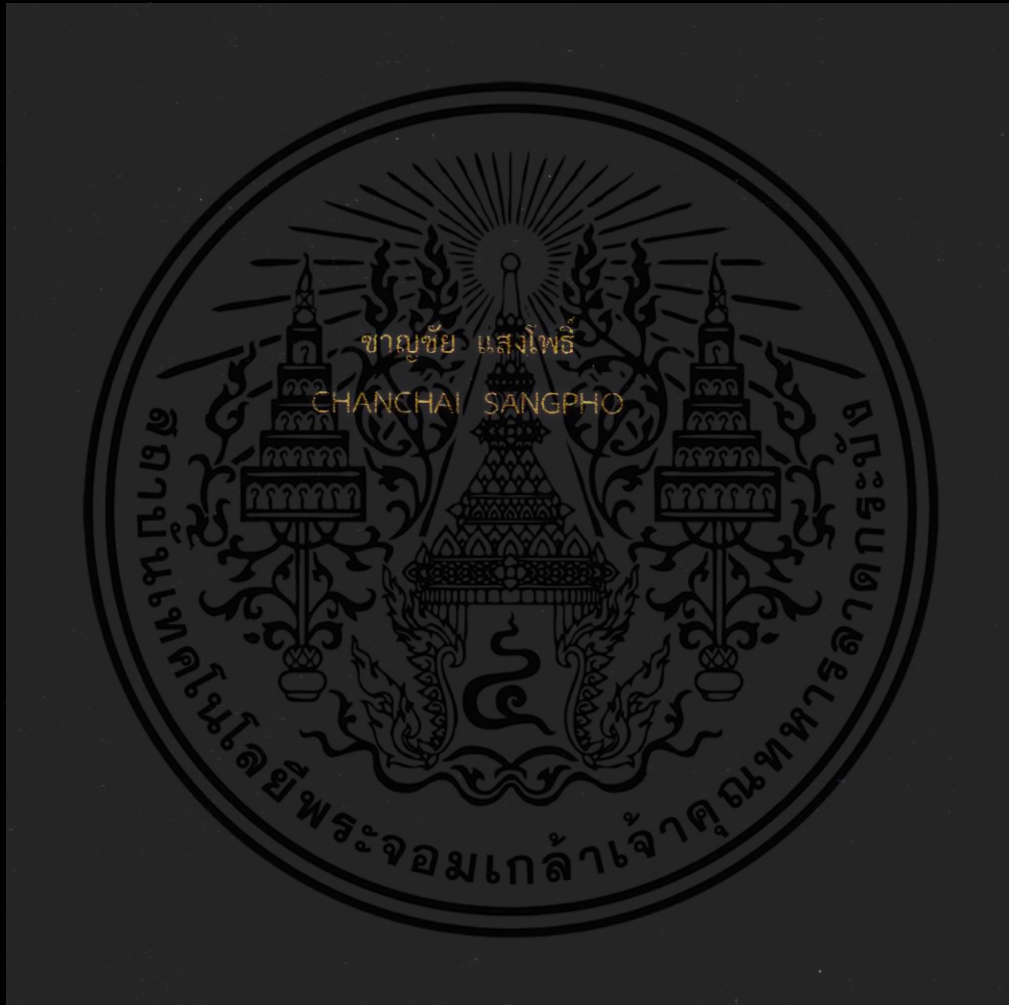


ชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์

LABORATORY SET OF MICROCONTROLLER FOR ROBOT CONTROL



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2559

KMITL-2016-FD-M-231-066

# ชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์

LABORATORY SET OF MICROCONTROLLER FOR ROBOT CONTROL



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2559

KMITL-2016-ED-M-231-066

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# LABORATORY SET OF MICROCONTROLLER FOR ROBOT CONTROL



A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT  
OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF  
MASTER OF SCIENCE IN INDUSTRIAL EDUCATION  
IN ELECTRICAL COMMUNICATIONS ENGINEERING  
FACULTY OF INDUSTRIAL EDUCATION  
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2016

KMITL-2016-ED-M-231-066

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



COPYRIGHT 2016

FACULTY OF INDUSTRIAL EDUCATION

KING MON GKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์
นักศึกษา	Laboratory Set of Microcontroller for Robot Control
รหัสประจำตัว	นายชาญชัย แสงโพธิ์
ปริญญา	56603162
สาขาวิชา	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	วิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	รศ.ดร.วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์ รศ.ปิยะ ศุภวาราสวัสดิ์

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์		ลายมือชื่อ
รศ.ดร.พีระวุฒิ	สุวรรณจันทร์	
รศ.ดร.วิสุทธิ์	สุนทรกนกพงศ์	
รศ.ปิยะ	ศุภวาราสวัสดิ์	
ผศ.ดร.วินัย	ใจกล้า	
ดร.ภมร	ศิลาพันธ์	

วัน / เดือน / ปี ที่สอบ 1 กรกฎาคม 2559 เวลา 14.00 น. เป็นต้นไป  
สถานที่สอบ ณ ห้องเรียนปริญญาเอก คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมรับรองแล้ว



(รองศาสตราจารย์ ดร.กิติพงศ์ มะโน)  
คณบดี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

วันที่ ๒๗ เดือน ๑-๑- พ.ศ. 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์
นักศึกษา	นายชาญชัย แสงโพธิ์
รหัสประจำตัว	56603162
ปริญญา	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร
พ.ศ.	2559
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	รศ.ดร.วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	รศ.ปิยะ ศุภวารสุวัฒน์

### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาหาคุณภาพและประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ(ปวช.) พุทธศักราช 2556 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ ผู้เรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 สาขางานอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคมีนบุรี ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชา ไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 2105-2105 จำนวน 25 คน โดยใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย ชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ ใบงานทดลอง แบบประเมินคุณภาพ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ แบบประเมินการปฏิบัติงาน และสถิติที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่าชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ มีคุณภาพด้านเนื้อหาใบงานอยู่ใน ระดับดี ( $\bar{X} = 4.48, S.D. = 0.39$ ) และคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตอยู่ใน ระดับดีมาก ( $\bar{X} = 4.51, S.D. = 0.31$ ) ประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์หรือ  $E_1/E_2$  มีค่าเท่ากับ 81.10/86.45 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 ที่ได้ตั้งสมมุติฐานของการวิจัยไว้

<b>Thesis Title</b>	LABORATORY SET OF MICROCONTROLLER FOR ROBOT CONTROL
<b>Student</b>	Mr.Chanchai Sangpho
<b>Student ID.</b>	56603162
<b>Degree</b>	Master of Science in Industrial Education
<b>Program</b>	Electrical Communication Engineering
<b>Year</b>	2016
<b>Thesis Advisor</b>	Assoc. Prof. Dr. Wisuit Sunthonkanokpong
<b>Thesis Co-Advisor</b>	Assoc. Prof. Piya Supavarasuwat

### ABSTRACT

The objectives of this study were to develop and examine efficiency of laboratory Set for robot control microcontroller, with reference to the Vocational Certificate Curriculum 2013 under Vocational Education Commission. The sample of the study was a group of 25 first-year Electronics major students enrolling the course 2105-2105 Microcontrollers at Minburi Technical College, selected by using purposive sampling method. The research instrument were a of laboratory Set for robot control microcontroller, an experimental worksheet, an achievement test, and an efficiency assessment form. The data were analyzed by using arithmetic mean and standard deviation. The results showed that the content quality of the experimental worksheet for the of laboratory Set for robot control microcontroller was at an excellent good level ( $\bar{X} = 4.48$  and S.D. = 0.39). The quality of the laboratory Set for robot control microcontroller was at an excellent level ( $\bar{X} = 4.51$  and S.D. = 0.31). Efficiency of the laboratory Set for robot control microcontroller positively responded the 80/80 hypothesis, with  $E_1/E_2 = 81.10/86.45$ .

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ก็ด้วยความอนุเคราะห์จาก รศ.ดร.วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และ รศ.ปิยะ ศุภวราสุวัฒน์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วมที่ได้กรุณาให้คำแนะนำช่วยเหลือและทำการตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ จนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้อย่างสมบูรณ์ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาและขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ทุกท่านที่ได้กรุณาให้คำแนะนำตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ในขั้นตอนสุดท้ายจนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความถูกต้องสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิ ผศ.สุชิน อาจหาญ อาจารย์อมรชัย ชัยชนะ อาจารย์มนตรี ประชารัตน์ อาจารย์สุธีร์ กิจฉวี อาจารย์สรุศักดิ์ ผาสุขรูป และอาจารย์ นิมิตร อมฤทธิวาจา ที่ได้กรุณาช่วยเหลือให้คำแนะนำและตรวจสอบ แก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ของเรื่องมีวิจัยในครั้งนี้เพื่อปรับปรุงให้มีคุณภาพและมีความเหมาะสมต่องานวิจัย

ขอขอบพระคุณ บิดา มารดา ผู้เป็นที่เคารพรักยิ่งรวมถึง รุ่นพี่ รุ่นน้อง เพื่อนๆ สาขาวิชา ครุศาสตร์วิศวกรรม ทุกท่านที่ให้กำลังใจ ให้การสนับสนุนและให้ความช่วยเหลือในทุกด้านตลอดมา

ขอขอบคุณนักเรียน แผนกวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคมินบุรี ที่ได้ให้ความร่วมมือในการเป็นกลุ่มตัวอย่างให้ผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างดี

คุณค่าและประโยชน์ใดๆ ที่เป็นผลจากวิทยานิพนธ์นี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่ บิดา มารดา และครูอาจารย์ทุกท่าน ด้วยความเคารพยิ่ง

ชาญชัย แสงโพธิ์

# สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VII
สารบัญภาพ.....	VIII
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
1.3 สมมติฐานการวิจัย.....	2
1.4 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย.....	2
1.5 ขอบเขตการวิจัย.....	3
1.6 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย.....	4
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	6
2.1 รายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์.....	6
2.2 วัตถุประสงค์และคำอธิบายรายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์.....	7
2.3 หลักการควบคุมหุ่นยนต์.....	13
2.4 หลักการเบื้องต้นของระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์.....	15
2.5 การวิจัยเชิงทดลอง.....	18
2.6 การสอนลักษณะการทดลอง.....	20
2.7 การสร้างสื่อการเรียนการสอนประเภทชุดปฏิบัติการ.....	21
2.8 การหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการ.....	24
2.9 การประเมินคุณภาพสื่อ.....	25
2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	26
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	29
3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	29

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย.....	30
3.3 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	30
3.4 การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล.....	42
3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	43
3.6 สถิติที่ใช้ในการวิจัย.....	43
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	46
4.1 การวิเคราะห์คุณภาพด้านใบงานการทดลองชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา.....	46
4.2 การวิเคราะห์คุณภาพด้านชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุม หุ่นยนต์ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 สำนักงานคณะกรรมการ การการอาชีวศึกษา.....	47
4.3 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุม หุ่นยนต์ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 สำนักงานคณะกรรมการ การการอาชีวศึกษา.....	48
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ.....	50
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	50
5.2 อภิปรายผลการวิจัย.....	53
5.3 ข้อเสนอแนะ.....	54
บรรณานุกรม.....	55
ภาคผนวก.....	58
ภาคผนวก ก หนังสือจากงานบัณฑิตศึกษาคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมสถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังถึงผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 6 ท่าน.....	59

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ภาคผนวก ข แบบประเมินคุณภาพชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 สำนักงานคณะกรรมการ การอาชีวศึกษา.....	66
ภาคผนวก ค ผลการวิเคราะห์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	75
ภาคผนวก ง แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน.....	96
ภาคผนวก จ ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุม หุ่นยนต์ตาม หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 สำนักงาน คณะกรรมการการอาชีวศึกษา.....	112
ภาคผนวก ฉ ภาพการทดลองใช้งานชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 สำนักงานคณะกรรมการ การอาชีวศึกษา.....	114
ภาคผนวก ช คู่มือชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ ตามหลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 สำนักงานคณะกรรมการการ อาชีวศึกษา.....	124
ประวัติผู้เขียน.....	130

# สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
4.1 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานและระดับความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิด้าน ใบบาง.....	46
4.2 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิด้าน ชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์.....	47
4.3 ประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์.....	49
ค.1 ผลการวิเคราะห์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	76
จ.1 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ตาม หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 สำนักงานคณะกรรมการการ อาชีวศึกษา.....	113



# สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 โครงสร้างบอร์ด ET-BASE PIC.....	9
2.2 ขั้วต่อพอร์ต RS232 ช่องที่ 1.....	10
2.3 ขั้วต่อพอร์ต RS232 ช่องที่ 2.....	10
2.4 ขั้วต่อ อินพุต/เอาต์พุตแบบ 2 ขา.....	10
2.5 ขั้วต่อแสดงผลแอลซีดี แบบตัวอักษรขนาด 14 ขา.....	11
2.6 พอร์ตสัญญาณ อินพุต/เอาต์พุตของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC.....	11
2.7 หลอดแอลอีดี LED ที่ต่ออยู่กับขาสัญญาณ RHO.....	12
2.8 ตัวอย่างสำหรับเลือกการเชื่อมต่อสัญญาณระหว่างขาสัญญาณ I/O.....	12
2.9 ขั้วต่อแหล่งจ่ายไฟเลี้ยงบอร์ด.....	13
2.10 สวิตช์เลือกโหมด RUN และ PROGRAM.....	13
2.11 องค์ประกอบพื้นฐานของหุ่นยนต์.....	14
2.12 โครงสร้างของระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์.....	16
3.1 ลำดับขั้นตอนการสร้างชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์.....	32
3.2 ลำดับการสร้างใบงานชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556.....	35
3.3 ลำดับขั้นตอนการสร้างแบบประเมินคุณภาพ ชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อ ควบคุมหุ่นยนต์.....	37
3.4 ลำดับขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	40
ฉ.1 ชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ตามหลักสูตรประกาศนียบัตร วิชาชีพพุทธศักราช 2556 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา.....	115
ฉ.2 ชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์และระบบควบคุมด้วย ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา.....	115
ฉ.3 ชุดมือจับวัตถุชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์.....	116
ฉ.4 รูปแบบของล้อชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์.....	116
ฉ.5 ชุดมอเตอร์ขับเคลื่อนและล้อของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อ ควบคุมหุ่นยนต์.....	117
ฉ.6 สายไฟใช้เชื่อมต่อทดลองวงจรตามใบงาน.....	117
ฉ.7 บอร์ดควบคุมความเร็วและทิศทางของมอเตอร์ขับเคลื่อน.....	118

## สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่	หน้า
ฉ.8 บอร์ดควบคุมทิศทางมอเตอร์.....	118
ฉ.9 บอร์ดวงจรปรับระดับแรงดันไฟฟ้าที่ใช้ในการทดลอง.....	119
ฉ.10 บอร์ดวงจรสวิตซ์ที่ใช้ในการทดลอง.....	119
ฉ.11 บอร์ดแบบไร้สายผ่านบลูทูธ V2.0.....	120
ฉ.12 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ 18PIC8722.....	120
ฉ.13 แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงแบบเตออร์ขนาดแรงดัน 12 โวลต์ กระแสไฟฟ้า 3 มิลลิแอมป์ .....	121
ฉ.14 การต่อสายติดต่อข้อมูลดาวโนโพลโคโปรแกรมเข้ากับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ เบอร์ 18PIC8722.....	121
ฉ.15 การใช้งานชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์กับนักเรียน กลุ่มตัวอย่าง แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคมินบุรี.....	122
ฉ.16 การใช้งานชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ กับนักเรียน กลุ่มตัวอย่าง แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคมินบุรี.....	122
ฉ.17 การใช้งานชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ กับนักเรียน กลุ่มตัวอย่าง แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคมินบุรี.....	123
ฉ.18 การใช้งานชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ กับนักเรียน กลุ่มตัวอย่าง แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคมินบุรี.....	123
ช.1 ไดอะแกรมการทำงานของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์.....	127
ช.2 ตำแหน่งของส่วนประกอบชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์.....	128

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

สถาบันการศึกษาประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ได้บรรจุรายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ไว้ในหลักสูตรวิชาช่างอุตสาหกรรม ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ(ปวช.) สาขาวิชาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งเป็นหลักสูตรที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีทักษะและสามารถนำไมโครคอนโทรลเลอร์ไปประยุกต์ใช้งานประกอบอาชีพในภาคอุตสาหกรรมได้ ดังนั้นเพื่อจูงใจผู้เรียนให้เกิดความสนใจในเนื้อหาวิชาเพิ่มมากขึ้น ผู้วิจัยเห็นควรนำไมโครคอนโทรลเลอร์มาประยุกต์ใช้งานเพื่อควบคุมหุ่นยนต์ที่มีโครงสร้างไม่ซับซ้อนสามารถแสดงผลได้หลายรูปแบบ เพื่อเป็นการกระตุ้นผู้เรียนให้มีความสนใจ และสนุกกับการเรียนการสอนและส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ เพื่อเป็นแนวทางหนึ่งที่จะนำมาใช้ในการพัฒนาสื่อการเรียนการสอน วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์

แต่ปัจจุบันสื่อการเรียนการสอนประเภทวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ของวิทยาลัยเทคนิคมีนบุรี นั้นยังมีจำนวนไม่เพียงพอต่อความต้องการและการเพิ่มปริมาณของผู้เรียนอีกทั้งเนื้อหาของรายวิชาเข้าใจยากทำให้ผู้เรียนไม่สามารถเข้าใจเนื้อหาของรายวิชาได้ตรงตามสมรรถนะของรายวิชาที่กำหนดให้ผู้เรียนสามารถแสดงความรู้เกี่ยวกับการประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ ประกอบและทดสอบวงจร และสามารถประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยใช้ชุดคำสั่งของ ไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมการติดต่อซีพียูกับหน่วยความจำ เอาต์พุต อินพุต การอินเตอร์รัพท์ การติดต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ กับอุปกรณ์ภายนอกแบบเบื้องต้น และผ่านระบบสื่อสารการประยุกต์ใช้งานในระบบควบคุมทางไฟฟ้าแบบต่าง ๆ

ดังนั้นผู้วิจัยจึงเห็นควรนำอุปกรณ์เหล่านี้มาประยุกต์ใช้งานในการสร้างชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ เพื่อใช้ในการจัดกระบวนการเรียนการสอนด้วยวิธีการทดลอง และเพิ่มประสิทธิภาพให้ผู้เรียนเกิดความสนใจเรียนในวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์มากขึ้น อีกทั้งเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้และส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ในการเขียนโปรแกรมประยุกต์ใช้งานชุดคำสั่งเพื่อควบคุมการทำงานของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ ผู้วิจัยจึงนำแนวทางที่กล่าวนั้นมาพัฒนาสื่อการเรียนวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งมีความสอดคล้องกับความต้องการของผู้เรียน

จากหลักการและเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงได้สร้างชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์เพื่อนำไปใช้ในกระบวนการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ ตาม

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) สาขาวิชาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งมีเนื้อหาตรงตามสมรรถนะของรายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ที่กำหนดไว้

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อพัฒนาชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) พุทธศักราช 2556 ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาที่มีคุณภาพ

1.2.2 เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) พุทธศักราช 2556 ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

## 1.3 สมมติฐานการวิจัย

1.3.1 ชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ มีคุณภาพในระดับดี ขึ้นไป ( $\bar{X} \geq 3.50$ )

1.3.2 ประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์หรือ  $E_1/E_2$  ไม่น้อยกว่า 80/80

## 1.4 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยได้ใช้กรอบแนวคิด ขั้นตอนที่ 1 ถึง 4 ของ วิลลิก จันท์ตระกูล (2552:27) และขั้นตอนที่ 5 ของ อรพันธ์ ประสิทธิ์รัตน์ (2530:80-84) มาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) พุทธศักราช 2556 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา รายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ ดังนี้

- 1.4.1 การกำหนดขอบข่ายเนื้อหาวิชา
- 1.4.2 การกำหนดเนื้อหาและวัตถุประสงค์
- 1.4.3 การออกแบบ และสร้างชุดสื่อการเรียนการสอน
- 1.4.4 การทดลองใช้ชุดสื่อการเรียนการสอน
- 1.4.5 การหาประสิทธิภาพ

## 1.5 ขอบเขตการวิจัย

### 1.5.1 ขอบเขตด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.5.1.1 ประชากร คือ ผู้เรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 สาขางาน อิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคมินบุรี ปีการศึกษา 2558 ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 2105-2105 ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา จำนวน 50 คน

1.5.1.2 กลุ่มตัวอย่าง คือ ผู้เรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 สาขางานอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคมินบุรี ที่ลงทะเบียนเรียน รายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 2105-2105 ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา จำนวน 25 คน โดยใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจงจากประชากรทั้งหมด

### 1.5.2 ตัวแปรที่ศึกษา การวิจัยครั้งนี้มีตัวแปร ดังนี้

1.5.2.1 ตัวแปรต้น คือ ชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

1.5.2.2 ตัวแปรตาม คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนด้วย ชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

### 1.5.3 ขอบเขตด้านเนื้อหา

เนื้อหาที่นำมาใช้ในการสร้างชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ในครั้งนี้เป็นไป ตามรายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) พุทธศักราช 2556 สาขางานอิเล็กทรอนิกส์ ประเภทวิชาอุตสาหกรรม โดยมีเนื้อหาดังนี้

หน่วยที่ 1 หลักการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น

หน่วยที่ 2 การต่อวงจรทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์กับหุ่นยนต์เบื้องต้น

หน่วยที่ 3 หลักการเขียนโปรแกรมและการใช้งานชุดคำสั่งไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์เบื้องต้น

หน่วยที่ 4 การเขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์ติดต่อกับระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ (แบบไร้สายผ่านบลูทูธ)

หน่วยที่ 5 การประยุกต์ใช้งานระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ควบคุมการเคลื่อนที่ของตัวหุ่นยนต์เพื่อคัดเลือกวัตถุทรงกระบอกที่มีสีแตกต่างกันได้

#### 1.5.4 ใบงานการทดลอง ประกอบด้วย 5 ใบงาน ดังต่อไปนี้

ใบงานการทดลองที่ 1 หลักการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น

ใบงานการทดลองที่ 2 การเขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมพอร์ตอินพุต/เอาต์พุต ของหุ่นยนต์เบื้องต้น

ใบงานการทดลองที่ 3 หลักการเขียนโปรแกรมควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงด้วยสัญญาณ PWM

ใบงานการทดลองที่ 4 การเขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์ติดต่อกับระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ (แบบไร้สายผ่านบลูทูธ)

ใบงานการทดลองที่ 5 การเขียนโปรแกรมประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ติดต่อกับระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์เพื่อคัดเลือกวัตถุทรงกระบอกที่มีสีแตกต่างกันได้

#### 1.6 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย

เพื่อความเข้าใจที่ถูกต้องและตรงตามวัตถุประสงค์การวิจัย ผู้วิจัยจึงกำหนดความหมายของคำต่างๆ ที่ใช้ในการวิจัยดังนี้

1.6.1 ชุดปฏิบัติการ หมายถึง ชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ที่ประกอบด้วยบอร์ดวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ บอร์ดวงจรเซนเซอร์ บอร์ดวงจรขับเคลื่อนมอเตอร์ บอร์ดวงจรสวิตช์ ชุดโครงสร้างหุ่นยนต์ประกอบด้วยมอเตอร์ ล้อ แผ่นอะคริลิก และการยึดส่วนประกอบต่างๆ และใบงานการทดลองเพื่อใช้สำหรับการเรียนการสอนในรายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) พุทธศักราช 2556 สาขางานอิเล็กทรอนิกส์ ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

1.6.2 รายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ หมายถึง การศึกษาเนื้อหาส่วนประกอบและโครงสร้างรวมถึงการใช้งานชุดคำสั่ง เพื่อเขียนโปรแกรมด้วยภาษาระดับสูง การต่อวงจรเพื่อประยุกต์ ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งในรายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์

1.6.3 หุ่นยนต์ หมายถึง ชุดโครงสร้างหุ่นยนต์ซึ่งประกอบด้วยมอเตอร์ ล้อ แผ่นอะคริลิก อุปกรณ์การยึดต่างๆ ที่สามารถถอดและประกอบเป็นหุ่นยนต์ ที่สามารถเคลื่อนที่ได้โดยการขับเคลื่อนล้อด้วยมอเตอร์ ที่ถูกควบคุมการทำงานของส่วนต่างๆ ผ่านระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ และมีเซนเซอร์ ที่สามารถแยกสีของวัตถุทรงกระบอกได้

1.6.4 ใบงานการทดลอง หมายถึง เอกสารการปฏิบัติงาน และการสั่งงาน เพื่อใช้ร่วมกับชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ ประกอบด้วย ชื่อใบงาน วัตถุประสงค์ คำชี้แจงรายละเอียด ขั้นตอนการทดลอง สรุปผลการทดลอง และคำถามท้ายการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.6.5 ใบงานทดสอบรวม หมายถึง ใบงานการทดลองที่สร้างขึ้นโดยประยุกต์จากใบงานการทดลองระหว่างการปฏิบัติทั้งหมด เพื่อใช้ประเมินผลสัมฤทธิ์ของการปฏิบัติงานของผู้เรียน

1.6.6 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ข้อสอบแบบปรนัย 5 ตัวเลือก ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อใช้สำหรับหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่าง หลังสิ้นสุดการเรียนปฏิบัติ ตามใบงานการทดลองครบทุกใบงานและใบงานทดสอบรวม

1.6.7 แบบทดสอบหลังการทดลองแต่ละใบงาน หมายถึง แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สร้างขึ้นให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมแต่ละใบงานการทดลอง เพื่อใช้ทดสอบหลังการเรียนปฏิบัติแต่ละใบงานการทดลอง โดยคิดเป็น 40 เปอร์เซ็นต์ของคะแนนรวมทั้งหมด(100 เปอร์เซ็นต์)

1.6.8 แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน หมายถึง แบบบันทึกผลการปฏิบัติการทดลองและเกณฑ์การให้คะแนนระหว่างการปฏิบัติการทดลองแต่ละใบงาน เพื่อใช้ประเมินผลการปฏิบัติงานตามใบงานการทดลองโดยคิดเป็น 60 เปอร์เซ็นต์ของคะแนนรวมทั้งหมดจาก (100 เปอร์เซ็นต์)

1.6.9 คุณภาพ หมายถึง ผลที่ได้จากการประเมิน ชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) พุทธศักราช 2556 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

1.6.10 ประสิทธิภาพ หมายถึง อัตราส่วนของประสิทธิภาพของกระบวนการระหว่างเรียน ต่อประสิทธิภาพของผลลัพธ์ รวบยอดของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยได้จากผลการเรียนรู้ของผู้เรียนจากการเรียนปฏิบัติตามใบงานการทดลองของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) พุทธศักราช 2556 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาตามเกณฑ์ที่กำหนด คือ  $E_1/E_2$  ไม่น้อยกว่า 80/80

$E_1$  หมายถึง ประสิทธิภาพของกระบวนการ ซึ่งคำนวณได้จากร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของผลการเรียนรู้ที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังการทดลองและการประเมินผลการปฏิบัติ ระหว่างการปฏิบัติตามใบงานการทดลองแต่ละใบงาน ไม่ต่ำกว่า 80

$E_2$  หมายถึง ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ซึ่งคำนวณได้จากร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของผลการเรียนรู้ที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการประเมินผลการปฏิบัติใบงานทดสอบรวมไม่ต่ำกว่า 80

## บทที่ 2

# เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การพัฒนาคุณภาพและประสิทธิภาพชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาเป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) ผู้วิจัยมุ่งเน้นที่จะให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติด้วยตนเอง เนื่องจากการเรียนด้วยการปฏิบัติจะทำให้ได้รับประสบการณ์ตรง ผู้วิจัยได้ลำดับหัวข้อการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

- 2.1 รายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์
- 2.2 วัตถุประสงค์และคำอธิบายรายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์
- 2.3 หลักการควบคุมหุ่นยนต์
- 2.4 หลักการเบื้องต้นของระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์
- 2.5 การวิจัยเชิงทดลอง
- 2.6 การสอนลักษณะการทดลอง
- 2.7 การออกแบบและสร้างชุดสื่อการเรียนการสอนประเภทชุดปฏิบัติการ
- 2.8 การหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการ
- 2.9 การประเมินคุณภาพสื่อ
- 2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 2.1 รายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์

จากการศึกษารายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา (2105-2105) หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ สาขางานอิเล็กทรอนิกส์ มีลักษณะรายวิชาดังนี้

#### 2.1.1 จุดประสงค์รายวิชา

2.1.1.1 เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจโครงสร้างการทำงาน ชุดคำสั่งและการเขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์

2.1.1.2 เพื่อให้ผู้เรียนมีทักษะการใช้งานชุดคำสั่ง และการเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.1.3 เพื่อให้ผู้เรียนมีกิจนิสัย ในการแสวงหาความรู้เพิ่มเติมการทำงานด้วยความประณีตรอบคอบและปลอดภัย

## 2.1.2 สมรรถนะรายวิชา

2.1.2.1 แสดงความรู้เกี่ยวกับการประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์

2.1.2.2 ประกอบและทดสอบวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์

2.1.2.3 การประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์

## 2.1.3 คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาโครงสร้างของไมโครคอนโทรลเลอร์ วงจรประกอบการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ รีจิสเตอร์ระบบบัสและการทำงานชุดคำสั่งของไมโครคอนโทรลเลอร์ใช้เครื่องมือเขียนโปรแกรมและโปรแกรมช่วยในการทดสอบ โดยใช้ชุดคำสั่งของไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมการติดต่อซีพียูกับหน่วยความจำ เอาท์พุต อินพุต การอินเตอร์รัพท์ การติดต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ กับอุปกรณ์ภายนอกแบบเบื้องต้นและผ่านระบบสื่อสาร การประยุกต์ใช้งานในระบบควบคุมทางไฟฟ้าแบบต่าง ๆ

## 2.2 วัตถุประสงค์และคำอธิบายรายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์

ศึกษาโครงสร้างของไมโครคอนโทรลเลอร์ วงจรประกอบการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์รีจิสเตอร์ระบบบัสและการทำงานชุดคำสั่งของไมโครคอนโทรลเลอร์ ใช้เครื่องมือเขียนโปรแกรมและโปรแกรมช่วยในการทดสอบ โดยใช้ชุดคำสั่งของไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุม การติดต่อซีพียูกับหน่วยความจำ เอาท์พุต อินพุต การอินเตอร์รัพท์ การติดต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ กับอุปกรณ์ภายนอกแบบเบื้องต้น และผ่านระบบสื่อสาร การประยุกต์ใช้งานในระบบควบคุมทางไฟฟ้าแบบต่าง ๆ

2.2.1 โครงสร้างของไมโครคอนโทรลเลอร์ โครงสร้างพื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ประกอบไปด้วย 5 ส่วนสำคัญ

2.2.1.1 หน่วยประมวลผลกลางหรือซีพียู (CPU : Central Processing Unit) มีหน้าที่นำคำสั่งและข้อมูลที่เก็บไว้ใน หน่วยความจำมาแปลความหมายและกระทำตามคำสั่งพื้นฐานของไมโครโปรเซสเซอร์ ซึ่งแทนด้วยรหัสเลขฐานสอง

2.2.1.2 หน่วยความจำ (Memory) ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ หน่วยความจำเก็บโปรแกรม (Program memory) ทำหน้าที่คล้าย ๆ กับฮาร์ดดิสก์ในคอมพิวเตอร์ ข้อมูลไม่สูญหายแม้ไม่มีไฟเลี้ยง และหน่วยความจำข้อมูล (Data memory) ใช้เป็นเหมือนกระดานขุดในการคำนวณของซีพียู และเป็นที่พักข้อมูลในการทำงานชั่วคราว ข้อมูลจะหายไปเมื่อไม่มีไฟเลี้ยงคล้ายกับหน่วยความจำแรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Ram) ในคอมพิวเตอร์ทั่วไปแต่สำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์สมัยใหม่ หน่วยความจำจะมีทั้งที่เป็นหน่วยความจำแรม ซึ่งข้อมูลจะหายเมื่อไม่มีไฟเลี้ยง และเป็นแบบ อีอีพรอม (EEPROM : Erasable Electrically Programmable Read-Only Memory) ซึ่งสามารถเก็บข้อมูลได้แม้ไม่มีไฟเลี้ยง

2.2.1.3 ส่วนติดต่ออุปกรณ์ภายนอกหรือเรียกว่าพอร์ต (port) มีด้วยกัน 2 ลักษณะคือ พอร์ตรับสัญญาณ หรือพอร์ตอินพุต (input port) และพอร์ตส่งสัญญาณหรือพอร์ตเอาต์พุต (output port) ส่วนนี้มีความสำคัญมาก เนื่องจากใช้ในการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอก และอุปกรณ์ภายนอกเหล่านั้นนั่นเองที่เป็นสื่อกลางในการติดต่อกับมนุษย์ ยกตัวอย่าง พอร์ตอินพุตใช้ต่อกับสวิทช์เพื่อรับข้อมูลที่ผู้ใช้งานกดป้อนเข้ามาซึ่งเหมือนกับการใช้คีย์บอร์ดในการป้อนข้อความเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์ พอร์ตเอาต์พุตใช้ต่อกับลำโพงเพื่อขับเสียง ต่อกับหลอดไฟเพื่อแสดงผล ต่อกับมอเตอร์ เพื่อควบคุมการหมุน ต่อกับหน่วยความจำเพื่อเพิ่มพื้นที่ในการเก็บข้อมูล หากเปรียบเทียบกับคอมพิวเตอร์ พอร์ตเอาต์พุตก็คือ ส่วนที่ต่อกับเครื่องพิมพ์สำหรับพิมพ์ข้อมูลออกมาและส่วนที่ต่อกับจอมอนิเตอร์เพื่อแสดงภาพ เป็นต้น

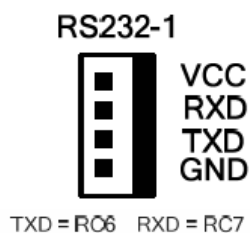
2.2.1.4 เส้นทางสัญญาณหรือบัส (bus) การติดต่อแลกเปลี่ยนสัญญาณข้อมูลระหว่างซีพียู หน่วย ความจำและพอร์ต จะกระทำบนสายสัญญาณจำนวนมาก เรียกว่า เส้นทางสัญญาณหรือบัส โดยแบ่งเป็นบัสข้อมูล (data bus), บัสแอดเดรส (address bus) และบัสควบคุม (control bus) บัสข้อมูลเป็นสายสัญญาณ ที่บรรจุข้อมูลสำหรับการประมวลผลทั้งหมดขนาดของบัสจะขึ้นอยู่กับความสามารถในการประมวลผลของซีพียูและเทคโนโลยีของไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวนั้นๆ สำหรับในงานทั่วไป ขนาดของบัสข้อมูลคือ 8 บิต และในปัจจุบันมีการพัฒนาไปถึง 16, 32 และ 64 บิต แล้วบัสแอดเดรสเป็นสายสัญญาณที่บรรจุค่าตำแหน่งของหน่วยความจำ โดยการติดต่อกับหน่วยความจำนั้น ซีพียูต้องกำหนดตำแหน่งที่ต้องการอ่านหรือเขียนก่อน ซึ่งก็คือการกำหนดค่าแอดเดรส จำนวนสายสัญญาณของบัสแอดเดรส จึงต้องมีจำนวนมาก และถ้ายังมีมากเท่าใด จะเป็นการแสดงถึงความจุของหน่วยความจำ

ตัวอย่าง ไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวหนึ่งมีสายแอดเดรส 10 เส้นดังนั้นไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวนี้สามารถติดต่อกับหน่วยความจำได้ 2 ยกกำลัง 10 = 1,024 ตำแหน่งหากต้องการทราบความจุของหน่วย ความจำ จริงๆจะต้องทราบถึงขนาดของบัสข้อมูลก่อนว่าเป็นเท่าไรหากเป็น 8 บิต ความจุของหน่วยความจำที่มีสายแอดเดรส 10 เส้น จะเท่ากับ  $8 \times 1024 = 8,192$  บิต โดยปกตินิยมเรียกความจุของหน่วยความจำในหน่วยเป็นไบต์ (byte) หรือกิโลไบต์ (kilo byte : KB) มากกว่า โดย 1 ไบต์เท่ากับ 8 บิต และ 1 กิโลไบต์เท่ากับ 1,024 ไบต์ (ไม่ใช่ 1,000 เหมือนกับหน่วยวัดทั่วไป) ดังนั้นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่นำมาเป็นตัวอย่างจึงมีความจุของหน่วยความจำเท่ากับ 8,192 บิต หรือ 1,024 ไบต์ หรือ 1 กิโลไบต์บัสควบคุมเป็นกลุ่มของสายสัญญาณควบคุมการติดต่อทั้งหมดของซีพียูกับหน่วยความจำและพอร์ต สำหรับสายสัญญาณควบคุมหลักได้แก่ สายสัญญาณเลือก-อ่าน-เขียน หน่วยความจำ สายสัญญาณเลือก อ่าน เขียนข้อมูลกับพอร์ต



เพื่อให้เข้าใจโครงสร้างโครงสร้างบอร์ด ET-BASE PIC จะอธิบายรายละเอียดดังนี้

หมายเลข 1 ขั้วต่อพอร์ต RS232 ช่องที่ 1 ประกอบด้วยขั้วต่อ VCC RXD TRD และ GND ดังภาพที่ 2.2



ภาพที่ 2.2 ขั้วต่อพอร์ต RS232 ช่องที่ 1

ที่มา : หนังสือคู่มือการใช้งาน ET- BASE PIC 18F8722 (2005:3)

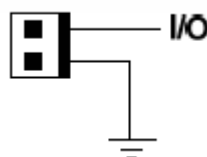
หมายเลข 2 ขั้วต่อพอร์ต RS232 ช่องที่ 2 ประกอบด้วยขั้วต่อ VCC RXD TRD และ GND เช่นเดียวกับช่องที่ 1 ดังภาพที่ 2.3



ภาพที่ 2.3 ขั้วต่อพอร์ต RS232 ช่องที่ 2

ที่มา : หนังสือคู่มือการใช้งาน ET- BASE PIC 18F8722 (2005:3)

หมายเลข 3 ขั้วต่อ อินพุต/เอาต์พุตแบบ 2 ขา สำหรับ PG0 , PG3 และ PG4 เพื่อนำไปต่อใช้งาน มีการจัดเรียงดังภาพที่ 2.4

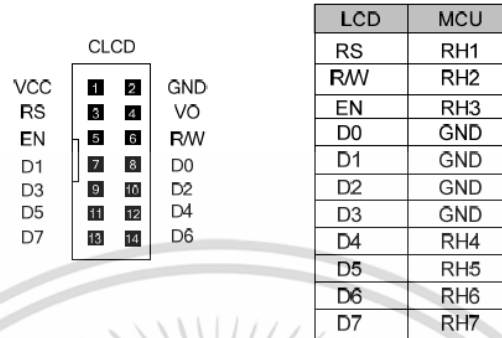


ภาพที่ 2.4 ขั้วต่อ อินพุต/เอาต์พุตแบบ 2 ขา

ที่มา : หนังสือคู่มือการใช้งาน ET- BASE PIC 18F8722 (2005:3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

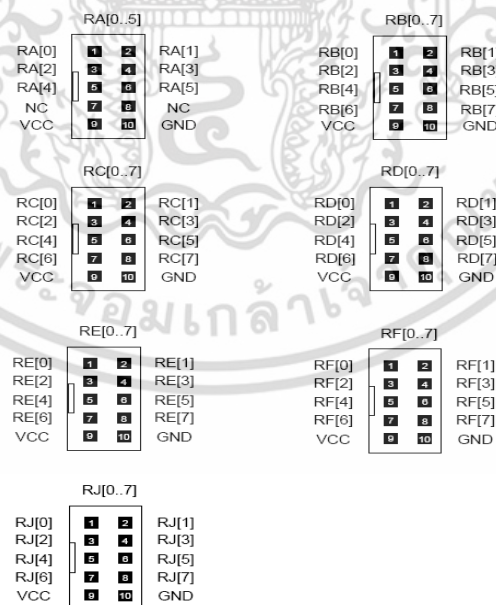
หมายเลข 4 ขั้วต่อแสดงผล แอลซีดี แบบตัวอักษรขนาด 14 ขา ดังภาพที่ 2.5 โดยใช้ การเชื่อมต่อแบบ 4 บิต ข้อมูล



ภาพที่ 2.5 ขั้วต่อแสดงผลแอลซีดี แบบตัวอักษรขนาด 14 ขา

ที่มา : หนังสือคู่มือการใช้งาน ET- BASE PIC 18F8722 (2005:3)

หมายเลข 5 , 6 ,7 ,8 , 9 , 10 และ 11 เป็นพอร์ตของขาสัญญาณ อินพุต/เอาต์พุตของ ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC คือ RA , RB , RC , RD , RE, RF และ RJ ตามลำดับ โดยจะมีการจัดเรียง ขาสัญญาณดังภาพที่ 2.6



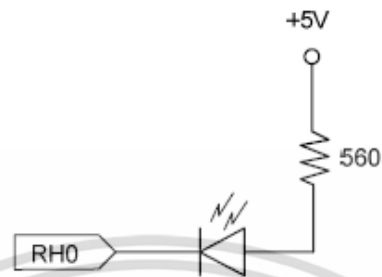
ภาพที่ 2.6 พอร์ตสัญญาณ อินพุต/เอาต์พุตของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC

ที่มา : หนังสือคู่มือการใช้งาน ET- BASE PIC 18F8722 (2005:4)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเลข 12 คือ ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC

หมายเลข 13 คือ หลอดแอลอีดี ที่ต่ออยู่กับขาสัญญาณ RH0 ดังภาพที่ 2.7 ใช้สำหรับเขียนโปรแกรมทดสอบการทำงานของบอร์ดแบบง่ายๆ

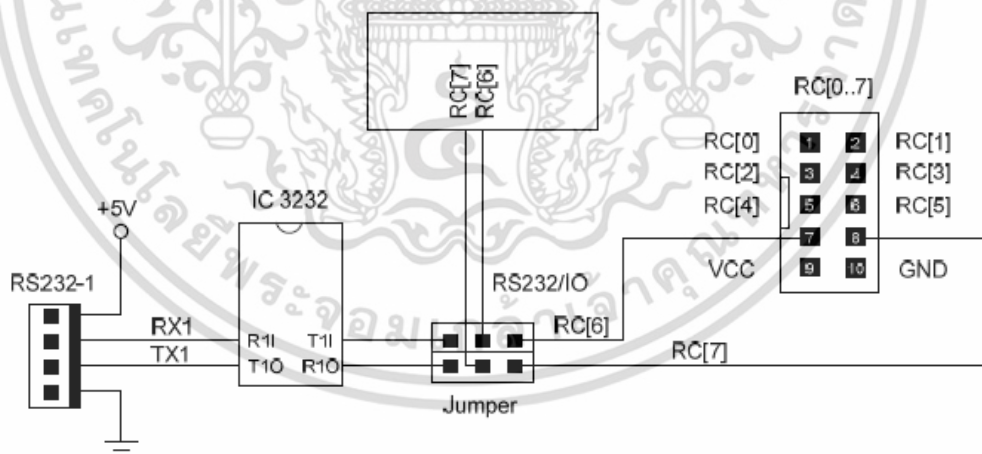


ภาพที่ 2.7 หลอดแอลอีดี LED ที่ต่ออยู่กับขาสัญญาณ RH0

ที่มา : หนังสือคู่มือการใช้งาน ET- BASE PIC 18F8722 (2005:5)

หมายเลข 14 คือ พอร์ต ICD2 ใช้สำหรับดาวน์โหลดโค้ดโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์ ใช้กับเครื่องโปรแกรมภายนอก เช่น ET-PGMPIC USB

หมายเลข 15 จัมเปอร์ ใช้สำหรับเลือกการเชื่อมต่อสัญญาณระหว่าง ขาสัญญาณ อินพุต/เอาต์พุต คือ RC7 กับ วงจรไดร์เวอร์ MAX232 ดังภาพที่ 2.8



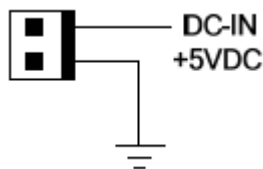
ภาพที่ 2.8 ตัวโยงสำหรับเลือกการเชื่อมต่อสัญญาณระหว่างขาสัญญาณ

ที่มา : หนังสือคู่มือการใช้งาน ET- BASE PIC 18F8722 (2005:5)

หมายเลข 16 สวิตช์ รีเซตโปรแกรม

หมายเลข 17 ขั้วต่อแหล่งจ่ายไฟเลี้ยงบอร์ด ดังภาพที่ 2.9 จะต้องต่อกับแหล่งจ่ายไฟที่มี

ขนาดไม่เกิน 5 VDC หากเกิน 5 VDC จะทำให้เกิดความเสียหายกับอุปกรณ์ได้ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.9 ขั้วต่อแหล่งจ่ายไฟเลี้ยงบอร์ด

ที่มา : หนังสือคู่มือการใช้งาน ET- BASE PIC 18F8722 (2005:5)

หมายเลข 18 สวิตช์เลือกโหมด RUN และ PROGRAM ดังภาพที่ 2.10 เมื่อเลื่อนมาที่ตำแหน่ง PROG จะทำหน้าที่ตัดต่อสัญญาณที่ใช้ในการโปรแกรมโค้ดข้อมูลเข้ากับเครื่องโปรแกรม และ เมื่อเลื่อนกลับมาที่ตำแหน่ง RUN ขาสัญญาณต่างๆจะกลับมาเป็น อินพุต/เอาต์พุตตามปกติ



ภาพที่ 2.10 สวิตช์เลือกโหมด RUN และ PROGRAM

ที่มา : หนังสือคู่มือการใช้งาน ET- BASE PIC 18F8722 (2005:6)

หมายเลข 19 แอลอีดีแสดงสถานะของของแหล่งจ่ายพลังงานในบอร์ด

หมายเลข 20 ขั้วต่อแหล่งจ่ายไฟ สำหรับใช้ร่วมกับบอร์ด ET-BASIC อินพุต/เอาต์พุต

## 2.3 หลักการควบคุมหุ่นยนต์

หุ่นยนต์ คือ เครื่องจักรกลชนิดหนึ่ง มีลักษณะโครงสร้างและรูปร่างแตกต่างกัน หุ่นยนต์แต่ละประเภทจะมีหน้าที่ต่าง ๆ ตามการควบคุมโดยตรงของมนุษย์ การควบคุมระบบต่าง ๆ ในการส่งงานระหว่างหุ่นยนต์และมนุษย์ สามารถทำได้โดยทางอ้อมและอัตโนมัติ โดยทั่วไปหุ่นยนต์ถูกสร้างขึ้นเพื่อสำหรับงานที่มีความยากลำบาก เช่น งานสำรวจในพื้นที่บริเวณแคบหรืองานสำรวจดวงจันทร์ ดาวเคราะห์ที่ไม่มีสิ่งมีชีวิต ปัจจุบันเทคโนโลยีของหุ่นยนต์เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว เริ่มเข้ามามีบทบาทกับชีวิตของมนุษย์ในด้านต่าง ๆ หุ่นยนต์ถูกแบ่งออกเป็น 2 ประเภทตามลักษณะการใช้งาน คือ

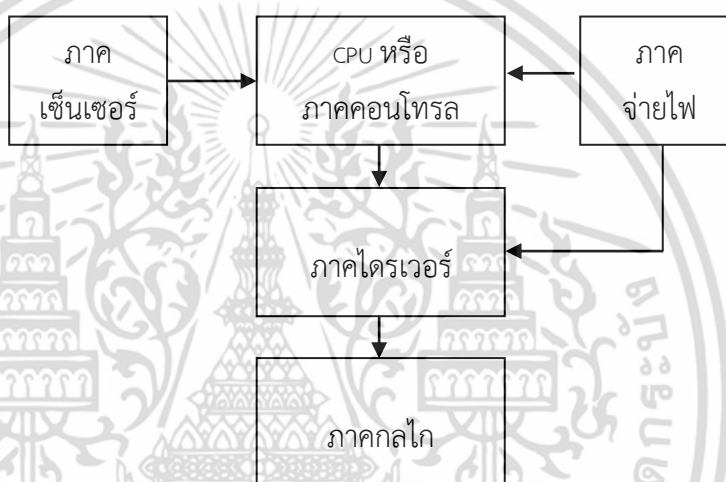
2.3.1 หุ่นยนต์ชนิดที่ติดตั้งอยู่กับที่ เป็นหุ่นยนต์ที่ไม่สามารถเคลื่อนที่ไปไหนได้ด้วยตัวเอง มีลักษณะเป็นแขนกล สามารถขยับและเคลื่อนไหวได้เฉพาะแต่ละข้อต่อภายในตัวเองเท่านั้น มักนำไป

ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม เช่น โรงงานประกอบรถยนต์ โรงงานประกอบชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ เป็นต้น

2.3.1 หุ่นยนต์ชนิดที่เคลื่อนที่ได้ หุ่นยนต์ประเภทนี้จะแตกต่างจากหุ่นยนต์ที่ติดตั้งอยู่กับที่ เพราะสามารถเคลื่อนที่ไปไหนมาไหนได้ด้วยตัวเอง โดยการใช้ล้อหรือการใช้ขา ซึ่งหุ่นยนต์ประเภทนี้ ปัจจุบันยังเป็นงานวิจัยที่ทำการศึกษายู่ภายในห้องทดลอง เพื่อพัฒนาออกมาใช้งานในรูปแบบต่าง ๆ เช่น หุ่นยนต์สำรวจดาวอังคาร เป็นต้น

### 2.3.1 หลักการสร้างหุ่นยนต์เบื้องต้น

การสร้างหุ่นยนต์ มีประกอบด้วยภาคต่างๆ ดังภาพที่ 2.11



ภาพที่ 2.11 องค์ประกอบพื้นฐานของหุ่นยนต์

2.3.1.1 ภาคเซนเซอร์ เป็นภาคที่สำคัญในการตรวจจับหาสถานะต่าง ๆ และตำแหน่งของตัวเอง โดยใช้วัสดุอื่น อ่างอิงในการตรวจจับ เช่น เหล็ก พลาสติก หรือ สีต่าง ๆ โดยเลือกเซนเซอร์ที่ใช้งานต่างกัน ตามต้องการ เช่น หุ่นยนต์ส่วนใหญ่จะมีเซนเซอร์ตรวจจับวัตถุหรือสิ่งกีดขวางต่าง ๆ โดยจะเลือกใช้ตามความเหมาะสม เช่น อัลตราโซนิก อินฟราเรด เป็นต้น เพื่อให้ภาคคอนโทรลรับรู้สภาพของตัวเอง และจัดการกับสิ่งที่ตรวจพบ ซึ่งที่มีการใช้งานเพื่อกำหนดทิศทางการเดินของหุ่นยนต์ คือ หุ่นยนต์เดินตามเส้น (Guide Line) โดยการเซนเซอร์ สีขาวกับสีดำ โดยใช้หลักการสะท้อนแสง เมื่อเซนเซอร์ตรวจสอบแล้วก็จะส่งสัญญาณไปยังภาคคอนโทรล เพื่อประมวลผล ต่อไป

2.3.1.2 ภาคคอนโทรล เป็นหัวใจหลักของหุ่นยนต์ เนื่องจากเป็นตัวประมวลผลและสั่งการ ซึ่งทำให้หุ่นยนต์มีสมอง สามารถคิด และตัดสินใจ ควบคุม รักษาสภาพตัวเอง และทำงานต่าง ๆ ตามที่ออกแบบไว้ได้ โดยใช้การรับรู้จากภาคเซนเซอร์ เมื่อประมวลผลแล้วก็จะส่งไปควบคุมอุปกรณ์แมคคานิกส์ ต่าง ๆ ด้วยสัญญาณดิจิทัล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.1.3 ภาคไดร์เวอร์ จากภาคคอนโทรลจะส่งเอาพุด เพื่อไปควบคุมกลไก ในระบบ สัญญาณดิจิทัลซึ่งมีแรงดันและกระแสย่อย ไม่เพียงพอที่จะขับกลไกได้โดยตรง จึงจำเป็นต้องผ่าน ภาค ไดร์เวอร์เพื่อขยายสัญญาณในการขับ ปัจจุบันมีวงจรถูกเลือกมากมาย เช่น ไอซี ไดร์ มอเตอร์ วงจรขับโดยรีเลย์ วงจรขับโดยทรานซิสเตอร์ หรือวงจรขับโดยใช้การเชื่อมทางแสง เป็นต้น

2.3.1.4 ภาคกลไก เป็นภาคที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล ไปควบคุม ระบบการ ทำงานของหุ่นยนต์ เช่น การเดิน การจับ การยก เป็นต้น โดยใช้มอเตอร์ชนิดต่าง ๆ เช่น ไฮโดรลิก นิวแมติกส์ เป็นต้น ซึ่งมีการใช้งานที่แตกต่างกัน

2.3.1.5 ภาคจ่ายไฟ ภาคนี้จะเป็นภาคสำคัญอีกภาคหนึ่งที่จะทำให้ ระบบของเรา มีความ ทนต่อการรบกวนต่าง ๆ ถ้าเราออกแบบภาคจ่ายไฟไม่ดีแล้ว จะทำให้วงจรของเรา ถูกรบกวนจาก สัญญาณต่าง ๆ

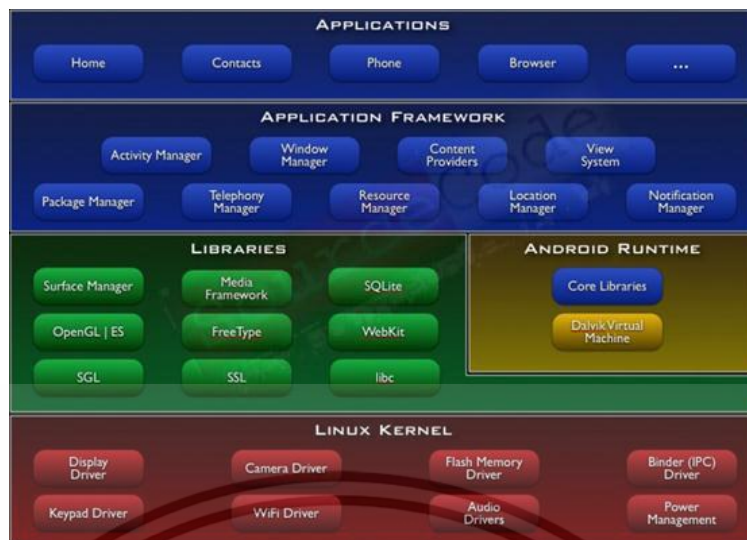
## 2.4 หลักการเบื้องต้นของระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

แอนดรอยด์ (Android) คือ ระบบปฏิบัติการแบบเปิดเผยแพร่ซอร์สโค้ดต้นฉบับ (Open Source) โดยบริษัท กูเกิล (Google Inc.) ที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างสูง เนื่องจากอุปกรณ์ที่ใช้ ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ มีจำนวนมาก อุปกรณ์มีหลากหลายระดับ หลายราคารวมทั้ง ความสามารถทำงานบนอุปกรณ์ที่มีขนาดหน้าจอ และความละเอียดแตกต่างกันได้ ทำให้ผู้บริโภค สามารถเลือกได้ตามต้องการและหากมองในทิศทางสำหรับนักพัฒนาโปรแกรม (Programmer) แล้ว นั้นการพัฒนาโปรแกรมเพื่อใช้งานบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ไม่ใช่เรื่องที่ยาก เพราะมีข้อมูลใน การพัฒนารวมทั้ง Android SDK (Software Development Kit) เตรียมไว้ให้นักพัฒนาได้เรียนรู้ และเมื่อนักพัฒนาต้องการจะเผยแพร่หรือจำหน่ายโปรแกรมที่พัฒนาแล้วเสร็จ แอนดรอยด์ก็ยังมี ตลาดในการเผยแพร่โปรแกรม ผ่าน Android Market แต่หากจะกล่าวถึงโครงสร้างภาษาที่ใช้ในการ พัฒนานั้น สำหรับ Android SDK จะยึดโครงสร้างของภาษาจาวา (Java language) ในการเขียน โปรแกรม เพราะโปรแกรมที่พัฒนามาได้จะต้องทำงานอยู่ภายใต้ Dalvik Virtual Machine เช่น เดียวกับโปรแกรมจาวา ที่ต้องทำงานอยู่ภายใต้ Java Virtual Machine (Virtual Machine เปรียบ ได้กับสภาพแวดล้อมที่โปรแกรมทำงานอยู่

### 2.4.1 โครงสร้างของแอนดรอยด์

การทำความเข้าใจโครงสร้างของระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ถือว่า เป็นสิ่งสำคัญเพราะ ถ้านักพัฒนาโปรแกรม สามารถมองภาพโดยรวมของระบบได้ทั้งหมด จะให้สามารถเข้าใจถึงกระบวนการ ทำงานได้ดียิ่งขึ้น และสามารถนำไปช่วยในการออกแบบโปรแกรมที่ต้องการพัฒนาเพื่อให้เกิด ประสิทธิภาพในการทำงาน แสดงดังภาพที่ 2.12 คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.12 โครงสร้างของระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

ที่มา : เว็บไซต์ [www.javalobby.org/javaforumst103251.html](http://www.javalobby.org/javaforumst103251.html)

จากโครงสร้างของระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ จะสังเกตได้ว่า มีการแบ่งออกมาเป็นส่วนๆ ที่มีความเกี่ยวเนื่องกัน โดยส่วนบนสุดจะเป็นส่วนที่ผู้ใช้งานทำการติดต่อโดยตรง ซึ่งก็คือส่วนของ (Applications) จากนั้นก็จะลำดับลงมาเป็นองค์ประกอบอื่นๆ ตามลำดับและสุดท้ายจะเป็นส่วนที่ติดต่อกับอุปกรณ์โดยผ่านทาง Linux Kernel โครงสร้างของแอนดรอยด์ พอที่จะอธิบายเป็นส่วนๆ ได้ดังนี้

2.4.1.1 Applications ส่วน Application หรือ ส่วนของโปรแกรมที่มีมาพร้อมกับระบบ ปฏิบัติการหรือเป็นกลุ่มของโปรแกรมที่ผู้ใช้งานได้ทำการติดตั้งไว้ โดยผู้ใช้งานสามารถเรียกใช้โปรแกรมต่างๆ ได้โดยตรงซึ่งการทำงานของแต่ละโปรแกรมจะเป็นไปตามที่ผู้พัฒนาโปรแกรมได้ออกแบบและเขียนโค้ดโปรแกรมเอาไว้

2.4.1.2 Application Framework เป็นส่วนที่มีการพัฒนาขึ้นเพื่อให้นักพัฒนาสามารถพัฒนาโปรแกรมได้สะดวก และมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยนักพัฒนาไม่จำเป็นต้องพัฒนาในส่วนที่มีความยุ่งยากมากๆ เพียงแค่ทำการศึกษาถึงวิธีการเรียกใช้งาน Application Framework ในส่วนที่ต้องการใช้งาน แล้วนำมาใช้งาน ซึ่งมีหลายกลุ่มด้วยกัน ตัวอย่าง เช่น Activities Manager เป็นกลุ่มของชุดคำสั่งที่จัดการเกี่ยวกับวงจรการทำงานของหน้าต่างโปรแกรม (Activity) Content Providers เป็นกลุ่มของชุดคำสั่ง ที่ใช้ในการเข้าถึงข้อมูลของโปรแกรมอื่น และสามารถแบ่งปันข้อมูลให้โปรแกรมอื่นเข้าถึงได้ View System เป็นกลุ่มของชุดคำสั่งที่เกี่ยวกับการจัดการโครงสร้างของหน้าจอที่แสดงผลในส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้งาน (User Interface) Telephony Manager เป็นกลุ่มของชุดคำสั่งที่ใช้ในการเข้าถึงข้อมูลด้านโทรศัพท์ เช่น หมายเลขโทรศัพท์ เป็นต้น Resource Manager เป็นกลุ่มของชุดคำสั่งในการเข้าถึงข้อมูลที่เป็น ข้อความ, รูปภาพ Location Manager เป็นกลุ่มของชุดคำสั่งที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกี่ยวกับตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ ที่ระบบปฏิบัติการได้รับค่าจากอุปกรณ์ Notification Manager เป็นกลุ่มของชุดคำสั่งที่จะถูกเรียกใช้เมื่อโปรแกรม ต้องการแสดงผลให้กับผู้ใช้งาน ผ่านทางแถบสถานะ (Status Bar) ของหน้าจอ

2.4.1.3 Libraries เป็นส่วนของชุดคำสั่งที่พัฒนาด้วย C/C++ โดยแบ่งชุดคำสั่งออกเป็นกลุ่มตามวัตถุประสงค์ของการใช้งาน เช่น Surface Manage จัดการเกี่ยวกับการแสดงผล Media Framework จัดการเกี่ยวกับการการแสดงผลและเสียง Open GL | ES และ SGL จัดการเกี่ยวกับภาพ 3 มิติ และ 2มิติ SQ Llite จัดการเกี่ยวกับระบบฐานข้อมูล เป็นต้น

2.4.1.4 Android Runtime จะมี Dalvik Virtual Machine ที่ถูกออกแบบมา เพื่อให้ทำงานบนอุปกรณ์ที่มี หน่วยความจำ (Memory) หน่วยประมวลผลกลาง(CPU) และพลังงาน (Battery) ที่จำกัด ซึ่งการทำงานของ Dalvik Virtual Machine จะทำการแปลงไฟล์ที่ต้องการทำงานไปเป็นไฟล์ .DEX ก่อนการทำงาน เหตุผลก็เพื่อให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นเมื่อใช้งานกับ หน่วยประมวลผลกลางที่มีความเร็วไม่มาก ส่วนต่อมาคือ Core Libraries ที่เป็นส่วนรวบรวมคำสั่งและชุดคำสั่งสำคัญ โดยถูกเขียนด้วยภาษาจาวา (Java Language)

2.4.1.5 Linux Kernel เป็นส่วนที่ทำหน้าที่หัวใจสำคัญ ในจัดการกับบริการหลักของระบบปฏิบัติการ เช่น เรื่องหน่วยความจำ พลังงาน ติดต่อกับอุปกรณ์ต่างๆ ความปลอดภัย เครือข่าย โดยแอนดรอยด์ ได้นำเอาส่วนนี้มาจากระบบปฏิบัติการลินุกซ์ รุ่น 2.6 (Linux 2.6. Kernel) ซึ่งได้มีการออกแบบมาเป็นอย่างดี

## 2.4.2 ข้อดีของแอนดรอยด์

เนื่องจากระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ มีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว และมีส่วนแบ่งตลาดของอุปกรณ์ด้านนี้ ขึ้นทุกขณะทำให้กลุ่มผู้ใช้งาน และกลุ่มนักพัฒนาโปรแกรม ให้ความสำคัญกับระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เพิ่มมากขึ้นเมื่อมองในด้านของกลุ่มผลิตภัณฑ์ บริษัทที่มีการพัฒนาผลิตภัณฑ์รุ่นใหม่ ได้มีการนำเอาระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ไปใช้ในสินค้าของตนเอง พร้อมทั้งยังมีการปรับแต่งให้ระบบปฏิบัติการมีความสามารถ การจัดวาง โปรแกรมและลูกเล่นใหม่ๆ ที่แตกต่างจากคู่แข่งในท้องตลาด โดยเฉพาะอย่างยิ่ง กลุ่มสินค้าที่เป็น มือถือรุ่นใหม่ (Smart Phone) และอุปกรณ์จอสัมผัส (Touch Screen) โดยมีคุณลักษณะแตกต่างกันไป เช่น ขนาดหน้าจอ ระบบโทรศัพท์ ความเร็วของหน่วยประมวลผล ปริมาณหน่วยความจำ แม้กระทั่งอุปกรณ์ตรวจจับต่างๆ (Sensor) หากมองในด้านของการพัฒนาโปรแกรม ทางบริษัท กูเกิ้ล ได้มีการพัฒนา Application Framework ไว้สำหรับนักพัฒนาใช้งาน ได้อย่างสะดวก และไม่เกิดปัญหาเมื่อนำชุดโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นมา ไปใช้กับอุปกรณ์ที่มีคุณลักษณะต่างกัน เช่นขนาดจออุปกรณ์ ไม่เท่ากัน ก็ยังสามารถใช้งานโปรแกรมได้เหมือนกัน เป็นต้น

## 2.5 การวิจัยเชิงทดลอง

การวิจัยเชิงทดลอง คือ การวิจัยที่ใช้ตัวแปรอิสระอย่างน้อย 1 ตัว ซึ่งจะถูกเรียกว่า ตัวแปรทดลองและตัวแปรทดลองนี้จะถูกจัดกระทำอย่างรอบคอบโดยผู้วิจัย เพื่อศึกษาผลที่ได้จากตัวแปร การวิจัยเชิงทดลอง เป็นกระบวนการค้นหาความรู้ความจริงโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์แบบหนึ่งซึ่งศึกษา ความเปลี่ยนแปลงของตัวแปรในการทดลองที่เกิดขึ้น ภายใต้เงื่อนไขหรือสถานการณ์ที่ได้รับการควบคุมอย่างรัดกุม เพื่อศึกษาว่าเงื่อนไขหรือสถานการณ์ที่จัดขึ้นนั้นเป็นสาเหตุที่แท้จริงของผลหรือปรากฏการณ์ที่เปลี่ยนแปลงนั้นหรือไม่ โดยผู้วิจัยจะใช้วิธีการสังเกตเปรียบเทียบความแตกต่างของตัวแปรที่เปลี่ยนแปลงไประหว่างปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในสภาพปกติ กับที่เกิดขึ้นในสภาพที่ได้รับการควบคุมตามเงื่อนไขต่างๆ เพื่อให้ได้ข้อสรุปที่เป็นความจริงต่าง ๆ สามารถนำไปใช้ในการอธิบาย ทำนาย และควบคุมได้ เมื่อเปรียบเทียบกับประเภทของการวิจัยทั้งหมด การวิจัยเชิงทดลองเป็นการวิจัยที่มีความสำคัญมาก คือ เป็นการวิจัยประเภทเดียวที่พยายามศึกษาผลกระทบของตัวแปรและเป็นประเภทเดียวที่มีการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับความสัมพันธ์เชิงสาเหตุและผลในการศึกษาทดลอง ผู้วิจัยจะมองเห็นผลของตัวแปรอิสระเพียงตัวแปรเดียวที่ส่งผลต่อตัวแปรตามเพียง 1 ตัวหรือมากกว่า ตัวแปรอิสระในการวิจัยเชิงทดลองจะต้องถูกกล่าวถึงบ่อยๆในฐานะที่เป็นตัวแปรทดลอง (Experimental variable) หรือ ตัวแปรจัดกระทำ (Treatment variable) สำหรับตัวแปรตามนั้น เรียกว่า ตัวแปรเกณฑ์ (Criterion variable) หรือตัวแปรผลลัพธ์ (Outcome variable) จะนำเสนอผล (results) หรือผลลัพธ์ (Outcome) ที่ได้จากการศึกษาการวิจัยเชิงทดลองเป็นการศึกษาจากสาเหตุไปหาผล คือต้องการจะทราบว่าตัวแปรที่ศึกษานั้นเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่ เช่น ถ้าเกิด X แล้วจะต้องเกิด Y หรือไม่ (if X then Y) ดังนั้นถ้าจะกล่าวให้เห็นชัดเจนก็อาจกล่าวได้ว่าการวิจัยเชิงทดลองเป็นการวิจัยเพื่อหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผลของปรากฏการณ์ต่าง ๆ และถือกันว่าเป็นการวิจัยที่ให้ความเชื่อถือในผลการวิจัยที่ดีที่สุด

**2.5.1 ความมุ่งหมายทั่วไปของการวิจัยเชิงทดลอง** การวิจัยเชิงทดลองมีความมุ่งหมายที่สำคัญ ดังนี้

2.5.1.1 เพื่อค้นหาข้อเท็จจริงของสาเหตุที่ทำให้เกิดผล

2.5.1.2 เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสาเหตุและผลของปรากฏการณ์ต่าง ๆ

2.5.1.3 เพื่อนำผลการวิจัยไปสร้างเป็นกฎเกณฑ์ สูตร ทฤษฎี

2.5.1.4 เพื่อวิเคราะห์หรือค้นหาข้อบกพร่องของงานต่าง ๆ เพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไขหรือพัฒนาให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

2.5.1.5 เพื่อนำผลการทดลองไปใช้

## 2.5.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเชิงทดลอง

ในการวิจัยเชิงทดลองมักจะมีกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย 2 ประเภท คือ

2.5.2.1 กลุ่มทดลอง (Experimental group) หมายถึง กลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการจัดกระทำในการทดลอง

2.5.2.2 กลุ่มควบคุม (Control group) หมายถึง กลุ่มตัวอย่างที่ผู้วิจัยจัดให้มีลักษณะเหมือนกลุ่มทดลอง แต่ไม่ได้รับการจัดกระทำ คงปล่อยให้เป็นไปตามสภาพธรรมชาติ ทั้งนี้เพื่อประโยชน์ในการเปรียบเทียบกับกลุ่มทดลอง

2.5.3 ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัยเชิงทดลอง ตัวแปรที่สำคัญในการวิจัยเชิงทดลอง ซึ่งมี 3 ชนิด ดังนี้

2.5.3.1 ตัวแปรต้นหรือตัวแปรอิสระ (Independent variable) เป็นตัวแปรที่ผู้วิจัยกำหนดขึ้นเพื่อที่จะทำการทดลองว่าเป็น “สาเหตุ” หรือไม่ ตัวแปรอิสระนี้บางครั้งเรียกว่า ตัวแปรการทดลอง (Experimental variable) หรือตัวแปรจัดกระทำ

2.5.3.2 ตัวแปรตาม (Dependent variable) เป็นตัวแปรที่ต้องการทราบว่าเป็น “ผล” ที่เกิดจาก “สาเหตุ” หรือไม่

2.5.3.3 ตัวแปรเชื่อมโยง (Intervening variable) หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า ตัวแปรสอดแทรก เกิดขึ้นจากกระบวนการทางจิตวิทยาาระหว่างดำเนินการทดลอง จึงไม่สามารถควบคุมตัวแปรชนิดนี้ได้และมีผลต่อพฤติกรรมที่แสดงออกมาด้วย จากการที่ตัวแปรนี้เกิดขึ้นระหว่าง ตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม จึงอาจเรียกว่า ตัวแปรภายใน ก็ได้ เช่น ความโกรธ ความวิตกกังวล การปรับตัว การจูงใจ เป็นต้น

2.5.4 ตัวแปรแทรกซ้อนหรือตัวแปรภายนอก (Extraneous variable) เป็นตัวแปรที่เกิดขึ้นและอาจมีอิทธิพลต่อผลการทดลอง โดยที่ผู้วิจัยไม่ต้องการให้เกิดขึ้นหรือไม่ต้องการทราบ ตัวแปรชนิดนี้ที่ผู้วิจัยสามารถกำหนดวิธีการควบคุมได้ จึงเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า ตัวแปรควบคุม (Control variable) ตัวแปรแทรกซ้อนอาจเกิดขึ้นได้จากแหล่งต่างๆ กันดังนี้

2.5.4.1 จากกลุ่มตัวอย่างหรือกลุ่มประชากร กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองทำให้เกิดตัวแปรแทรกซ้อนได้มากมาย เช่น อายุ ความรู้พื้นฐาน ระดับการศึกษา เชื้อชาติ บุคลิกภาพ สติปัญญา ความถนัด สภาพของครอบครัว ความสนใจ เจตคติ เป็นต้น

2.5.4.2 จากวิธีดำเนินการทดลองและการทดสอบในการวิจัยเชิงทดลอง วิธีดำเนินการทดลองและการทดสอบก็อาจมีตัวแปรแทรกซ้อนเกิดขึ้นด้วย เช่น ความผิดพลาดในวิธีดำเนินการคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ทดสอบ เวลาที่ใช้ทดสอบ ความลำเอียง ความคลาดเคลื่อนของเวลาที่ใช้ในการทดลอง

2.5.4.3 จากแหล่งภายนอก สิ่งแวดล้อมก็มีส่วนทำให้เกิดตัวแปรแทรกซ้อนในการวิจัยเชิงทดลองได้เหมือนกัน เช่น บรรยากาศขณะทดลอง เสียงรบกวน สถานที่ที่ไม่เหมาะสม ฯลฯ แต่ตัวแปรแทรกซ้อนเหล่านี้ผู้ทำการวิจัยสามารถควบคุมได้

## 2.6 การสอนลักษณะการทดลอง

การทดลองด้วยตนเอง หมายถึง การสอนเนื้อหาวิชา โดยให้ผู้เรียนทำการทดลองด้วยตนเองเป็นวิธีการสอนทำให้เกิดการเรียนรู้จากการค้นพบจากผลการทดลอง ผู้เรียนได้รับความรู้จากประสบการณ์ตรงซึ่งเป็นรูปธรรมมากที่สุด การเรียนรู้เป็นจุดหมายปลายทางของการศึกษา ควรจะส่งเสริมให้มีการเรียนการสอนแบบทดลองมากๆ (อัญชลี แจ่มเจริญ, 2526:45)

### 2.6.1 ประโยชน์ของการสอนโดยให้ผู้เรียนทำการทดลองด้วยตนเองมีดังนี้

- 2.6.1.1 ทำให้เกิดความสนใจในบทเรียน
- 2.6.1.2 ทำให้มองเห็นว่าเป็นสิ่งแปลกใหม่
- 2.6.1.3 ทำให้มองเห็นและจับต้องได้
- 2.6.1.4 ทำให้ค้นหาคำตอบได้เอง
- 2.6.1.5 ทำให้สนุกสนานกับการเรียน
- 2.6.1.6 ทำให้ความคิดรวบยอดชัดเจนยิ่งขึ้น

### 2.6.2 การทดลองด้วยตนเองสอดคล้องกับหลักการเรียนที่ดี คือ

- 2.6.2.1 บอกจุดมุ่งหมายที่ชัดเจน ผู้เรียนทราบว่าตนเองจะทำการทดลองเพื่อพิสูจน์หรือค้นหาคำตอบอะไร
- 2.6.2.2 บอกความคาดหวังผลสุดท้ายที่ตนทำการทดลองได้แม้ทดลองนั้นจะล้มเหลวก็ตาม
- 2.6.2.3 การทดลองด้วยตนเองจะต้องทำไปทีละน้อยตามลำดับขั้น และจะเห็นผลตอบแทนทันที
- 2.6.2.4 ผู้เรียนเป็นผู้กระทำเอง
- 2.6.2.5 บอกวิธีเรียน คือ การทดลองด้วยตนเอง
- 2.6.2.6 เป็นการทำได้ซ้ำจำได้แม่นยำเพราะหากการทดลองไม่ตรงตามความคาดหวังจะต้องกลับไปทำใหม่
- 2.6.2.7 เนื้อหาตรงจุดมุ่งหมาย หมายถึง กระบวนการปฏิบัติจะต้องสอดคล้องกับสิ่งที่ตนต้องการทดลองหรือพิสูจน์เพื่อให้ได้คำตอบ
- 2.6.2.8 การทดลองขั้นที่ 1 ไปสู่ขั้นที่ 2 จนถึงขั้นสุดท้ายเป็นการปฏิบัติแบบต่อเนื่อง
- 2.6.2.9 การทดลองเป็นการล่อใจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.2.10 เป็นการเรียนด้วยการปฏิบัติจริง ซึ่งจะก่อให้เกิดความเข้าใจและจำได้แม่นยำ

### 2.6.3 หลักการสอนโดยให้ผู้เรียนทำการทดลองด้วยตนเอง

2.6.3.1 ต้องเป็นการทดลองที่เร้าให้เกิดความคิดและประหลาดใจจนถึงขั้นนำไปสู่การแก้ปัญหาในที่สุด

2.6.3.2 ผู้เรียนจะต้องรู้จุดมุ่งหมายของการทดลองแต่ละครั้งเสมอ

2.6.3.3 ครูต้องเตรียมแผนการทดลองด้วยความละเอียดถี่ถ้วน

2.6.3.4 ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการทดลองมากที่สุด

2.6.3.5 ครูต้องให้ผู้เรียนปฏิบัติโดยเป็นตัวของตัวเองมากที่สุด

2.6.3.6 ครูต้องทำการทดลองก่อนเพื่อความแน่ใจ

2.6.3.7 ครูต้องสร้างให้ผู้เรียนเกิดการสังเกต ควบคุมไปกับการทดลองเสมอๆ โดยกำหนดไว้ตามขั้นตอนต่าง ๆ

2.6.3.8 ใช้อุปกรณ์ง่าย ๆ ไม่ซับซ้อน

2.6.3.9 การทดลองทุกครั้งต้องสรุปผลและถ้าเป็นไปได้ ควรเขียนรายงานสรุปด้วยตนเอง (อธิณัฐ พรหมศิริ. 2521:92)

## 2.7 การสร้างสื่อการเรียนการสอนประเภทชุดปฏิบัติการ

แนวทางหนึ่งในการปรับปรุงกระบวนการเรียนการสอนสาขาช่างอุตสาหกรรม คือ การมีสื่อการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับหลักสูตร และถ้าผู้สอนได้นำไปใช้ได้อย่างถูกวิธีจะเป็นผลให้คุณภาพการสอนดีขึ้น ในการผลิตสื่อเพื่อการสอน โดยเฉพาะสื่อในวิชาการทดลองปฏิบัติการ เช่น ชุดปฏิบัติการ หรือชุดฝึกทดลอง นอกจากจะพิจารณาถึงระบบและวิธีสอนที่จะต้องใช้อย่างดีแล้วต้องคำนึงถึง

2.7.1 เทคนิคการผลิตสื่อการเรียนการสอน

2.7.2 ความคิดสร้างสรรค์ในการผลิตสื่อการเรียนการสอน

2.7.3 การออกแบบให้สอดคล้องกับกระบวนการสอน

จุดมุ่งหมายการสอนและลักษณะที่จะนำไปใช้ (ไชยยศ เรืองสุวรรณ.2529:4) ซึ่งแนวทางในการออกแบบชุดสื่อการเรียนการสอนอย่างมีประสิทธิภาพนั้น ประกอบด้วยกระบวนการ 5 ขั้นตอน (วัลลภ จันทรตระกูล.2529:44 - 46) คือ

ขั้นตอนที่ 1 กำหนดขอบข่ายเนื้อหาวิชาประกอบด้วยองค์ประกอบ 4 ประการ ที่ดำเนินควบคู่กันไป คือ การศึกษาเชิงวิเคราะห์เนื้อหาวิชา การศึกษาเปรียบเทียบหลักสูตร การสำรวจโรงงาน และการสำรวจสถานศึกษา

ขั้นตอนที่ 2 การศึกษาเชิงวิเคราะห์เนื้อหาวิชา เพื่อการวางโครงสร้าง ลำดับความสัมพันธ์ และแบ่งระดับความยากง่ายของเนื้อหาวิชาที่จะทำการออกแบบสร้างสื่อการสอน โดยการศึกษาจาก ตำรา เอกสารการสัมมนา ปรัชญาผู้เชี่ยวชาญและศึกษางานอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้อง

ขั้นตอนที่ 3 การศึกษาเปรียบเทียบหลักสูตร เพื่อศึกษาความสอดคล้องและความแตกต่างของหลักสูตรใช้เรียนของสถานศึกษาต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกัน โดยการศึกษาจากเอกสารหลักสูตร การสอบ ถามครูผู้สอน ผลที่ได้จะช่วยในการเลือก และกำหนดหัวข้อเรื่องได้สอดคล้องกับหลักสูตร

ขั้นตอนที่ 4 การสำรวจโรงงาน เป็นการสำรวจสภาพการทำงานเครื่องมืออุปกรณ์ และเทคนิคที่ใช้ในการทำงาน ตามหัวข้อเรื่องของชุดสื่อการเรียนการสอน โดยสอบถามวิศวกรโรงงาน และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อการกำหนดรายละเอียดของการวิเคราะห์งาน ความสามารถในงาน ความรู้และทักษะที่ต้องการใช้งาน

ขั้นตอนที่ 5 การสำรวจสถานศึกษา เป็นการเรียนรู้วิธีการเรียนการสอน ความพร้อม เครื่องมือ วัสดุอุปกรณ์ และสิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ ในสถานศึกษา ตลอดจนปัญหาและอุปสรรคในการเรียนการสอนโดยการสำรวจหรือสอบถามจากครูผู้สอน

**2.7.4 การกำหนดเนื้อหาและวัตถุประสงค์** จากขอบข่ายเนื้อหาที่ได้นำมาศึกษาเพื่อให้สามารถจำแนกเป็นส่วนต่างๆ เท่าที่จำเป็นกล่าว คือ รู้ถึงจุดมุ่งหมายและหน้าที่ (Purpos and Function) ของชุดปฏิบัติการว่าทำอย่างไรจึงจะสามารถทำงานได้ตามต้องการและสามารถตอบสนองจุดมุ่งหมายของเนื้อหาวิชาได้อย่างครบถ้วน

**2.7.5 การออกแบบและการสร้างชุดสื่อการเรียนการสอน** วัตถุประสงค์ของชุดปฏิบัติการที่ผ่านการวิเคราะห์และตรวจสอบแล้ว เป็นแนวทางในการออกแบบ และสร้างอุปกรณ์การสอน หรือชุดปฏิบัติการที่ทำการออกแบบนี้ สามารถนำไปใช้เป็นอุปกรณ์การสอนของครูและอุปกรณ์ในการทำกิจกรรมของผู้เรียนชุดปฏิบัติการเป็นสิ่งจำเป็นอย่างมาก เนื่องจากผู้เรียนช่างอุตสาหกรรม จำเป็นต้องได้รับประสบการณ์จากการเรียนรู้ที่เป็นรูปธรรมมากที่สุด เพื่อที่จะสามารถปฏิบัติงานได้เป็นอย่างดี การออกแบบและสร้างสื่อประเภทชุดปฏิบัติการนั้น จำเป็นต้องนำหลักการด้านการออกแบบทางด้านวิศวกรรมเชิงปฏิบัติ มาประยุกต์กับงานที่ออกแบบสร้าง ตามลำดับดังนี้

**2.7.5.1 กำหนดวัตถุประสงค์** ในการนำชุดปฏิบัติการไปใช้ในการเรียนการสอน ควรกำหนดให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการเรียน การออกแบบสร้างจะสำเร็จผลตามเป้าหมายและใช้ได้จริงจะต้องศึกษาข้อมูลต่างๆ ประกอบ ได้แก่ สภาพการณ์ในการเรียนการสอนข้อมูลทางด้านวิชาการและกลุ่มผู้เรียน จากนั้นนำไปเขียนวัตถุประสงค์เป็นข้อๆ และกำหนดขอบเขตคุณลักษณะของชุดปฏิบัติ การที่จะออกแบบสร้าง สุดท้ายจะต้องตรวจสอบความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของบทเรียนอีกครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.5.2 การกำหนดหน้าที่ของชุดปฏิบัติการ จากคำบรรยายคุณลักษณะของชุดปฏิบัติการที่กำหนดขึ้น นำมาวิเคราะห์ เพื่อค้นหาคำพื้นฐาน (Basic Term) ซึ่งจะทำให้เราทราบถึงรายการหน้าที่ต่าง ๆ ของชุดทดลองและพิจารณาปัจจัยที่จะทำให้อุปกรณ์ทำงานได้ตามกำหนด

2.7.5.3 การศึกษาปัจจัยที่ทำให้ชุดปฏิบัติการทำงานได้ตามหน้าที่ที่กำหนด โดยทั่วไปจะอยู่ในรูปของวัสดุ พลังงานและสัญญาณสิ่งที่ต้องกำหนดอาจเขียนเป็นคำสั้นๆ ภาพสเก็ทต่างๆ หรือแบบของวงจร เพื่อให้สามารถทราบถึงส่วนประกอบของอุปกรณ์ให้มากที่สุด ขึ้นส่วนหรือแบบของงานที่คิดค้นขึ้นมาควรพิจารณาถึงการนำมาประกอบความยากง่ายในการผลิตอุปกรณ์ที่ใช้และค่าใช้จ่าย

2.7.5.4 การวิเคราะห์และตัดสินใจเลือกชิ้นส่วนประกอบของอุปกรณ์โดยพิจารณาเกณฑ์กำหนดเรื่องประสิทธิภาพในการทำงาน ขนาด รูปร่าง ความ คงทน การบำรุงรักษาและราคา

2.7.5.6 การสร้างต้นแบบและตรวจสอบ เมื่อเลือกชิ้นส่วนและอุปกรณ์ได้แล้วก็นำมาสเก็ตซ์เป็นภาพประกอบต้นแบบคร่าว ๆ หรือเป็นภาพงานชิ้นง่าย ๆ จากนั้นจึงทำการสร้างต้นแบบในขั้นตอนนี้จะต้องมีการทดสอบการทำงานของส่วนต่าง ๆ ตามรายการหน้าที่ที่กำหนดตามความจำเป็น

2.7.5.7 การเขียนแบบเพื่อประโยชน์ในการผลิตครั้งต่อไปงานเขียนแบบพบว่ามีมีความสำคัญอย่างมาก แบบงานจะเป็นข้อมูลสำหรับการผลิต ดังนั้นแบบงานของชุดปฏิบัติการต้องมีแบบทั้งแบบ ภาพประกอบและการแยกชิ้นหรือแบบสายวงจรของแผ่นวงจรพิมพ์

2.7.5.8 การเตรียมเอกสารประกอบอุปกรณ์ที่ออกแบบสร้าง โดยทั่วไปควรต้องจัดเอกสารประกอบหรือคู่มือการใช้งาน เพื่อให้ผู้ใช้จะได้ใช้อุปกรณ์ได้อย่างถูกต้อง สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ในการออกแบบสร้าง

2.7.6 การทดลองใช้ชุดสื่อการเรียนการสอนจะถูกนำไปใช้ในสถานศึกษา โดยผู้วิจัย เพื่อค้นหาข้อบกพร่องต่าง ๆ อาทิ เช่น ความถูกต้อง ความเที่ยงตรง ความยาก ความซับซ้อน ความทนทาน และความสะดวกในการใช้งานเพื่อการพัฒนาต่อ

2.7.7 การปรับปรุงข้อมูลและประสบการณ์ ที่ได้จากการทดลองข้างต้นจะถูกนำมาใช้ในการปรับปรุงชุดสื่อการเรียนการสอนให้มีคุณภาพจนเป็นที่ยอมรับได้

วิธีการสร้างชุดทดลองปฏิบัติการและใบงาน มีลำดับขั้นตอนการสร้างดังต่อไปนี้

2.7.7.1 ขั้นเตรียมเอกสารข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

2.7.7.2 ขั้นเตรียมการจะต้องหาบุคลากรที่จะช่วยการสร้างชุดทดลองปฏิบัติการและใบงานซึ่งประกอบด้วย

2.7.7.2.1 ผู้เชี่ยวชาญหรือผู้ชำนาญการในสาขาวิชานั้นๆ

2.7.7.2.2 วิทยากร วิศวกรหรือครูผู้สอนและนักเทคโนโลยีทางการศึกษา

2.7.7.3 ขั้นตอนการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.7.3.1 เลือกเนื้อหาวิชา

2.7.7.3.2 กำหนดเวลา

2.7.7.3.3 กำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

2.7.7.3.4 จัดลำดับด้านเนื้อหา

2.7.7.3.5 วางแผนวิธีการสอนสอนแบบใด ใช้สื่ออะไรบ้าง กิจกรรมอะไร ประเมินผล

อย่างไร

2.7.7.3.6 นำชุดทดลองปฏิบัติการและใบงานไปทดลองใช้

2.7.7.3.7 นำกลับมาแก้ไข(ถ้ามี)

2.7.7.3.8 ผลิตชุดปฏิบัติการที่สมบูรณ์ให้เพียงพอกับการใช้งานต่อไป

## 2.8 การหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการ

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2551:134-140) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการหาประสิทธิภาพชุดการสอน โดยใช้สูตร  $E_1/E_2$  ดังนี้

**2.8.1 การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ** ทำโดยการประเมินพฤติกรรมผู้เรียน 2 ประเภท คือ พฤติกรรมต่อเนื่อง (กระบวนการ) และพฤติกรรมสุดท้าย (ผลลัพธ์) โดยการกำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น  $E_1$  (ประสิทธิภาพกระบวนการ) และ  $E_2$  (ประสิทธิภาพผลลัพธ์) ประสิทธิภาพชุดปฏิบัติการจะเป็นเกณฑ์ที่ผู้สอนคาดหวังว่า ผู้เรียนจะเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมเป็นที่พอใจ โดยกำหนดเป็นค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละของคะแนนที่ได้ จากการทำแบบทดสอบหลังวัดผลสัมฤทธิ์เรียนของผู้เรียนทั้งหมดนั้น คือ  $E_1/E_2$  หรือ ประสิทธิภาพกระบวนการ/ประสิทธิภาพผลลัพธ์

การที่กำหนดเกณฑ์  $E_1/E_2$  ให้มีค่าเท่าใดนั้นให้ผู้สอนเป็นผู้พิจารณา โดยปกติเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับความรู้ความจำ มักตั้งไว้ที่ 80/80, 85/85 หรือ 90/90 ส่วนเนื้อหาที่เป็นทักษะ หรือเจตคติ อาจตั้งไว้ที่ 70/70 หรือ 75/75

การกำหนดประสิทธิภาพบทเรียนโปรแกรมนิยมกำหนดเป็น 80/80 สำหรับเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับความรู้ความจำ โดยมีความคลาดเคลื่อน  $\pm 2.5$

80 ตัวแรก หมายถึง ผู้เรียนทั้งหมดสามารถทำแบบทดสอบใบงานและฝึกหัดระหว่างเรียนระหว่างเรียนได้ผลเฉลี่ย 80%

80 ตัวหลัง หมายถึง ผู้เรียนทั้งหมดสามารถทำแบบทดสอบหลังเรียนได้ผลเฉลี่ย 80%

**2.8.2 คำนวณหาประสิทธิภาพ**โดยใช้สูตร  $E_1/E_2$  โดย  $E_1$  และ  $E_2$  สามารถหาได้จาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$E_1 = \left[ \frac{\sum X}{\frac{N}{A}} \right] \times 100 \quad (2.1)$$

$$E_2 = \left[ \frac{\sum F}{\frac{N}{B}} \right] \times 100 \quad (2.2)$$

### การกำหนดค่าของตัวแปรดังนี้

$E_1$  คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการหมายถึง คะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนที่ตอบถูกจากการทำแบบทดสอบใบงานและฝึกหัดระหว่างเรียนคิดเป็นร้อยละ

$E_2$  คือ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ หมายถึง คะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนที่ตอบถูกจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนคิดเป็นร้อยละ

$\sum X$  คือ คะแนนรวมของผู้เรียนที่ตอบถูกจากการทำแบบทดสอบใบงานและฝึกหัดระหว่างเรียน

$\sum F$  คือ คะแนนรวมของผู้เรียนที่ตอบถูกจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน

$N$  คือ จำนวนผู้เรียนทั้งหมด

$A$  คือ คะแนนเต็มของแบบทดสอบใบงานและฝึกหัดระหว่างเรียน

$B$  คือ คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

## 2.9 การประเมินคุณภาพสื่อ

เพื่อให้รู้ว่าสื่อที่เลือกหรือผลิตขึ้นมานั้นสามารถใช้สอนได้ตามที่ต้องการหรือไม่ จำเป็นต้องมีการประเมินคุณภาพสื่อ (ทิสสิฐ เมธาภัทรและ ชีรพล เมธีกุล. 2529:171-173) ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

### 2.9.1 ประสิทธิภาพในการสื่อความหมาย (ด้านวิชาการ)

#### 2.9.1.1 ด้านวัตถุประสงค์

##### 2.9.1.1.1 สื่อครอบคลุมวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

##### 2.9.1.1.2 สื่อเหมาะสมกับระดับความยากง่ายของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

#### 2.9.1.2 ด้านเนื้อหา

##### 2.9.1.2.1 เนื้อหาวิชาถูกต้องไม่มีจุดผิด

##### 2.9.1.2.2 เนื้อหาวิชาแยกย่อยได้

##### 2.9.1.2.3 เนื้อหาวิชาเรียงลำดับเป็นตรรกะ (Logic)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 2.9.1.3 ประสิทธิภาพ และประสิทธิผลในการสื่อความหมาย
  - 2.9.1.3.1 บรรลุเป้าหมายตามวัตถุประสงค์
  - 2.9.1.3.2 สามารถลดปริมาณการให้เนื้อหาแบบเลื่อนลอย (Abstract) ให้มีความหมาย
- 2.9.1.4 เป้าหมาย
  - 2.9.1.4.1 ช่วยเพิ่มกิจกรรมในการเรียนการสอน ให้ผู้เรียนกระตือรือร้นมากขึ้น
  - 2.9.1.4.2 ดึงดูดความสนใจของผู้เรียนให้ดีขึ้น

## 2.9.2 องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับคน (Human Factor)

- 2.9.2.1 ด้านผู้เรียน
  - 2.9.2.1.1 สื่อที่ใช้เหมาะสมกับจำนวนผู้เรียน
- 2.9.2.2 ด้านผู้สอน
  - 2.9.2.2.1 สื่อไม่จำเป็นต้องอาศัยความสามารถพิเศษในการใช้ประกอบสอน
  - 2.9.2.2.2 สื่อที่ใช้เหมาะสมกับประสบการณ์ของผู้สอน

## 2.9.3 องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับความพร้อม และการนำไปใช้งาน

- 2.9.3.1 ด้านวัสดุและอุปกรณ์
  - 2.9.3.1.1 ใช้วัสดุราคาพอสมควรกับความจำเป็น
  - 2.9.3.1.2 ใช้วัสดุที่หาได้ในท้องถิ่น
- 2.9.3.2 ด้านเวลา
  - 2.9.3.2.1 เวลาที่ใช้ในการผลิตไม่มากนัก
  - 2.9.3.2.2 เวลาที่ใช้ในการแสดงสื่อนั้นไม่มากเกินไป
- 2.9.3.3 ด้านการใช้งาน
  - 2.9.3.3.1 สามารถนำไปใช้ง่ายและสะดวก
  - 2.9.3.3.2 ไม่ยุ่งยากในการเตรียมงาน
  - 2.9.3.3.3 ไม่ต้องมีอุปกรณ์ช่วยพิเศษอื่นๆ ขณะไปใช้งาน

## 2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ศึกษาเกี่ยวกับงานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการสร้างและหาประสิทธิภาพ หรือ การหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนการสอนของชุดฝึกหรือชุดทดลองหลายเรื่องด้วยกัน สรุปได้ดังนี้

สุรพงษ์ สิริพงษ์ดี (2546) ทำการวิจัย เรื่อง การออกแบบวงจรและสร้างไมโครคอมพิวเตอร์ชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC 16F876 ผลการวิจัยวงจรและไมโครคอมพิวเตอร์ชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC 16F876 ที่ได้สร้างขึ้นมีคุณภาพทางด้านการศึกษาในเกณฑ์ดีโดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.49 และค่าความแปรปรวนเท่ากับ 0.60 และมีคุณภาพทางด้านวิศวกรรมในเกณฑ์ดีมาก โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.52 และค่าความแปรปรวนเท่ากับ 0.58

พิพิธ ต้นเจริญ (2546 : 68-75) ทำการพัฒนาชุดฝึกโทรทัศน์สี วิชาปฏิบัติโทรทัศน์ 2 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการใช้เกณฑ์กำหนดร้อยละ 80/80 เป็นการวิจัยเชิงทดลองกลุ่มตัวอย่างเป็นผู้เรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 3 สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยการอาชีวพนมมิตราชูทิศ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2546 จำนวน 15 คน จากการวิจัยพบว่าชุดฝึกโทรทัศน์สีวิชาปฏิบัติโทรทัศน์ 2 มีประสิทธิภาพ 84.53/81.67 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนด

พิพัฒน์ สมใจ (2546 : 27-34) ทำการสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการวงจรออปแอมป์ วิชาปฏิบัติอิเล็กทรอนิกส์ 1 โปรแกรมวิชาอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรอนุปริญญา สถาบันราชภัฏ กระทรวงศึกษาธิการ ใช้เกณฑ์กำหนดร้อยละ 80/80 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาระดับอนุปริญญา ชั้นปีที่ 1 โปรแกรมวิชาอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2544 สถาบันราชภัฏบุรีรัมย์ จำนวน 20 คน จากผลการวิจัยพบว่า ชุดปฏิบัติการวงจรออปแอมป์ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 84.17/83.27 สูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนด

อภิเชษฐ เมทสุวรรณ (2552 : บทคัดย่อ) ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาและหาประสิทธิภาพชุดทดลองวิชางานพื้นฐานวงจรอิเล็กทรอนิกส์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2546 ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคปราจีนบุรี ทดลองกับกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นผู้เรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคปราจีนบุรี จำนวน 20 คน ผลการวิจัยปรากฏว่า ชุดทดลองวิชางานพื้นฐานวงจรอิเล็กทรอนิกส์ มีคุณภาพในเกณฑ์ดีมาก ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.76 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.33 และใบงานการทดลองมีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.66 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.46 มีประสิทธิภาพ 83.16/81.17 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้

ขอบคุณ ไชยวงศ์ (2552 : บทคัดย่อ) ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาชุดทดลองวิชาวงจรดิจิทัลเบื้องต้นโดยการใช้ CPLD สำหรับหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน ทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง แผนกวิชาอิเล็กทรอนิกส์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนครจำนวน 20 คน ผลการวิจัยปรากฏว่า ชุดทดลองวิชาวงจรดิจิทัลเบื้องต้นโดยการใช้ CPLD มีคุณภาพในระดับดี ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.76 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.3 และใบงานการทดลองมีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.45 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.34 มีประสิทธิภาพ 90.42/94.83 เป็นไปตามสมมติฐานของการวิจัยที่กำหนดไว้

จารุวัฒน์ มณีศรี (2552 : บทคัดย่อ) ทำการวิจัยเรื่องการพัฒนาชุดฝึกการติดตั้งจานรับสัญญาณดาวเทียม วิชาระบบสื่อสารดาวเทียม ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงพุทธศักราช 2546 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาช่างเทคนิคการสื่อสารโทรคมนาคม วิทยาลัยเทคนิคการช่างอุตสาหกรรม นครราชสีมา จำนวน 20 คน ผลการวิจัยพบว่า ชุดฝึกการติดตั้งจานรับสัญญาณดาวเทียมมีประสิทธิภาพ 84.53/81.67 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 2 สาขางานระบบโทรคมนาคม สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิชาไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคพระนครศรีอยุธยา จำนวน 22คน โดยการเลือกแบบเจาะจง ผลการวิจัยพบว่า คุณภาพของชุดฝึกอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.60 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.29 คุณภาพของใบงานการทดลองอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.60 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.23 คุณภาพของแบบประเมินความสามารถทางการเรียน อยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.23 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.20 และประสิทธิภาพของชุดฝึกเท่ากับ 82.81/83.10 สูงกว่าเกณฑ์ 80/80 เป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย

ณัฐพงศ์ แก้ววงศ์ (2553:บทคัดย่อ) เรื่องการพัฒนาชุดฝึกวงจรเครื่องขยายเสียง วิชา เครื่องเสียงตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กลุ่มตัวอย่างได้แก่ ผู้เรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์วิทยาลัยเทคนิคพระนครศรีอยุธยา จำนวน 20 คน ผลการทดลองหาประสิทธิภาพกับกลุ่มตัวอย่างพบว่า ชุดฝึกวงจรเครื่องขยายเสียงที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.26/84.50 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80 สามารถใช้เป็นเครื่องมือสำหรับการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ เป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย

## บทที่ 3

### วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาหาคุณภาพและประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ที่ครอบคลุมเนื้อหาในรายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 2105-2105 สาขางานอิเล็กทรอนิกส์ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามหัวข้อดังต่อไปนี้

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

#### 3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

##### 3.1.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ ผู้เรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 1 สาขางานอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคมินบุรี ปีการศึกษา 2558 ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชา ไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 2105-2105 ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ จำนวน 50 คน

##### 3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ ผู้เรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 1 สาขางานอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคมินบุรี ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชา ไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 2105-2105 ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ จำนวน 25 คน โดยใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจงจากประชากรทั้งหมด

## 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้

- 3.2.1 ชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์
- 3.2.2 ใบงานการทดลองชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์
- 3.2.3 แบบประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ ด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ
- 3.2.4 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อควบคุมหุ่นยนต์
- 3.2.5 แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน
- 3.2.6 ใบงานการทดลองรวมของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์

## 3.3 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ในการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย มีขั้นตอนดังนี้

3.3.1 การสร้างพัฒนาชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้กรอบแนวคิด ขั้นตอนที่ 1 ถึง 4 ของ วัลลภ จันทร์ตระกูล (2552:27) และขั้นตอนที่ 5 ของ อรพันธ์ ประสิทธิ์รัตน์ (2530 : 80-84) มาเป็นแนวทางเพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ดังแสดงภาพที่ 3.1 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

3.3.1.1 ศึกษาหลักสูตรคำอธิบายและวัตถุประสงค์ของรายวิชา ไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 2105-2105 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ สาขางานอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อวิเคราะห์เนื้อหา และนำมากำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่มีความสอดคล้องตรงตามสมรรถนะของรายวิชา

3.3.1.2 ศึกษาทฤษฎีการสร้างสื่อการเรียนการสอนประเภทชุดปฏิบัติการ รวมทั้งหลักการสร้างและออกแบบวงจรควบคุมต่างๆ

3.3.1.3 ออกแบบ และสร้างชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ซึ่งผู้วิจัยได้ออกแบบเป็น 5 ส่วนดังนี้ คือ

หน่วยที่ 1 หลักการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น

หน่วยที่ 2 การต่อวงจรทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์กับหุ่นยนต์เบื้องต้น

หน่วยที่ 3 หลักการเขียนโปรแกรมและการใช้งานชุดคำสั่งไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์เบื้องต้น

หน่วยที่ 4 การเขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์ติดต่อกับระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ (แบบไร้สายผ่านบลูทูธ)

หน่วยที่ 5 การประยุกต์ใช้งานระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ควบคุมการเคลื่อนที่ของตัวหุ่นยนต์เพื่อคัดเลือกวัตถุทรงกระบอกที่มีสีแตกต่างกันได้

3.3.1.4 ทดสอบการทำงานของวงจรต่างๆ

3.3.1.5 นำชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ตรวจสอบ และปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ

3.3.1.6 นำชุดปฏิบัติการเสนอผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 6 ท่าน เพื่อประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาและด้านการผลิตสื่อการสอนตั้งรายนามต่อไปนี้

#### ด้านเนื้อหา

นายสรุศักดิ์ ผาสุขรูป

ครูวิทยฐานะชำนาญการ สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์  
วิทยาลัยเทคนิคสระบุรี

สังกัดคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

นายนิมิตร อมฤทธิวาจา

ครูวิทยฐานะชำนาญการ สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์  
วิทยาลัยเทคนิคมีนบุรี

สังกัดคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

อาจารย์อมรชัย ชัยชนะ

อาจารย์ประจำสาขาวิชาครุศาสตร์วิศวกรรม  
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

#### ด้านสื่อการสอนเทคนิคการผลิตสื่อ

นายสุธีร์ กิจฉวี

ครูวิทยฐานะชำนาญการพิเศษ สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์  
วิทยาลัยเทคนิคมีนบุรี

สังกัดคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

นายมนตรี ประชารัตน์

ครูวิทยฐานะชำนาญการพิเศษ สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์  
วิทยาลัยเทคนิคมีนบุรี

สังกัดคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์

อาจารย์ประจำสาขาวิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

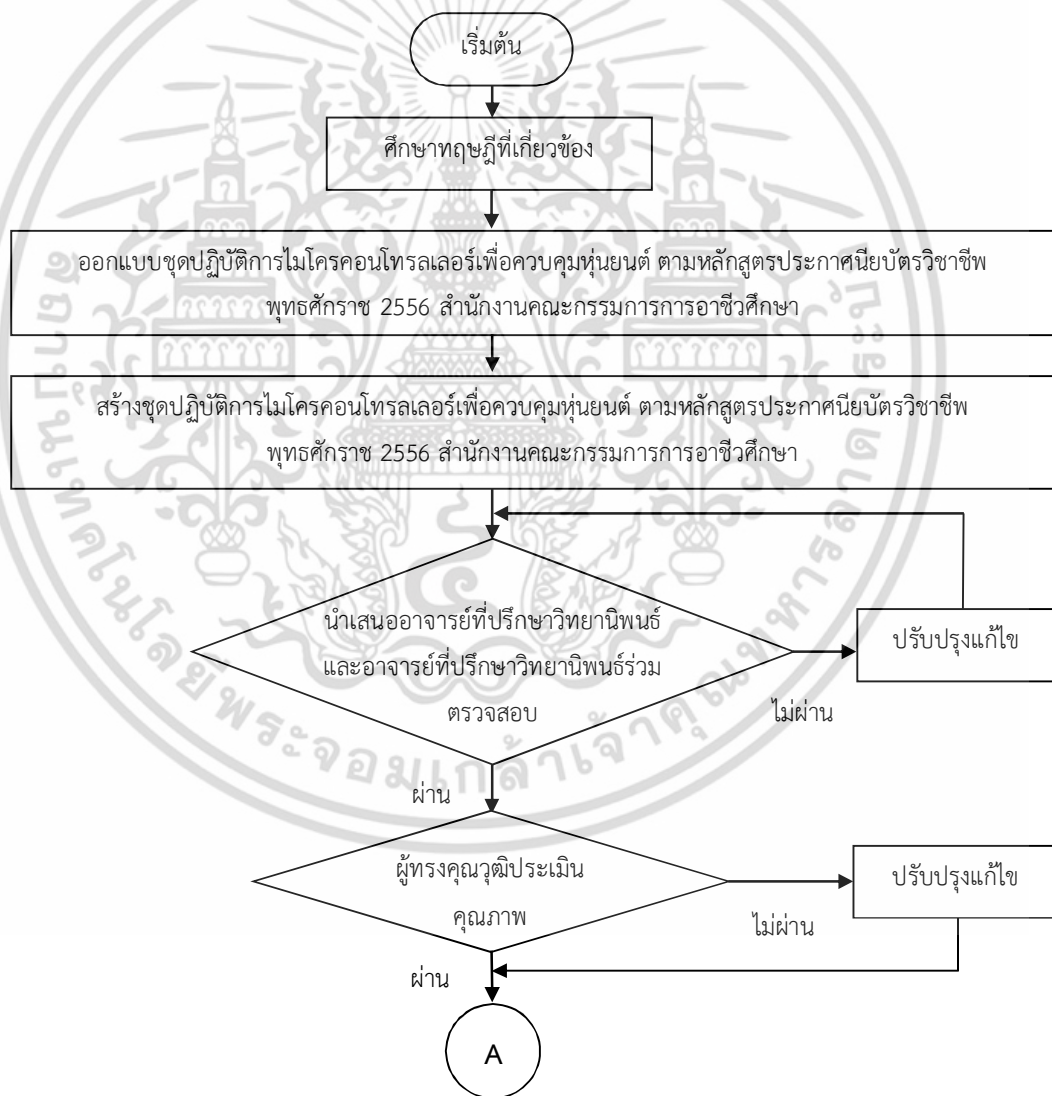
สุชิน อัจหาญ

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

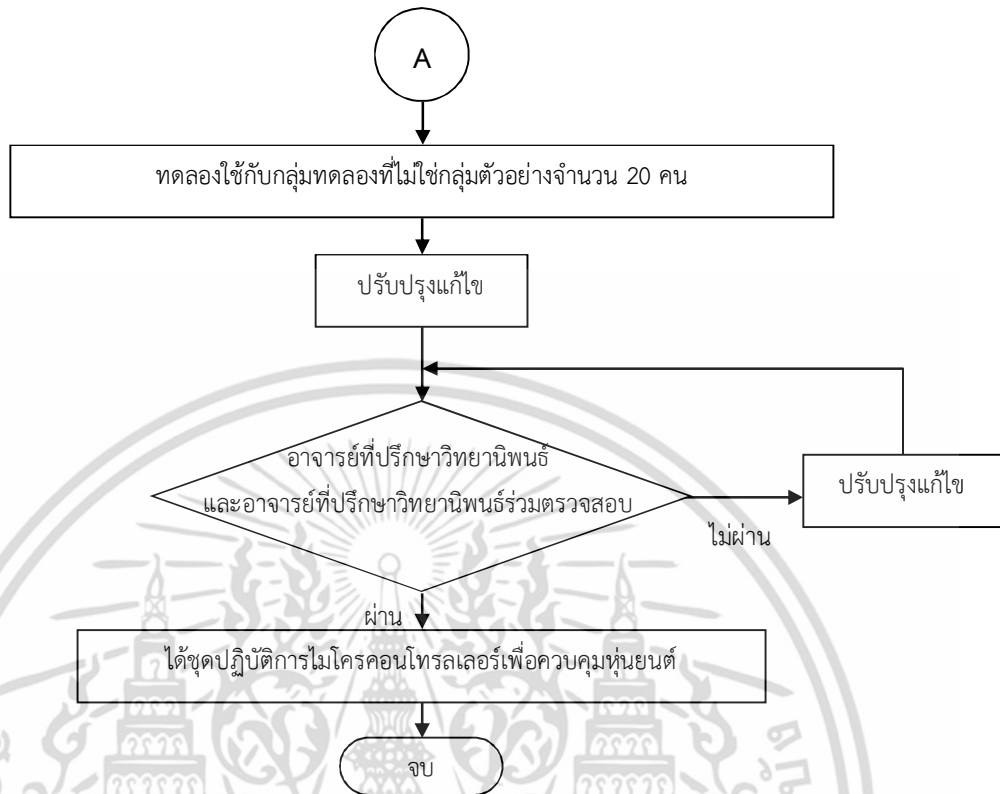
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 3.3.1.7 ปรับปรุงแก้ไข ตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ
- 3.3.1.8 นำชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ทดลองใช้กับผู้เรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ที่เคยเรียนวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ จำนวน 20 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อสังเกตพฤติกรรมและวิเคราะห์ปัญหาการใช้งาน เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข
- 3.3.1.9 ปรับปรุงแก้ไขสิ่งที่สังเกตได้จากการนำไปทดลองใช้
- 3.3.1.10 นำผลเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม เพื่อตรวจ สอบหากพบข้อบกพร่องนำมาปรับปรุงแก้ไข
- 3.3.1.11 ได้ชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา



ภาพที่ 3.1 ลำดับขั้นตอนการสร้างชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.1 (ต่อ)

### 3.3.2 การสร้างใบงานการทดลองชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์

#### 3.3.2.1 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสร้างใบงานการทดลอง

3.3.2.2 พิจารณาวัดคุณสมบัติเชิงพฤติกรรมของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ มาเพื่อใช้กำหนดเป็นวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของใบงานการทดลอง

3.3.2.3 สร้างใบงานการทดลอง จำนวน 4 ใบงานและใบงานทดสอบรวม จำนวน 1 ใบงาน โดยมีเนื้อหา ดังนี้

ใบงานการทดลองที่ 1 หลักการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น

ใบงานการทดลองที่ 2 การเขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมพอร์ตอินพุตเอาต์พุต ของหุ่นยนต์เบื้องต้น

ใบงานการทดลองที่ 3 หลักการเขียนโปรแกรมควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงด้วยสัญญาณ PWM

ใบงานการทดลองที่ 4 การเขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์ติดต่อกับระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ (แบบไร้สายผ่านบลูทูธ)

ใบงานการทดลองที่ 5 การเขียนโปรแกรมประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ติดต่อกับระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์เพื่อคัดเลือกวัตถุทรงกระบอกที่มีสีแตกต่างกันได้ (ใบงานทดสอบรวม)

3.3.2.4 เสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วมตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไข

3.3.2.5 นำใบงานชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาเสนอผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 6 ท่าน เพื่อประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาและด้านสื่อการสอนดังรายชื่อดังต่อไปนี้

#### ด้านเนื้อหา

นายสุรศักดิ์ ฝาสุขรูป

ครูวิทยฐานะชำนาญการ สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์

วิทยาลัยเทคนิคสระบุรี

สังกัดคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

นายนิมิตร อมฤทธิวาจา

ครูวิทยฐานะชำนาญการ สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์

วิทยาลัยเทคนิคมีนบุรี

สังกัดคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

อาจารย์อมรชัย ชัยชนะ

อาจารย์ประจำสาขาวิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

#### ด้านสื่อการสอนเทคนิคการผลิตสื่อ

นายสุธีร์ กิจฉวี

ครูวิทยฐานะชำนาญการพิเศษ สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์

วิทยาลัยเทคนิคมีนบุรี

สังกัดคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

นายมนตรี ประชารัตน์

ครูวิทยฐานะชำนาญการพิเศษ สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์

วิทยาลัยเทคนิคมีนบุรี

สังกัดคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์

อาจารย์ประจำสาขาวิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

สุชิน อัจหาญ

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

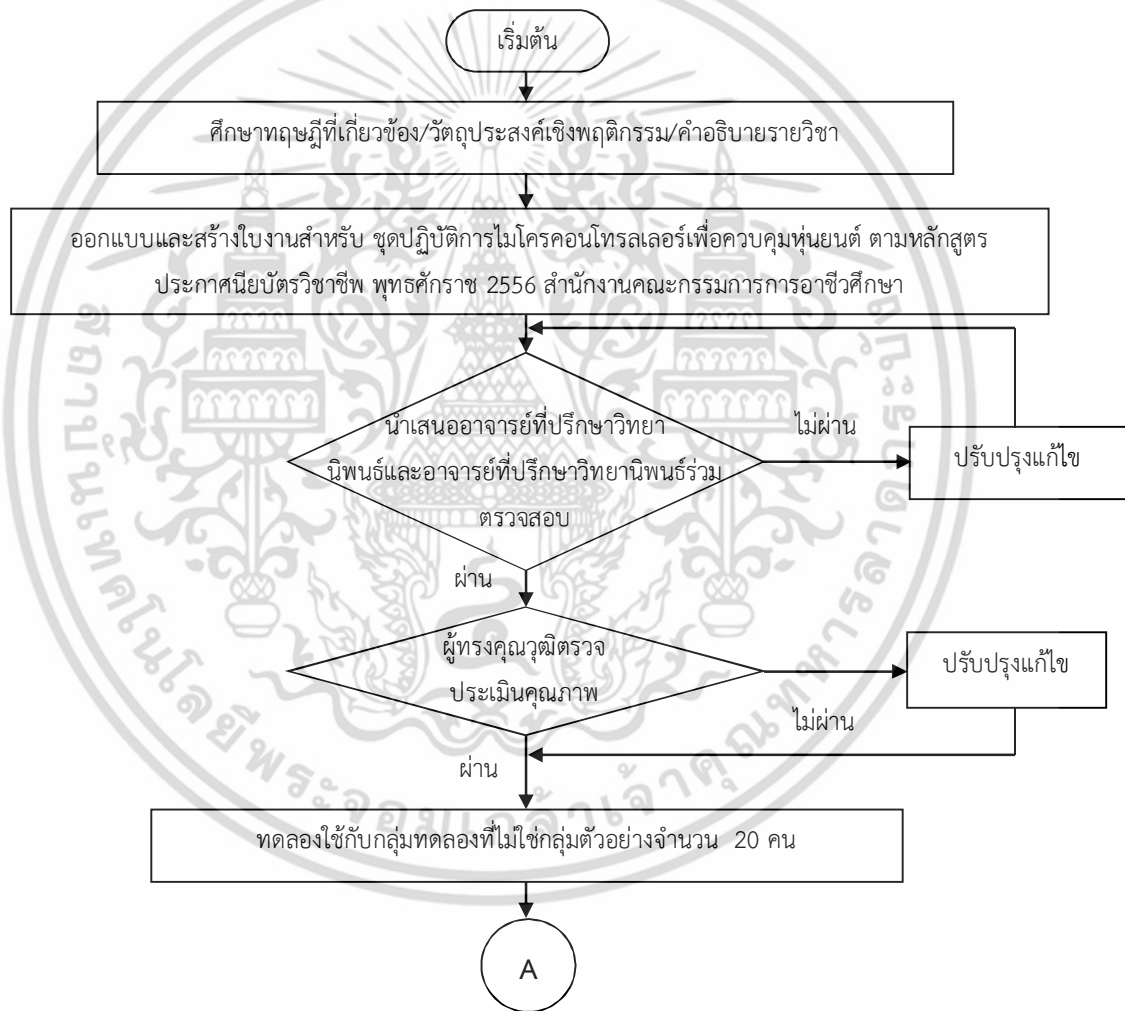
3.3.2.6 ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2.7 นำไปทดลองใช้กับผู้เรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพที่เคยเรียนรายวิชา ไมโครคอนโทรลเลอร์ จำนวน 20 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อสังเกตพฤติกรรมและวิเคราะห์ปัญหาการใช้งาน เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข

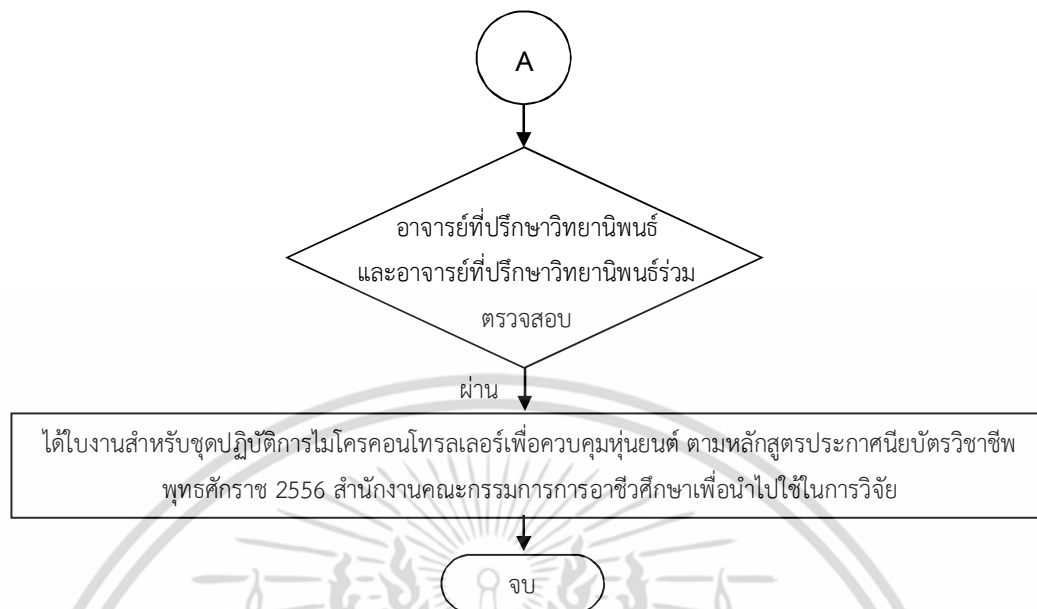
3.3.2.8 ให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ตรวจสอบแก้ไขอีกครั้งนำผลมาปรับปรุงแก้ไข

3.3.2.9 ได้ใบงานชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาเพื่อนำไปใช้วิจัยต่อไป ลำดับขั้นตอนการสร้างใบงาน แสดงในภาพที่ 3.2



ภาพที่ 3.2 ลำดับการสร้างใบงานชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.2 (ต่อ)

### 3.3.3 สร้างแบบประเมินคุณภาพชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์

ผู้วิจัยได้สร้างแบบประเมินคุณภาพชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ โดยผู้ทรงคุณวุฒิทั้งสองด้าน ได้แก่ ด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ โดยมีขั้นตอนดังนี้

3.3.3.1 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบประเมินคุณภาพสื่อการเรียนการสอน ประเภทชุดปฏิบัติการ

3.3.3.2 การวิเคราะห์ข้อมูลด้านแบบประเมินคุณภาพชุดปฏิบัติการใบงานการทดลอง และแบบสังเกตพฤติกรรมความสามารถของผู้เรียน ได้กำหนดระดับความคิดเห็นเป็นค่าน้ำหนักคะแนน 5 ระดับ ของลิเคิร์ต (Likert's Scale) โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

- ระดับความคิดเห็น 5 ระดับ

ระดับ 5 คุณภาพชุดปฏิบัติการอยู่ในระดับ	ดีมาก
ระดับ 4 คุณภาพชุดปฏิบัติการอยู่ในระดับ	ดี
ระดับ 3 คุณภาพชุดปฏิบัติการอยู่ในระดับ	ปานกลาง
ระดับ 2 คุณภาพชุดปฏิบัติการอยู่ในระดับ	พอใช้
ระดับ 1 คุณภาพชุดปฏิบัติการอยู่ในระดับ	ควรปรับปรุง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เกณฑ์การประเมินคุณภาพ 5 ระดับ

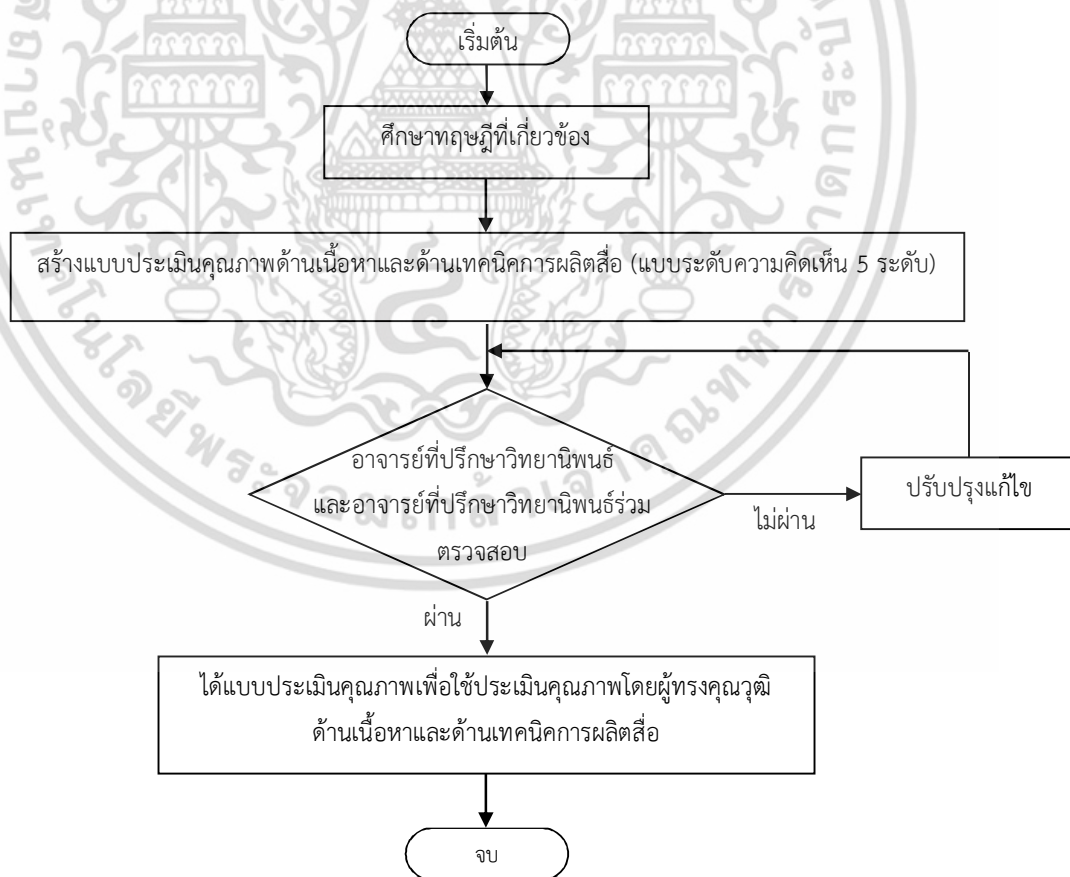
ค่าเฉลี่ย 4.50-5.00 คุณภาพชุดปฏิบัติการอยู่ในระดับ	ดีมาก
ค่าเฉลี่ย 3.50-4.49 คุณภาพชุดปฏิบัติการอยู่ในระดับ	ดี
ค่าเฉลี่ย 2.50-3.49 คุณภาพชุดปฏิบัติการอยู่ในระดับ	ปานกลาง
ค่าเฉลี่ย 1.50-2.49 คุณภาพชุดปฏิบัติการอยู่ในระดับ	พอใช้
ค่าเฉลี่ย 1.00-1.49 คุณภาพชุดปฏิบัติการอยู่ในระดับ	ควรปรับปรุง

โดยเกณฑ์ที่กำหนดด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อของชุดปฏิบัติการมีคุณภาพในระดับดี (ค่าเฉลี่ย  $\bar{X} \geq 3.50$ ) ขึ้นไป

3.3.3.3 นำแบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไข

3.3.3.4 ได้แบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ที่ปรับปรุงแล้ว นำไปใช้ประเมินคุณภาพโดยผู้ทรงคุณวุฒิต่อไป

ซึ่งลำดับขั้นตอนการสร้างแบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ เพื่อนำไปใช้ประเมินคุณภาพชุดปฏิบัติการโดยผู้ทรงคุณวุฒิ ดังแสดงภาพที่ 3.3



ภาพที่ 3.3 ลำดับขั้นตอนการสร้างแบบประเมินคุณภาพ ชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์

เพื่อควบคุมหุ่นยนต์  
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เพื่อการศึกษานั่นเอง ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.3.4 การสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การสร้างแบบทดสอบวัด

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อประเมินผู้เรียนที่เรียนด้วยชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 มีขั้นตอนดังนี้

3.3.4.1 ศึกษาการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง และมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของรายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์

3.3.4.2 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม แบบปรนัย 5 ตัวเลือก จำนวน 100 ข้อ โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้ ถ้าตอบถูกต้อง 1 คะแนน ถ้าตอบผิดหรือไม่ตอบหรือตอบมากกว่าหนึ่งตัวเลือกได้ 0 คะแนน

3.3.4.3 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจำนวน 100 ข้อ เสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและปรับปรุงแก้ไข

3.3.4.4 หาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยนำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่านประเมิน ซึ่งเป็นคณะเดียวกันกับผู้ทรงคุณวุฒิที่ประเมินคุณภาพ ด้านเนื้อหาของใบงานการทดลอง เพื่อหาดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยใช้หลักเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

คะแนน +1 สำหรับข้อคำถามที่มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

คะแนน 0 สำหรับข้อคำถามที่ไม่แน่ใจว่ามีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

คะแนน -1 สำหรับข้อคำถามที่แน่ใจว่าไม่มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

นำผลการพิจารณาแต่ละข้อของผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน ไปหาดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยใช้สูตร (พวงรัตน์ มณีรัตน์. 2540:117) ดังนี้

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

เมื่อ IOC หมายถึง ดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

$\sum R$  หมายถึง ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิทั้งหมด

$N$  หมายถึง จำนวนผู้ทรงคุณวุฒิ

จากนั้นจึงเลือกแบบทดสอบข้อที่มีดัชนีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป ได้จำนวน 76 ข้อ นำไปใช้งานโดยมีค่า IOC ที่ได้มีค่าความสอดคล้องของแบบทดสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมระหว่าง 0.67-1.00

3.3.4.5 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมาปรับปรุงแก้ไข

3.3.4.6 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่คัดเลือก แล้วไปทดลองกับผู้เรียนระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 20 คน มีรายละเอียดดังนี้

3.3.4.6.1 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมาตรวจให้คะแนนข้อที่ตอบถูกให้คะแนนเป็น 1 ข้อที่ตอบผิด ข้อที่ไม่ได้ตอบ หรือข้อที่ตอบมากกว่า 1 คำตอบ ให้คะแนนเป็น

3.3.4.6.2 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมารวมคะแนน เรียงจากคนที่ได้คะแนนสูง สุดไปหาคนที่ได้คะแนนต่ำสุด

3.3.4.6.3 คัดเลือกคะแนนต่ำสุดขึ้นมา 50% ของจำนวนผู้เข้าสอบทั้งหมดซึ่งจัดว่าเป็นกลุ่มต่ำ และคัดเลือกเอาคะแนนสูงสุด ลงไป 50% ของจำนวนผู้เข้าสอบทั้งหมด ซึ่งจัดว่าเห็นกลุ่มสูง

3.3.4.6.4 หาค่าความถี่ของคนตอบถูกในกลุ่มสูง และกลุ่มต่ำเป็นรายข้อ และมาวิเคราะห์หาความยากง่าย (Difficulty) ของแบบทดสอบ เพื่อเลือกแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่มีความยากง่าย อยู่ระหว่าง 0.20-0.80 โดยใช้สูตร (รวิวรรณ ชินะตระกูล. 2538-237) ดังนี้

$$P = \frac{f_H + f_L}{N_H + N_L} \quad (3.2)$$

เมื่อ P หมายถึง ระดับความยากง่ายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

$f_H$  หมายถึง จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มสูง

$f_L$  หมายถึง จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มต่ำ

$N_H$  หมายถึง จำนวนผู้เรียนทั้งหมดในกลุ่มสูง

$N_L$  หมายถึง จำนวนผู้เรียนทั้งหมดในกลุ่มต่ำ

3.3.4.6.5 หาค่าอำนาจจำแนก (r) คัดเลือกข้อที่มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป โดยเฉลี่ยให้ครอบคลุมวัตถุประสงค์ และเนื้อหาแล้วปรับปรุงแก้ไขเพิ่มเติมในบางรายข้อ เพื่อให้สอดคล้องตามวัตถุประสงค์ โดยใช้สูตร (รวิวรรณ ชินะตระกูล. 2538-237) ดังนี้

$$r = \frac{f_H - f_L}{N_H} \quad (3.3)$$

เมื่อ r หมายถึง ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ

$f_H$  หมายถึง จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มสูง

$f_L$  หมายถึง จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มต่ำ

$N_H$  หมายถึง จำนวนผู้เรียนทั้งหมดในกลุ่มสูง

3.3.4.7 หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้สูตรของ KR-20 อกคูเตอร์ ริชาร์ดสัน (รวีวรรณ ชินะตระกูล. 2538-237)

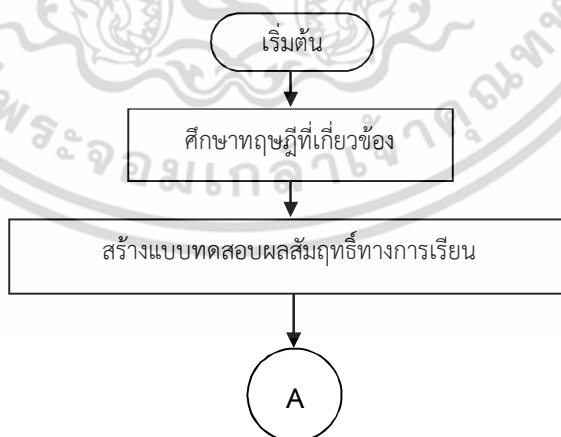
$$r_{tt} = \frac{K}{K-1} \left( 1 - \frac{\sum Pq}{s^2} \right) \quad (3.4)$$

เมื่อ  $r_{tt}$  หมายถึง ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน  
 $K$  หมายถึง จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มสูง  
 $P$  หมายถึง สัดส่วนของผู้ที่ตอบถูกในแต่ละข้อ  
 $q$  หมายถึง สัดส่วนของผู้ที่ตอบผิดในแต่ละข้อ ( $1-p$ )  
 $s^2$  หมายถึง ความแปรปรวนของคะแนนทั้งหมด

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่มีค่า 0.7-1.0 แสดงว่าแบบทดสอบมีความเชื่อมั่นสูง ถ้ามีค่าความเชื่อมั่น 0.3-0.7 แสดงว่าแบบทดสอบมีความเชื่อมั่นปานกลาง ถ้ามีค่าความเชื่อมั่นต่ำกว่า 0.3 แสดงว่าแบบทดสอบมีความเชื่อมั่นต่ำ

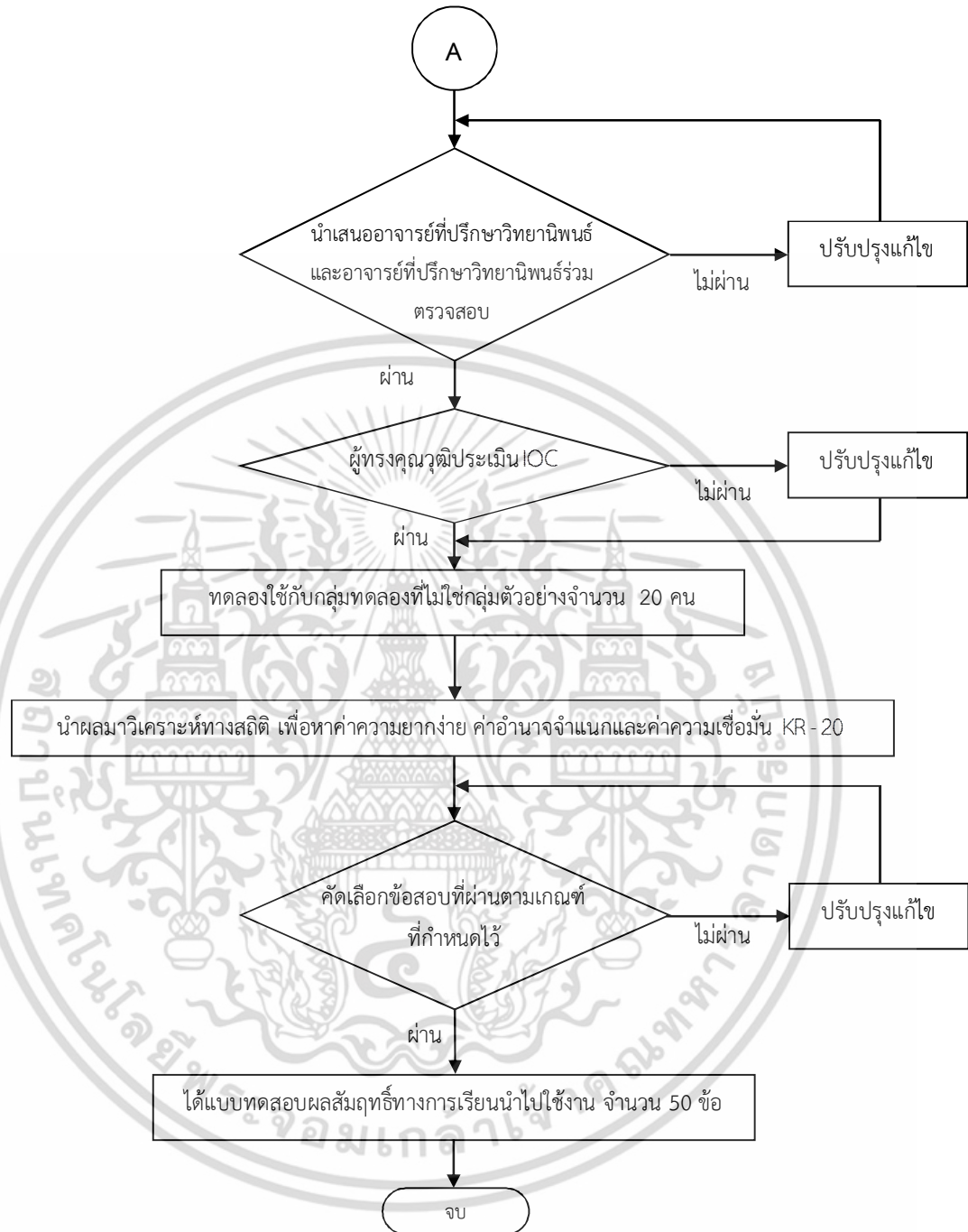
3.3.4.8 ได้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ได้ค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.35-0.80 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.20 – 0.70 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.77 จำนวน 50 ข้อ นำไปใช้งาน

โดยสามารถสรุปขั้นตอนการสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แสดงได้ดังภาพที่ 3.4



ภาพที่ 3.4 ลำดับขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.4 (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.3.5 การสร้างแบบประเมินผลการปฏิบัติงาน

3.3.5.1 ศึกษาการสร้างแบบประเมินผลการปฏิบัติงาน จากเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวัดและประเมิน ผลการศึกษาและทักษะการปฏิบัติงาน

3.3.5.2 สร้างแบบประเมินผลการปฏิบัติงานที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ของใบงานการทดลอง โดยกำหนดเกณฑ์และน้ำหนักการให้คะแนนแต่ละขั้นตอนการปฏิบัติของแต่ละ ใบงานการทดลอง โดยการกำหนดค่าน้ำหนักการให้คะแนนพิจารณาจากความซับซ้อนและความสำคัญของการปฏิบัติงาน โดยกำหนดเกณฑ์การประเมินดังนี้

3.3.5.3 นำแบบประเมินผลการปฏิบัติงานเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และอาจารย์ ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วมตรวจสอบความถูกต้อง ความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและ ปรับปรุงแก้ไข

3.3.5.4 นำแบบประเมินผลการปฏิบัติงานที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปใช้ประเมินและบันทึกผล การปฏิบัติการทดลองของกลุ่มตัวอย่างต่อไป

## 3.4 การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

ขั้นตอนการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อหาคุณภาพและประสิทธิภาพของชุด ปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์มีรายละเอียดดังนี้

3.4.1 ผู้วิจัยยื่นเรื่องขอหนังสือขอความอนุเคราะห์ในการทำวิจัย จากคณะครุศาสตร์ อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3.4.2 ผู้วิจัยนำหนังสือขอความอนุเคราะห์ในการทำวิจัย จากคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ไปติดต่อผู้ทรงคุณวุฒิและต้นสังกัดของกลุ่มตัวอย่าง เพื่อขอความอนุเคราะห์ และนัดหมายในการทำ วิจัย

3.4.3 นำชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ใบงานการทดลองและ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเสนอผู้ทรงคุณวุฒิประเมินคุณภาพเครื่องมือวิจัย

3.4.4 นัดหมายกับกลุ่มทดลองซึ่งเป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตร สาขาไฟฟ้าและ อิเล็กทรอนิกส์ ที่เคยเรียนไมโครคอนโทรลเลอร์มาแล้ว จำนวน 20 คนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง วิทยาลัยเทคนิคมีนบุรี เพื่อทำความเข้าใจ ในการทดลองใช้ชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อ ควบคุมหุ่นยนต์พร้อมใบงานทดลองที่สร้างขึ้น โดยชี้แจงถึงวัตถุประสงค์ หลักการทำงาน ส่วนประกอบที่เกี่ยวข้อง ทฤษฎีและวิธีปฏิบัติก่อนการทดลอง และการใช้ชุดปฏิบัติการ และใบงาน การทดลอง โดยผู้วิจัยสังเกต และจดบันทึกจุดบกพร่องต่างๆ เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข

3.4.5 นำผลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (P) ให้อยู่ระหว่าง 0.20–0.80 ค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป (รวิวรรณ ชินะตระกูล. 2538:237) และวิเคราะห์ค่าความเชื่อ มั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.4.6 นัดหมายกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 25 คน เพื่อนำชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์มาทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง โดยให้กลุ่มตัวอย่างเรียนปฏิบัติตามใบงานการทดลอง และผู้วิจัยบันทึกกระตบคะแนนการปฏิบัติใบงานการทดลองของกลุ่มตัวอย่างลงแบบประเมินผลการปฏิบัติงาน โดยการแบ่งคะแนนเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนร้อยละ 40 และคะแนนความสามารถการฝึกปฏิบัติใบงานการทดลองร้อยละ 60 นั้น เนื่องจากผู้วิจัยต้องการที่จะมุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีความ สามารถในการฝึกปฏิบัติ ซึ่งจะต้องใช้ความรู้และความเข้าใจในทุกๆ ส่วนที่ได้เรียนในบทเรียนเพื่อนำมาประยุกต์ใช้ ในการทำแบบทดสอบการฝึกปฏิบัติ ในวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ ผ่านชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ต่อไป

### 3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.5.1 หาคุณภาพของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา โดยนำแบบประเมินคุณภาพที่ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินแล้วมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย  $\bar{X}$  และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

3.5.2 หาประสิทธิภาพชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา โดยใช้สูตร  $E_1/E_2$

### 3.6 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

3.6.1 การหาคุณภาพของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ โดยการหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยใช้สูตรดังนี้

3.6.1.1 ค่าเฉลี่ยของคะแนน  $\bar{X}$  (รวิวรรณ ชินะตระกูล. 2542 : 163)

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

เมื่อ	$\bar{X}$	หมายถึง ค่าคะแนนเฉลี่ย
	$\sum X$	หมายถึง ผลรวมของค่าคะแนนทั้งหมด
	N	หมายถึง จำนวนข้อมูลทั้งหมด

การแปรความหมายค่าเฉลี่ยดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.50-5.00 มีค่าเท่ากับระดับคุณภาพดีมาก

ค่าเฉลี่ย 3.50-4.49 มีค่าเท่ากับระดับคุณภาพดี

ค่าเฉลี่ย 2.50-3.49 มีค่าเท่ากับระดับคุณภาพปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.50-2.49 มีค่าเท่ากับระดับคุณภาพดีพอใช้

ค่าเฉลี่ย 1.00-1.49 มีค่าเท่ากับระดับคุณภาพต้องปรับปรุง

โดยค่าเฉลี่ยเกณฑ์การประเมินคุณภาพต้องมีค่าตั้งแต่ 3.50 ขึ้นไป อยู่ในระดับดีจึงถือว่า  
มีคุณภาพ (พวงรัตน์ ทวีรัตน์ 2535:124)

3.6.1.2 หาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (รวิวรรณ ชินะตระกูล.2538: 162) ใช้สูตรดังนี้

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

เมื่อ	S.D.	หมายถึง	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	X	หมายถึง	คะแนนแต่ละจำนวน
	$\bar{X}$	หมายถึง	ค่าคะแนนเฉลี่ย
	$\sum$	หมายถึง	ผลรวมของคะแนน
	N	หมายถึง	จำนวนข้อมูลทั้งหมด

3.6.1.3 การหาประสิทธิภาพของ ชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์  
ผู้วิจัยได้นำผลการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างมาวิเคราะห์ข้อมูลโดยแยกเป็นคะแนนที่ได้จากการทำ  
แบบทดสอบหลังการทดลองและการประเมินผลปฏิบัติ แต่ละใบงาน และคะแนนแบบทดสอบวัดผล  
สัมฤทธิ์ทางการเรียนและการประเมินผลการปฏิบัติใบงานทดสอบรวม หลังจากเรียนครบทุกใบงาน  
เพื่อนำมาหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 จากการประเมินผลของ  
คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนท้ายใบงาน กับคะแนนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์  
ทางการเรียนหลังเรียนครบทุกใบงานแล้ว โดยใช้สูตร  $E_1/E_2$  (ชัยยงค์ พรหมวงศ์ 2521:136) ดังนี้

$$E_1 = \left[ \frac{\sum X}{\frac{N}{A}} \right] \times 100 \quad (3.6)$$

$$E_2 = \left[ \frac{\sum F}{\frac{N}{B}} \right] \times 100 \quad (3.7)$$

เมื่อ  $E_1$  หมายถึง ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของผลการเรียนรู้ ของผู้เรียนที่ได้จากการทำแบบทดสอบการทดลองและการประเมินผลการปฏิบัติของแต่ละใบงาน ระหว่างทำการเรียนภาคปฏิบัติด้วยชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์

$E_2$  หมายถึง ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของผลการเรียนรู้ที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการประเมินผลการปฏิบัติใบงานทดสอบรวม หลังการเรียนปฏิบัติด้วยชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์

$\sum X$  หมายถึง คะแนนรวมของผู้เรียนที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังการทดลองและการประเมินผลการปฏิบัติแต่ละใบงาน ระหว่างทำการเรียนปฏิบัติด้วยทดลองชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์

$\sum F$  หมายถึง คะแนนรวมของผู้เรียนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการประเมินผลการปฏิบัติใบงานทดสอบ หลังทำการเรียนปฏิบัติด้วย ชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ครบทุกใบงาน

$N$  หมายถึง จำนวนของผู้เรียน

$A$  หมายถึง คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังการทดลองและการประเมินผลการปฏิบัติ ในแต่ละใบงานระหว่างทำการเรียนภาคปฏิบัติ

$B$  หมายถึง คะแนนเต็มของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการประเมินผลการปฏิบัติใบงานทดสอบหลังทำใบงานครบทุกใบงาน

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ตาม หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) พุทธศักราช 2556 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ที่ทดลองกับกลุ่มตัวอย่างผู้เรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 1 สาขางานอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคมีนบุรี เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพที่ได้กับ สมมติฐานการวิจัย ตามเกณฑ์ที่กำหนด  $E_1/E_2$  ไม่น้อยกว่า 80/80 โดยวิเคราะห์ด้วยหลักการทาง สถิติและเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับดังนี้

4.1 การวิเคราะห์คุณภาพด้านเนื้อหาใบงานการทดลองของ ชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

4.2 การวิเคราะห์คุณภาพด้าน ชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ตาม หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

4.3 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพ ชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ตาม หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

**4.1 การวิเคราะห์คุณภาพด้านเนื้อหาใบงานการทดลองชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อ ควบคุมหุ่นยนต์ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 สำนักงานคณะกรรมการ การการอาชีวศึกษา**

การประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาใบงานการทดลองของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 สำนักงานคณะกรรมการ การการอาชีวศึกษา โดยผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน ซึ่งมีผลการประเมิน แสดงดังตารางที่ 4.1

**ตารางที่ 4.1** ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและระดับความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิด้าน เนื้อหาใบงาน

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
1. ความเหมาะสมของใบงานการทดลอง	4.67	0.58	ดีมาก
2. ความเหมาะสมของวัตถุประสงค์	4.58	0.52	ดีมาก
3. ความถูกต้องของเนื้อหา	4.67	0.58	ดีมาก
4. ความเหมาะสมของลำดับขั้นตอนการปฏิบัติ	4.50	0.50	ดีมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

5. ความชัดเจนในคำอธิบายแต่ละขั้นตอน	4.17	0.14	ดี
6. รูปแบบใบงานง่ายต่อการใช้งาน	4.67	0.38	ดีมาก
7. ความถูกต้องและชัดเจนของตัวอักษรและรูปภาพ	4.33	0.52	ดี
8. ความเหมาะสมของคำถามและคำตอบ	4.25	0.25	ดี
9. สร้างแรงจูงใจต่อการเรียน	4.33	0.14	ดี
10. มีความครอบคลุมเนื้อหาตามหลักสูตร	4.67	0.29	ดีมาก
<b>รวม</b>	<b>4.48</b>	<b>0.39</b>	<b>ดี</b>

จากตารางที่ 4.1 ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาใบงานการทดลองของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 มีความคิดเห็นดังนี้ ผลของการประเมินอยู่ใน ระดับ ดี โดยมีค่า ( $\bar{X} = 4.48$ , S.D.= 0.39) และมีลำดับของการประเมินดังนี้ รายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ 4.67 มี 4 รายการ คือ รายการที่ (1) ความเหมาะสมของใบงานการทดลอง (3) ความถูกต้องของเนื้อหา (6) รูปแบบใบงานง่ายต่อการใช้งาน และรายการที่ (10) มีความครอบคลุมเนื้อหาตามหลักสูตร รายการที่มีค่าเฉลี่ยลำดับรองลงมา คือ รายการที่ (2) ความเหมาะสมของวัตถุประสงค์ (4.58) รายการที่ (4) ความเหมาะสมของลำดับขั้นตอนการปฏิบัติ (4.50) รายการที่ (7) ความถูกต้องและชัดเจนของตัวอักษรและรูปภาพ(4.33) รายการที่ (9) สร้างแรงจูงใจต่อการเรียน(4.33) รายการที่ (8) ความเหมาะสมของคำถามและคำตอบ(4.25) และรายการที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ รายการที่ (5) ความชัดเจนในคำอธิบายแต่ละขั้นตอนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ (4.17)

#### 4.2 การวิเคราะห์คุณภาพด้านชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

การประเมินคุณภาพด้านชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาโดยผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน ซึ่งมีผลการประเมิน แสดงดังตารางที่ 4.2

#### ตารางที่ 4.2 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิด้านชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
1. ขนาดความเหมาะสมของชุดฝึก	4.67	0.42	ดีมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

2. รูปร่างของชุดฝึกก่อให้เกิดแรงจูงใจ	4.73	0.12	ดีมาก
3. ความเหมาะสมของตำแหน่งอุปกรณ์	4.40	0.35	ดี
4. ความแข็งแรงของชุดฝึก	4.33	0.58	ดี
5. ความเหมาะสมของวัสดุที่นำมาใช้สร้างชุดฝึก	4.73	0.12	ดีมาก
6.ความสะดวกในการดูแลรักษาอุปกรณ์	4.13	0.12	ดี
7. ความสัมพันธ์ของชุดฝึกต่อไปงาน	4.67	0.42	ดีมาก
8. ความสะดวกในการจัดเตรียมการปฏิบัติ	4.27	0.12	ดี
9. ความปลอดภัยในขณะที่ทำการปฏิบัติงาน	4.47	0.50	ดี
10. คุณค่าทางวิชาการของชุดฝึก	4.67	0.42	ดีมาก
<b>รวม</b>	<b>4.51</b>	<b>0.31</b>	<b>ดีมาก</b>

จากตารางที่ 4.2 ผู้ทรงคุณวุฒิด้านชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษามีความคิดเห็นดังนี้ ผลการประเมินคุณภาพด้านชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์มีค่าเฉลี่ยรวมอยู่ใน ระดับ ดีมาก ( $\bar{X} = 4.51$ , S.D.= 0.31) โดยรายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ 4.73 มี 2 รายการ คือ รายการที่ (2) รูปร่างของชุดฝึกก่อให้เกิดแรงจูงใจ และรายการที่ (5) ความเหมาะสมของวัสดุที่นำมาใช้สร้างชุดฝึก รายการที่มีค่าเฉลี่ยลำดับรองลงมา คือ 4.67 มี 3 รายการ คือ รายการที่ (1) ขนาดความเหมาะสมของชุดฝึก รายการที่ (7) ความสัมพันธ์ของชุดฝึกต่อไปงาน และรายการที่ (10) คุณค่าทางวิชาการของชุดฝึก รายการที่ (9) ความปลอดภัยในขณะที่ทำการปฏิบัติงาน(4.47) รายการที่ (3) ความเหมาะสมของตำแหน่งอุปกรณ์(4.40) รายการที่ (4) ความแข็งแรงของชุดฝึก (4.33) รายการที่ (8) ความสะดวกในการจัดเตรียมการปฏิบัติ (4.27) และรายการที่มีค่าเฉลี่ยน้อยสุด คือ รายการที่ (6) ความสะดวกในการดูแลรักษาอุปกรณ์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ (4.13)

#### 4.3 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

การทดลองใช้ชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาในรายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ ผู้เรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 สาขางานอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคมีนบุรี เป็นการทดลองใช้กลุ่มตัวอย่าง 25 คน มีจุดมุ่งหมายเพื่อหาประสิทธิภาพของชุด

ปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ ตามเกณฑ์ที่กำหนด ( $E_1/E_2$  ไม่น้อยกว่า 80/80) ซึ่งได้ผล แสดงดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์

รายการ	จำนวนผู้เรียน (คน)	คะแนน เต็ม	คะแนนที่ ได้เฉลี่ย	ร้อยละ	เกณฑ์ร้อยละ
คะแนนการทำใบงานและ แบบทดสอบท้ายใบงาน ระหว่างปฏิบัติ	25	60	48.66	81.10	80
คะแนนการวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนหลังปฏิบัติใบ งานรวม	25	40	34.58	86.45	80

จากตารางที่ 4.3 พบว่าชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาที่สร้างขึ้น ผู้เรียนสามารถทำคะแนนใบงานและแบบทดสอบท้ายใบงานระหว่างเรียน โดยมีผลคะแนนเฉลี่ย 48.66 คะแนน จากคะแนนเต็ม 60 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 81.10 และผลการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังปฏิบัติใบงานรวม โดยมีผลคะแนนเฉลี่ย 34.58 คะแนน จากคะแนนเต็ม 40 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 86.45 ซึ่งสามารถ สรุปได้ว่าชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ เท่ากับ 81.10/86.45 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์สมมติฐานไว้

## บทที่ 5

### สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง เรื่อง การสร้างชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ในรายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขางานอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคมินบุรี สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ได้สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

5.3 ข้อเสนอแนะ

#### 5.1 สรุปผลการวิจัย

##### 5.1.1 วัตถุประสงค์การวิจัย

5.1.1.1 เพื่อพัฒนาชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) พุทธศักราช 2556 ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาที่มีคุณภาพ

5.1.1.2 เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) พุทธศักราช 2556 ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

##### 5.1.2 สมมติฐานของการวิจัย

5.1.2.1 ชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ที่สร้างขึ้นมีคุณภาพ ระดับดี ขึ้นไป ( $\bar{X} = \geq 3.50$ )

5.1.2.2 ชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ ตามเกณฑ์  $E_1/E_2$  ไม่น้อยกว่า 80/80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 5.1.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

5.1.3.1 ประชากร คือ ผู้เรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 สาขางานอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคมินบุรี ปีการศึกษา 2558 ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชา ไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 2105-2105 ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ จำนวน 50 คน

5.1.3.2 กลุ่มตัวอย่าง คือ ผู้เรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 สาขางานอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคมินบุรี ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชา ไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 2105-2105 ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ จำนวน 25 คน โดยใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจงจากประชากรทั้งหมด

### 5.1.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

5.1.4.1 ชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

5.1.4.2 ใบงานเป็นเอกสารที่ใช้ส่งงานให้ผู้เรียนปฏิบัติการทดลองของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ซึ่งมีใบงานและแบบทดสอบท้ายใบงานระหว่างปฏิบัติ จำนวน 4 ใบงาน และใบงานรวมเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังปฏิบัติ จำนวน 1 ใบงาน โดยแต่ละใบงานประกอบด้วย ชื่อใบงาน วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม คำแนะนำที่เกี่ยวข้อง รายการอุปกรณ์ ลำดับขั้นการปฏิบัติ สรุปผลการปฏิบัติ และคำถามท้ายใบงานซึ่งเป็นแบบอัตนัย

5.1.4.3 แบบประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาด้านเนื้อหาใบงานและด้านเทคนิคผลิตสื่อ

5.1.4.4 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของ ชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อใช้สำหรับหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่างเป็นแบบทดสอบรวมแบบปรนัย 5 ตัวเลือก ทั้งหมดจำนวน 50 ข้อ โดยค่า IOC ที่ได้มีค่าความสอดคล้องของแบบทดสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ระหว่าง 0.67-1.00 ค่าความยากง่าย (P) อยู่ระหว่าง 0.35-0.80 ค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.20 – 0.70 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.77

5.1.4.5 แบบประเมินผลการปฏิบัติเป็นแบบประเมินผลปฏิบัติ งานที่มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของใบงาน โดยกำหนดเกณฑ์และน้ำหนักการให้คะแนนแต่ละขั้นตอนการปฏิบัติแต่ละใบงาน สำหรับกำหนดค่าน้ำหนักการให้คะแนนพิจารณาจากความซับซ้อนและความสำคัญของการปฏิบัติงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**5.1.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล** ขั้นตอนการปฏิบัติและการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อหาคุณภาพและประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ มีรายละเอียดดังนี้

5.1.5.1 นำเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วมกันก่อนนำเสนอผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาใบงานและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ เพื่อตรวจสอบเครื่อง มือก่อนนำไปใช้

5.1.5.2 แนะนำกลุ่มตัวอย่างเกี่ยวกับการใช้งาน ชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ ขอบข่ายเนื้อหา วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและ การชี้แจงรายละเอียดที่สำคัญก่อนการปฏิบัติ

5.1.5.3 ให้กลุ่มตัวอย่างปฏิบัติตามใบงานการทดลองครั้งละ 1 ใบงาน และให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบท้ายใบงานการทดลองและบันทึกคะแนนจนครบ จำนวน 25 คน

5.1.5.4 หลังการปฏิบัติตามใบงานจนครบ 4 ใบงาน แล้วผู้วิจัยให้กลุ่มตัวอย่างทั้งหมดทดลองทำใบงานรวม ทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและบันทึกคะแนน

**5.1.6 การวิเคราะห์ข้อมูล** ผู้วิจัยนำข้อมูลจากการประเมินคุณภาพของผู้ทรงคุณวุฒิมาวิเคราะห์เพื่อหาคุณภาพนำคะแนนการทำแบบทดสอบของกลุ่มตัวอย่างมาวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

5.1.6.1 วิเคราะห์หาคุณภาพของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ด้านเนื้อหาใบงานและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ โดยใช้ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

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

**5.1.7 สรุปผลการวิจัย** จากการดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนดังกล่าวสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

5.1.7.1 คุณภาพด้านเนื้อหาใบงานของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาโดยผู้ทรงคุณวุฒิอยู่ใน ระดับ ดี ( $\bar{X} = 4.48, S.D. = 0.39$ )

5.1.7.2 คุณภาพการผลิตสื่อของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาโดยผู้ทรงคุณวุฒิอยู่ใน ระดับ ดีมาก ( $\bar{X} = 4.51, S.D. = 0.31$ )

5.1.7.3 ประสิทธิภาพของ ชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพพุทธศักราช 2556 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาซึ่งทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 25 คน พบว่าชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.10/86.45 ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานที่กำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 5.2 อภิปรายผลการวิจัย

5.2.1 ด้านเนื้อหาใบงานของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์อยู่ในระดับ ดี ( $\bar{X}=4.48$ ,  $S.D.=0.39$ ) เนื่องจากใบงานชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ มีความเหมาะสมของใบงานรวมถึงความถูกต้องของเนื้อหาการออกแบบใบงานให้มีรูปแบบใบงานที่ง่ายต่อการนำไปใช้งาน และอำนวยความสะดวกในการปฏิบัติงานและยังสามารถสร้างแรงจูงใจต่อการเรียน เนื่องจากผู้เรียนสามารถดำเนินการทดลองที่สอดคล้องกับชุดปฏิบัติการอย่างเป็นลำดับขั้นตอน

นอกจากนี้มีความเชื่อมโยงกันในแต่ละใบงานสามารถทดลองรวมกันเป็นระบบได้ครบถ้วน ส่วนคุณภาพของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์อยู่ในระดับดีมาก โดยมีค่า ( $\bar{X} = 4.51, S.D. = 0.31$ ) เนื่องจากชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์มีรูปร่างที่แข็งแรง มีความเหมาะสมของวัสดุที่นำมาใช้สร้างชุดปฏิบัติการและความเหมาะสมของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์สามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนรายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ซึ่งผลการศึกษาดังกล่าวสอดคล้องกับงานวิจัยของจารุวัฒน์ มณีศรี ที่ทำวิจัย เรื่อง การพัฒนาชุดฝึกการติดตั้งจานรับสัญญาณดาวเทียมวิชา ระบบสื่อสารดาวเทียม ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงพุทธศักราช 2546 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ซึ่งพบว่าคุณภาพของชุดฝึกอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.60 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.29 คุณภาพของใบงานการทดลองอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.60 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.23

5.2.2 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาพบว่าผลสัมฤทธิ์ของการทำแบบทดสอบท้ายใบงานระหว่างเรียนและผลสัมฤทธิ์หลังปฏิบัติใบงานรวมของผู้เรียนมีค่า เท่ากับ 81.10/86.45 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ เนื่องจากชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ ที่สร้างขึ้นผ่านการออกแบบและผ่านการแนะนำจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้ทรงคุณวุฒิที่ทำให้มีเนื้อหาด้านใบงาน ขั้นตอนการทดลองที่ครอบคลุมและเป็นลำดับขั้นตอนทุกใบงานซึ่งทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้จากการทดลองต่อวงจรและการเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของชุดปฏิบัติการควบคุมหุ่นยนต์และมีการสังเกตผลการปฏิบัติ การบันทึกผลการปฏิบัติด้วยตนเองจึงส่งผลให้กระบวนการเรียนรู้ของการปฏิบัติครั้งนี้สูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งสมมติฐานไว้ซึ่งมีความสอดคล้องกับงานวิจัยของณัฐพงศ์ แก้ววงศ์ ที่ทำวิจัย เรื่อง การพัฒนาชุดฝึกวงจรเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียงตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา โดยผลการทดลองหาประสิทธิภาพกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 20 คน พบว่าชุดฝึกวงจรเครื่องขยายเสียงที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.26/84.50 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 5.3 ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะดังนี้

#### 5.3.1 ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

5.3.1.1 กระบวนการจัดการเรียนการสอนในภาคปฏิบัติ ก่อนให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติงานครูผู้สอนควรสาคิตให้ความรู้เกี่ยวกับการใช้งานชุดปฏิบัติการ และอธิบายถึงข้อควรระวังในขณะปฏิบัติ เพื่อความปลอดภัยของผู้เรียน

5.3.1.2 ผู้เรียนควรอ่านรายละเอียดของขั้นตอนคู่มือปฏิบัติงานในแต่ละใบงานให้ครบถ้วนก่อนลงมือปฏิบัติงาน จากนั้นครูผู้สอนคอยกำกับดูแลการปฏิบัติงานให้คำปรึกษาและประเมินผลการปฏิบัติ งานตามรูปแบบประเมินผลการปฏิบัติของแต่ละใบงาน จะช่วยให้การจัดการเรียนการสอนโดยใช้ชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

#### 5.3.2 ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

การนำชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์นำไปทดลองใช้งานกับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นผู้เรียนในหลักสูตรระยะสั้น เพื่อการพัฒนาให้เหมาะสมยิ่งขึ้นต่อไปในอนาคต

## บรรณานุกรม

- จรัญ แสนราช. 2535. การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการเรียนรู้คอมพิวเตอร์ด้วยตนเอง  
วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์  
อุตสาหกรรมสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- จารุวัฒน์ มณีศรี.2552. เรื่อง การพัฒนาชุดฝึกการติดตั้งจานรับสัญญาณดาวเทียม วิชาระบบ  
สื่อสารดาวเทียม ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง. วิทยานิพนธ์ สาขา  
วิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้า  
คุณทหารลาดกระบัง.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. 2521. ระบบสื่อการสอน. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์  
มหาวิทยาลัย.
- ไชยยศ เรืองสุวรรณ. 2529. เทคโนโลยีทางการศึกษา : หลักและแนวปฏิบัติ. กรุงเทพมหานคร :  
สำนักพิมพ์วัฒนาพานิช.
- ณัฐพงศ์ แก้ววงศ์.2553 .เรื่อง การพัฒนาชุดฝึกวงจรเครื่องขยายเสียง วิชา เครื่องเสียงตามหลัก  
สูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ. วิทยานิพนธ์ สาขาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร คณะครุศาสตร์  
อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- เดชฤทธิ์ มณีธรรม. 2552. คัมภีร์ หุ่นยนต์. พิมพ์ครั้งที่ 3.กรุงเทพฯ: บริษัท เพชรเกษมพรีนติ้ง กรุ๊ป  
จำกัด.
- ธีรวัฒน์ ประกอบผล. 2555. คู่มือการเขียนโปรแกรมภาษา C. กรุงเทพฯ : ชิมพลีฟาย.
- ธีระชัย บุรณ์โชติ. 2533. การสร้างผลงานทางวิชาการ เพื่อพัฒนาการเรียนการสอน.  
กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ธนิต บุญใส. 2534. การสร้างและหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของชุดทดลองวิชาอุปกรณ์  
อิเล็กทรอนิกส์และวงจร. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต ภาควิชาครุ  
ศาสตร์ไฟฟ้าคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- นภัทร วัจนเทพินทร์. 2534. การสร้างและประสิทธิภาพชุดประลองวงจรพัลส์. วิทยานิพนธ์ครุ  
ศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

- บุญชม ศรีสะอาด. 2553. **การวิจัยเบื้องต้น**. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
- บุญเรือง วังศิลาบัตร. 2550. “การออกแบบวงจรปรับแต่งย่านการวัดแบบเชิงเส้น.” *เซมิคอนดักเตอร์อิเล็กทรอนิกส์* (305) : น.153-158.
- บุญเกียรติ กิ่งวัชรพงษ์. 2535. **การสร้างและหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของชุดทดลองวงจรอิเล็กทรอนิกส์** วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- บุญทัน สนั่นน้ำหนัก. 2555. กระทบการทดลองปฏิบัติการวงจรขยายทรานซิสเตอร์ผ่านการทำงานบนโปรแกรมคอมพิวเตอร์. *วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม*, 11(3), น.9-15.
- บำรุง กลัดเจริญ, และฉวีวรรณ กนาวางศ์. 2527. **วิธีการสอนทั่วไป**. โครงการตำรา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒพิชญ์โลก. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์พิมเณศ.
- เปรมชัย คงตัน. 2556. ชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR ATMEGA 32. *วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม*, 11(2), น.131-137.
- พิสิฐ เมธาภัทร และธีรพล เมธิกุล. 2529. **ยุทธวิธีการเรียนการสอนวิชาเทคนิค**. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- พวงรัตน์ มณีรัตน์. 2540. **วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์**. กรุงเทพฯ : สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- พรรณี ลีกิจวัฒน์. 2541. **เอกสารประกอบการเรียนวิชาวิจัยทางการศึกษา** กรุงเทพมหานคร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ไพโรจน์ ทรัพย์สุทธิ. 2536. **การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดประลองวิชาไฟฟ้าในงานอุตสาหกรรม**. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- พุทธทอง โพธิปัญญา. 2540. **การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดประลองการติดต่อสื่อสารด้วยเส้นใยแก้วนำแสง**. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- พันธ์ศักดิ์ พุฒิมานิตพงศ์. 2540. **การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองวิชาการออกแบบวงจรขยายเชิงเส้น**. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- วัชรินทร์ เหมาะสว่าง.2556. ชุดทดลองเครื่องรับโทรทัศน์สีจอแสดงผลแบบแอลซีดี. **วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม**, 12(3), น.96-102.
- สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ.2549.**พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และแก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ.2545.**กรุงเทพฯ : สำนักนายกรัฐมนตรี.
- สมานมิตร อยู่สุขสวัสดิ์. 2529. **การสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดประลองอนาล็อกเทคนิคเบื้องต้น** วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- สุรพล ปุ่นทอง. 2536. **การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดประลองการปฏิบัติการเครื่องมือวัดดิจิทัลอิเล็กทรอนิกส์** วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- สนั่น จันท์พรม. 2540. **การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดประลองเครื่องรับสัญญาณโทรทัศน์ผ่านดาวเทียม** วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- สุชิน ชินสีห์. 2554. **การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC โปรแกรมด้วยภาษาPIC BASIC และภาษา C** สำหรับนักศึกษาหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง. สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยสารพัดช่างนครราชสีมา.
- แหนม กาสี. 2536. **การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดประลอง เรื่องชุดประลองการใช้ไฟฟ้า** วิทยานิพนธ์ ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- อัญชลี แจ่มเจริญ และคณะ. 2526. **หลักการสอนและการเตรียมประสบการณ์ภาคปฏิบัติ (ระบุชุดการสอน).** กรุงเทพมหานคร : เฉลิมชัยการพิมพ์.
- อนันต์ ศรีโสภา. 2527. **หลักการวิจัยเบื้องต้น.** พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์วัฒนาพานิช จำกัด.
- อรพันธ์ ประสิทธิ์รัตน์. 2530. **คอมพิวเตอร์เพื่อการเรียนการสอน.** พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : คราฟแมนเพรส .
- อนันต์ศักดิ์ พงษ์เสถียรศักดิ์. 2548. **การพัฒนาชุดปฏิบัติการวงจรคอมไบเนชันและซีเควนเซียลโดย CPLD.** วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต วิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

## ภาคผนวก

- ภาคผนวก ก หนังสือจากงานบัณฑิตศึกษาคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังถึงผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 6 ท่าน
- ภาคผนวก ข แบบประเมินคุณภาพด้านใบงานและด้านการผลิตสื่อชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา
- ภาคผนวก ค ผลการวิเคราะห์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- ภาคผนวก ง แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน
- ภาคผนวก จ ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา
- ภาคผนวก ฉ ภาพการทดลองใช้งานชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา
- ภาคผนวก ช คู่มือชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ ศธ 0524.04/ 4229

คณะกรรมการอุตสาหกรรม  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า  
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง  
กรุงเทพฯ 10520

19 ตุลาคม 2558

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบประเมินด้านเนื้อหา

เรียน อาจารย์สุรศักดิ์ ผาสกรูป

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินด้านเนื้อหา

ด้วย นายชาญชัย แสงโพธิ์ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรอุตสาหกรรม  
มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลัง  
ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์” โดยมี โดยมี รศ.วิสุทธิ์  
สุนทรกนกพงศ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ รศ.ปิยะ ศุภวราสวัสดิ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา  
วิทยานิพนธ์ร่วม

คณะกรรมการอุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่อง  
ดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบประเมินด้านเนื้อหา  
ถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของ นาย  
ชาญชัย แสงโพธิ์ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณเป็น  
อย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์)  
รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา  
ปฏิบัติการแทนคณบดี

ส่วนสนับสนุนวิชาการ  
โทร. 02-329-8000 ต่อ 3692  
โทรสาร. 02- 329-8436  
ติดต่อนักศึกษา โทร 083-547-0874



ที่ ศธ 0524.04/ 4229

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า  
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง  
กรุงเทพฯ 10520

/ 9 ตุลาคม 2558

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบประเมินด้านเนื้อหา

เรียน อาจารย์นิมิต อรรถธีวาท

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินด้านเนื้อหา

ด้วย นายชาญชัย แสงโพธิ์ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลัง  
ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์” โดยมี โดยมี รศ.ดร.วิสุทธิ์  
สุนทรกนกพงศ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ รศ.ปิยะ ศุภวราสุวัฒน์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา  
วิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่อง  
ดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบประเมินด้านเนื้อหา  
ถูกต้องและเหมาะสมอย่างน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของ นาย  
ชาญชัย แสงโพธิ์ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณเป็น  
อย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์)

รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา  
ปฏิบัติการแทนคณบดี

ส่วนสนับสนุนวิชาการ

โทร. 02-329-8000 ต่อ 3692

โทรสาร. 02- 329-8436

ติดต่อนักศึกษา โทร 083-547-0874



## บันทึกข้อความ

หน่วยงาน คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล. ส่วนสนับสนุนวิชาการ โทร.3692

ที่ ศธ 0524.04 / 4229

วันที่ 19 ตุลาคม 2558

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบประเมินด้านเนื้อหา

เรียน อาจารย์อมรชัย ชัยชนะ

ด้วย นายชาญชัย แสงโพธิ์ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์” โดยมี โดยมี รศ.ดร.วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ รศ.ปิยะ ศุภวาราสวัสดิ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบประเมินด้านเนื้อหาเห็นว่ามีความถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของ นายชาญชัย แสงโพธิ์ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้นพร้อมกันนี้ได้แนบบแบบประเมินด้านเนื้อหาตามด้วย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(รองศาสตราจารย์วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์)

รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติการแทนคณบดี



ที่ ศธ 0524.04/ 4229

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า  
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง  
กรุงเทพฯ 10520

19 ตุลาคม 2558

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบประเมินด้านสื่อการสอน

เรียน อาจารย์สุธีร์ กิจฉวี

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินด้านสื่อการสอน

ด้วย นายชาญชัย แสงโพธิ์ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลัง  
ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์” โดยมี โดยมี รศ.ดร.วิสุทธิ์  
สุนทรกนกพงศ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ รศ.ปิยะ ศุภวาราสวัสดิ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา  
วิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่อง  
ดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบประเมินด้านสื่อการสอนนี้ว่ามี  
เนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของ  
นายชาญชัย แสงโพธิ์ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณเป็น  
อย่างย่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์)

รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา  
ปฏิบัติการแทนคณบดี

ส่วนสนับสนุนวิชาการ

โทร. 02-329-8000 ต่อ 3692

โทรสาร. 02- 329-8436

ติดต่อนักศึกษา โทร 083-547-0874

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



## บันทึกข้อความ

หน่วยงาน คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล. ส่วนสนับสนุนวิชาการ โทร.3692  
ที่ ศธ 0524.04 / 4229 วันที่ 19 ตุลาคม 2558

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบประเมินด้านสื่อการสอน

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุชิน อางหาญ

ด้วย นายชาญชัย แสงโพธิ์ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ชุดปฏิบัติการโมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์” โดยมี โดยมี รศ.ดร.วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ รศ.ปิยะ ศุภวราสวัสดิ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบประเมินด้านสื่อการสอนนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของนายชาญชัย แสงโพธิ์ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้นพร้อมกันนี้ได้แนบแบบประเมินด้านสื่อการสอนมาด้วย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(รองศาสตราจารย์วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์)  
รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา  
ปฏิบัติการแทนคณบดี



ที่ ศธ 0524.04/ 4229

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า  
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง  
กรุงเทพฯ 10520

19 ตุลาคม 2558

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบประเมินด้านสื่อการสอน

เรียน อาจารย์มนตรี ประชาธินันท์

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินด้านสื่อการสอน

ด้วย นายชาญชัย แสงโพธิ์ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลัง  
ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์” โดยมี โดยมี รศ.ดร.วิสุทธิ  
สุนทรกนกพงศ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ รศ.ปิยะ ศุภวราสุวัฒน์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา  
วิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่อง  
ดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบประเมินด้านสื่อการสอนนี้ว่ามี  
เนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของ  
นายชาญชัย แสงโพธิ์ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณเป็น  
อย่างยั้งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์วิสุทธิ สุนทรกนกพงศ์)  
รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา  
ปฏิบัติการแทนคณบดี

ส่วนสนับสนุนวิชาการ

โทร. 02-329-8000 ต่อ 3692

โทรสาร. 02- 329-8436

ติดต่อนักศึกษา โทร 083-547-0874

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**แบบประเมินความเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ**  
**คุณภาพด้านใบงานชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์**  
**ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556**  
**สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา**

**คำชี้แจง**

แบบประเมินคุณภาพด้านใบงานชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ผู้วิจัยทำขึ้น โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อขอรับความคิดเห็น และข้อเสนอแนะเกี่ยวกับชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ ซึ่งใช้เป็นอุปกรณ์ด้านการเรียนการสอนวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขางานอิเล็กทรอนิกส์

นายชาญชัย แสงโพธิ์  
ผู้วิจัย

**ข้อแนะนำในการตอบแบบประเมิน**

1. อ่านคำแนะนำในการตอบแบบประเมินอย่างละเอียด
  2. ให้ท่านทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับคุณภาพเพียงข้อเดียวที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน โดยกำหนดเกณฑ์การเลือกไว้ 5 ระดับ ดังนี้
- |            |         |                        |
|------------|---------|------------------------|
| ระดับที่ 5 | หมายถึง | ระดับคุณภาพดีมาก       |
| ระดับที่ 4 | หมายถึง | ระดับคุณภาพดี          |
| ระดับที่ 3 | หมายถึง | ระดับคุณภาพปานกลาง     |
| ระดับที่ 2 | หมายถึง | ระดับคุณภาพพอใช้       |
| ระดับที่ 1 | หมายถึง | ระดับคุณภาพควรปรับปรุง |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินคุณภาพของใบงานการทดลองชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์  
เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556  
สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

ใบงานการทดลองที่ 1 หลักการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น (PIC 18F8722)						
ข้อที่	รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ				
		5	4	3	2	1
1	ความเหมาะสมของใบงานการทดลอง					
2	ความเหมาะสมของวัตถุประสงค์					
3	ความถูกต้องของเนื้อหา					
4	ความเหมาะสมของลำดับขั้นตอนการปฏิบัติ					
5	ความชัดเจนในคำอธิบายแต่ละขั้นตอน					
6	รูปแบบใบงานง่ายต่อการใช้งาน					
7	ความถูกต้องและชัดเจนของตัวอักษรและรูปภาพ					
8	ความเหมาะสมของคำถามและคำตอบ					
9	สร้างแรงจูงใจต่อการเรียน					
10	มีความครอบคลุมเนื้อหาตามหลักสูตร					

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่นๆ

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้ทรงคุณวุฒิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินคุณภาพของใบงานการทดลองชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์  
เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556  
สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

ใบงานการทดลองที่ 2 การเขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุม พอร์ตอินพุต/เอาต์พุต ของหุ่นยนต์เบื้องต้น						
ข้อที่	รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ				
		5	4	3	2	1
1	ความเหมาะสมของใบงานการทดลอง					
2	ความเหมาะสมของวัตถุประสงค์					
3	ความถูกต้องของเนื้อหา					
4	ความเหมาะสมของลำดับขั้นตอนการปฏิบัติ					
5	ความชัดเจนในคำอธิบายแต่ละขั้นตอน					
6	รูปแบบใบงานง่ายต่อการใช้งาน					
7	ความถูกต้องและชัดเจนของตัวอักษรและรูปภาพ					
8	ความเหมาะสมของคำถามและคำตอบ					
9	สร้างแรงจูงใจต่อการเรียน					
10	มีความครอบคลุมเนื้อหาตามหลักสูตร					

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่นๆ

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้ทรงคุณวุฒิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินคุณภาพของใบงานการทดลองชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์  
เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556  
สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

ใบงานการทดลองที่ 3 หลักการเขียนโปรแกรมควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงด้วยสัญญาณ (PWM)						
ข้อที่	รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ				
		5	4	3	2	1
1	ความเหมาะสมของใบงานการทดลอง					
2	ความเหมาะสมของวัตถุประสงค์					
3	ความถูกต้องของเนื้อหา					
4	ความเหมาะสมของลำดับขั้นตอนการปฏิบัติ					
5	ความชัดเจนในคำอธิบายแต่ละขั้นตอน					
6	รูปแบบใบงานง่ายต่อการใช้งาน					
7	ความถูกต้องและชัดเจนของตัวอักษรและรูปภาพ					
8	ความเหมาะสมของคำถามและคำตอบ					
9	สร้างแรงจูงใจต่อการเรียน					
10	มีความครอบคลุมเนื้อหาตามหลักสูตร					

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่นๆ

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้ทรงคุณวุฒิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินคุณภาพของใบงานการทดลองชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์  
เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556  
สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

ใบงานการทดลองที่ 4 การเขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์ติดต่อกับระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ (แบบไร้สายผ่านบลูทูธ)						
ข้อที่	รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ				
		5	4	3	2	1
1	ความเหมาะสมของใบงานการทดลอง					
2	ความเหมาะสมของวัตถุประสงค์					
3	ความถูกต้องของเนื้อหา					
4	ความเหมาะสมของลำดับขั้นตอนการปฏิบัติ					
5	ความชัดเจนในคำอธิบายแต่ละขั้นตอน					
6	รูปแบบใบงานง่ายต่อการใช้งาน					
7	ความถูกต้องและชัดเจนของตัวอักษรและรูปภาพ					
8	ความเหมาะสมของคำถามและคำตอบ					
9	สร้างแรงจูงใจต่อการเรียน					
10	มีความครอบคลุมเนื้อหาตามหลักสูตร					

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่นๆ

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้ทรงคุณวุฒิ

แบบประเมินคุณภาพของใบงานการทดลองชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์  
เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556  
สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

ใบงานการทดลองที่ 5 การเขียนโปรแกรมประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ติดต่อกับระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์เพื่อคัดเลือกวัตถุทรงกระบอกที่มีสีแตกต่างกันได้						
ข้อที่	รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ				
		5	4	3	2	1
1	ความเหมาะสมของใบงานการทดลอง					
2	ความเหมาะสมของวัตถุประสงค์					
3	ความถูกต้องของเนื้อหา					
4	ความเหมาะสมของลำดับขั้นตอนการปฏิบัติ					
5	ความชัดเจนในคำอธิบายแต่ละขั้นตอน					
6	รูปแบบใบงานง่ายต่อการใช้งาน					
7	ความถูกต้องและชัดเจนของตัวอักษรและรูปภาพ					
8	ความเหมาะสมของคำถามและคำตอบ					
9	สร้างแรงจูงใจต่อการเรียน					
10	มีความครอบคลุมเนื้อหาตามหลักสูตร					

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่นๆ

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้ทรงคุณวุฒิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**แบบประเมินความเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ**  
**คุณภาพด้านชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์**  
**ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556**  
**สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา**

**คำชี้แจง**

แบบประเมินคุณภาพด้านชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ผู้วิจัยทำขึ้น โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อขอรับความคิดเห็น และข้อเสนอแนะเกี่ยวกับชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ ซึ่งใช้เป็นอุปกรณ์การเรียนการสอนวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขางานอิเล็กทรอนิกส์

นายชาญชัย แสงโพธิ์

ผู้วิจัย

**ข้อแนะนำในการตอบแบบประเมิน**

1. อ่านคำแนะนำในการตอบแบบประเมินอย่างละเอียด
2. ให้ท่านทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับคุณภาพเพียงข้อเดียว ที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน โดยกำหนดเกณฑ์การเลือกไว้ 5 ระดับ ดังนี้
 

ระดับที่ 5	หมายถึง	ระดับคุณภาพดีมาก
ระดับที่ 4	หมายถึง	ระดับคุณภาพดี
ระดับที่ 3	หมายถึง	ระดับคุณภาพปานกลาง
ระดับที่ 2	หมายถึง	ระดับคุณภาพพอใช้
ระดับที่ 1	หมายถึง	ระดับคุณภาพควรปรับปรุง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์  
เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556  
สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

ชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อควบคุมหุ่นยนต์						
ข้อที่	รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ				
		5	4	3	2	1
1	ขนาดความเหมาะสมของชุดฝึก					
2	รูปร่างของชุดฝึกก่อให้เกิดแรงจูงใจ					
3	ความเหมาะสมของตำแหน่งอุปกรณ์					
4	ความแข็งแรงของชุดฝึก					
5	ความเหมาะสมของวัสดุที่นำมาใช้สร้างชุดฝึก					
6	ความสะดวกในการดูแลรักษาอุปกรณ์					
7	ความสัมพันธ์ของชุดฝึกต่อใบงาน					
8	ความสะดวกในการจัดเตรียมการปฏิบัติ					
9	ความปลอดภัยในขณะที่ทำการปฏิบัติงาน					
10	คุณค่าทางวิชาการของชุดฝึก					

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่นๆ

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้ทรงคุณวุฒิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค. 1 ผลการวิเคราะห์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ข้อคำถาม	ดัชนีความ สอดคล้อง (IOC)	ความยาก ง่าย (P)	ค่าอำนาจ จำแนก (r)
1. ระบบคอมพิวเตอร์แบ่งออกเป็นกี่หน่วย ก. 2 หน่วย ข. 3 หน่วย ค. 4 หน่วย ง. 5 หน่วย จ. 6 หน่วย	0.67	0.60	0.30
2. ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) คืออะไร ก. ระบบควบคุม ข. อุปกรณ์ควบคุมขนาดเล็ก ค. วงจรขนาดเล็ก ง. วงจรขนาดใหญ่ จ. ระบบควบคุมระดับกลาง	0.67	0.60	0.40
3. คำว่า “PIC” ย่อมาจากคำว่าอะไร ก. Peripheral Interface Controller ข. Pixel Interface Controller ค. Product In Controller ง. Programmable Integrated Circuit จ. Performance Integrated Circuit	1.00	0.60	0.40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ตารางที่ ค. 1 (ต่อ)

ข้อคำถาม	ดัชนีความ สอดคล้อง (IOC)	ความยาก ง่าย (P)	ค่าอำนาจ จำแนก (r)
4. Microcontroller เบอร์ PIC 18f8722 มีพอร์ตใช้งานที่เป็นพอร์ตอินพุต/เอาต์พุตขนาด 10 ขา จำนวนทั้งหมดกี่พอร์ต ก. 3 พอร์ต ข. 4 พอร์ต ค. 5 พอร์ต ง. 6 พอร์ต จ. 7 พอร์ต	1.00	0.35	0.40
5. Microcontroller เบอร์ PIC 18f8722 มีพอร์ตใช้งานที่เป็นพอร์ตอินพุต/เอาต์พุตขนาด 2 ขา จำนวนทั้งหมดกี่พอร์ต ก. 1 พอร์ต ข. 2 พอร์ต ค. 3 พอร์ต ง. 4 พอร์ต จ. 5 พอร์ต	0.67	0.5	0.3
6. พอร์ต C ของไมโครคอนโทรลเลอร์มีบิตใช้งานทั้งหมดกี่บิต ก. 4 บิต ข. 5 บิต ค. 6 บิต ง. 7 บิต จ. 8 บิต	1.00	0.5	0.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ตารางที่ ค. 1 (ต่อ)

ข้อคำถาม	ดัชนีความ สอดคล้อง (IOC)	ความยาก ง่าย (P)	ค่าอำนาจ จำแนก (r)
7. Embedded System หมายถึงอะไร ก. ซีพียู ข. หน่วยความจำ ค. อินพุต/เอาต์พุต <b>ง. สมอกลฝั่งตัว</b> จ. ระบบการทำงานของไมโครโปรเซสเซอร์	0.67	0.6	0.5
8. โครงสร้างภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ มีอะไรบ้าง ก. ไมโครโปรเซสเซอร์ และ หน่วยความจำ ข. ไมโครโปรเซสเซอร์ หน่วยความจำ และ อินพุต/ เอาต์พุต <b>ค. ไมโครโปรเซสเซอร์ หน่วยความจำ และพอร์ต</b> ง. ไมโครโปรเซสเซอร์ หน่วยความจำ อินพุต/เอาต์พุต และพอร์ต จ. ไมโครคอนโทรลเลอร์ ไมโครโปรเซสเซอร์ หน่วยความจำ อินพุต/เอาต์พุต และพอร์ต	1.00	0.4	0.2
9. บริษัทที่ผลิตไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC คือบริษัท อะไร <b>ก. บริษัท Microchip</b> ข. บริษัท Intel ค. บริษัท Parallax ง. บริษัท Motorola จ. บริษัท Thai easy	0.67	0.7	0.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ตารางที่ ค. 1 (ต่อ)

ข้อคำถาม	ดัชนีความ สอดคล้อง (IOC)	ความยาก ง่าย (P)	ค่าอำนาจ จำแนก (r)
10. Operating Frequency ของ Microcontroller เบอร์ PIC 18f8722 มีขนาดกี่ MHz ก. 10 MHz ข. 20 MHz ค. 30 MHz <b>ง. 40 MHz</b> จ. 50 MHz	1.00	0.5	0.4
11. การต่อ LED แบบ Common Cathode จะมีวิธีการต่ออย่างไร <b>ก. นำขา K ของ LED จ่ายไฟ - 5 VDC</b> ข. นำขา K ของ LED จ่ายไฟ + 5 VDC ค. นำขา A ของ LED จ่ายไฟ + 5 VDC ง. นำขา A ของ LED จ่ายไฟ - 5 VDC จ. นำขา A ของ LED ต่อเข้ากับ K ของ LED	1.00	0.7	0.4
12. การต่อ LED แบบ Common Anode จะมีวิธีการต่ออย่างไร ก. นำขา K ของ LED จ่ายไฟ - 5 VDC ข. นำขา K ของ LED จ่ายไฟ + 5 VDC <b>ค. นำขา A ของ LED จ่ายไฟ + 5 VDC</b> ง. นำขา A ของ LED จ่ายไฟ - 5 VDC จ. นำขา K ของ LED ต่อเข้ากับ A ของ LED	0.67	0.45	0.3

## ตารางที่ ค. 1 (ต่อ)

ข้อคำถาม	ดัชนีความ สอดคล้อง (IOC)	ความยาก ง่าย (P)	ค่าอำนาจ จำแนก (r)
13. ถ้าเชื่อมต่อวงจร LED แบบ Common Anode ต้องใช้คำสั่งอะไร LED จึงจะติดสว่าง ก. Output_low(PIN) ข. Output_hgih(PIN) ค. Input(PIN==0) ง. low(PIN) จ. high(PIN)	1.00	0.7	0.2
14. ถ้าเชื่อมต่อวงจร LED แบบ Common Cathode ต้องใช้คำสั่งอะไร LED จึงจะติดสว่าง ก. Output_low(PIN) ข. Output_hgih(PIN) ค. low(PIN) ง. high(PIN) จ. Input(PIN==1)	0.67	0.75	0.2
15. การทำงานของโปรแกรมจะทำงานอยู่ในฟังก์ชันใด ก. For ข. While (1) ค. While (true) ง. #include จ. Void Main ()	1.00	0.6	0.4

## ตารางที่ ค. 1 (ต่อ)

ข้อคำถาม	ดัชนีความ สอดคล้อง (IOC)	ความยาก ง่าย (P)	ค่าอำนาจ จำแนก (r)
16. การสั่งงานแบบเลขฐานสิบหกสามารถใช้คำสั่งอย่างไร ก. Output_ชื่อพอร์ต(ข้อมูลขนาด 16 บิต) ข. Output_ชื่อพอร์ต(0B ข้อมูลขนาด 8 บิต) ค. Output_ชื่อพอร์ต(0A ข้อมูลขนาด 4 บิต) ง. Output_ชื่อพอร์ต(ข้อมูลขนาด 2 บิต) <b>จ. Output_ชื่อพอร์ต(0X ข้อมูลขนาด 8 บิต)</b>	0.67	0.4	0.3
17. การสั่งงานแบบเลขฐานสองสามารถใช้คำสั่งอย่างไร ก. Output_ชื่อพอร์ต(0x ข้อมูลขนาด 8 บิต) ข. Output_ชื่อพอร์ต(ข้อมูลขนาด 2 บิต) ค. Output_ชื่อพอร์ต(0A ข้อมูลขนาด 4 บิต) <b>ง. Output_ชื่อพอร์ต(0B ข้อมูลขนาด 8 บิต)</b> จ. Output_ชื่อพอร์ต(ข้อมูลขนาด 16 บิต)	1.00	0.6	0.5
18. ถ้าต้องการรับค่าของสัญญาณจากภายนอกเข้ามา ประมวลผลต้องใช้คำสั่งใด ก. Void Main () ข. While (1) <b>ค. IF(input( ))</b> ง. #include จ. For	1.00	0.5	0.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค. 1 (ต่อ)

ข้อคำถาม	ดัชนีความ สอดคล้อง (IOC)	ความยาก ง่าย (P)	ค่าอำนาจ จำแนก (r)
<p>19. การต่อไฟ + 5 VDC ผ่านตัวต้านทานขนาด 10 K<math>\Omega</math> เข้าที่ขาขาของไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อส่งข้อมูลลอจิก “1” ให้กับ ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นลักษณะการต่อสวิตช์แบบใด</p> <p>ก. แบบ Common Anode</p> <p>ข. แบบ Active Low</p> <p>ค. แบบ Common Cathode</p> <p>ง. แบบ Active High</p> <p>จ. แบบ Output</p>	0.67	0.35	0.2
<p>20. การต่อไฟ - 5 VDC ผ่านตัวต้านทานขนาด 10 K<math>\Omega</math> เข้าที่ขาของไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อส่งข้อมูลลอจิก “0” ให้กับ ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นลักษณะการต่อสวิตช์แบบใด</p> <p>ก. แบบ Common Anode</p> <p>ข. แบบ Active Low</p> <p>ค. แบบ Common Cathode</p> <p>ง. แบบ Active High</p> <p>จ. แบบ Output_Low()</p>	1.00	0.5	0.7

## ตารางที่ ค. 1 (ต่อ)

ข้อคำถาม	ดัชนีความ สอดคล้อง (IOC)	ความยาก ง่าย (P)	ค่าอำนาจ จำแนก (r)
<p>21. โหมด setup_ccp1(CCP_PWM) คือ การกำหนดค่าอะไร</p> <p>ก. กำหนดให้โมดูล CCP1 ทำงานในโหมดสร้างสัญญาณ PWM</p> <p>ข. กำหนดให้ ตัวแปร CCP_PWM เก็บค่าของสัญญาณ PWM</p> <p>ค. กำหนดให้โมดูล ตัวแปร CCP1 เก็บค่าของสัญญาณ PWM</p> <p>ง. กำหนดให้ ตัวแปร CCP1 มีค่าเท่ากับตัวแปร PWM</p> <p>จ. กำหนดให้ ตัวแปร CCP1 มีค่ามากกว่าตัวแปร PWM</p>	1.00	0.45	0.2
<p>22. ข้อใดคือความหมายของ Pulse Width Modulation</p> <p>ก. การปรับความกว้างของพัลส์โดยการนำเอาสองสัญญาณมาเปรียบเทียบกัน</p> <p>ข. การนำสัญญาณมากกว่าสองสัญญาณมาผสมกันและนำสัญญาณที่ได้นำไปใช้งาน</p> <p>ค. การนำสัญญาณมาปรับลดขนาดและนำไปใช้งาน</p> <p>ง. การนำสัญญาณมาปรับเพิ่มขนาดและนำไปใช้งาน</p> <p>จ. การนำสัญญาณมาเปลี่ยนรูปทรงและนำไปใช้งาน</p>	0.67	0.4	0.5

## ตารางที่ ค. 1 (ต่อ)

ข้อคำถาม	ดัชนีความ สอดคล้อง (IOC)	ความยาก ง่าย (P)	ค่าอำนาจ จำแนก (r)
23. Duty Cycle เป็นค่าคาบเวลาช่วง ON ของไซเคิลมีค่าคิด เป็นกึ่งเปอร์เซ็นต์  ก. 0 % - 20 % ข. 0 % - 40 % ค. 0 % - 50 % ง. 0 % - 750 % <b>จ. 0 % - 100 %</b>	1.00	0.45	0.4
24. การประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุม มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง 1 ตัว ต้องใช้บิตของไมโครคอน โทรลเลอร์จำนวนกี่บิต  ก. 1 บิต ใช้ในการควบคุมการ “NO” และ “OFF” มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ข. 2 บิต ใช้ในการควบคุมทิศทางของมอเตอร์ไฟฟ้า กระแสตรง (ทิศทางซ้ายและทิศทางขวา) <b>ค. 3 บิต ใช้ในการควบคุมทิศทางของมอเตอร์ไฟฟ้า กระแสตรง (ทิศทางซ้ายและทิศทางขวาและ ควบคุม ความเร็วของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง)</b> ง. 4 บิต ใช้ในการควบคุมทิศทางของมอเตอร์ไฟฟ้ากระ แสตรง (ทิศทางซ้ายและทิศทางขวา) จ. 5 บิต ใช้ในการควบคุมทิศทางของมอเตอร์ไฟฟ้ากระ แสตรง (ทิศทางซ้ายและทิศทางขวาและ ควบคุมความเร็ว ของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง)	1.00	0.4	0.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ตารางที่ ค. 1 (ต่อ)

ข้อคำถาม	ดัชนีความ สอดคล้อง (IOC)	ความยาก ง่าย (P)	ค่าอำนาจ จำแนก (r)
25. การกำหนดค่าตัวแปร MAX_SPEED ต้องกำหนดเท่าไร สูงสุดเท่าไร ก. 50 ข. 100 ค. 150 ง. 200 <b>จ. 255</b>	0.67	0.65	0.4
26. คำสั่ง setup_ccp2(CCP_OFF); ทำหน้าที่อะไร ก. กำหนดให้ ตัวแปร setup_ccp2 เก็บค่าของสัญญาณ PWM <b>ข. กำหนดให้โมดูล CCP2 หยุดการทำงาน</b> ค. กำหนดให้โมดูล ตัวแปร CCP1 เก็บค่าของสัญญาณ PWM ง. กำหนดให้ ตัวแปร CCP1 มีค่าเท่ากับตัวแปร PWM จ. กำหนดให้โมดูล CCP2 เริ่มต้นการทำงาน	1.00	0.5	0.4

## ตารางที่ ค. 1 (ต่อ)

ข้อคำถาม	ดัชนีความ สอดคล้อง (IOC)	ความยาก ง่าย (P)	ค่าอำนาจ จำแนก (r)
27. ตำแหน่งขาของโมดูล CCP1 และ CCP2 ของ ไมโครคอนโทรลเลอร์อยู่ที่ตำแหน่งพอร์ตและตำแหน่ง บิตใด ก. พอร์ต A ตำแหน่ง บิต A0 และ A1 ข. พอร์ต B ตำแหน่ง บิต B1 และ B2 ค. พอร์ต C ตำแหน่ง บิต C1 และ C2 ง. พอร์ต E ตำแหน่ง บิต E4 และ E5 จ. พอร์ต F ตำแหน่ง บิต F5 และ F6	1.00	0.65	0.4
28. จงคำนวณค่าของ Duty Cycle ที่ 70 % กำหนดความถี่ 40 MHz ว่าได้ความถี่เท่าไร ก. 49 Hz ข. 35.61 KHz ค. 60.2 KHz ง. 79.45 KHz จ. 100 MHz	1.00	0.55	0.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ตารางที่ ค. 1 (ต่อ)

ข้อคำถาม	ดัชนีความ สอดคล้อง (IOC)	ความยาก ง่าย (P)	ค่าอำนาจ จำแนก (r)
<p>29. Output_low(MLD1); Output_low(MRD1); start_ccp (70,70); จากโปรแกรมหุ่นยนต์จะเคลื่อนที่อย่างไร</p> <p>ก. เคลื่อนที่ถอยหลังด้วยความเร็ว Duty Cycle เท่ากับ 70 %</p> <p>ข. เคลื่อนที่เลี้ยวซ้ายด้วยความเร็ว Duty Cycle เท่ากับ 70 %</p> <p>ค. เคลื่อนที่เลี้ยวขวาด้วยความเร็ว Duty Cycle เท่ากับ 70 %</p> <p>ง. เคลื่อนที่เดินหน้าความเร็ว Duty Cycle เท่ากับ 70 %</p> <p>จ. หยุดการเคลื่อนที่ด้วยความเร็วสุดท้าย Duty Cycle เท่ากับ 70 %</p>	1.00	0.65	0.4
<p>30. ถ้าต้องการให้หุ่นยนต์หยุดการทำงานต้องเขียนโปรแกรมด้วยฟังก์ชันอย่างไร</p> <p>ก. output_low(MLD2);</p> <p>ข. setup_ccp(FALSE);</p> <p>ค. setup_wdt(WDT_OFF);</p> <p>ง. stop_ccp();</p> <p>จ. #define MSEC_10</p>	1.00	0.65	0.3

## ตารางที่ ค. 1 (ต่อ)

ข้อคำถาม	ดัชนีความ สอดคล้อง (IOC)	ความยาก ง่าย (P)	ค่าอำนาจ จำแนก (r)
31. การต่อใช้งาน Bluetooth สามารถต่อใช้งานที่ตำแหน่ง ขาใดของไมโครคอนโทรเลอร์  <b>ก. R.C6 และ R.C6</b>  ข. R.J0 และ R.J1  ค. R.C0 และ R.C1  ง. R.A6 และ R.A7  จ. R.B6 และ R.B7	0.67	0.5	0.3
32. ความไวในการทำงานของ Bluetooth มีค่าเท่าไร  <b>ก. -80dBm</b>  ข. -70dBm  ค. -60dBm  ง. -50dBm  จ. -40dBm	1.00	0.75	0.3
33. การเชื่อมต่อ Bluetooth ผ่านทางคลื่นสัญญาณวิทยุของ อุปกรณ์ลูทอร์ที่จะมีลักษณะแบบใด  <b>ก. การต่อใช้โปรไฟล์ของ ยูเอสบี (USB to Serial port )</b>  <b>ข. การต่อใช้โปรไฟล์ของพอร์ตอนุกรม (Serial port profile : SPP)</b>  ค. การต่อใช้แบบ LAN Network  ง. การต่อใช้แบบ MAN Network  จ. การต่อใช้แบบ USB to UBS	1.00	0.6	0.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ตารางที่ ค. 1 (ต่อ)

ข้อคำถาม	ดัชนีความ สอดคล้อง (IOC)	ความยาก ง่าย (P)	ค่าอำนาจ จำแนก (r)
<p>34. การส่งข้อมูลจาก Bluetooth ไปของไมโครคอนโทรลเลอร์ ต้องเชื่อมต่อที่ขาใด</p> <p>ก. ด้านส่ง Bluetooth ตำแหน่ง RXD ด้านรับ ไมโครคอนโทรลเลอร์ ตำแหน่ง TXD</p> <p>ข. ด้านส่ง Bluetooth ตำแหน่ง TXD ด้านรับ ไมโครคอนโทรลเลอร์ ตำแหน่ง RXD</p> <p>ค. ด้านส่ง Bluetooth ตำแหน่ง TXD ด้านรับ ไมโครคอนโทรลเลอร์ ตำแหน่ง TXD</p> <p>ง. ด้านส่ง Bluetooth ตำแหน่ง RXD ด้านรับ ไมโครคอนโทรลเลอร์ ตำแหน่ง RXD</p> <p>จ. ด้านส่ง Bluetooth ตำแหน่ง R.B6 ด้านรับ ไมโครคอนโทรลเลอร์ ตำแหน่ง R.B7</p>	0.67	0.8	0.4
<p>35. มาตรฐานของ Bluetooth ที่ใช้งานคือมาตรฐานใด</p> <p>ก. Bluetooth 1.0</p> <p>ข. Bluetooth 1.2z</p> <p>ค. Bluetooth 2.0</p> <p>ง. EDR (Enhanced Data Rate)</p> <p>จ. V2.0 + EDR (Enhanced Data Rate)</p>	1.00	0.55	0.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ตารางที่ ค. 1 (ต่อ)

ข้อคำถาม	ดัชนีความ สอดคล้อง (IOC)	ความยาก ง่าย (P)	ค่าอำนาจ จำแนก (r)
36. บลูทูธใช้งานในย่านความถี่สัญญาณคือวิทยุที่ความถี่เท่าไร ก. ช่วงความถี่ที่ 24 Hz ข. ช่วงความถี่ที่ 2.4 Hz ค. ช่วงความถี่ที่ 2.4 KHz ง. ช่วงความถี่ที่ 2.4 MHz จ. ช่วงความถี่ที่ 2.4 GHz	1.00	0.6	0.2
37. ถ้าต้องการรับค่าของข้อมูลที่เป็นแบบอักขระเข้ามาประมวลผลในไมโครคอนโทรลเลอร์ต่อใช้ฟังก์ชันใดในการเขียนรับค่าข้อมูล ก. fprintf(); ข. lcd_putc(); ค. lcd_init(); ง. fgetc(); จ. lcd_blink();	1.00	0.5	0.2
38. การกำหนดตัวแบบ data_in เพื่อเก็บข้อมูลเป็นแบบอักขระต้องเลือกชนิดของตัวแบบประเภทใด ก. int ข. int 16 ค. char ง. float จ. long	1.00	0.65	0.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ตารางที่ ค. 1 (ต่อ)

ข้อคำถาม	ดัชนีความ สอดคล้อง (IOC)	ความยาก ง่าย (P)	ค่าอำนาจ จำแนก (r)
<p>39. การตั้งค่ารหัสประจำตัวสำหรับ Bluetooth ในการจับคู่ใช้งานสามารถตั้งค่าได้จำนวนเท่าไร</p> <p>ก. สามารถตั้งค่าได้ 1 หลักตั้ง แต่ 0 - 9</p> <p>ข. สามารถตั้งค่าได้ 2 หลักตั้ง แต่ 00 - 99</p> <p>ค. สามารถตั้งค่าได้ 3 หลักตั้ง แต่ 000 - 999</p> <p>ง. สามารถตั้งค่าได้ 4 หลักตั้ง แต่ 0000 - 9999</p> <p>จ. สามารถตั้งค่าได้ 5 หลักตั้ง แต่ 00000 - 99999</p>	1.00	0.45	0.2
<p>40. ถ้าต้องการต่อใช้งานอุปกรณ์ Bluetooth จะต้องจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงขนาดแรงดันกี่โวลต์</p> <p>ก. ขนาดแรงดันตั้งแต่ 0 V ถึง +2.5 V</p> <p>ข. ขนาดแรงดันตั้งแต่ +2.5 V ถึง +3.5 V</p> <p>ค. ขนาดแรงดันตั้งแต่ +3.3 V ถึง +5.5 V</p> <p>ง. ขนาดแรงดันตั้งแต่ -2.5 V ถึง -3.5 V</p> <p>จ. ขนาดแรงดันตั้งแต่ -3.3 V ถึง -5.5 V</p>	1.00	0.55	0.2
<p>41. การควบคุมการทำงานของไซเวอร์มอเตอร์จะต้องสร้างสัญญาณพัลส์ที่มีขนาดเท่าไร</p> <p>ก. 1 ms - 10 ms</p> <p>ข. 1 ms - 15 ms</p> <p>ค. 1 ms - 20 ms</p> <p>ง. 1 ms - 25 ms</p> <p>จ. 1 ms - 30 ms</p>	0.67	0.65	0.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ตารางที่ ค. 1 (ต่อ)

ข้อคำถาม	ดัชนีความ สอดคล้อง (IOC)	ความยาก ง่าย (P)	ค่าอำนาจ จำแนก (r)
42. บิตของไมโครคอนโทรเลอร์ที่ใช้ในการควบคุมเซอร์โวมอเตอร์คือบิตใด ก. PIN_J2 ข. PIN_J3 ค. PIN_J4 ง. PIN_J5 จ. PIN_J6	1.00	0.4	0.2
43. บิต PIN_A0 ที่กำหนดในโปรแกรมประกาศชื่อตัวแปรว่าอะไร ก. PWM_1 ข. PWM_2 ค. MD2_1 ง. senser_check_object จ. senser_check_object2	1.00	0.65	0.5
44. การทำงานของโปรแกรมจะทำงานอยู่ในฟังก์ชันใด ก. Void Main() ข. While (1) ค. While (true) ง. #include จ. #fuses	1.00	0.55	0.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค. 1 ผลการวิเคราะห์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ต่อ)

ข้อคำถาม	ดัชนีความ สอดคล้อง (IOC)	ความยาก ง่าย (P)	ค่าอำนาจ จำแนก (r)
45. for (i=1;i<100;i++) โปรแกรมจะทำงานกี่รอบ ก. 1 รอบ ข. 99 รอบ ค. 100 รอบ ง. 101 รอบ จ. 1000 รอบ	1.00	0.6	0.6
46. การกำหนดตัวแปรชนิด char ชื่อ data_in โปรแกรมจะทำงานอย่างไร ก. โปรแกรมจะรับค่าตัวแปรแบบอักขระเข้ามาเป็นไว้ในตัวแปรที่ชื่อว่า data_in ข. โปรแกรมจะรับค่าตัวแปรอักขระแบบไม่คิดเครื่องหมายเข้ามาเป็นไว้ในตัวแปรที่ชื่อว่า data_in ค. โปรแกรมจะรับค่าตัวแปรแบบเลขจำนวนเต็มเข้ามาเป็นไว้ในตัวแปรที่ชื่อว่า data_in ง. โปรแกรมจะรับค่าตัวแปรเลขจำนวนเต็มแบบไม่คิดเครื่องหมายเข้ามาเป็นไว้ในตัวแปรที่ชื่อว่า data_in จ. โปรแกรมจะรับค่าตัวแปรแบบเลขทศนิยมเข้ามาเป็นไว้ในตัวแปรที่ชื่อว่า data_in	1.00	0.65	0.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ตารางที่ ค. 1 (ต่อ)

ข้อคำถาม	ดัชนีความ สอดคล้อง (IOC)	ความยาก ง่าย (P)	ค่าอำนาจ จำแนก (r)
47. ให้นักศึกษานำคำสั่งเติมในช่องว่าง enable_interrupts(_____); ก. FALSE ข. PSP_DISABLED ค. true ง. data_in จ. global	0.67	0.4	0.2
48. ข้อใดคือคำสั่งในการเปิดใช้งานสัญญาณ PWM ช่องที่ 1 ของไมโครคอนโทรลเลอร์ ก. open(CCP1_PWM); ข. open(CCP_PWM1); ค. setup(CCP_PWM1); จ. setup_ccp1(CCP_PWM); จ. setup_ccp(CCP1_PWM);	0.67	0.6	0.3
49. ตัวแปรที่ใช้ในการกำหนดการวนลูป for ชื่อตัวแปรอะไร ก. ตัวแปรชื่อ a ข. ตัวแปรชื่อ i ค. ตัวแปรชื่อ c ง. ตัวแปรชื่อ x จ. ตัวแปรชื่อ y	1.00	0.75	0.2

## ตารางที่ ค. 1 (ต่อ)

ข้อคำถาม	ดัชนีความ สอดคล้อง (IOC)	ความยาก ง่าย (P)	ค่าอำนาจ จำแนก (r)
50. ขนาดของข้อมูลที่ถูกส่งผ่านอุปกรณ์ Bluetooth มีขนาด ของข้อมูลกี่บิต ก. ข้อมูลมีขนาด 4 บิต <b>ข. ข้อมูลมีขนาด 8 บิต</b> ค. ข้อมูลมีขนาด 16 บิต ง. ข้อมูลมีขนาด 32 บิต จ. ข้อมูลมีขนาด 64 บิต	1.00	0.55	0.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน**  
**ใบงานการทดลองที่ 1 หลักการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น**  
**(PIC 18F8722)**

ชื่อ.....เลขที่.....

นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขางานอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคมินบุรี  
**คำชี้แจง** ให้ใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องคะแนนที่ตรงกับการสังเกตของท่าน โดยเปรียบเทียบเกณฑ์ที่กำหนด

คุณลักษณะที่ต้องการวัด	คะแนน		
	2	1	0
1.การเตรียมวัสดุและอุปกรณ์			
2.ปฏิบัติงานถูกต้องตามขั้นตอน			
3.ระบุปีของไมโครคอนโทรลเลอร์ได้ถูกต้อง			
4.อธิบายต่อวงจรภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์ได้ถูกต้อง			
5.เชื่อมต่อสายไฟและวงจรได้ถูกต้อง			
6.เลือกใช้อุปกรณ์ได้อย่างเหมาะสม			
7.เวลาที่ใช้ปฏิบัติการทดลอง			
8.สรุปผลการทดลองได้ถูกต้อง			
9.แบบฝึกหัดท้ายการทดลองถูกต้อง			
10.ความเรียบร้อยหลังการปฏิบัติงาน			
<b>รวมคะแนนการประเมิน</b>			

เกณฑ์การให้คะแนน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ภาคปฏิบัติ)

การปฏิบัติงานใบงานการทดลองที่ 1

1. การเตรียมวัสดุและอุปกรณ์ถูกต้อง
  - 2 คะแนน เมื่อ การเตรียมวัสดุและอุปกรณ์ถูกต้อง
  - 1 คะแนน เมื่อ การเตรียมวัสดุและอุปกรณ์ผิด 1 ครั้ง
  - 0 คะแนน เมื่อ การเตรียมวัสดุและอุปกรณ์ผิดเกิน 2 ครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2. ปฏิบัติงานถูกต้องตามขั้นตอน

- 2 คะแนน เมื่อ ปฏิบัติงานถูกต้องตามขั้นตอน
- 1 คะแนน เมื่อ ปฏิบัติงานตามขั้นตอนผิด 2 ครั้ง
- 0 คะแนน เมื่อ ปฏิบัติงานไม่ได้เลย

## 3. ระบุขีดของไมโครคอนโทรลเลอร์ได้ถูกต้อง

- 2 คะแนน เมื่อ ระบุขีดของไมโครคอนโทรลเลอร์ได้ถูกต้อง
- 1 คะแนน เมื่อ ระบุขีดของไมโครคอนโทรลเลอร์ไม่ถูกต้อง
- 0 คะแนน เมื่อ ไม่สามารถระบุขีดของไมโครคอนโทรลเลอร์

## 4. อธิบายต่อวงจรภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์ได้ถูกต้อง

- 2 คะแนน เมื่อ อธิบายต่อวงจรภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์ได้ถูกต้อง
- 1 คะแนน เมื่อ อธิบายต่อวงจรภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์ไม่ถูกต้อง
- 0 คะแนน เมื่อ ไม่สามารถอธิบายต่อวงจรภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์ได้

## 5. เชื่อมต่อสายไฟและวงจรได้ถูกต้อง

- 2 คะแนน เมื่อ เชื่อมต่อสายไฟและวงจรได้ถูกต้อง
- 1 คะแนน เมื่อ เชื่อมต่อสายไฟและวงจรไม่ถูกต้อง
- 0 คะแนน เมื่อ เชื่อมต่อสายไฟและวงจร ไม่ได้

## 6. เลือกใช้อุปกรณ์ได้อย่างเหมาะสม

- 2 คะแนน เมื่อ เลือกใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้องตามใบงาน
- 1 คะแนน เมื่อ เลือกใช้อุปกรณ์ไม่เหมาะสม
- 0 คะแนน เมื่อ เลือกใช้อุปกรณ์ไม่ถูกต้อง

## 7. เวลาที่ใช้ปฏิบัติการทดลอง

- 2 คะแนน เมื่อ งานเสร็จก่อนเวลาที่กำหนด หรือภายในเวลาที่กำหนด
- 1 คะแนน เมื่อ งานเสร็จหลังเวลาที่กำหนดเกิน 5 -10 นาที
- 0 คะแนน เมื่อ งานเสร็จหลังเวลาที่กำหนดเกิน 10 นาที

## 8. สรุปผลการทดลองได้ถูกต้อง

- 2 คะแนน เมื่อ สรุปผลการทดลองได้ถูกต้อง ครบถ้วนทุกหัวข้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1 คะแนน เมื่อ สรุปผลการทดลองได้ใกล้เคียง

0 คะแนน เมื่อ สรุปผลการทดลองไม่ได้

9.แบบฝึกหัดท้ายการทดลองถูกต้อง

2 คะแนน เมื่อ แบบฝึกหัดท้ายการทดลองถูกต้อง ครบถ้วนทุกข้อ

1 คะแนน เมื่อ แบบฝึกหัดท้ายการทดลองถูกต้อง 1-2 ข้อ

0 คะแนน เมื่อ แบบฝึกหัดท้ายการทดลองไม่ถูกต้อง

10.ความเรียบร้อยหลังการปฏิบัติงาน

2 คะแนน เมื่อ เก็บอุปกรณ์และทำความสะอาดได้ถูกต้องเป็นระเบียบ

1 คะแนน เมื่อ เก็บอุปกรณ์และทำความสะอาดไม่เรียบร้อย

0 คะแนน เมื่อ ไม่ปฏิบัติงานใดๆ เลย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน**  
**ใบงานการทดลองที่ 2 การเขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุม**  
**พอร์ตอินพุต/เอาต์พุต ของหุ่นยนต์เบื้องต้น**

ชื่อ.....เลขที่.....

นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขางานอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคมินบุรี  
**คำชี้แจง** ให้ใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องคะแนนที่ตรงกับการสังเกตของท่าน โดยเปรียบเทียบเกณฑ์ที่กำหนด

คุณลักษณะที่ต้องการวัด	คะแนน		
	2	1	0
1.การเตรียมวัสดุและอุปกรณ์			
2.ปฏิบัติงานถูกต้องตามขั้นตอน			
3.ระบุปีตของไมโครคอนโทรลเลอร์ได้ถูกต้อง			
4.อธิบายต่อวงจรภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์ได้ถูกต้อง			
5.เชื่อมต่อสายไฟและวงจรได้ถูกต้อง			
6.เลือกใช้อุปกรณ์ได้อย่างเหมาะสม			
7.เวลาที่ใช้ปฏิบัติการทดลอง			
8.สรุปผลการทดลองได้ถูกต้อง			
9.แบบฝึกหัดท้ายการทดลองถูกต้อง			
10.ความเรียบร้อยหลังการปฏิบัติงาน			
<b>รวมคะแนนการประเมิน</b>			

เกณฑ์การให้คะแนน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ภาคปฏิบัติ)  
 การปฏิบัติงานใบงานการทดลองที่ 2

1. การเตรียมวัสดุและอุปกรณ์ถูกต้อง
  - 2 คะแนน เมื่อ การเตรียมวัสดุและอุปกรณ์ถูกต้อง
  - 1 คะแนน เมื่อ การเตรียมวัสดุและอุปกรณ์ผิด 1 ครั้ง
  - 0 คะแนน เมื่อ การเตรียมวัสดุและอุปกรณ์ผิดเกิน 2 ครั้ง
2. ปฏิบัติงานถูกต้องตามขั้นตอน
  - 2 คะแนน เมื่อ ปฏิบัติงานถูกต้องตามขั้นตอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 1 คะแนน เมื่อ ปฏิบัติงานตามขั้นตอนผิด 2 ครั้ง  
0 คะแนน เมื่อ ปฏิบัติงานไม่ได้เลย
3. ติดตั้งโปรแกรม CCS คอมไพเลอร์ บนคอมพิวเตอร์ได้ถูกต้อง  
2 คะแนน เมื่อ ติดตั้งโปรแกรม CCS คอมไพเลอร์ บนคอมพิวเตอร์ได้ถูกต้อง  
1 คะแนน เมื่อ ติดตั้งโปรแกรม CCS คอมไพเลอร์ บนคอมพิวเตอร์ไม่ถูกต้อง  
0 คะแนน เมื่อ ติดตั้งโปรแกรม CCS คอมไพเลอร์ บนคอมพิวเตอร์ได้ถูกต้องไม่ได้
4. ติดตั้งโปรแกรม Pickit 2 บนเครื่องคอมพิวเตอร์ได้ถูกต้อง  
2 คะแนน เมื่อ ติดตั้งโปรแกรม Pickit 2 บนเครื่องคอมพิวเตอร์ได้ถูกต้อง  
1 คะแนน เมื่อ ติดตั้งโปรแกรม Pickit 2 บนเครื่องคอมพิวเตอร์ไม่ถูกต้อง  
0 คะแนน เมื่อ ติดตั้งโปรแกรม Pickit 2 บนเครื่องคอมพิวเตอร์ไม่ได้
5. กำหนดค่าต่างๆ ในโปรแกรม Pickit 2 ได้ถูกต้อง  
2 คะแนน เมื่อ กำหนดค่าต่างๆ ในโปรแกรม Pickit 2 ได้ถูกต้อง  
1 คะแนน เมื่อ กำหนดค่าต่างๆ ในโปรแกรม Pickit 2 ไม่ถูกต้อง  
0 คะแนน เมื่อ กำหนดค่าต่างๆ ในโปรแกรม Pickit 2 ไม่ได้
6. เลือกใช้อุปกรณ์ได้อย่างเหมาะสม  
2 คะแนน เมื่อ เลือกใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้องตามใบงาน  
1 คะแนน เมื่อ เลือกใช้อุปกรณ์ไม่เหมาะสม  
0 คะแนน เมื่อ เลือกใช้อุปกรณ์ไม่ถูกต้อง
7. เวลาที่ใช้ปฏิบัติการทดลอง  
2 คะแนน เมื่อ งานเสร็จก่อนเวลาที่กำหนด หรือภายในเวลาที่กำหนด  
1 คะแนน เมื่อ งานเสร็จหลังเวลาที่กำหนดเกิน 5 -10 นาที  
0 คะแนน เมื่อ งานเสร็จหลังเวลาที่กำหนดเกิน 10 นาที
- 8.สรุปผลการทดลองได้ถูกต้อง  
2 คะแนน เมื่อ สรุปผลการทดลองได้ถูกต้อง ครบถ้วนทุกหัวข้อ  
1 คะแนน เมื่อ สรุปผลการทดลองได้ใกล้เคียง  
0 คะแนน เมื่อ สรุปผลการทดลองไม่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 9.แบบฝึกหัดท้ายการทดลองถูกต้อง

2 คะแนน เมื่อ แบบฝึกหัดท้ายการทดลองถูกต้อง ครบถ้วนทุกข้อ

1 คะแนน เมื่อ แบบฝึกหัดท้ายการทดลองถูกต้อง 1-2 ข้อ

0 คะแนน เมื่อ แบบฝึกหัดท้ายการทดลองไม่ถูกต้อง

## 10.ความเรียบร้อยหลังการปฏิบัติงาน

2 คะแนน เมื่อ เก็บอุปกรณ์และทำความสะอาดได้ถูกต้องเป็นระเบียบ

1 คะแนน เมื่อ เก็บอุปกรณ์และทำความสะอาดไม่เรียบร้อย

0 คะแนน เมื่อ ไม่ปฏิบัติงานใดๆ เลย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน**  
**ใบงานการทดลองที่ 3 หลักการเขียนโปรแกรมควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง**  
**ด้วยสัญญาณ PWM**

ชื่อ.....เลขที่.....

นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขางานอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคมินบุรี  
**คำชี้แจง** ให้ใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องคะแนนที่ตรงกับการสังเกตของท่าน โดยเปรียบเทียบเกณฑ์ที่กำหนด

คุณลักษณะที่ต้องการวัด	คะแนน		
	2	1	0
1.การเตรียมวัสดุและอุปกรณ์			
2.ปฏิบัติงานถูกต้องตามขั้นตอน			
3.ระบอบิตของไมโครคอนโทรลเลอร์ได้ถูกต้อง			
4.อธิบายต่อวงจรภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์ได้ถูกต้อง			
5.เชื่อมต่อสายไฟและวงจรได้ถูกต้อง			
6.เลือกใช้อุปกรณ์ได้อย่างเหมาะสม			
7.เวลาที่ใช้ปฏิบัติการทดลอง			
8.สรุปผลการทดลองได้ถูกต้อง			
9.แบบฝึกหัดท้ายการทดลองถูกต้อง			
10.ความเรียบร้อยหลังการปฏิบัติงาน			
<b>รวมคะแนนการประเมิน</b>			

เกณฑ์การให้คะแนน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ภาคปฏิบัติ)

การปฏิบัติงานใบงานการทดลองที่ 3

1. การเตรียมวัสดุและอุปกรณ์ถูกต้อง
  - 2 คะแนน เมื่อ การเตรียมวัสดุและอุปกรณ์ถูกต้อง
  - 1 คะแนน เมื่อ การเตรียมวัสดุและอุปกรณ์ผิด 1 ครั้ง
  - 0 คะแนน เมื่อ การเตรียมวัสดุและอุปกรณ์ผิดเกิน 2 ครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ปฏิบัติงานถูกต้องตามขั้นตอน

2 คะแนน เมื่อ ปฏิบัติงานถูกต้องตามขั้นตอน

1 คะแนน เมื่อ ปฏิบัติงานตามขั้นตอนผิด 2 ครั้ง

0 คะแนน เมื่อ ปฏิบัติงานไม่ได้เลย

3. เขียนโปรแกรมทดสอบการแสดงผลผ่านหลอดแอลอีดีได้ถูกต้อง

2 คะแนน เมื่อ เขียนโปรแกรมทดสอบการแสดงผลผ่านหลอดแอลอีดีได้ถูกต้อง

1 คะแนน เมื่อ เขียนโปรแกรมทดสอบการแสดงผลผ่านหลอดแอลอีดีไม่ถูกต้อง

0 คะแนน เมื่อ เขียนโปรแกรมทดสอบการแสดงผลผ่านหลอดแอลอีดีไม่ได้เลย

4. เขียนโปรแกรมทดสอบรับค่าจากสวิตช์เพื่อควบคุมสัญญาณ PWM แสดงผลผ่านหลอดแอลอีดีได้ถูกต้อง

2 คะแนน เมื่อ เขียนโปรแกรมทดสอบรับค่าจากสวิตช์เพื่อควบคุมสัญญาณ PWM แสดงผลผ่านหลอดแอลอีดีได้ถูกต้องตามใบงาน

1 คะแนน เมื่อ เขียนโปรแกรมทดสอบรับค่าจากสวิตช์เพื่อควบคุมสัญญาณ PWM แสดงผลผ่านหลอดแอลอีดีไม่ถูกต้องตามใบงาน

0 คะแนน เมื่อ เขียนโปรแกรมทดสอบรับค่าจากสวิตช์เพื่อควบคุมสัญญาณ PWM แสดงผลผ่านหลอดแอลอีดีไม่ได้เลย

5. เขียนโปรแกรมควบคุมทิศทาง และความเร็วของมอเตอร์ดีซีด้วยสัญญาณ PWM ได้ถูกต้อง

2 คะแนน เมื่อ เขียนโปรแกรมควบคุมทิศทาง และความเร็วของมอเตอร์ดีซีด้วยสัญญาณ PWM ได้ถูกต้อง

1 คะแนน เมื่อ เขียนโปรแกรมควบคุมทิศทาง และความเร็วของมอเตอร์ดีซีด้วยสัญญาณ PWM ไม่ถูกต้อง

0 คะแนน เมื่อ เขียนโปรแกรมควบคุมทิศทาง และความเร็วของมอเตอร์ดีซีด้วยสัญญาณ PWM ไม่ได้เลย

6. เขียนโปรแกรมรับค่าเซนเซอร์ แสดงผลผ่านหลอดแอลอีดีได้ถูกต้องตามใบงาน

2 คะแนน เมื่อ เขียนโปรแกรมรับค่าเซนเซอร์ แสดงผลผ่านหลอดแอลอีดีได้ถูกต้องตามใบงาน

1 คะแนน เมื่อ เขียนโปรแกรมรับค่าเซนเซอร์ แสดงผลผ่านหลอดแอลอีดีไม่ถูกต้องตามใบงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0 คะแนน เมื่อ เขียนโปรแกรมรับค่าเซนเซอร์ แสดงผลผ่านหลอดแอลอีดีไม่ได้

#### 7.เวลาที่ใช้ปฏิบัติการทดลอง

2 คะแนน เมื่อ งานเสร็จก่อนเวลาที่กำหนด หรือภายในเวลาที่กำหนด

1 คะแนน เมื่อ งานเสร็จหลังเวลาที่กำหนดเกิน 5 -10 นาที

0 คะแนน เมื่อ งานเสร็จหลังเวลาที่กำหนดเกิน 10 นาที

#### 8.สรุปผลการทดลองได้ถูกต้อง

2 คะแนน เมื่อ สรุปผลการทดลองได้ถูกต้อง ครบถ้วนทุกหัวข้อ

1 คะแนน เมื่อ สรุปผลการทดลองได้ใกล้เคียง

0 คะแนน เมื่อ สรุปผลการทดลองไม่ได้เลย

#### 9.แบบฝึกหัดท้ายการทดลองถูกต้อง

2 คะแนน เมื่อ แบบฝึกหัดท้ายการทดลองถูกต้อง ครบถ้วนทุกข้อ

1 คะแนน เมื่อ แบบฝึกหัดท้ายการทดลองถูกต้อง 1-2 ข้อ

0 คะแนน เมื่อ แบบฝึกหัดท้ายการทดลองไม่ถูกต้อง

#### 10.ความเรียบร้อยหลังการปฏิบัติงาน

2 คะแนน เมื่อ เก็บอุปกรณ์และทำความสะอาดได้ถูกต้องเป็นระเบียบ

1 คะแนน เมื่อ เก็บอุปกรณ์และทำความสะอาดไม่เรียบร้อย

0 คะแนน เมื่อ ไม่ปฏิบัติงานใดๆ เลย

**แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน**  
**ใบงานการทดลองที่ 4 การเขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์ติดต่อกับ**  
**ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ (แบบไร้สายผ่านบลูทูธ)**

ชื่อ.....เลขที่.....

นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขางานอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคมีนบุรี  
**คำชี้แจง** ให้ใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องคะแนนที่ตรงกับการสังเกตของท่าน โดยเปรียบเทียบเกณฑ์ที่กำหนด

คุณลักษณะที่ต้องการวัด	คะแนน		
	2	1	0
1.การเตรียมวัสดุและอุปกรณ์			
2.ปฏิบัติงานถูกต้องตามขั้นตอน			
3.ระบอบิตของไมโครคอนโทรลเลอร์ได้ถูกต้อง			
4.อธิบายต่อวงจรภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์ได้ถูกต้อง			
5.เชื่อมต่อสายไฟและวงจรได้ถูกต้อง			
6.เลือกใช้อุปกรณ์ได้อย่างเหมาะสม			
7.เวลาที่ใช้ปฏิบัติการทดลอง			
8.สรุปผลการทดลองได้ถูกต้อง			
9.แบบฝึกหัดท้ายการทดลองถูกต้อง			
10.ความเรียบร้อยหลังการปฏิบัติงาน			
<b>รวมคะแนนการประเมิน</b>			

เกณฑ์การให้คะแนน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ภาคปฏิบัติ)

การปฏิบัติงานใบงานการทดลองที่ 4

1. การเตรียมวัสดุและอุปกรณ์ถูกต้อง
  - 2 คะแนน เมื่อ การเตรียมวัสดุและอุปกรณ์ถูกต้อง
  - 1 คะแนน เมื่อ การเตรียมวัสดุและอุปกรณ์ผิด 1 ครั้ง
  - 0 คะแนน เมื่อ การเตรียมวัสดุและอุปกรณ์ผิดเกิน 2 ครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ปฏิบัติงานถูกต้องตามขั้นตอน

2 คะแนน เมื่อ ปฏิบัติงานถูกต้องตามขั้นตอน

1 คะแนน เมื่อ ปฏิบัติงานตามขั้นตอนผิด 2 ครั้ง

0 คะแนน เมื่อ ปฏิบัติงานไม่ได้เลย

3. เขียนโปรแกรมประมวลผลสัญญาณสื่อสาร แบบไร้สายผ่านบลูทูธระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์ติดต่อกับระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ได้ถูกต้อง

2 คะแนน เมื่อ เขียนโปรแกรมประมวลผลสัญญาณสื่อสาร แบบไร้สายผ่านบลูทูธระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์ติดต่อกับระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ได้ถูกต้อง

1 คะแนน เมื่อ เขียนโปรแกรมประมวลผลสัญญาณสื่อสาร แบบไร้สายผ่านบลูทูธระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์ติดต่อกับระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ไม่ถูกต้อง

0 คะแนน เมื่อ เขียนโปรแกรมประมวลผลสัญญาณสื่อสาร แบบไร้สายผ่านบลูทูธระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์ติดต่อกับระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ไม่ได้

4. เขียนโปรแกรมควบคุมมอเตอร์ แบบไร้สายผ่านบลูทูธ ได้อย่างถูกต้อง

2 คะแนน เมื่อ เขียนโปรแกรมควบคุมมอเตอร์ แบบไร้สายผ่านบลูทูธ ได้อย่างถูกต้อง

1 คะแนน เมื่อ เขียนโปรแกรมควบคุมมอเตอร์ แบบไร้สายผ่านบลูทูธ ไม่ถูกต้อง

0 คะแนน เมื่อ เขียนโปรแกรมควบคุมมอเตอร์ แบบไร้สายผ่านบลูทูธ ไม่ได้

5. เขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ แบบไร้สายผ่านบลูทูธ ควบคุมส่วนต่างๆ ของหุ่นยนต์ ได้อย่างถูกต้อง

2 คะแนน เมื่อ เขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ แบบไร้สายผ่านบลูทูธ ควบคุมส่วนต่างๆของหุ่นยนต์ ได้อย่างถูกต้อง

1 คะแนน เมื่อ เขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ แบบไร้สายผ่านบลูทูธ ควบคุมส่วนต่างๆของหุ่นยนต์ ไม่ถูกต้อง

0 คะแนน เมื่อ เขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ แบบไร้สายผ่านบลูทูธ ควบคุมส่วนต่างๆของหุ่นยนต์ ไม่ได้

6. เลือกใช้อุปกรณ์ได้อย่างเหมาะสม

2 คะแนน เมื่อ เลือกใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้องตามใบงาน

1 คะแนน เมื่อ เลือกใช้อุปกรณ์ไม่เหมาะสม

0 คะแนน เมื่อ เลือกใช้อุปกรณ์ไม่ถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 7. เวลาที่ใช้ปฏิบัติการทดลอง

- 2 คะแนน เมื่อ งานเสร็จก่อนเวลาที่กำหนด หรือภายในเวลาที่กำหนด
- 1 คะแนน เมื่อ งานเสร็จหลังเวลาที่กำหนดเกิน 5 -10 นาที
- 0 คะแนน เมื่อ งานเสร็จหลังเวลาที่กำหนดเกิน 10 นาที

## 8. สรุปผลการทดลองได้ถูกต้อง

- 2 คะแนน เมื่อ สรุปผลการทดลองได้ถูกต้อง ครบถ้วนทุกหัวข้อ
- 1 คะแนน เมื่อ สรุปผลการทดลองได้ใกล้เคียง
- 0 คะแนน เมื่อ สรุปผลการทดลองไม่ได้

## 9. แบบฝึกหัดท้ายการทดลองถูกต้อง

- 2 คะแนน เมื่อ แบบฝึกหัดท้ายการทดลองถูกต้อง ครบถ้วนทุกข้อ
- 1 คะแนน เมื่อ แบบฝึกหัดท้ายการทดลองถูกต้อง 1-2 ข้อ
- 0 คะแนน เมื่อ แบบฝึกหัดท้ายการทดลองไม่ถูกต้อง

## 10. ความเรียบร้อยหลังการปฏิบัติงาน

- 2 คะแนน เมื่อ เก็บอุปกรณ์และทำความสะอาดได้ถูกต้องเป็นระเบียบ
- 1 คะแนน เมื่อ เก็บอุปกรณ์และทำความสะอาดไม่เรียบร้อย
- 0 คะแนน เมื่อ ไม่ปฏิบัติงานใดๆ เลย

**แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน**  
**ใบงานการทดลองที่ 5 การเขียนโปรแกรมประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ติดต่อกับระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์เพื่อคัดเลือกวัตถุทรงกระบอกที่มีสีแตกต่างกันได้**

ชื่อ.....เลขที่.....

นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขางานอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคมินบุรี  
**คำชี้แจง** ให้ใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องคะแนนที่ตรงกับการสังเกตของท่าน โดยเปรียบเทียบเกณฑ์ที่กำหนด

คุณลักษณะที่ต้องการวัด	คะแนน		
	2	1	0
1.การเตรียมวัสดุและอุปกรณ์			
2.ปฏิบัติงานถูกต้องตามขั้นตอน			
3.ระบอบิตของไมโครคอนโทรลเลอร์ได้ถูกต้อง			
4.อธิบายต่อวงจรภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์ได้ถูกต้อง			
5.เชื่อมต่อสายไฟและวงจรได้ถูกต้อง			
6.เลือกใช้อุปกรณ์ได้อย่างเหมาะสม			
7.เวลาที่ใช้ปฏิบัติการทดลอง			
8.สรุปผลการทดลองได้ถูกต้อง			
9.แบบฝึกหัดท้ายการทดลองถูกต้อง			
10.ความเรียบร้อยหลังการปฏิบัติงาน			
<b>รวมคะแนนการประเมิน</b>			

เกณฑ์การให้คะแนน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ภาคปฏิบัติ)

การปฏิบัติงานใบงานการทดลองที่ 5

1. การเตรียมวัสดุและอุปกรณ์ถูกต้อง
  - 2 คะแนน เมื่อ การเตรียมวัสดุและอุปกรณ์ถูกต้อง
  - 1 คะแนน เมื่อ การเตรียมวัสดุและอุปกรณ์ผิด 1 ครั้ง
  - 0 คะแนน เมื่อ การเตรียมวัสดุและอุปกรณ์ผิดเกิน 2 ครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ปฏิบัติงานถูกต้องตามขั้นตอน

2 คะแนน เมื่อ ปฏิบัติงานถูกต้องตามขั้นตอน

1 คะแนน เมื่อ ปฏิบัติงานตามขั้นตอนผิด 2 ครั้ง

0 คะแนน เมื่อ ปฏิบัติงานไม่ได้เลย

3. เขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ เพื่อให้เซนเซอร์ตรวจสอบ สีของวัตถุทรงกระบอกได้ถูกต้อง

2 คะแนน เมื่อ เขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ เพื่อให้เซนเซอร์ตรวจสอบ สีของวัตถุทรงกระบอก ได้ถูกต้อง

1 คะแนน เมื่อ เขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ เพื่อให้เซนเซอร์ตรวจสอบ สีของวัตถุทรงกระบอก ไม่ถูกต้อง

0 คะแนน เมื่อ เขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ เพื่อให้เซนเซอร์ตรวจสอบ สีของวัตถุทรงกระบอก ไม่ได้

4. เขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ เพื่อให้หุ่นยนต์เลือกจับวัตถุทรงกระบอกได้ตามสีที่กำหนดได้อย่างถูกต้อง

2 คะแนน เมื่อ เขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์เพื่อให้หุ่นยนต์เลือกจับวัตถุทรงกระบอกได้ตามสีที่กำหนด ได้อย่างถูกต้อง

1 คะแนน เมื่อ เขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์เพื่อให้หุ่นยนต์เลือกจับวัตถุทรงกระบอกได้ตามสีที่กำหนด ไม่ถูกต้อง

0 คะแนน เมื่อ เขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์เพื่อให้หุ่นยนต์เลือกจับวัตถุทรงกระบอกได้ตามสีที่กำหนด ไม่ได้

5. เขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ เพื่อให้หุ่นยนต์เคลื่อนย้าย วัตถุไปวางไว้ในตำแหน่งต่างๆ ตามที่กำหนด ได้อย่างถูกต้อง

2 คะแนน เมื่อ เขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ เพื่อให้หุ่นยนต์เคลื่อนย้ายวัตถุไปวางไว้ในตำแหน่งต่างๆ ตามที่กำหนด ได้อย่างถูกต้อง

1 คะแนน เมื่อ เขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ เพื่อให้หุ่นยนต์เคลื่อนย้ายวัตถุไปวางไว้ในตำแหน่งต่างๆ ตามที่กำหนด ไม่ถูกต้อง

0 คะแนน เมื่อ เขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ เพื่อให้หุ่นยนต์เคลื่อนย้ายวัตถุไปวางไว้ในตำแหน่งต่างๆ ตามที่กำหนด ไม่ได้

6. เลือกใช้อุปกรณ์ได้อย่างเหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 2 คะแนน เมื่อ เลือกใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้องตามใบงาน
- 1 คะแนน เมื่อ เลือกใช้อุปกรณ์ไม่เหมาะสม
- 0 คะแนน เมื่อ เลือกใช้อุปกรณ์ไม่ถูกต้อง

#### 7.เวลาที่ใช้ปฏิบัติการทดลอง

- 2 คะแนน เมื่อ งานเสร็จก่อนเวลาที่กำหนด หรือภายในเวลาที่กำหนด
- 1 คะแนน เมื่อ งานเสร็จหลังเวลาที่กำหนดเกิน 5 -10 นาที
- 0 คะแนน เมื่อ งานเสร็จหลังเวลาที่กำหนดเกิน 10 นาที

#### 8.สรุปผลการทดลองได้ถูกต้อง

- 2 คะแนน เมื่อ สรุปผลการทดลองได้ถูกต้อง ครบถ้วนทุกหัวข้อ
- 1 คะแนน เมื่อ สรุปผลการทดลองได้ใกล้เคียง
- 0 คะแนน เมื่อ สรุปผลการทดลองไม่ได้

#### 9.แบบฝึกหัดท้ายการทดลองถูกต้อง

- 2 คะแนน เมื่อ แบบฝึกหัดท้ายการทดลองถูกต้อง ครบถ้วนทุกข้อ
- 1 คะแนน เมื่อ แบบฝึกหัดท้ายการทดลองถูกต้อง 1-2 ข้อ
- 0 คะแนน เมื่อ แบบฝึกหัดท้ายการทดลองไม่ถูกต้อง

#### 10.ความเรียบร้อยหลังการปฏิบัติงาน

- 2 คะแนน เมื่อ เก็บอุปกรณ์และทำความสะอาดได้ถูกต้องเป็นระเบียบ
- 1 คะแนน เมื่อ เก็บอุปกรณ์และทำความสะอาดไม่เรียบร้อย
- 0 คะแนน เมื่อ ไม่ปฏิบัติงานใดๆ เลย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

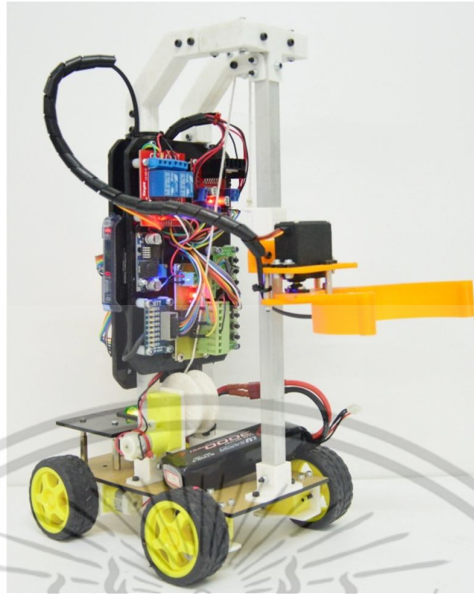
ตารางที่ จ.1 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ตามหลักสูตร  
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

คน ที่	ใบงานที่ 1		ใบงานที่ 2		ใบงานที่ 3		ใบงานที่ 4		ใบงานที่ 5		E <sub>1</sub>			E <sub>2</sub>		
	คะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (10 คะแนน)	คะแนนการปฏิบัติงาน (50 คะแนน)	คะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (10 คะแนน)	คะแนนการปฏิบัติงาน (50 คะแนน)	คะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (10 คะแนน)	คะแนนการปฏิบัติงาน (50 คะแนน)	คะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (10 คะแนน)	คะแนนการปฏิบัติงาน (50 คะแนน)	คะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (10 คะแนน)	คะแนนการปฏิบัติงาน (50 คะแนน)	คะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ร้อยละ 40)	คะแนนการปฏิบัติงาน (ร้อยละ 60)	คะแนนรวม 100 %	คะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ร้อยละ 40)	คะแนนการปฏิบัติงาน (ร้อยละ 60)	คะแนนรวม 100 %
1	8	42	7	42	10	45	9	45	8	48	34	52.2	86.2	32	57.6	89.6
2	7	38	6	40	8	44	8	48	7	46	29	51	80	28	55.2	83.2
3	10	43	8	41	6	46	8	46	10	46	32	52.8	84.8	40	55.2	95.2
4	6	40	9	44	9	46	8	42	6	46	32	51.6	83.6	24	55.2	79.2
5	6	42	8	42	8	42	8	42	6	45	30	50.4	80.4	24	54	78
6	7	40	8	40	10	38	9	44	7	46	34	48.6	82.6	28	55.2	83.2
7	7	41	8	44	8	42	7	40	7	44	30	50.1	80.1	28	52.8	80.8
8	9	45	8	46	8	46	6	44	9	42	31	54.3	85.3	36	50.4	86.4
9	10	39	9	48	9	44	6	46	10	48	34	53.1	87.1	40	57.6	97.6
10	9	47	7	48	6	41	7	46	9	46	29	54.6	83.6	36	55.2	91.2
11	9	48	8	46	7	46	9	42	9	42	33	54.6	87.6	36	50.4	86.4
12	9	46	7	40	7	45	9	40	9	48	32	51.3	83.3	36	57.6	93.6
13	6	45	8	45	9	40	6	48	6	44	29	53.4	82.4	24	52.8	76.8
14	8	41	10	46	7	48	8	46	8	44	33	54.3	87.3	32	52.8	84.8
15	10	46	9	40	6	46	10	41	10	48	35	51.9	86.9	40	57.6	97.6
16	9	42	7	44	10	44	9	45	9	42	35	52.5	87.5	36	50.4	86.4
17	9	42	9	46	6	40	9	39	9	42	33	50.1	83.1	36	50.4	86.4
18	8	44	10	45	8	42	9	47	8	46	35	53.4	88.4	32	55.2	87.2
19	8	47	8	47	7	48	7	12	8	46	30	46.2	76.2	32	55.2	87.2
20	9	46	9	45	7	45	8	12	10	45	33	44.4	77.4	40	54	94
21	9	35	9	41	9	14	7	13	6	46	34	30.9	64.9	24	55.2	79.2
22	7	13	9	45	7	12	7	12	8	42	30	24.6	54.6	32	50.4	82.4
23	8	41	9	39	6	14	9	42	6	48	32	40.8	72.8	24	57.6	81.6
24	7	46	10	41	10	12	10	44	9	45	37	42.9	79.9	36	54	90
25	9	42	9	40	7	42	7	41	7	46	32	49.5	81.5	28	55.2	83.2
คะแนน											808	1220	2028	804	1357	2161
											E <sub>1</sub>		81.10	E <sub>2</sub>		86.45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

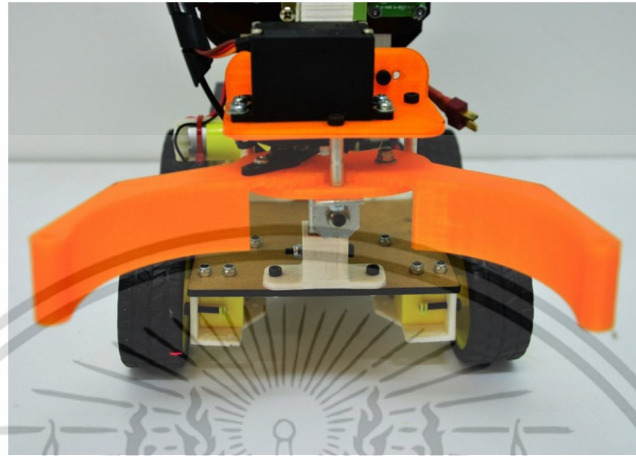


ภาพที่ ฉ. 1 ชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์  
ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556  
สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา



ภาพที่ ฉ. 2 ชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์และระบบ  
ควบคุมด้วยระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ตามหลักสูตร ประกาศนียบัตร  
วิชาชีพ พุทธศักราช 2556 สำนักงานคณะกรรมการการ  
อาชีวศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

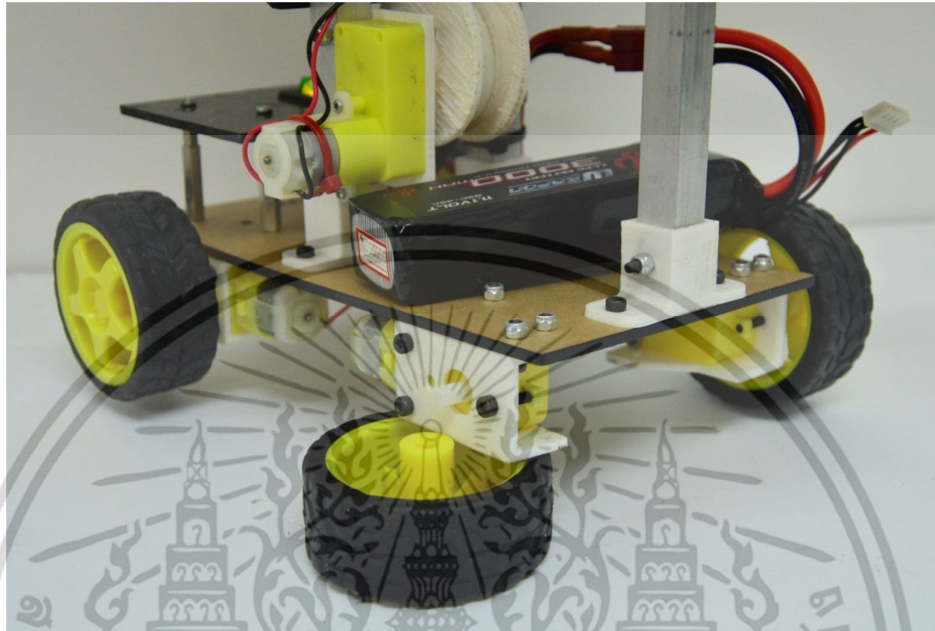


ภาพที่ ฉ. 3 ชุดมือจับวัสดุชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์



ภาพที่ ฉ. 4 รูปแบบของล้อชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

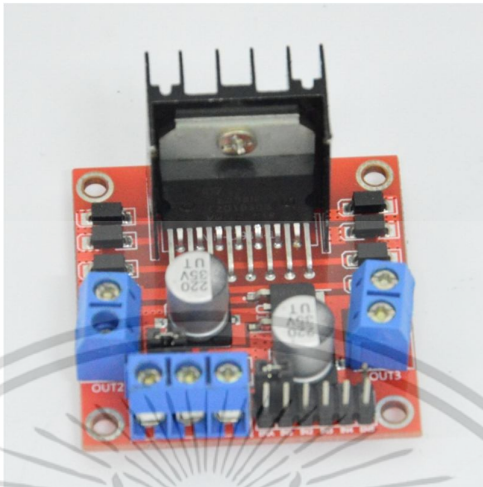


ภาพที่ ฉ. 5 ชุดมอเตอร์ขับเคลื่อนและล้อของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อความคุ้ม  
หุ่นยนต์



ภาพที่ ฉ. 6 สายไฟใช้เชื่อมต่อทดลองวงจรตามใบงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ฉ. 7 บอร์ดควบคุมความเร็วและทิศทางของมอเตอร์ขับเคลื่อน

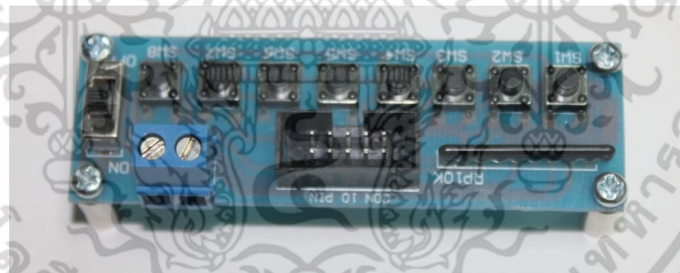


ภาพที่ ฉ. 8 บอร์ดควบคุมทิศทางมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ฉ. 9 บอร์ดวงจรปรับระดับแรงดันไฟฟ้าที่ใช้ในการทดลอง



ภาพที่ ฉ. 10 บอร์ดวงจรสวิตช์ที่ใช้ในการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





ภาพที่ ฉ. 13 แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงแบตเตอรี่ขนาดแรงดัน 12 โวลต์  
กระแสไฟฟ้า 3 มิลลิแอมป์



ภาพที่ ฉ. 14 การต่อสายติดต่อข้อมูลดาวินโหลตโปรแกรมเข้ากับบอร์ด  
ไมโครคอนโทรลเลอร์ เบอร์ 18PIC8722

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

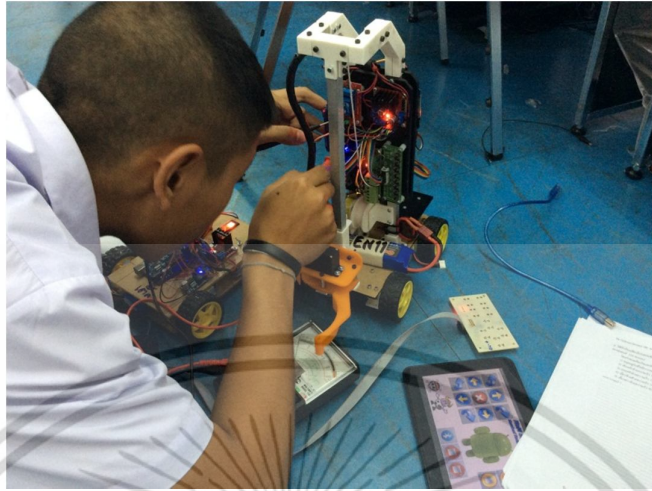


ภาพที่ ฉ. 15 การใช้งานชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์กับนักเรียน  
กลุ่มตัวอย่าง แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคมีนบุรี



ภาพที่ ฉ. 16 การใช้งานชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์กับนักเรียน  
กลุ่มตัวอย่าง แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคมีนบุรี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ฉ. 17 การใช้งานชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์กับนักเรียน  
กลุ่มตัวอย่าง แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคมีนบุรี



ภาพที่ ฉ. 18 การใช้งานชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์กับนักเรียน  
กลุ่มตัวอย่าง แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคมีนบุรี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. โครงสร้างและรายละเอียดชิ้นส่วนประกอบชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. เซนเซอร์ตรวจสอบ  
สีของวัตถุ

7. ชุดมือจับวัตถุ

8. หน้าจอแอปพลิเคชันควบคุม  
ชุดปฏิบัติการผ่านระบบปฏิบัติ  
การแอนดรอยด์

9. บอร์ดควบคุมมอเตอร์  
ชุดสไลด์มือจับวัตถุ

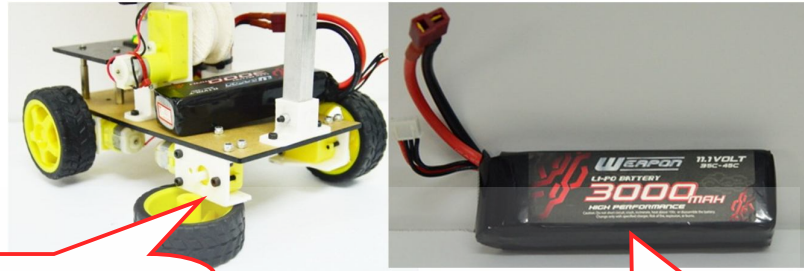
10. บอร์ดควบคุมมอเตอร์  
ขับเคลื่อน

11. บอร์ดวงจรสวิตช์อินพุต

12. บอร์ดวงจรรักษา  
ระดับแรงดันขนาด  
5 โวลต์

13. บอร์ดวงจรทดสอบ  
เอาต์พุต

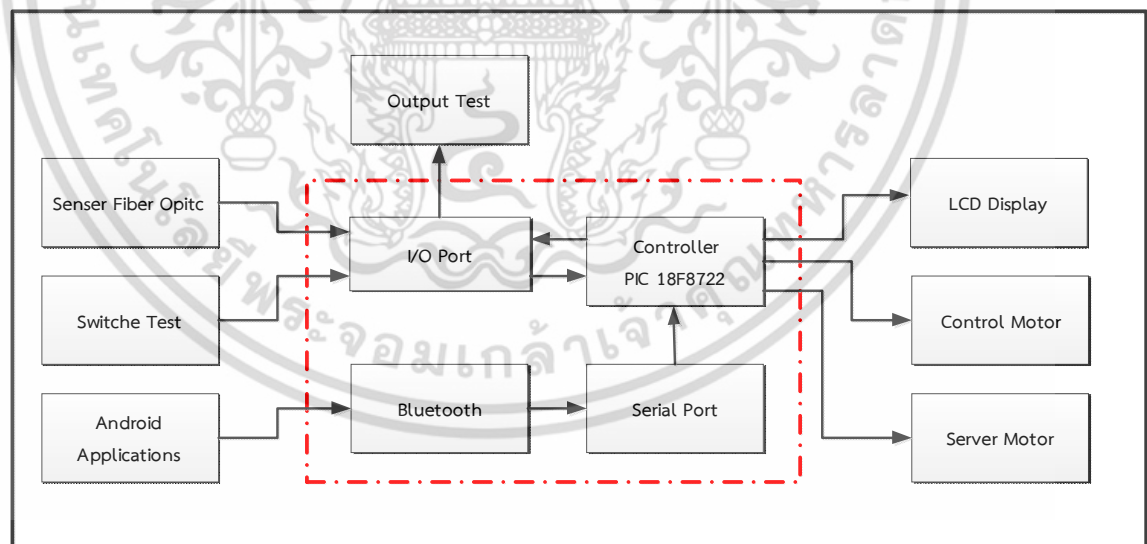
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



14. มอเตอร์ขนาด 5 โวลต์  
และลํอระบบขับเคลื่อน

15. แบตเตอรี่ชนิดลิเธียม โพลี  
เมอร์ ขนาดแรงดัน 11 -12.5  
โวลต์ กระแส 2.2-3 แอมแปร์

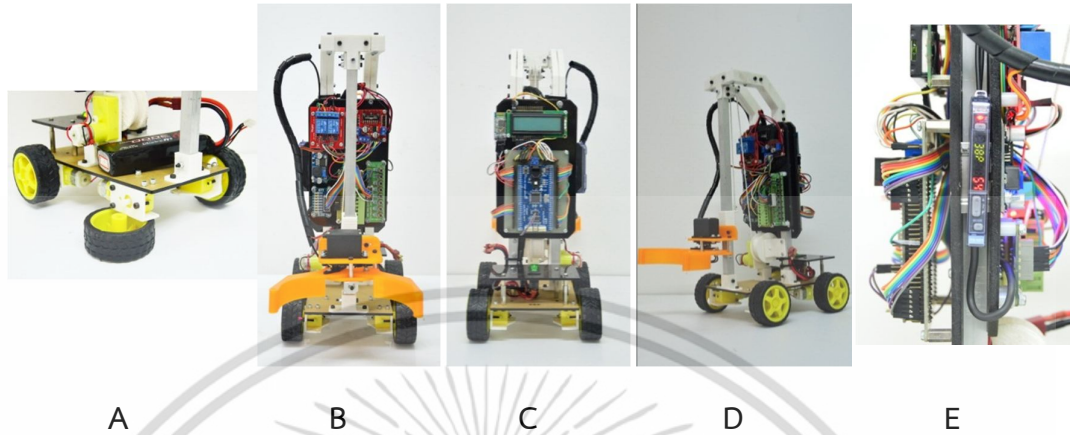
## 2. ไดอะแกรมแสดงการทำงานของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์เบื้องต้น



ภาพที่ ข.1 ไดอะแกรมการทำงานของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3. วิธีการใช้งานชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์



ภาพที่ ข.2 ตำแหน่งของส่วนประกอบชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์

#### 3.1 โครงสร้างและบอร์ดวงจรต่างๆ

1. ประกอบชุดมอเตอร์และระบบขับเคลื่อน (ตามภาพ A)
2. ประกอบชุดเซนส์ไลต์ และมือจับวัตถุ (ตามภาพ B)
3. ประกอบวงจรและบอร์ดทดลองทุกส่วน (ตามภาพ B,C และ D)
4. ประกอบติดตั้งตัวรับเซนเซอร์ (ตามภาพ E)

#### 3.2 วงจรและระบบสายสัญญาณต่าง

1. ให้ปฏิบัติงานตามคำอธิบายและขั้นตอนการทดลองของใบงาน
2. ต่อยังวงจรทดลองหลักตามไดอะแกรมการทำงานของชุดปฏิบัติการโดยตามใบงานทดลอง
3. หากมีข้อสงสัยในการปฏิบัติงานให้สอบถามครูผู้สอนเพื่อความปลอดภัยในการปฏิบัติ

งาน

#### 4. การบำรุงรักษา

4.1 ควรตรวจสอบสภาพของสายไฟที่ใช้ในการต่อทดลองว่ามีการชำรุดหรือขาดทุกครั้ง ก่อนทำการทดลอง

4.2 ก่อนการทดลองทุกครั้งควรตรวจสอบค่าของแรงดันจาก แบตเตอรี่ชนิดลิเทียม-โพลิเมอร์(Lithium-polymer) ให้มีขนาดแรงดันและกระแสของระหว่าง 11 -12.5 โวลต์ 2.2-3 แอมแปร์

#### 5. ข้อควรระวัง/คำเตือนในการใช้งาน

5.1 การถอดหรือต่อขั้วแบตเตอรี่ชนิดลิเทียม-โพลิเมอร์(Lithium-polymer)สำหรับการทดลองควรปิดสวิตช์ควบคุมหลักของชุดปฏิบัติการทุกครั้ง

5.2 ก่อนการทดลองทุกครั้งควรตรวจสอบชิ้นส่วนของชุดปฏิบัติการ เช่น น็อตล็อก ล้อมอเตอร์ชุดเฟือง เซนเซอร์ เป็นต้น ว่าอยู่ในสภาพพร้อมสำหรับใช้ทำการทดลอง



## ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นายชาญชัย แสงโพธิ์
วัน-เดือน-ปีเกิด	12 สิงหาคม 2533
สถานที่เกิด	จังหวัด นครสวรรค์
ที่อยู่ปัจจุบัน	100/29 หมู่ 10 หมู่บ้าน รุ่งอรุณ 1 ซอย ฉลองกรุง 2 แขวง ลำปลาทิว เขต ลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520
ประวัติการศึกษา	ปีการศึกษา 2550 สำเร็จการศึกษา ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) สาขาวิชาไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์ ปีการศึกษา 2555 สำเร็จการศึกษา ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต(ค.อ.บ.) สาขาวิชาครุศาสตร์วิศวกรรม วิศวกรรมโทรคมนาคม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ปีการศึกษา 2558 สำเร็จการศึกษา ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต(ค.อ.ม.) สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ประวัติการทำงาน	พุทธศักราช 2556 รับราชการครู ตำแหน่ง ครูผู้ช่วย แผนกวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคมีนบุรี กรุงเทพมหานคร ปัจจุบัน รับราชการครู ตำแหน่ง ครู ค.ศ.1 แผนกวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคมีนบุรี กรุงเทพมหานคร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้