยุดทำงานเช่นเดียวกัน

10. บันทึกผลการทดลอง และสรุปผลการทดลอง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ในการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ในประโยชน์ทางการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้


	<b>ใบงานที่ 3</b> <b>เรื่อง การใช้คำสั่ง Easy I/O ควบคุม</b> <b>KEYBOARD และคำสั่ง Units ควบคุม</b> <b>RELAY</b>	7
		<b>ชุดปฏิบัติการ</b> <b>ไมโครคอนโทรลเลอร์โดย</b> <b>ใช้บล็อกโค้ด</b>
<p><b>บันทึกผลทดลอง</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>เมื่อเริ่มกด RUN โปรแกรม การแสดงผลของโปรแกรมจะเป็นอย่างไร (เขียนบรรยาย)</li> <hr/> <li>เมื่อกดปุ่ม Button A การแสดงผลของโปรแกรมจะเปลี่ยนไปเป็นอย่างไร (เขียนบรรยาย)</li> <hr/> <li>เมื่อกดปุ่มที่ 1 ของ KEYBOARD การแสดงผลของโปรแกรมจะเปลี่ยนไปเป็นอย่างไร (เขียนบรรยาย)</li> <hr/> <li>เมื่อกดปุ่มที่ 1 ของ KEYBOARD ชุด RELAY CH0 จะมีสิ่งใดเกิดขึ้นกับ RELAY CH0 (เขียนบรรยาย)</li> <hr/> <li>เมื่อกดปุ่ม Button C การแสดงผลของโปรแกรมจะเปลี่ยนไปเป็นอย่างไร (เขียนบรรยาย)</li> <hr/> <li>เมื่อกดปุ่มที่ Button C จะมีสิ่งใดเกิดขึ้นกับ RELAY CH0 (เขียนบรรยาย)</li> <hr/> <li>เมื่อกดปุ่มที่ 1 ของ KEYBOARD การแสดงผลของโปรแกรมจะเปลี่ยนไปเป็นอย่างไร (เขียนบรรยาย)</li> <hr/> </ol> <p><b>สรุปผลทดลอง</b></p> <hr/> <hr/> <hr/>		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการศึกษาเท่านั้น ไม่ควรเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตจากผู้อนุญาต

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

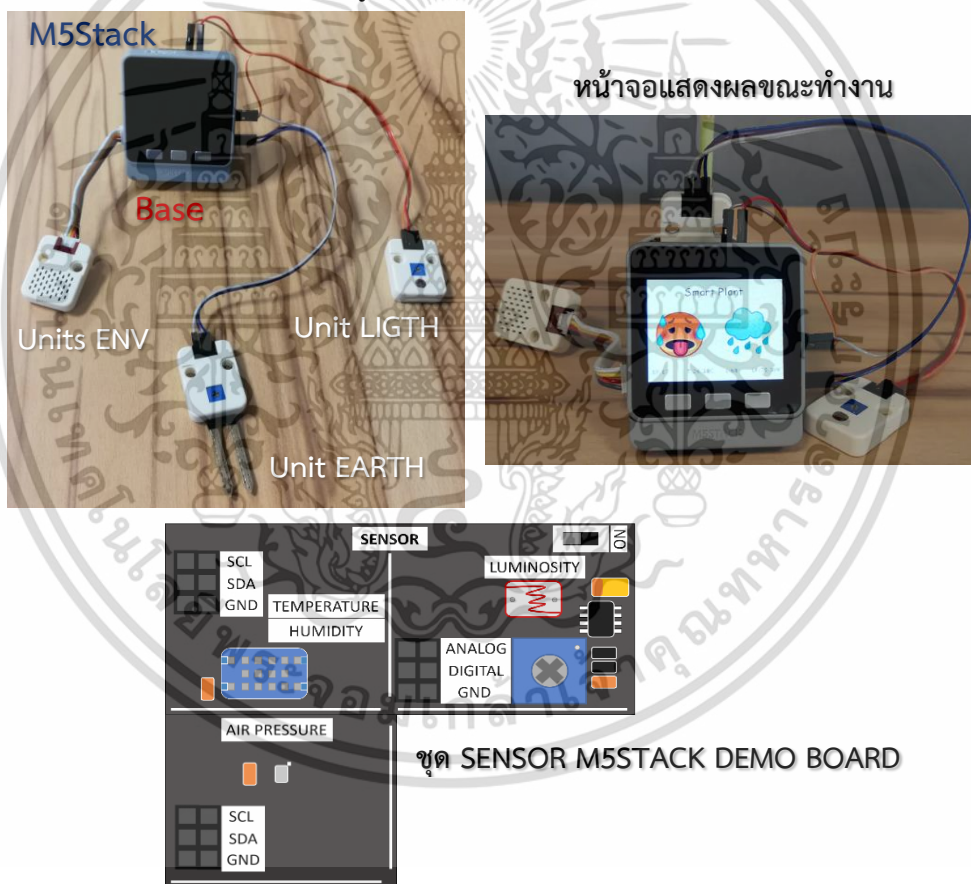
	<p style="text-align: center;"><b>ใบงานที่ 8</b> เรื่อง การประยุกต์การใช้งาน</p>	1									
		<b>ชุดปฏิบัติการ ไมโครคอนโทรลเลอร์โดย ใช้บล็อกโค้ด</b>									
<p><b>จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. บอกลักษณะการนำ M5Stack ใช้งานร่วมกับโปรแกรม UIFlow ได้อย่างถูกต้อง</li> <li>2. อธิบายการนำ M5Stack ไปประยุกต์ใช้งานได้อย่างถูกต้อง</li> <li>3. ต่อบอร์ดชุด M5STACK DEMO BOARD ในการประยุกต์ใช้งานได้อย่างถูกต้อง</li> <li>4. เขียนโปรแกรมในการประยุกต์การใช้งานได้อย่างถูกต้อง</li> </ol> <p><b>เครื่องมือและอุปกรณ์</b></p> <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 80%;">1. ชุดคอมพิวเตอร์พร้อมติดตั้งโปรแกรม UI Flow</td> <td style="width: 5%; text-align: center;">1</td> <td style="width: 15%;">ชุด</td> </tr> <tr> <td>2. ชุดบอร์ดทดลอง M5STACK DEMO BOARD พร้อมสายต่อวงจร</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td>ชุด</td> </tr> <tr> <td>3. สายเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์ Type-C USB Cable</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td>เส้น</td> </tr> </table> <p><b>เนื้อหา</b></p> <p><b>1. อุปกรณ์เสริมของ M5Stack</b></p> <p>เป็นอุปกรณ์เสริมของ M5Stack ที่ใช้ในการเพิ่มความสามารถให้กับ M5Stack ให้สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้หลากหลายมากขึ้น แบ่งออกเป็น 3 จำพวก คือ Module, Base และ Unit โดย Module นั้นคืออุปกรณ์ที่สามารถต่อเป็นโครงสร้างหรือฐานให้กับ M5Stack ได้เลย ส่วน Base จะมีลักษณะใกล้เคียงกับ Module แต่ต่างกันที่ลักษณะการใช้งาน โดย Base จะไปในทางอุปกรณ์ที่ใช้เป็นฐานยึดให้กับ M5Stack และสุดท้ายคือ Unit โดย Unit นั้นจะมีลักษณะเป็นอุปกรณ์ที่จะต้องต่อเข้าทาง Port ของ M5Stack เพื่อใช้งาน ส่วนใหญ่จะเป็อุปกรณ์จำพวกอินพุตและเอาต์พุตเพื่อเพิ่มความสามารถให้กับ M5Stack ให้นำไปใช้งานได้หลากหลายมากขึ้น ดังรูปที่ 8.1</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;"><b>รูปที่ 8.1 ตัวอย่างของ Module, Base และ Unit ของ M5Stack</b></p>			1. ชุดคอมพิวเตอร์พร้อมติดตั้งโปรแกรม UI Flow	1	ชุด	2. ชุดบอร์ดทดลอง M5STACK DEMO BOARD พร้อมสายต่อวงจร	1	ชุด	3. สายเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์ Type-C USB Cable	1	เส้น
1. ชุดคอมพิวเตอร์พร้อมติดตั้งโปรแกรม UI Flow	1	ชุด									
2. ชุดบอร์ดทดลอง M5STACK DEMO BOARD พร้อมสายต่อวงจร	1	ชุด									
3. สายเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์ Type-C USB Cable	1	เส้น									

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	<b>ใบงานที่ 8</b> <b>เรื่อง การประยุกต์การใช้งาน</b>	2
		<b>ชุดปฏิบัติการ</b> <b>ไมโครคอนโทรลเลอร์โดย</b> <b>ใช้บล็อกโค้ด</b>


## 2. ประยุกต์นำ M5Stack สร้างเป็น Smart Plant

คือ การนำ M5Stack ต่อร่วมกับ Base เป็นส่วนขยาย Port การใช้งานให้กับ M5Stack และ Units Sensor ทั้ง 3 ตัว คือ Unit ENV ใช้วัดอุณหภูมิ ความชื้นและความกดอากาศ Unit LIGHT ใช้วัดค่าความสว่างของแสงและ Unit EARTH ใช้วัดค่าความชื้นในดิน โดยทั้งหมดนี้จะถูกควบคุมและแสดงผลโดย M5Stack จึงสามารถนำไปใช้วัดค่าและควบคุมคุณสมบัติต่างๆ ที่ใช้ในการเพาะปลูกหรือทำสวนขนาดเล็กได้ ลักษณะจะเหมือนกับการใช้ M5Stack กับชุด SENSOR ของ M5STACK DEMO BOARD ดังรูปที่ 8.2



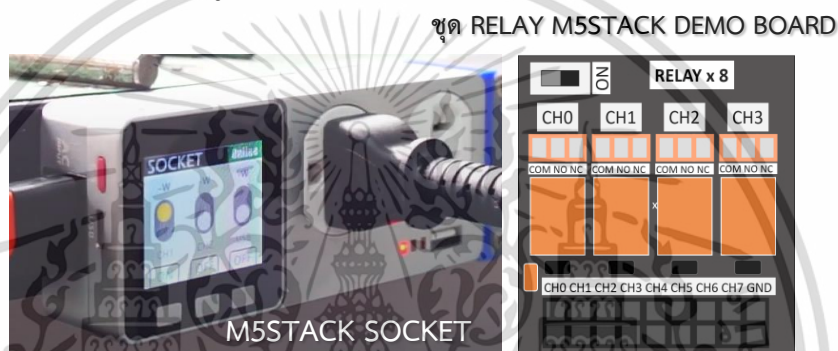
รูปที่ 8.2 เปรียบเทียบชุด Smart Plant กับชุด SENSOR M5STACK DEMO BOARD

ลักษณะการทำงาน คือ จะนำอุปกรณ์ Sensor ทั้ง 3 ตัวนั้น นั้นไปติดตั้งไว้ในตำแหน่งที่เหมาะสม และ Sensor ทั้งหมดนั้นจะค่าต่างๆ ที่วัดได้ส่งมายัง M5Stack เพื่อนำไปแสดงผลและควบคุมในส่วนต่างๆ ที่ได้กำหนดไว้ต่อไป

	<b>ใบงานที่ 8</b> <b>เรื่อง การประยุกต์การใช้งาน</b>	<b>3</b>
		<b>ชุดปฏิบัติการ</b> <b>ไมโครคอนโทรลเลอร์โดย</b> <b>ใช้บล็อกโค้ด</b>

### 3. ประยุกต์นำ M5Stack เป็นอุปกรณ์ Power plug

คือ การนำ M5Stack ต่อร่วมกับอุปกรณ์ Relay หรืออุปกรณ์ที่มีลักษณะการทำงานที่ใกล้เคียงกัน ใช้ในการเป็นสวิตช์เปิดปิดการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ต่อใช้งาน โดยใช้ M5Stack ควบคุมการทำงาน ลักษณะการทำงานจะใกล้เคียงกับการใช้ M5Stack กับชุด RELAY ของ M5STACK DEMO BOARD ดังรูปที่ 8.3

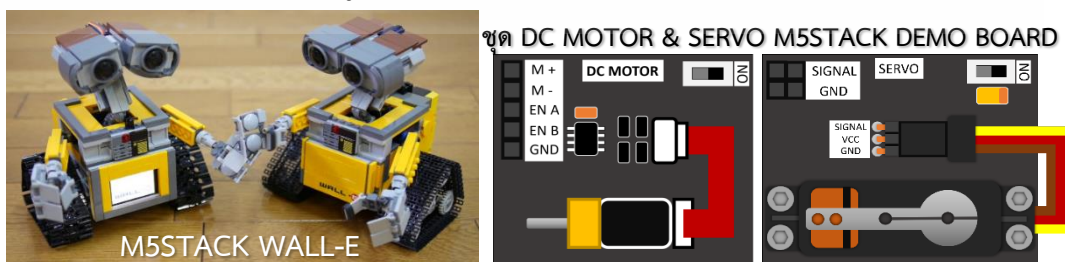


รูปที่ 8.3 เปรียบเทียบชุด Power plug กับชุด RELAY x 8 M5STACK DEMO BOARD


ลักษณะการทำงาน คือ เมื่อกดปุ่ม A หน้าจอแสดงผลจะแสดงผลการทำงานของ M5Stack ในการไปควบคุมการเปิดปิดของ Power plug หรือปลั๊กไฟอีกหนึ่ง โดยจะใช้ อุปกรณ์ Relay หรืออุปกรณ์ที่มีการทำงานใกล้เคียงกันในการควบคุมการเปิดปิดของ Power plug

### 3. ประยุกต์นำ M5Stack สร้างเป็นหุ่นยนต์ ROBOT

คือ การนำ M5Stack ต่อร่วมกับอุปกรณ์ DC Motor และ Servo ในการควบคุมส่วนต่างๆ ของหุ่นยนต์ ให้สามารถเคลื่อนไหว ได้ตามที่ได้ออกแบบไว้ โดยใช้ M5Stack ควบคุมการทำงาน ลักษณะการทำงานจะใกล้เคียงกับการใช้ M5Stack กับชุด DC MOTOR และ SERVO ของ M5STACK DEMO BOARD ดังรูปที่ 8.4



รูปที่ 8.4 เปรียบเทียบชุด ROBOT กับชุด DC MOTOR & SERVO M5STACK DEMO BOARD

	<b>ใบงานที่ 8</b> <b>เรื่อง การประยุกต์การใช้งาน</b>	4
		<b>ชุดปฏิบัติการ</b> <b>ไมโครคอนโทรลเลอร์โดย</b> <b>ใช้บล็อกโค้ด</b>

ลักษณะการทำงาน คือ จะใช้อุปกรณ์ DC Motor ในส่วนของการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ ให้สามารถเคลื่อนที่ได้ ส่วน Servo Motor จะอยู่ในส่วนของแขนทั้งสองข้างและในส่วนของคอหุ่นยนต์ โดยที่ Servo Motor จะสามารถรับน้ำหนักได้ในปริมาณมาก ทำให้สามารถเคลื่อนที่ในส่วนของคอ และแขน โดยการเขียนโปรแกรมให้ M5Stack ไปควบคุม DC Motor และ Servo Motor ต่อไป

#### 4. ประยุกต์นำ M5Stack สร้างเป็นป้ายไฟบอกเวลา


คือ การนำ M5Stack ต่อร่วมกับอุปกรณ์ LED, RGB LED หรือ อุปกรณ์แสดงผลรูปแบบต่าง ทำให้สามารถใช้ M5Stack ควบคุมการแสดงผลของป้ายไฟบอกเวลาตามที่ได้ออกแบบไว้ และยังแจ้งเตือนด้วยเสียงได้อีกด้วย เพราะภายในตัว M5Stack นั้นมีลำโพงอยู่ในตัว ลักษณะการทำงานจะใกล้เคียงกับการใช้ M5Stack กับชุด MATRIX ของ M5STACK DEMO BOARD ดังรูปที่ 8.4

ชุด MATRIX M5STACK DEMO BOARD



รูปที่ 8.4 เปรียบเทียบชุด ป้ายไฟบอกเวลา กับชุด MATRIX M5STACK DEMO BOARD

ลักษณะการทำงาน คือ จะใช้อุปกรณ์ LED, RGB LED หรืออุปกรณ์แสดงผลรูปแบบต่างๆ ลักษณะโครงสร้างจะเป็นแบบของ Module การเชื่อมต่อกับ M5Stack จะทำให้สะดวกและมีความแข็งแรงมากขึ้น และมี Sensor PIR ในการตรวจจับการเคลื่อนไหวของสิ่งของที่ผ่านเข้ามา โดยเมื่อมีวัตถุผ่านเข้ามา จะเป็นสัญญาณอินพุตให้กับ M5Stack และ M5Stack จะไปสั่งให้ชุดแสดงผลทำงานต่อไปตามที่ได้ออกแบบไว้ และยังสามารถส่งสัญญาณเตือนทางเสียงผ่านลำโพงภายในตัวของ M5Stack ได้อีกด้วย

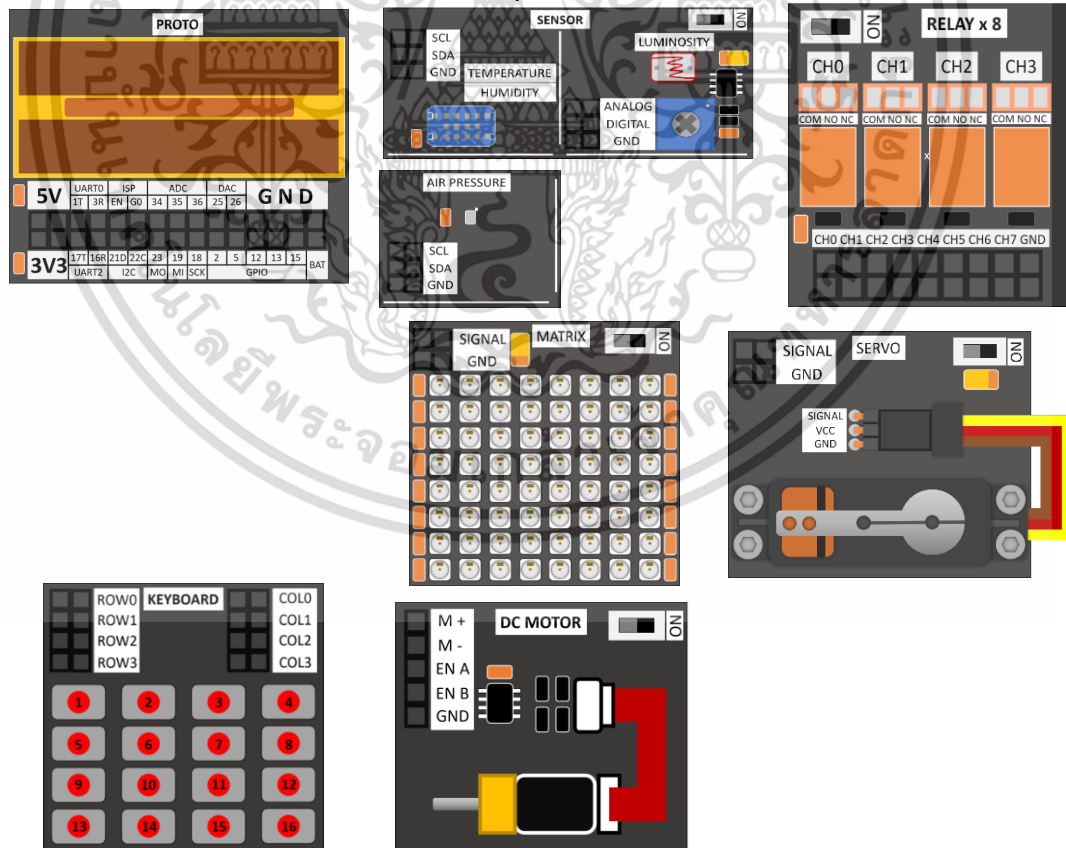
	<b>ใบงานที่ 8</b> <b>เรื่อง การประยุกต์การใช้งาน</b>	5
		<b>ชุดปฏิบัติการ</b> <b>ไมโครคอนโทรลเลอร์โดย</b> <b>ใช้บล็อกโค้ด</b>

### ลำดับขั้นการทดลอง

1. เชื่อมต่อแหล่งจ่ายไฟเข้ากับบอร์ดทดลอง M5Stack Demo Board
2. เชื่อมต่อบอร์ดทดลอง M5Stack Demo Board เข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์ด้วยสาย Type-C USB Cable
3. เปิดโปรแกรม Ui Flow
4. ให้ทำการออกแบบประยุกต์ใช้งานอุปกรณ์บนชุด M5Stack Demo Board โดยจะต้องมีอุปกรณ์ที่เป็นอินพุตจำนวน 1 อินพุต และอุปกรณ์เอาต์พุตจำนวน 2 เอาต์พุต โดยใช้ M5Stack ควบคุมการทำงาน และต้องมีการแสดงผลการทำงานของ M5Stack ออกทางหน้าจอด้วย และในการทำงานทั้งหมดนั้นจะต้องสามารถนำไปใช้ได้จริง
5. ให้วาดรูปการต่อวงจรบนชุด M5Stack Demo Board ที่ได้ทำการออกแบบ ลงในรูปที่

8.5

### การต่อวงจรบนชุด M5Stack Demo Board



รูปที่ 8.5 การต่อวงจรบนชุด M5Stack Demo Board ที่ได้ทำการออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	<p style="text-align: center;"><b>ใบงานที่ 8</b> เรื่อง การประยุกต์การใช้งาน</p>	6
		<p style="text-align: center;">ชุดปฏิบัติการ ไมโครคอนโทรลเลอร์โดย ใช้บล็อกโค้ด</p>
<p>5. ให้ออกแบบหน้าจอ M5Srack ที่ได้ทำการออกแบบ ลงในรูปที่ 8.5 หน้าจอ M5Stack</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;">รูปที่ 8.5 หน้าจอ M5Srack ที่ได้ทำการออกแบบ</p> <p>6. ให้ออกแบบบล็อกและเขียนรายละเอียดของโปรแกรมที่ได้ออกแบบในโปรแกรม Ui Flow ลงในรูปที่ 8.6</p>		
<p><b>ตำแหน่งต่างๆ ของโปรแกรม</b></p>		
<p><b>รูปที่ 8.6 ตำแหน่งต่างๆ ของโปรแกรมที่ได้ออกแบบไว้</b></p>		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



## ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นายวีระพล ดำเนินพาณิชย์
วัน-เดือน-ปีเกิด	24 พฤษภาคม 2532
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานครฯ
ที่อยู่ปัจจุบัน	193 หมู่ 3 ต.นาจอมเทียน อ.สัตหีบ จ.ชลบุรี
ประวัติการศึกษา	ปีการศึกษา 2551 สำเร็จการศึกษา ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคชลบุรี ปีการศึกษา 2556 สำเร็จการศึกษา ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต (ค.อ.บ.) สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ประวัติการทำงาน	พ.ศ. 2556 – 2564 ตำแหน่งครูพิเศษสอน สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคสัตหีบ ชลบุรี พ.ศ. 2556 – ปัจจุบัน ตำแหน่งพนักงานราชการ (ครู) สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคสัตหีบ ชลบุรี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้