

การพัฒนาชุดปฏิบัติการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมควบคุม  
ไมโครคอนโทรลเลอร์ ในรายวิชาวิทยาการคำนวณ

DEVELOPMENT OF EXPERIMENTAL SET ON MICROCONTROLLER  
PROGRAMING FOR COMPUTING SCIENCE



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรบัณฑิต  
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร  
คณะครุศาสตรอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
พ.ศ.2565

KMITL-2022-ED-M-231-026

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DEVELOPMENT OF EXPERIMENTAL SET ON MICROCONTROLLER  
PROGRAMING FOR COMPUTING SCIENCE



A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT  
OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF  
MASTER OF SCIENCE IN INDUSTRIAL EDUCATION  
IN ELECTRICAL COMMUNICATION ENGINEERING  
SCHOOL OF INDUSTRIAL EDUCATION AND TECHNOLOGY  
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG  
2022

KMITL-2022-ED-M-231-026

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



COPYRIGHT 2022

SCHOOL OF INDUSTRIAL EDUCATION AND TECHNOLOGY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การพัฒนาชุดปฏิบัติการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมควบคุม  
ไมโครคอนโทรลเลอร์ในรายวิชาวิทยาการคำนวณ

นักศึกษา

นายชิตพัทธ์ สนวนทอง

รหัสประจำตัว

61603070

ปริญญา

ครุศาสตรบัณฑิต สาขาการศึกษา

สาขาวิชา

วิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร

พ.ศ.

2565

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ผศ.ดร.อมรชัย ชัยชนะ

### บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาชุดปฏิบัติการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ ในรายวิชาวิทยาการคำนวณ และทดสอบประสิทธิภาพ ( $E_1/E_2$ ) ตามเกณฑ์ที่กำหนด เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ประกอบไปด้วย 1) ชุดปฏิบัติการ 2) แบบประเมินคุณภาพ และ 3) แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มตัวอย่างของการวิจัยในครั้งนี้ ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 ภาคเรียนที่ 1/2564 จำนวน 44 คน ที่เรียนวิชาวิทยาการคำนวณ โดยสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลคือ ค่าเฉลี่ย ( $\bar{x}$ ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) สำหรับการหาคุณภาพของเครื่องมือ และค่าดัชนีความสอดคล้องสำหรับการจัดทำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รวมถึงการหาประสิทธิภาพ ( $E_1/E_2$ ) ของเครื่องมือที่ได้พัฒนาขึ้น

ผลการวิจัยปรากฏว่าชุดปฏิบัติการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ในรายวิชาวิทยาการคำนวณมีคุณภาพด้านบอร์ด์สำหรับใช้ปฏิบัติการอยู่ในระดับดี ( $\bar{x}=4.30$ ) (S.D.=0.58) คุณภาพด้านใบงานอยู่ในระดับดีมาก ( $\bar{x}=4.67$ )(S.D.=0.48) และชุดปฏิบัติการที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ  $E_1/E_2$  คือ 94.64/89.80 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่าชุดปฏิบัติการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์มีประสิทธิภาพและสามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาวิทยาการคำนวณได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

|                       |  |
|-----------------------|--|
| <b>Thesis Title</b>   | Development of Experimental set on<br>Microcontroller Programming for Computing<br>Science |
| <b>Student</b>        | Mr.Chitipat Suanthong  |
| <b>Student ID.</b>    | 61603070   |
| <b>Degree</b>         | Master of Science in Industrial Education  |
| <b>Program</b>        | Electrical Communication Engineering   |
| <b>Year</b>           | 2022   |
| <b>Thesis Advisor</b> | Asst.Prof. Dr.Amornchai Chaichana  |

### ABSTRACT

The purpose of this research is to develop of Experimental Set on Microcontroller programming for Computing Science and to study the efficiency ( $E_1/E_2$ ) according to the criteria. The instruments used were 1) Experimental set 2) quality assessment 3) achievement test. The sample was selected from Purposive Sampling. 44 of grade-10 students studying computing science during the first semester, academic year 2021 were studied. The statistics used in the data analysis were mean ( $\bar{x}$ ) and standard deviation (S.D.) for determining the quality of the instrument. The Index of Conformity (IOC) for the preparation of an achievement test and to determine the effectiveness ( $E_1/E_2$ ) of the developed instrument.

The results showed that the microcontroller programming learning operating set in the Computing Science was qualified on the operating board ( $\bar{x}=4.30$ ) (S.D.=0.58) which was at a good level, on the worksheet ( $\bar{x}=4.67$ ) (S.D.=0.48). The developed learning practice set  $E_1/E_2$  efficiency was 94.64/89.80. It meets the specified criterion of 80/80. Therefore, it is concluded that the microcontroller programming operating set is effective and can be used in teaching and learning in computing science courses.

# กิตติกรรมประกาศ

ในการพัฒนาชุดปฏิบัติการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ ในรายวิชาวิทยาการคำนวณในครั้งนี้ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.อมรชัย ชัยชนะ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และ รศ.ดร.พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์ อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง สำหรับคำแนะนำและข้อเสนอแนะในการพัฒนาเครื่องมือและดำเนินการวิจัยจนแล้วเสร็จ

ขอขอบคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ทุกท่าน ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ ตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ทั้งในขั้นตอนการนำเสนอหัวข้อการวิจัยตลอดจนขั้นตอนสุดท้ายจนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความถูกต้องสมบูรณ์

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิ รศ.ดร.ปิยะ ศุภวาราสวัสดิ์ ผศ.สุชิน อัจฉาญ ผศ.สุระชัย พิมพ์สาลี อาจารย์จิรวัดน์ แสงคุณธรรม และคุณครูวศิน ภูซัง ที่ได้กรุณาช่วยเหลือให้คำแนะนำตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ของเครื่องมือในการวิจัยครั้งนี้ เพื่อปรับปรุงให้มีคุณภาพและมีความเหมาะสมต่อการวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณบิดา มารดา ผู้เป็นที่เคารพรักยิ่ง เพื่อน รุ่นพี่ และรุ่นน้อง สาขาวิชาวิศวกรรมศาสตร์วิศวกรรม รวมถึงคุณครูวศิน ภูซัง ครูผู้นำเครื่องมือไปใช้ในการวิจัย และเพื่อนครูโรงเรียนสวนแตงวิทยาทุกท่านที่ได้ให้ความช่วยเหลือและให้กำลังใจรวมถึงให้ความสนับสนุนในการดำเนินการวิจัยครั้งนี้ ตลอดจนนักเรียนโรงเรียนสวนแตงวิทยาที่เป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มตัวอย่างที่ได้ให้ความร่วมมือในการเก็บข้อมูลจนการวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงเป็นอย่างดี

คุณค่าและประโยชน์ใดๆ อันพึงมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบให้แก่ บิดา มารดา และครูอาจารย์ทุกท่าน ด้วยความเคารพยิ่ง หากมีข้อผิดพลาดประการใด ผู้วิจัยขออภัยมา ณ ที่นี้ด้วย

ชิตพัทธ์ สวนทอง  
ผู้เขียน

# สารบัญ

|  | หน้า |
|--|------|
| บทคัดย่อภาษาไทย.....                                       | I    |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....                                    | II   |
| กิตติกรรมประกาศ.....                                       | III  |
| สารบัญ.....  | IV   |
| สารบัญตาราง.....   | VI   |
| สารบัญภาพ.....   | VII  |
| <br>   |      |
| บทที่ 1 บทนำ.....  | 1    |
| 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ.....                            | 1    |
| 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....                           | 2    |
| 1.3 สมมุติฐานของการวิจัย.....                              | 2    |
| 1.4 กรอบแนวคิดในการวิจัย.....                              | 3    |
| 1.5 ขอบเขตการวิจัย.....                                    | 4    |
| 1.6 คำนียามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย.....                 | 4    |
| <br>   |      |
| บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....                | 6    |
| 2.1 หลักสูตรเทคโนโลยี รายวิชาวิชาวิทยาการคำนวณ.....        | 6    |
| 2.2 อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์สำหรับชุดปฏิบัติการเรียนรู้.....  | 7    |
| 2.3 ไมโครคอนโทรลเลอร์.....                                 | 13   |
| 2.4 ทฤษฎีการสร้างและทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน..... | 15   |
| 2.5 ทฤษฎีการหาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา.....             | 17   |
| 2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....                             | 18   |
| <br>   |      |
| บทที่ 3 วิธีดำเนินการงานวิจัย.....                         | 21   |
| 3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....                           | 21   |
| 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....                        | 21   |
| 3.3 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....                | 22   |
| 3.4 วิธีดำเนินการวิจัยและเก็บรวบรวมข้อมูล.....             | 35   |

## สารบัญ(ต่อ)

|   | หน้า |
|---|------|
| 3.5 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....  | 36   |
| บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....   | 38   |
| 4.1 คุณภาพของชุดปฏิบัติการเรียนรู้.....   | 38   |
| 4.2 ประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการเรียนรู้.....  | 40   |
| บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย การอภิปราย และข้อเสนอแนะ.....                                    | 42   |
| 5.1 สรุปผลการวิจัย.....   | 42   |
| 5.2 อภิปรายผลการวิจัย.....  | 44   |
| 5.3 ข้อเสนอแนะ.....   | 45   |
| บรรณานุกรม.....   | 46   |
| ภาคผนวก.....  | 48   |
| ภาคผนวก ก หนังสือราชการประกอบการดำเนินการวิจัย.....                                     | 48   |
| ภาคผนวก ข บอร์ดประกอบชุดปฏิบัติการเรียนรู้.....   | 55   |
| ภาคผนวก ค ตัวอย่างใบงานประกอบชุดปฏิบัติการเรียนรู้.....                                 | 58   |
| ภาคผนวก ง ตัวอย่างแบบวัดทักษะในการปฏิบัติ (Scoring Rubric).....                         | 73   |
| ภาคผนวก จ แบบประเมินคุณภาพบอร์ดประกอบชุดปฏิบัติการเรียนรู้.....                         | 79   |
| ภาคผนวก ฉ ตัวอย่างแบบประเมินคุณภาพใบงาน.....  | 82   |
| ภาคผนวก ช ตัวอย่างแบบประเมินคุณภาพแบบวัดทักษะในการปฏิบัติ.....                          | 84   |
| ภาคผนวก ซ ผลการประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการเรียนรู้และแบบวัดทักษะ<br>ในการปฏิบัติ..... | 86   |
| ภาคผนวก ฌ ผลการวิเคราะห์ IOC ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....                   | 94   |
| ภาคผนวก ญ คู่มือการใช้งานชุดปฏิบัติการเรียนรู้.....                                     | 97   |
| ภาคผนวก ฎ คะแนนประสิทธิภาพ E <sub>1</sub> /E <sub>2</sub> .....                         | 104  |
| ภาคผนวก ฏ กำหนดการสอนในรายวิชาวิทยาการคำนวณภาคเรียนที่ 1<br>ปีการศึกษา 2564.....        | 109  |
| ภาคผนวก ฐ ภาพการใช้ชุดปฏิบัติการเรียนรู้.....   | 111  |
| ประวัติผู้เขียน.....  | 115  |

# สารบัญตาราง

| ตารางที่  | หน้า |
|---|------|
| 2.1 คุณลักษณะเฉพาะของ HC-SR501.....   | 8    |
| 2.2 คุณลักษณะเฉพาะของ HC-SR04.....  | 9    |
| 2.3 สัญลักษณ์และการทำงานแต่ละขาของ LCD 16x2.....  | 10   |
| 2.4 คุณลักษณะเฉพาะของโมดูล L298N.....   | 12   |
| 2.5 คุณลักษณะเฉพาะของบอร์ด Arduino Nano.....  | 14   |
| 3.1 ระดับคุณภาพของแบบประเมินคุณภาพ.....   | 28   |
| 3.2 เกณฑ์การแปลผลของแบบประเมินคุณภาพ.....   | 28   |
| 3.3 เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินผลการปฏิบัติงานสำหรับใบงาน.....                                  | 32   |
| 3.4 เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินผลการปฏิบัติงานสำหรับการสอบปลายภาค.....                          | 33   |
| 3.5 เกณฑ์การแปลผลค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC).....  | 36   |
| 3.6 ผลการประเมินดัชนีความสอดคล้องของข้อสอบแต่ละข้อ.....                                     | 36   |
| 4.1 ผลการประเมินคุณภาพบอร์ดประกอบชุดปฏิบัติการเรียนรู้.....                                 | 39   |
| 4.2 ผลการประเมินคุณภาพใบงานประกอบชุดปฏิบัติการเรียนรู้.....                                 | 39   |
| 4.3 ผลการหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมด้วย<br>ไมโครคอนโทรลเลอร์..... | 40   |

# สารบัญภาพ

| ภาพที่   | หน้า |
|--|------|
| 2.1 รูปร่างและโครงสร้างของรีเลย์.....  | 7    |
| 2.2 โมดูลเซ็นเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหว.....  | 8    |
| 2.3 โมดูลเซ็นเซอร์วัดระยะทาง.....  | 9    |
| 2.4 โมดูลหน้าจอแสดงผลแบบ LCD 16x2.....   | 10   |
| 2.5 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง.....  | 11   |
| 2.6 โมดูลขับเคลื่อนมอเตอร์.....  | 12   |
| 2.7 การเก็บข้อมูลในระบบดิจิทัล.....  | 13   |
| 2.8 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Nano.....   | 14   |
| 3.1 การสร้างบอร์ดประกอบชุดปฏิบัติการ.....  | 23   |
| 3.2 การสร้างใบงานประกอบชุดปฏิบัติการ.....  | 25   |
| 3.3 การประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการ.....  | 27   |
| 3.4 การสร้างแบบประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์.....            | 29   |
| 3.5 การสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของชุดปฏิบัติการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์..... | 31   |
| 3.6 การสร้างแบบวัดทักษะในการปฏิบัติประกอบใบงาน.....  | 34   |

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

กระทรวงศึกษาธิการได้ประกาศใช้หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานซึ่งกำหนดมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัดระดับชั้นปี ตัวชี้วัดระดับช่วงชั้น และสาระการเรียนรู้แกนกลางให้สถานศึกษาและท้องถิ่น (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) นำไปใช้เป็นแนวทางในการจัดทำหลักสูตรในการสร้างองค์ความรู้ให้เกิดขึ้นได้อย่างสร้างสรรค์ ส่งผลให้สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ตระหนักถึงความสำคัญของการพัฒนาทักษะของนักเรียนให้ดำรงชีวิตอยู่ได้อย่างมีคุณภาพในศตวรรษที่ 21 จึงได้ปรับเปลี่ยนหลักสูตรเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารไปสู่หลักสูตรสาระการเรียนรู้ “เทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ)” (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ แก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ มีทักษะการคิดเชิงคำนวณเป็นสำคัญ โดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561) ได้กำหนดมาตรฐานการเรียนรู้เมื่อนักเรียนสำเร็จการศึกษาในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในหลักสูตรเทคโนโลยี รายวิชาวิทยาการคำนวณ ไว้ดังนี้ “นักเรียนจำเป็นต้องมีความสามารถในการนำความรู้ทางเทคโนโลยีหรือนวัตกรรมต่าง ๆ มาประยุกต์ใช้งานกับศาสตร์หรือความรู้ด้านอื่นโดยใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการพัฒนาโครงการบูรณาการอย่างสร้างสรรค์และเชื่อมโยงกับชีวิตจริง” ซึ่งเป็นเป้าหมายในกระบวนการเรียนรู้ให้นักเรียนได้ฝึกฝนทักษะในการรวบรวม ประมวลผล ประเมินผล การนำเสนอสารสนเทศ การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการทำงาน ให้สามารถออกแบบวิธีการที่เหมาะสมและนวัตกรรมที่เป็นประโยชน์หรือเกิดมูลค่าได้ รวมถึงให้ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการปกป้องข้อมูลส่วนตัวและรู้เท่าทันต่อการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ การสร้างสรรค์ผลงานหรือนวัตกรรมที่มีการบูรณาการอย่างสร้างสรรค์และเชื่อมโยงกับความเป็นจริง รวมถึงต้องมีการนำความรู้ทางเทคโนโลยีเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย ส่งผลให้นักเรียนมีความจำเป็นต้องเรียนรู้เกี่ยวกับระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ อุปกรณ์ อินพุต และอุปกรณ์เอาต์พุต รวมถึงการเขียนโปรแกรมควบคุมอุปกรณ์ดังกล่าวผ่านไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อการประยุกต์ใช้ในการสร้างนวัตกรรมหรือสิ่งประดิษฐ์ใหม่ๆ ที่มีความต้องการตรงตามที่กระทรวงศึกษาธิการได้กำหนดไว้

อย่างไรก็ตามการเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ให้เกิดประสิทธิภาพสูงที่สุดนั้นนักเรียนจำเป็นต้องมีทักษะในการคิด การปฏิบัติ รวมถึงความสามารถในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นได้อย่างถูกต้อง แม่นยำ และเหมาะสม ที่ถือเป็นส่วนสำคัญในกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยมีการจัดการเรียนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ ตามที่ทัศน ชาญ ระบุว่า “นักเรียนทุกคนมีความสามารถที่จะเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ ทำให้นักเรียนมีฐานความสามารถที่เพียงพอในการพัฒนา ต่อยอดหรือสร้างองค์ความรู้ต่อไปอย่างไม่มีที่สิ้นสุด” (ทัศน ชาญ, 2547) ดังจะเห็นได้จากงานวิจัยมากมายที่เกี่ยวข้องกับสร้างนวัตกรรมที่ส่งเสริมทักษะด้านการปฏิบัติ ผ่านกระบวนการเรียนรู้ด้วยตนเอง ไม่ว่าจะเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนของผู้สอนหรือการพัฒนาความรู้

ความสามารถของนักเรียนในด้านที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยี เช่น การพัฒนาชุดฝึกอบรม

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรื่องอินเทอร์เน็ตสำหรับสรรพสิ่ง (จิรวัดน์ แสงคุณธรรม, 2562) เพื่อส่งเสริมทักษะความสามารถของนักเรียนในการพัฒนาระบบที่สามารถใช้ในการควบคุมและตรวจสอบระบบแบบไร้สายได้ โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล Arduino รุ่น ESP8266 หรือการพัฒนาชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (สนิท ขวัญเมือง, 2564) ที่ได้มีการสร้างชุดฝึกด้วยไมโครโปรเซสเซอร์ตระกูล PLC และใบงานจำนวน 10 ใบงานเพื่อใช้ในการควบคุมอุปกรณ์อินพุตและอุปกรณ์เอาต์พุตที่กำหนด และจากการศึกษาโดยการสอบถามความคิดเห็นจากครูผู้สอนในรายวิชาวิทยาการคำนวณและวิชาการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง (IS) ที่เกี่ยวข้องกับการจัดทำนวัตกรรมหรือสิ่งประดิษฐ์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาทั้งตอนต้นและตอนปลายภายในโรงเรียนสวนแตงวิทยา รวมจำนวน 5 ท่าน ทำให้ผู้วิจัยพบปัญหาและข้อบกพร่องในการสร้างสรรค์นวัตกรรมหรือชิ้นงานของนักเรียนในหลายด้าน เช่น นักเรียนขาดทักษะในการทำโครงงานประดิษฐ์ ไม่ว่าจะเป็นทักษะในการวางแผนการทักษะในการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะในการใช้ความรู้ทางเทคโนโลยี ทักษะในการเขียนแผนผังการทำงานของโปรแกรม ทักษะในการเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ รวมถึงทักษะในการใช้งานอุปกรณ์อินพุตและอุปกรณ์เอาต์พุตในรูปแบบต่างๆ

แนวทางการแก้ปัญหาข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีแนวความคิดในการพัฒนาทักษะในการเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อพัฒนาทักษะในการสร้างสิ่งประดิษฐ์หรือนวัตกรรมที่มีการบูรณาการอย่างสร้างสรรค์ในชีวิตจริง ไม่ว่าจะเป็นทักษะในการวางแผน การเขียนแผนผังการทำงานของโปรแกรม การเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ หรือการใช้งานอุปกรณ์อินพุตและอุปกรณ์เอาต์พุตในรูปแบบต่างๆ ให้เป็นไปตามแนวทางการจัดการเรียนรู้สำหรับนักเรียนในรายวิชาวิทยาการคำนวณ ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานของกระทรวงศึกษาธิการ

งานวิจัยฉบับนี้มีเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาชุดปฏิบัติการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ ให้แก่นักเรียนในรายวิชาวิทยาการคำนวณ เพื่อเป็นพื้นฐานความรู้ให้นักเรียนสามารถพัฒนาทักษะที่จำเป็นสำหรับการจัดทำนวัตกรรม สิ่งประดิษฐ์หรือเครื่องมือที่สามารถบูรณาการในชีวิตประจำวัน ตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดของกระทรวงศึกษาธิการในรายวิชาวิทยาการคำนวณต่อไป

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อพัฒนาชุดปฏิบัติการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ในรายวิชาวิทยาการคำนวณที่มีคุณภาพ

1.2.2 เพื่อหาประสิทธิภาพชุดปฏิบัติการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ ในรายวิชาวิทยาการคำนวณ

## 1.3 สมมติฐานของการวิจัย

1.3.1 ชุดปฏิบัติการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ ในรายวิชาวิทยาการคำนวณที่พัฒนาขึ้น มีคุณภาพอยู่ในระดับดีขึ้นไป ( $\bar{X} \geq 3.51$ )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3.2 ชุดปฏิบัติการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ ในรายวิชา วิทยาการคำนวณ มีประสิทธิภาพ  $E_1 / E_2$  ตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80

## 1.4 กรอบแนวคิดในการวิจัย

### 1.4.1 การสร้างชุดปฏิบัติการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์

การสร้างชุดปฏิบัติการในงานวิจัยฉบับนี้ได้ยึดหลักการในการออกแบบทางวิศวกรรม เพื่อให้ชุดปฏิบัติการมีประสิทธิภาพสูงสุด (วัลลภ จันทรตระกูล, 2552) มี 8 ขั้นตอนดังนี้

- 1.4.1.1 กำหนดคุณลักษณะ
- 1.4.1.2 กำหนดรายการหน้าที่
- 1.4.1.3 คิดค้นหาแนวทาง
- 1.4.1.4 ออกแบบทางด้านเทคนิค
- 1.4.1.5 วิเคราะห์และตัดสินใจ
- 1.4.1.6 ออกแบบสร้างรวม
- 1.4.1.7 สร้างต้นแบบ ทดสอบ แก้ไขปรับปรุง
- 1.4.1.8 การพัฒนาเอกสารประกอบ

### 1.4.2 การสร้างแบบวัดทักษะในการปฏิบัติ (Scoring Rubrics)

การสร้างแบบวัดทักษะในงานวิจัยฉบับนี้ได้ยึดหลักเกณฑ์การใช้คะแนนโดยตัดสินจาก ภาระงานที่นักเรียนได้รับมอบหมายหรือที่เรียกว่า เกณฑ์แยก (อุไร จักษ์มงคล, 2557) มี 6 ขั้นตอน ดังนี้

- 1.4.2.1 พิจารณาทักษะที่ต้องการ
- 1.4.2.2 ระบุแนวทางการปฏิบัติ
- 1.4.2.3 พิจารณาภาระงานที่ต้องปฏิบัติ
- 1.4.2.4 กำหนดเกณฑ์ประเมินผลงาน
- 1.4.2.5 กำหนดระดับคะแนน
- 1.4.2.6 คำอธิบายระดับคุณภาพ

### 1.4.3 การทดสอบประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมควบคุม ไมโครคอนโทรลเลอร์

การออกแบบและสร้างชุดปฏิบัติการในงานวิจัยฉบับนี้จำเป็นต้องผ่านกระบวนการ ทดสอบประสิทธิภาพก่อนที่จะนำไปใช้กับนักเรียน (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2556) มี 2 ขั้นตอนดังนี้

- 1.4.3.1 การทดลองใช้เบื้องต้น (Tryout)
- 1.4.3.2 การทดลองใช้จริง (Trial Run)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1.5 ขอบเขตการวิจัย

### 1.5.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสวนแตงวิทยา ที่เรียนวิชา  
วิทยาการคำนวณ จำนวน 132 คน

กลุ่มตัวอย่าง นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 โรงเรียนสวนแตงวิทยา ที่เรียนวิชา  
วิทยาการคำนวณ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 44 คน โดยใช้  
วิธีการเลือกแบบเจาะจง

### 1.5.2 ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรต้น คือ ชุดปฏิบัติการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ใน  
รายวิชาวิทยาการคำนวณ

ตัวแปรตาม คือ ประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมควบคุม  
ไมโครคอนโทรลเลอร์ ในรายวิชาวิทยาการคำนวณ

### 1.5.3 ขอบเขตเนื้อหา

การวิจัยในครั้งนี้ได้กำหนดเนื้อหาและองค์ความรู้ของงานวิจัยให้สอดคล้องกับหลักสูตรของ  
โรงเรียนสวนแตงวิทยาในรายวิชาวิทยาการคำนวณ ซึ่งผู้วิจัยได้แบ่งเนื้อหาเป็นจำนวน 6 ใบงาน ดังนี้

ใบงานที่ 1 การเขียนโปรแกรมรับ – ส่งข้อมูลใน Arduino Nano

ใบงานที่ 2 การเขียนโปรแกรมรับค่าเซนเซอร์ PIR

ใบงานที่ 3 การเขียนโปรแกรมรับค่าเซนเซอร์ Ultrasonic

ใบงานที่ 4 การเขียนโปรแกรมควบคุม Relay และ Buzzer

ใบงานที่ 5 การเขียนโปรแกรมควบคุมมอเตอร์ด้วยบอร์ดสำเร็จรูป

ใบงานที่ 6 การเขียนโปรแกรมแสดงผลด้วยหน้าจอ LCD

## 1.6 คำนิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย

1.6.1 ชุดปฏิบัติการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ หมายถึง  
บอร์ดประกอบชุดปฏิบัติการเรียนรู้และใบงานประกอบการเรียนการสอนด้วยบอร์ดดังกล่าวจำนวน  
6 ใบงาน

1.6.2 ประสิทธิภาพ  $E_1$  หมายถึง ค่าประสิทธิภาพของกระบวนการเรียนรู้ระหว่างเรียน  
ของนักเรียนด้วยใบงานในชุดปฏิบัติการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์  
ในรายวิชาวิทยาการคำนวณ ทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติในอัตราส่วนคะแนน 30:70 ตามลำดับ

1.6.3 ประสิทธิภาพ  $E_2$  หมายถึง ค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ในการเรียนรู้ของนักเรียน  
ด้วยแบบทดสอบปลายภาคในชุดปฏิบัติการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์  
ในรายวิชาวิทยาการคำนวณ ทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติในอัตราส่วนคะแนน 30:70 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**1.6.4 คุณภาพของชุดปฏิบัติการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์** หมายถึง ผลที่ได้จากการประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ของผู้ทรงคุณวุฒิ

**1.6.5 แบบวัดทักษะในการปฏิบัติ (Scoring Rubrics)** หมายถึง เครื่องมือในการให้คะแนนภาคปฏิบัติ โดยกำหนดคะแนนตามผลการปฏิบัติของนักเรียน

**1.6.6 ผู้ทรงคุณวุฒิ** หมายถึง ผู้ที่มีความรู้ ความสามารถ ประสบการณ์ หรือความชำนาญ การด้านการเขียนโปรแกรมระบบไมโครคอนโทรลเลอร์

**1.6.7 นักเรียน** หมายถึง นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนวิชาวิทยาการคำนวณ โรงเรียนสวนแตงวิทยา



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้เป็นการนำเสนอทฤษฎี องค์ความรู้และงานวิจัยที่นำมาประยุกต์ใช้กับขั้นตอนการออกแบบใบงานเพื่อการสร้างชุดปฏิบัติการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ ตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อย่างเป็นขั้นตอนผ่านชุดปฏิบัติการเรียนรู้ การเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ในรายวิชาวิทยาการคำนวณ โดยผู้วิจัยทำการศึกษาเนื้อหาที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

- 2.1 หลักสูตรเทคโนโลยี (วิชาวิทยาการคำนวณ)
- 2.2 อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์สำหรับชุดปฏิบัติการเรียนรู้
- 2.3 ไมโครคอนโทรลเลอร์
- 2.4 ทฤษฎีการสร้างและทดสอบประสิทธิภาพชุดปฏิบัติการ
- 2.5 ทฤษฎีการหาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา
- 2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 หลักสูตรเทคโนโลยี (วิชาวิทยาการคำนวณ)

##### 2.1.1 คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาหลักการของแนวคิดเชิงคำนวณ การแยกส่วนประกอบและการย่อยปัญหาการหารูปแบบ การคิดเชิงนามธรรม ตัวอย่างและประโยชน์ของแนวคิดเชิงคำนวณเพื่อแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน ประยุกต์ใช้ แนวคิดเชิงคำนวณในการออกแบบขั้นตอนวิธีสำหรับแก้ปัญหาการแก้ปัญหาด้วยคอมพิวเตอร์ การระบุข้อมูลเข้า ข้อมูลออก และเงื่อนไขของปัญหา การออกแบบขั้นตอนวิธี การทำซ้ำ การจัดเรียงและค้นหาข้อมูล ตัวอย่างการออกแบบขั้นตอนวิธีเพื่อแก้ปัญหาคอมพิวเตอร์ การศึกษาตัวอย่างโครงงานทางเทคโนโลยี สารสนเทศ การกำหนดปัญหา ศึกษา วางแผน ดำเนินงาน สรุปผลและเผยแพร่ ในการพัฒนาโครงงานที่มีการบูรณาการร่วมกับวิชาอื่นและเชื่อมโยงกับชีวิตจริง (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561)

##### 2.1.2 ตัวชี้วัด

ว. 4.2 เทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) ประยุกต์ใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการพัฒนาโครงงานที่มีการบูรณาการกับวิชาอื่นอย่างสร้างสรรค์และเชื่อมโยงกับชีวิตจริง (สถาบันส่งเสริมการสอน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561)

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษารายละเอียดของคำอธิบายรายวิชา และตัวชี้วัด ว.4.2 ของวิชา วิทยาการคำนวณและได้ออกแบบแนวทางการจัดการเรียนการสอนในการวิจัยครั้งนี้ให้เหมาะสมกับข้อมูลข้างต้น ทั้งด้านภาระงานและองค์ความรู้ที่ต้องการให้นักเรียนได้รับ ดังแสดงในภาคผนวก ก กำหนดการสอนในรายวิชาวิทยาการคำนวณภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564

## 2.2 อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์สำหรับชุดปฏิบัติการเรียนรู้

อิเล็กทรอนิกส์ คือ ศาสตร์ที่ศึกษาการควบคุมการไหลของอิเล็กตรอน หรืออนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าแบบอื่น ๆ ในอุปกรณ์ต่างๆ เช่น สารกึ่งตัวนำ หลอดสุญญากาศ รวมถึงการออกแบบและสร้างวงจรอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อแก้ปัญหาในทางปฏิบัติ ถือเป็นศาสตร์แขนงหนึ่งที่มีความสำคัญยิ่งในการออกแบบชิ้นงานต่างๆทางด้าน วิศวกรรม ไม่ว่าจะเป็นวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ หรือวิศวกรรมไฟฟ้า ซึ่งอุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุมการไหลของอิเล็กตรอนดังกล่าวข้างต้น เรียกว่า อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งในปัจจุบันมีการนำอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์มาใช้ในการทำโครงการไม่ว่าจะเป็นการตรวจจับความร้อน การตรวจจับความเคลื่อนไหว การเปิด - ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้า หรือการควบคุมระดับแรงดันไฟฟ้า จึงทำให้มีผู้ผลิตหลายเจ้าได้พัฒนาชิ้นส่วนอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์สำเร็จรูปหรือที่เรียกว่า “โมดูลอิเล็กทรอนิกส์” ขึ้นมาจำหน่ายเพื่อความสะดวกสบายในการพัฒนาโครงการทั้งในงานวิจัยต่าง การศึกษาค้นคว้าของนักเรียน นักศึกษา หรือแม้กระทั่งผู้เชี่ยวชาญ ในงานวิจัยฉบับนี้ จะนำเสนอการใช้งานโมดูลและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์พื้นฐานที่เหมาะสมแก่การทำโครงการในรายวิชาวิทยาการคำนวณดังต่อไปนี้

### 2.2.1 โมดูลรีเลย์

รีเลย์ คืออุปกรณ์ที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานแม่เหล็ก ใช้ในการดึงดูดหน้าสัมผัสของ อุปกรณ์ให้เปลี่ยนสภาวะจากด้านหนึ่งไปสู่อีกด้านหนึ่ง โดยการป้อนกระแสไฟฟ้าให้กับขดลวดเพื่อทำการปิด หรือเปิดหน้าสัมผัสคล้ายกับสวิตซ์อิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งเราสามารถนำรีเลย์ไปประยุกต์ใช้ในการควบคุมวงจรต่าง ๆ เช่น การใช้รีเลย์เพื่อทำให้ระบบส่งกำลังมีเสถียรภาพสูง การใช้รีเลย์ลดความเสียหายจากอุบัติเหตุไม่ให้ส่งผลไปยังอุปกรณ์อื่น ๆ หรือการใช้รีเลย์ทำให้ระบบไฟฟ้าไม่หยุดทำงานทั้งระบบเมื่อเกิดข้อผิดพลาดขึ้นในระบบ ซึ่งรีเลย์ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วนหลักก็คือ

2.2.1.1 ส่วนของขดลวดเหนี่ยวนำ (Coil) ทำหน้าที่เปลี่ยนแปลงแผ่นหน้าสัมผัสของรีเลย์

2.2.1.2 ส่วนของหน้าสัมผัส (Contact) ทำหน้าที่เหมือนสวิตซ์จ่ายกระแสไฟให้กับอุปกรณ์



รูปร่างของรีเลย์ที่มีตัวถังเป็นพลาสติกใสป้องกันฝุ่น

สัญลักษณ์แบบลวดพัน สัญลักษณ์แบบตัวเหนี่ยวนำพันแกนเหล็ก

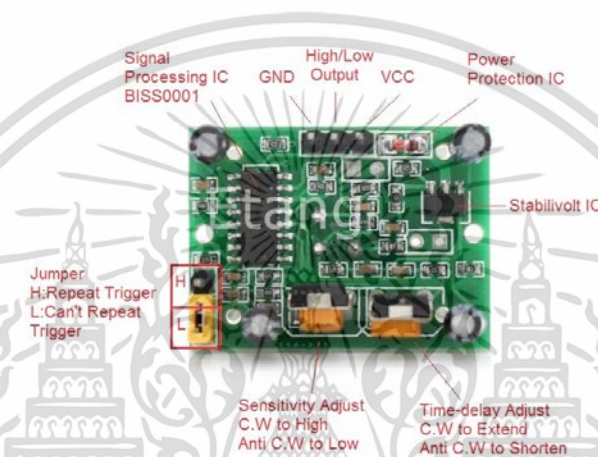
ภาพที่ 2.1 รูปร่างและโครงสร้างของรีเลย์

ที่มา: <http://www.psptech.co.th/รีเลย์relayคืออะไร>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.2.2 โมดูลเซ็นเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหว

PIR (Passive Infrared Sensor) คือ อุปกรณ์ตรวจจับคลื่นรังสีอินฟราเรด จากวัตถุผ่านอุปกรณ์รวมแสง มายังตัวรับซึ่งจะมีหน้าที่เปลี่ยนแปลงพลังงานความร้อนจากรังสีอินฟราเรดเป็นพลังงานไฟฟ้า ทำให้สามารถตรวจจับการเคลื่อนไหวและอุณหภูมิได้ เช่นตรวจจับสิ่งมีชีวิตเมื่อมีการเดินผ่าน เซ็นเซอร์จะตรวจจับค่าความร้อนได้ แล้วส่งสัญญาณออกมาให้ระดับแรงดันเอาต์พุตที่ 5 โวลต์ในกรณีเซ็นเซอร์ไม่ทำงาน จะให้ระดับแรงดันเอาต์พุตเป็น 0 โวลต์ ผู้ใช้งานสามารถนำค่าที่ได้นี้ไปประยุกต์ใช้งานกับการเขียนโปรแกรม โดยสามารถควบคุมการหน่วงเวลาในการตรวจจับครั้งต่อไปได้ สามารถกำหนดระยะทางการตรวจจับได้วัตถุหรือสิ่งมีชีวิตได้ตั้งแต่ช่วงระยะ 3-7 เมตร และสามารถติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับแสงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการตรวจจับในช่วงเวลากลางคืน



ภาพที่ 2.2 โมดูลเซ็นเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหว

ที่มา: [www.arduinoall.com/product/29/motion-sensor-arduino-pir-hc-sr501](http://www.arduinoall.com/product/29/motion-sensor-arduino-pir-hc-sr501)

ตารางที่ 2.1 คุณลักษณะเฉพาะของโมดูล HC-SR501

| รายละเอียด           | คุณลักษณะเฉพาะ                    |
|----------------------|-----------------------------------|
| แรงดันอินพุต         | DC 4.5 - 20 โวลต์ (แนะนำ 5 โวลต์) |
| กระแสอินพุต          | 50 ไมโครแอมป์                     |
| ระยะองศาในการตรวจจับ | 110 - 140 องศา                    |
| Block time           | 2.5 วินาที                        |
| Delay time           | 5 - 200 วินาที                    |
| ระยะการตรวจจับ       | ประมาณ 3 - 7 เมตร                 |
| ขนาด                 | 32 * 24 มิลลิเมตร                 |
| อุณหภูมิในการทำงาน   | 20 - 80 องศา                      |
| Trigger Mode L       | Unrepeatable trigger              |
| Trigger Mode H       | Repeatable trigger                |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.2.3 โมดูลเซนเซอร์วัดระยะทาง

อัลตราโซนิก คือคลื่นเสียงที่มีความถี่ตั้งแต่ 20,000 เฮิรตซ์ ขึ้นไป ซึ่งเป็นความถี่ในระดับที่มนุษย์ไม่สามารถได้ยินเสียงที่เกิดจากเคลื่อนดังกล่าวได้ เนื่องจากโดยธรรมชาติแล้วมนุษย์สามารถได้ยินเสียงที่มีความถี่อยู่ในช่วงประมาณ 20 เฮิรตซ์ จนถึง 20,000 เฮิรตซ์ ขึ้นอยู่กับช่วงอายุหรือสภาพร่างกายของแต่ละบุคคลทำให้คลื่นความถี่ที่สูงกว่านั้นเราจึงนิยมเรียกว่า “ความถี่อัลตราโซนิก” ซึ่งความถี่อัลตราโซนิกที่นิยมใช้งานการเซ็นเซอร์สำหรับวัดระยะรุ่นต่าง ๆ โดยจะใช้คลื่นความถี่ที่ประมาณ 40 กิโลเฮิรตซ์ ข้อดีของการใช้ความถี่นี้ คือมีลักษณะของความยาวคลื่นที่สั้น ส่งผลให้คลื่นไม่แตกกระจายออกเป็นวงกว้าง และสามารถยิงคลื่นตรงไปชนวัตถุใด ๆ ก็ได้ และนอกจากนี้ความถี่ 40 กิโลเฮิรตซ์ ยังเป็นความถี่ที่มีระยะเดินทางเพียงพอกับการใช้งาน หากใช้ความถี่สูงขึ้น คลื่นจะมีความสามารถในการเดินทางได้ในระยะทางที่ลดลง และทำให้เมื่อนำมาใช้งานจริงระยะทางที่วัดได้จะสั้นจนเกินไป

โดยในเซ็นเซอร์อัลตราโซนิก โมดูล HC-SR04 ที่ใช้ในชุดฝึกปฏิบัตินี้ได้นำหลักการที่สำคัญของการวัดระยะด้วยคลื่นอัลตราโซนิก คือการส่งคลื่นอัลตราโซนิกจำนวนหนึ่งออกไปจากตัวส่ง (Transmitter) เมื่อคลื่นวิ่งไปชนกับวัตถุและมีสะท้อนกลับมาชนกับตัวรับ (Receiver) ตัวเซ็นเซอร์จะนับเวลาที่ส่งคลื่นออกไปจนถึงเวลาที่ได้รับคลื่นสะท้อนกลับมา ทำให้ผู้ใช้งานสามารถนำข้อมูลดังกล่าวไปวิเคราะห์หาระยะห่างระหว่างวัตถุกับเซ็นเซอร์ได้



ภาพที่ 2.3 โมดูลเซนเซอร์วัดระยะทาง

ที่มา: <https://www.allnewstep.com/product/176/ultrasonic-sr04>

ตารางที่ 2.2 คุณลักษณะเฉพาะของโมดูล HC-SR04

| รายละเอียด                   | คุณลักษณะเฉพาะ                  |
|------------------------------|---------------------------------|
| แรงดันอินพุต                 | DC 3.3 – 5 โวลต์                |
| กระแสอินพุต                  | 15 มิลลิแอมป์                   |
| ความถี่ที่ใช้งาน             | 40 กิโลเฮิรตซ์                  |
| ระยะการตรวจจับ               | 2 – 400 เซนติเมตร               |
| ความกว้างเชิงมุมในการตรวจจับ | 15 องศา                         |
| ความละเอียดในการตรวจจับ      | 3 มิลลิเมตร                     |
| TRIG                         | Trigger Input Pulse width 10 us |
| ECHO                         | TTL Logic Output Pin            |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.2.4 โมดูลหน้าจอแสดงผล

หน้าจอแสดงผล Liquid Crystal Display (LCD) เป็นจอแสดงผลรูปแบบหนึ่งที่นิยมนำมาใช้ร่วมกับระบบสมองกลฝังตัวอย่างแพร่หลาย โดยหน้าจอ LCD มีทั้งแบบแสดงผลเป็นตัวอักษรเรียกว่า Character LCD ซึ่งมีการกำหนดตัวอักษรหรืออักขระที่สามารถแสดงผลไว้อยู่แล้ว และแบบที่สามารถแสดงผลเป็นรูปหรือ สัญลักษณ์ได้ตามความต้องการของผู้ใช้งานเรียกว่า Graphic LCD เช่น นาฬิกาดิจิตอล เครื่องคิดเลข หรือ หน้าปัดวิทยุ เป็นต้น โดยในงานวิจัยฉบับนี้จะให้นักเรียนทำการศึกษาเกี่ยวกับ LCD ขนาด 16x2 Character ในรูปแบบการต่อแบบอนุกรมกับ IC เบอร์ 1602 ที่เรียกว่าการสื่อสารแบบ I2C เพื่อช่วยลดจำนวนพอร์ตการใช้งานของไมโครคอนโทรลเลอร์



ภาพที่ 2.4 โมดูลหน้าจอแสดงผลแบบ LCD

ที่มา: <https://www.arduinoall.com/product/545/1602-lcd-yellow-screen>

ตารางที่ 2.3 สัญลักษณ์และการทำงานแต่ละขาของ LCD 16x2

| ขา     | สัญลักษณ์ | การทำงาน   |
|--------|-----------|--|
| 1      | VSS/GND   | กราวด์   |
| 2      | VDD       | ขาไฟเลี้ยง   |
| 3      | VO/VEE    | LCD CONTROL สำหรับปรับความเข้มตัวอักษร                   |
| 4      | RS        | ขาอินพุตสำหรับ เลือกเขียนอ่านข้อมูลในรีจิสเตอร์          |
| 5      | RW        | ขาอินพุตสำหรับ เลือกโหมดเขียนหรืออ่านข้อมูล              |
| 6      | E/EN      | ขาอินพุตสำหรับสัญญาณพัลส์เมื่อต้องการเขียนหรืออ่านข้อมูล |
| 7 - 14 | DB0 - DB7 | DATA PINS 8- BITS  |
| 15     | A         | ขา VCC สำหรับ LED Back Light                             |
| 16     | K         | ขา GND สำหรับ LED Back Light                             |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.2.5 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

มอเตอร์ไฟฟ้าที่ใช้ไฟฟ้ากระแสตรงในการทำงานและมีทิศทางการหมุน 2 ทิศทางตาม ทฤษฎีแม่เหล็กไฟฟ้า โดยหลักการทำงานของมอเตอร์ไฟตรงคือ เมื่อมีแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงไหลเข้าสู่ มอเตอร์ พลังงานส่วนหนึ่งจะผ่านแปรงถ่านเข้าสู่ชุดลวดอาร์มาเจอร์ และสร้างสนามแม่เหล็กขึ้น และพลังงานอีกส่วนหนึ่งจะไหลเข้าสู่ชุดลวดสนามแม่เหล็ก ส่งผลให้เกิดแรงบิดในตัวอาร์มาเจอร์ และแกนเพลลา ซึ่งสามารถเรียกโดยรวมได้ว่า โรเตอร์ (Rotor) ซึ่งหมายความว่าโรเตอร์จะมีปฏิกิริยา ต่ออำนาจเส้นแรงแม่เหล็กที่ได้รับจากมากชุดลวดอาร์มาเจอร์ ตามทฤษฎีของสนามแม่เหล็กไฟฟ้า ซึ่งผู้ใช้สามารถควบคุมทิศทางของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงได้อย่างง่ายโดยการสลับขั้วของแหล่งจ่าย ที่ต่อให้แก่มอเตอร์ และมีการออกแบบวงจรควบคุมความเร็วของมอเตอร์ คือวงจรควบคุมความเร็ว มอเตอร์ด้วยสัญญาณ PWM (Pulse Width Modulation) หรือวงจร H-Bridge แบบ Full Form

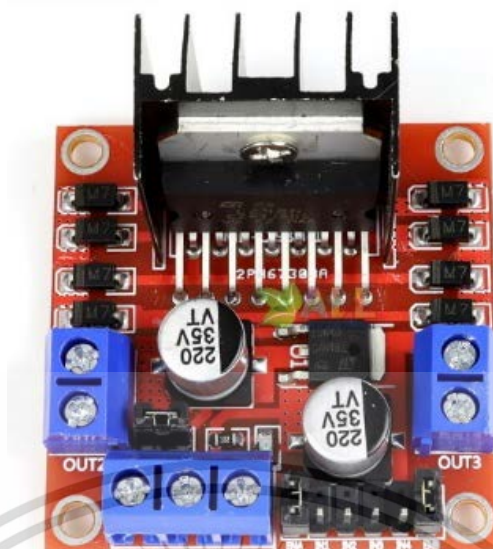


ภาพที่ 2.5 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

ที่มา: <https://www.arduinoall.com/product/543/dc-motor>

### 2.2.6 โมดูลขับเคลื่อนมอเตอร์

พื้นฐานการใช้งานมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงโดยปกติแล้วจะเริ่มเรียนรู้จากการออกแบบวง วงจรหรือการเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมหุ่นยนต์รถบังคับ ซึ่งส่วนใหญ่แล้วนักเรียนจะใช้งานมอเตอร์ไฟฟ้า กระแสตรงเป็นอุปกรณ์ขับเคลื่อนการทำงาน เช่น การเคลื่อนที่ของรถบังคับ ดังนั้นการจะใช้งาน มอเตอร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุดต้องเรียนรู้เกี่ยวกับหลักการในการควบคุมความเร็วรอบของ มอเตอร์และการควบคุมทิศทางการหมุนของมอเตอร์ สามารถกำหนดได้หลายวิธีการแต่โดยทั่วไปแล้ว นักเรียนจะใช้งานอุปกรณ์เสริม เรียกว่าโมดูลควบคุมมอเตอร์ ซึ่งโมดูลประเภทนี้มีด้วยกันหลายรุ่น แต่ในงานวิจัยฉบับนี้จะศึกษาเกี่ยวกับโมดูลควบคุมมอเตอร์รุ่น L298N



ภาพที่ 2.6 โมดูลขับเคลื่อนมอเตอร์

ที่มา: [www.arduinoall.com/product/125/motor-drive-module-l298n](http://www.arduinoall.com/product/125/motor-drive-module-l298n)

โมดูล L298N เป็นอุปกรณ์ควบคุมทิศทางและความเร็วของมอเตอร์ด้วยวงจรขับเคลื่อนมอเตอร์แบบ H-Bridge ถูกออกแบบมาให้โมดูล 1 ชิ้นสามารถควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงได้ 2 ตัว โดยหลักการทำงานวงจร H-Bridge ของโมดูล L298N จะขับกระแสเข้ามอเตอร์ ตามขั้วที่กำหนดด้วยลอจิกเพื่อควบคุมทิศทาง ส่วนความเร็วของมอเตอร์นั้นจะถูกควบคุมด้วยการสร้างสัญญาณ PWM (Pulse Width Modulation) โดยในการสั่งการโมดูล L298N เพื่อควบคุมมอเตอร์นั้น สามารถประยุกต์ใช้งานร่วมกับ Arduino Nano และสามารถจ่ายไฟออกจากจากรีเลย์ 5 โวลต์ได้เมื่อต่อไฟเลี้ยงเข้าที่ช่อง 12 โวลต์ ซึ่งมีคุณลักษณะเฉพาะดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 2.4 คุณลักษณะเฉพาะของโมดูล L298N

| รายละเอียด             | คุณลักษณะเฉพาะ                              |
|------------------------|---|
| วงจร Drive Motor       | Dual H bridge Drive Chip: L298N             |
| ระดับแรงดันเอาต์พุต    | 5 โวลต์ Drive voltage: 5 โวลต์-35 โวลต์     |
| กระแสของสัญญาณเอาต์พุต | 0-36 มิลลิแอมป์                             |
| กระแสขับเคลื่อนมอเตอร์ | สูงสุดที่ 2 แอมป์ (เมื่อใช้มอเตอร์ตัวเดียว) |
| กำลังไฟสูงสุด          | 25 วัตต์                                    |
| ขนาด                   | 43 x 43 x 26 มิลลิเมตร                      |
| น้ำหนัก                | 26 กรัม                                     |

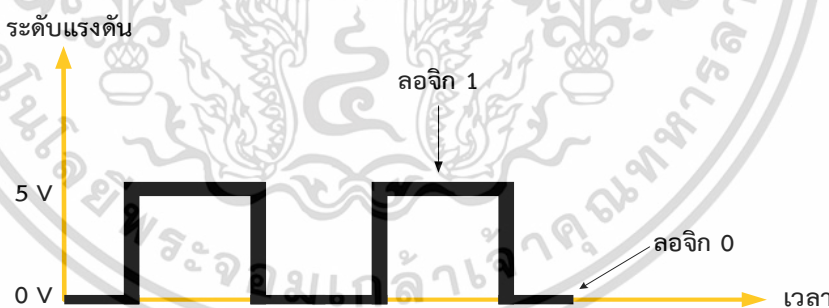
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.3 ไมโครคอนโทรลเลอร์

ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) ประกอบขึ้นจากคำ 2 คำ คือ “ไมโคร (Micro)” และ “คอนโทรลเลอร์ (Controller)” โดยไมโครหมายถึงขนาดเล็ก และคอนโทรลเลอร์หมายถึงตัวควบคุมหรืออุปกรณ์ควบคุม ดังนั้นไมโครคอนโทรลเลอร์ จึงหมายถึงอุปกรณ์ในการควบคุมที่มีขนาดเล็ก มีหน้าที่ในการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ หรือระบบต่าง ๆ ด้วยชุดคำสั่งที่ผู้ใช้งานกำหนดไว้ โดยการเขียนโปรแกรมในรูปแบบของภาษาคอมพิวเตอร์ตามความชำนาญ เช่น ภาษา Assembly, C, C#, C++, Java, Java Script, HTML5 หรือ Python ซึ่งไมโครคอนโทรลเลอร์ ได้ถูกสร้างขึ้นโดยการจำลองระบบและความสามารถของคอมพิวเตอร์เป็นหลักทำให้มีความสามารถเสมือนเครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก ทำให้มีโครงสร้างพื้นฐานที่สำคัญในการป้อนชุดคำสั่งให้ไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถทำงานได้โดยได้ คือ หน่วยประมวลผลหลัก (Microprocessor) หน่วยความจำ (Memory) และพอร์ตอินพุตเอาต์พุต (I/O) โดยแต่ละหน่วยจะมีการเชื่อมโยงถึงกันเพื่อการประมวลผลคำสั่งที่ได้รับให้ถูกต้องและรวดเร็วที่สุด ส่งผลให้การเรียนรู้วิธีใช้งานหรือวิธีควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์แต่ละประเภทผู้ใช้งานจำเป็นต้องมีพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ในหลายๆ องค์ประกอบ โดยในงานวิจัยฉบับนี้จะแบ่งหัวข้อดังต่อไปนี้

### 2.3.1 ระบบดิจิทัลพื้นฐาน

ดิจิทัล (Digital) คือ คำเรียกเทคโนโลยีทางอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้สร้าง เก็บ และประมวลผลข้อมูลในรูปแบบทางไฟฟ้า มี 2 สถานะ คือ มีและไม่มี เรียกว่าลอจิก “1 (HIGH)” หรือ “0 (LOW)” ข้อมูลที่ส่งผ่านหรือเก็บด้วยกระบวนการนี้ คอมพิวเตอร์จะใช้การอ้างอิงตำแหน่งในรูปแบบระบบเลขฐาน 2



ภาพที่ 2.7 การเก็บข้อมูลในระบบดิจิทัล

ดิจิทัลมีความเกี่ยวข้องกับไมโครคอนโทรลเลอร์ทั้งในด้านฮาร์ดแวร์และด้านซอฟต์แวร์ โดยในไมโครคอนโทรลเลอร์ การอ้างอิงลอจิก 0 และ 1 จะขึ้นอยู่กับระดับแรงดันไฟฟ้าของอุปกรณ์ และคุณสมบัติของลอจิกเกตต่างๆ ที่ใช้ในการสร้างไมโครคอนโทรลเลอร์ประเภทนั้นๆ ขึ้นมา โดยทั่วไป ลอจิก “0” จะเป็นค่าแทนของระดับแรงดัน 0 โวลต์ และลอจิก “1” จะเป็นค่าแทนของระดับแรงดัน 5 โวลต์หรือแรงดันไฟเลี้ยงที่ใช้ในไมโครคอนโทรลเลอร์นั้นๆ เนื่องจากไมโครคอนโทรลเลอร์บางประเภทจะใช้ไฟเลี้ยงในระดับแรงดันที่ต่ำกว่า 5 โวลต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.3.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล Arduino

Arduino คือ บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ในรูปแบบ open-source เน้นการใช้งานที่ง่าย ทั้ง ฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ส่งผลให้ได้รับความร่วมมือในการพัฒนาโครงการจากนักวิจัยและพัฒนาทั่วโลกในการ ประยุกต์ใช้ Arduino เข้าร่วมกับชีวิตประจำวัน Arduino คือ โครงการที่นำชิปไอซี ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลต่างๆ มาใช้ร่วมกันในภาษา C ซึ่งภาษา C นี้มีลักษณะเฉพาะในการเขียนโปรแกรมคือผู้ใช้งานสามารถสร้างไลบรารีหรือฟังก์ชันของ Arduino ขึ้นมาเพื่อให้การสั่งงาน ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่แตกต่างกัน สามารถใช้งานโปรแกรมตัวเดียวกันได้ โดยตัวโครงการ Arduino ได้ออกบอร์ดประกอบชุดปฏิบัติการมาหลายรูปแบบ เพื่อใช้งานกับซอฟต์แวร์เขียนโปรแกรมของตนเอง ที่เรียกว่าซอฟต์แวร์ Arduino IDE ซึ่งในงานวิจัยฉบับนี้ได้เลือกใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล Arduino รุ่น Arduino Nano

Arduino Nano เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล Arduino ที่ใช้หน่วยประมวลผล ATmega328 โดยถูกออกแบบให้มีขนาดเล็ก โดยตัดส่วนของ Socket ที่ไม่จำเป็นออกและยังคงความสามารถในการติดต่อผ่าน USB port เหมือนบอร์ด Arduino ประเภทอื่นๆ ไว้ สามารถเขียนโปรแกรมผ่านโปรโตคอล UART ด้วย USB to UART ใช้ Mini USB เชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ มีพอร์ตอนาล็อกอินพุต 8 พอร์ต พอร์ตดิจิทัลอินพุตเอาต์พุต 14 พอร์ตและสามารถควบคุมสัญญาณเอาต์พุตแบบ PWM (Pulse-width modulation) ได้จำนวน 6 พอร์ตรวมถึงบนบอร์ดยังมีวงจรถูกเกดเตอร์ ทำให้สามารถรับแรงดันอินพุตของบอร์ดได้ตั้งแต่ระดับแรงดัน 6 – 20 โวลต์ในระดับสูงสุด แต่เพื่อประสิทธิภาพสูงที่สุดในการทำงาน ควรจ่ายระดับแรงดันไฟฟ้าให้บอร์ด Arduino Nano อยู่ในช่วง 7 – 12 โวลต์ แต่ในกรณีมีแหล่งจ่ายไฟ 5 โวลต์ สามารถป้อนไฟเลี้ยงวงจรเข้าที่ขา 5 โวลต์



ภาพที่ 2.8 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Nano

ที่มา: <https://www.arduinoall.com/product/585/arduino-nano>

#### ตารางที่ 2.5 คุณลักษณะเฉพาะของบอร์ด Arduino Nano

| รายละเอียด                         | คุณลักษณะเฉพาะ           |
|------------------------------------|--------------------------|
| เบอร์ไอซี                          | ATmega168 หรือ ATmega328 |
| ระดับแรงดันไฟฟ้า                   | 5 โวลต์                  |
| ระดับการจ่ายแรงดันไฟฟ้า (ที่แนะนำ) | 7 – 12 โวลต์             |
| ระดับการจ่ายแรงดันไฟฟ้า (ที่จำกัด) | 6 – 20 โวลต์             |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ตารางที่ 2.5 (ต่อ)

| รายละเอียด                            | คุณลักษณะเฉพาะ   |
|---------------------------------------|--|
| Digital I/O                           | 14 พอร์ต   |
| PWM Output                            | 6 พอร์ต (3, 5, 6, 9, 10 และ 11)                          |
| Analog Input                          | 6 พอร์ต  |
| กระแสไฟฟ้าที่จ่ายได้ในแต่ละพอร์ต      | 40 มิลลิแอมป์  |
| กระแสไฟฟ้าที่จ่ายได้ในพอร์ต 3.3 โวลต์ | 50 มิลลิแอมป์  |
| พื้นที่โปรแกรมภายใน                   | 16KB หรือ 32KB พื้นที่โปรแกรม,<br>500B ใช้โดย Bootloader |
| พื้นที่ RAM                           | 1 หรือ 2 กิโลไบต์  |
| พื้นที่ EEPROM                        | 512B หรือ 1 กิโลไบต์                                     |
| ความถี่คริสตัล                        | 16 เมกะเฮิร์ตซ์  |
| ขนาด                                  | 45x18 มิลลิเมตร  |
| น้ำหนัก                               | 5 กรัม   |

## 2.4 ทฤษฎีการสร้างและทดสอบประสิทธิภาพชุดปฏิบัติการ

ในการออกแบบหรือการสร้างนวัตกรรม ผลิตภัณฑ์ หรือวิธีการกระบวนการใดขึ้นมาใหม่ จำเป็นต้องได้รับการยอมรับว่านวัตกรรมนั้นมีประสิทธิภาพที่เหมาะสมเพียงพอก่อนจะนำไปเผยแพร่ หรือนำไปใช้จริง จำเป็นต้องผ่านการออกแบบชุดฝึกปฏิบัติ การออกแบบใบงานประกอบการใช้งาน การออกแบบแบบวัดทักษะในการปฏิบัติ การทดลองใช้เบื้องต้น และการทดลองใช้จริงที่เหมาะสม ซึ่งมีรายละเอียดของทฤษฎีดังต่อไปนี้

### 2.4.1 การสร้างชุดปฏิบัติ

การออกแบบและสร้างชุดฝึก ซึ่งเป็นแนวทางหนึ่งในการปรับปรุงกระบวนการเรียนการสอน เมื่อมีสื่อการสอนที่ดีสอดคล้องกับหลักสูตร และผู้สอนได้นำไปใช้อย่างถูกวิธีจะส่งผลให้คุณภาพในการจัดการเรียนรู้สูงขึ้น ดังนั้นในการออกแบบชุดฝึกต่างๆ ควรจะคำนึงถึงความเกี่ยวข้องของเนื้อหาในรายวิชานั้นๆ การออกแบบชุดฝึกจำเป็นต้องนำหลักการในการออกแบบทางวิศวกรรม มาประยุกต์ใช้งานเพื่อให้ชุดฝึกหรือชุดทดลองมีประสิทธิภาพสูงสุด (วัลลภ จันทรตระกูล, 2552) การสร้างชุดฝึกมี 8 ขั้นตอน ดังนี้

2.4.1.1 กำหนดคุณลักษณะที่ต้องการให้นักเรียนปฏิบัติได้ ทั้งทางด้านปริมาณ และคุณภาพ

2.4.1.2 กำหนดรายการหน้าที่ของชิ้นส่วนหรือองค์ประกอบต่างๆ ในชุดปฏิบัติ ที่จัดสร้างขึ้นเพื่อให้สามารถทำงานได้ตามความต้องการ

2.4.1.3 คิดค้นหาแนวทาง หรือสิ่งที่จะทำให้เกิดผลลัพธ์ที่ต้องการได้ โดยอาศัย ทฤษฎีหรือหลักการทางวิทยาศาสตร์แขนงต่างๆ ในการออกแบบ

2.4.1.4 ออกแบบทางด้านเทคนิค เป็นการออกแบบชิ้นส่วนต่างๆ ในชุดปฏิบัติ ทั้งรูปร่าง ตำแหน่ง จำนวน ขนาด ระยะ ประเภทของวัสดุที่ใช้ รวมถึงพิจารณาการเก็บรักษาด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.1.5 วิเคราะห์และตัดสินใจเพื่อหาแนวทางหรือทางเลือกที่เหมาะสมจากผลการออกแบบทางด้านเทคนิคข้างต้น

2.4.1.6 ออกแบบสร้างรวม นำชิ้นส่วนต่างๆ ที่ออกแบบซึ่งเข้ากันได้ มาประกอบเป็นเครื่องสำเร็จ

2.4.1.7 สร้างต้นแบบชุดปฏิบัติ ทดสอบ แก้ไขและปรับปรุงให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์  $E_1 / E_2$

2.4.1.8 การพัฒนาเอกสารประกอบ เช่น คู่มือการใช้งาน ใบงาน แบบฝึกหัดแบบทดสอบ หรือสื่อที่เกี่ยวข้องกับชุดปฏิบัติที่สร้างขึ้น

## 2.4.2 การสร้างแบบวัดทักษะในการปฏิบัติ

การสร้างแบบวัดทักษะในการปฏิบัติ (Scoring Rubrics) โดยทั่วไปแล้ว ถ้าแบ่งตามวัตถุประสงค์ของการนำไปใช้จะแบ่งได้ 2 เกณฑ์ คือ เกณฑ์ทั่วไปที่สามารถประยุกต์ใช้ได้กับงานหลากหลายรูปแบบ และเกณฑ์เฉพาะงานที่เหมาะสมสำหรับการประเมินหรือวัดความรู้ความสามารถในด้านใดด้านหนึ่งเท่านั้น หรือถ้าแบ่งตามลักษณะการประเมิน จะสามารถแบ่งได้เป็นเกณฑ์แยก ซึ่งมีการพิจารณาองค์ประกอบย่อยในแต่ละด้านของนักเรียน และเกณฑ์รวมที่พิจารณาจากภาพรวมของนักเรียน (อุไร จักรษ์มงคล, 2557) ซึ่งขั้นตอนสำหรับการสร้างเกณฑ์การให้คะแนนมี 6 ขั้นตอนดังนี้

2.4.2.1 พิจารณาทักษะที่ต้องการ กระบวนการ หรือความรู้ความสามารถที่ต้องการให้เกิดกับนักเรียน โดยอาจเริ่มพิจารณาจากคำอธิบายรายวิชา มาตรฐาน หรือตัวชี้วัดในวิชาที่ทำการสอน

2.4.2.2 ระบุแนวทาง ข้อกำหนด หรือเงื่อนไขการปฏิบัติ โดยคำนึงถึงทักษะหรือกระบวนการ ที่นักเรียนต้องได้รับจากขั้นตอนแรกด้วย

2.4.2.3 พิจารณาชิ้นงานหรือภาระงานที่นักเรียนจะต้องปฏิบัติเพื่อให้เกิดทักษะหรือกระบวนการดังกล่าว

2.4.2.4 กำหนดเกณฑ์ประเมินผลงาน ชิ้นงานหรือภาระงานที่นักเรียนได้รับมอบหมาย เช่น ภาษาที่ใช้ รูปแบบการนำเสนอความคิด ความถูกต้องในเนื้อหา หรือภาพประกอบการอธิบาย

2.4.2.5 กำหนดระดับการให้คะแนน หรือระดับการปฏิบัติของแต่ละทักษะหรือกระบวนการที่ต้องการให้นักเรียนได้รับ อาจเป็น ผ่าน / ไม่ผ่าน หรือระดับคะแนน 1, 2, 3, และ 4 เป็นต้น โดยทั่วไปควรสร้างระดับคะแนนของแต่ละเกณฑ์ให้เป็นเลขคู่ เนื่องจากความยากง่ายในการตัดสินผลลัพธ์

2.4.2.6 เขียนคำอธิบายระดับคุณภาพให้สอดคล้องกับเกณฑ์การให้คะแนน และต้องสามารถแยกความแตกต่างของแต่ละระดับได้

## 2.4.3 การหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด $E_1 / E_2$

การทดสอบประสิทธิภาพนวัตกรรมตามเกณฑ์ประสิทธิภาพที่กำหนด เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดการสอน และสื่อการสอนประเภทต่างๆ ยกเว้นบทเรียนโปรแกรม ซึ่งมีแนวคิดคือ การเรียนรู้อย่างเป็นระบบและ กระบวนการต่อเนื่อง การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพจึงต้องกำหนดจากผลการประเมินพฤติกรรมต่อเนื่อง จนถึงกระบวนการและพฤติกรรมขั้นสุดท้าย ซึ่งถือว่าเป็นผลลัพธ์ที่เกิดขึ้น เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการเรียน จำเป็นต้องผ่านการทดสอบประสิทธิภาพของนวัตกรรมก่อนนำไปใช้กับนักเรียน มีกระบวนการในการดำเนินการ 2 ขั้นตอน คือการทดลองใช้เบื้องต้น (Tryout) และการทดลองใช้จริง (Trial Run) โดยมีการกำหนดประสิทธิภาพของนวัตกรรมว่า  $E_1 / E_2$  (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2556) มีสูตรการหาประสิทธิภาพ  $E_1 / E_2$  คือ

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

$E_1$  คือ ค่าประสิทธิภาพของกระบวนการเรียนรู้ (Efficiency of Process)

$\sum X$  คือ ผลรวมของคะแนนกิจกรรมระหว่างเรียนของนักเรียนทุกคน

$N$  คือ จำนวนนักเรียนที่ใช้ในการประเมินประสิทธิภาพการสอน

$A$  คือ คะแนนเต็มของกิจกรรมระหว่างเรียน

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

$E_2$  คือ ค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (Efficiency of Product)

$\sum F$  คือ ผลรวมของคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบปลายภาคของนักเรียนทุกคน

$N$  คือ จำนวนนักเรียนที่ใช้ในการประเมินประสิทธิภาพการสอน

$B$  คือ คะแนนเต็มของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผู้วิจัยได้ใช้แนวคิดการหาประสิทธิภาพของสื่อหรือชุดการสอน  $E_1 / E_2$  ตามเกณฑ์ที่กำหนดเท่ากับ 80/80 ซึ่งประสิทธิภาพของงานวิจัยสามารถมีความคลาดเคลื่อนหรือความแปรปรวนของผลลัพธ์ได้ไม่เกินร้อยละ 5 หรือกล่าวได้ว่า  $E_1$  และ  $E_2$  ที่ถือว่าเป็นไปตามเกณฑ์สามารถมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ได้ไม่เกิน 2.5% และสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ได้ไม่เกิน 2.5% โดยถ้า  $E_1$  และ  $E_2$  มีค่าความแปรปรวนต่างกันเกิน 5% อาจหมายถึงงานที่มอบหมายอาจจะง่ายกว่าการสอบหรือการสอบง่ายกว่าหรือไม่สอดคล้องกับงานที่มอบหมายให้ทำ

## 2.5 ทฤษฎีการหาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา

การหาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลในเชิงปริมาณ โดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมหรือจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนด (Index of Item Objective Congruence : IOC) ซึ่งค่าดัชนีความสอดคล้อง

ไม่ต่ำกว่าเกณฑ์ใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระหว่างข้อคำถามและจุดประสงค์จะได้จากการให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 หรือ 5 ท่านเป็นผู้พิจารณาแบบทดสอบหรือข้อคำถามในแต่ละข้อว่าสามารถวัดได้ตรงตามวัตถุประสงค์หรือเนื้อหาที่กำหนดหรือไม่ (พรณิ ลีกิจวัฒน์, 2553: 106) โดยให้คะแนนตามเกณฑ์การประเมินดังนี้

|                  |   |
|------------------|---|
| คะแนน +1 หมายถึง | แบบทดสอบที่มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์            |
| คะแนน 0 หมายถึง  | แบบทดสอบที่ไม่แน่ใจว่ามีความสอดคล้องกับจุดประสงค์ |
| คะแนน -1 หมายถึง | แบบทดสอบที่ไม่มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์         |

และนำผลคะแนนของผู้ทรงคุณวุฒิในแต่ละข้อมาพิจารณาเพื่อวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้อง ดังสูตรต่อไปนี้

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

เกณฑ์การแปลผลค่าดัชนีความสอดคล้องถ้าค่า IOC ที่ได้มีผลคะแนนมากกว่าหรือเท่ากับ 0.50 แสดงว่าแบบทดสอบหรือข้อคำถามนั้น ๆ มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ตั้งไว้ แต่ถ้าค่า IOC ที่ได้มีผลคะแนนน้อยกว่า 0.50 แสดงว่าแบบทดสอบหรือข้อคำถามนั้น ๆ ไม่มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ตั้งไว้

## 2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าส่วนใหญ่จะเกี่ยวข้องของการสร้างชุดฝึกแบบในรูปแบบต่าง ๆ เนื่องจากการปรับเปลี่ยนหลักสูตรของประเทศไทยเมื่อปี 2560 (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) จากวิชาคอมพิวเตอร์ในกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพไปสู่วิชาวิทยาการคำนวณ ในกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ส่งผลให้เนื้อหาในรายวิชาวิทยาการคำนวณมีการปรับปรุงไปในด้านวิศวกรรมภายใต้ระบบ STEM ศึกษามากยิ่งขึ้น อีกทั้งยังมีการสอนนักเรียนให้มีพื้นฐานในการเขียนโปรแกรมและการต่อวงจรอิเล็กทรอนิกส์เพื่อจัดทำโครงงานในระดับชั้นที่สูงขึ้น ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาค้นคว้างานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเขียนโปรแกรม การสร้างชุดปฏิบัติการต่อวงจร รวมไปถึงการจัดทำโครงงานภายใต้ระบบ STEM ศึกษา และวิธีการทดสอบประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการ ดังนี้

สนธยา วันชัย (2555: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาแนวทางในการพัฒนาทักษะในการเชื่อมต่ออุปกรณ์ อิเล็กทรอนิกส์กับแผงวงจรให้นักศึกษาสาขาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์อุตสาหกรรมด้วยชุดฝึกทักษะพร้อม คู่มือและใบงานทั้งสิ้น 3 ใบงาน ผลการศึกษาพบว่า การออกแบบชุดฝึกทักษะควรออกแบบใบงานให้ครอบคลุมเนื้อหาในวิชาเรียน ความต้องการของนักเรียน และทักษะเดิมของนักเรียนเป็นพื้นฐานในการออกแบบชุดฝึก

วีระพล สวัสดิ์วงศ์ พิระวุฒิ สุวรรณจันทร์ และวิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์ (2556: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาและ พัฒนาชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F913 เพื่อใช้เป็นสื่อในการเรียนการสอนสำหรับรายวิชา ไมโครคอนโทรลเลอร์ หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาครุศาสตร์วิศวกรรม ผลการศึกษาพบว่า คุณภาพชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F913 ด้านบอร์ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประกอบชุดปฏิบัติการอยู่ในระดับดีมาก ( $\bar{X} = 4.55$ )(S.D. = 0.37) ด้านใบงานอยู่ในระดับดีมาก ( $\bar{X} = 4.72$ )(S.D. = 0.45) และประสิทธิภาพของชุดทดลองดังกล่าว คือ 81.53/84.33 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

รัชฎา เทพประสิทธิ์ และสุธิดา ชัยชมชื่น (2561: 35-45) ได้ศึกษาการพัฒนาสมรรถนะด้านการเขียนโปรแกรม ซึ่งได้ออกแบบชุดฝึกอบรมสำหรับผู้สอน โดยใช้โครงงานเป็นฐานบนโปรแกรม Scratch และมีเป้าหมายในการพัฒนาสมรรถนะด้านการเขียนโปรแกรมของผู้สอน ซึ่งชุดฝึกอบรมที่ได้ออกแบบได้เปิดโอกาสให้ผู้เข้ารับการอบรมได้สร้างความรู้ที่เป็นรูปธรรม เกิดการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง และสามารถถ่ายทอดความรู้ ความเข้าใจของตนเองให้ผู้อื่นเข้าใจได้ รวมถึงสามารถต่อยอดสร้างองค์ความรู้ใหม่ได้อย่างไม่มีที่สิ้นสุด เนื่องจากผู้เข้ารับการอบรมได้จัดทำผลงานและลงมือคิดค้นองค์ความรู้ด้วยตนเอง

จิรวัดน์ แสงคุณธรรม (2560) ได้ศึกษาและพัฒนาชุดฝึกอบรมเรื่องอินเทอร์เน็ทสำหรับสรรพสิ่ง โดยมีเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบไปด้วย สื่อการนำเสนอ สื่อการสอน ใบงาน การทดลองจำนวน 7 ใบงาน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน และแบบประเมินผลความพึงพอใจ ซึ่งได้ใช้กรอบแนวคิดของ วัลลภ จันทรตระกูล (2552:27) ในการออกแบบและพัฒนาชุดการสอน ซึ่งชุดการสอนดังกล่าวได้ใช้บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล Arduino รุ่น ESP8266 ในการจัดการเรียนการสอน โดยมีผลการประเมินคุณภาพในด้านใบงานการทดลองอยู่ในเกณฑ์ระดับดี ( $\bar{X} = 4.46$ )(S.D. = 0.51) และมีคุณภาพด้านสื่อการสอนอยู่ในเกณฑ์ระดับดี ( $\bar{X} = 4.44$ )(S.D. = 0.63)

สนธิ ขวัญเมือง (2564: 80-90) ได้ทำการพัฒนาและสร้างชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ เพื่อใช้ในเป็นสื่อการสอนในรายวิชาโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ ของนักศึกษาชั้นปีที่ 2 วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ตาก โดยได้ออกแบบสร้างชุดฝึกและใบงานการทดลองจำนวน 10 ใบงานสำหรับการต่อวงจรควบคุมระบบต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นการควบคุมหลอดไฟแสดงผล หลอดไฟแสดงตัวเลข ทิศทางการหมุนของมอเตอร์ หรือระบบนิวแมติกส์ ซึ่งประสิทธิภาพของชุดฝึกดังกล่าว คือ 83.90/84.74 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

ไพบูลย์ พวงวงศ์ตระกูล (2555: 68-73) ได้ศึกษาและสร้างชุดทดลองการเขียนโปรแกรมภาษาซี ด้วย SDCC บน MCS-51 เพื่อแก้ปัญหาการพัฒนาโปรแกรมแบบเก่าที่ใช้ภาษาแอสแซมบลี ซึ่งเป็นภาษา โปรแกรมที่ใกล้เคียงกับภาษาเครื่อง ส่งผลให้เกิดความไม่สะดวกและความล่าช้าในการพัฒนาโปรแกรม โดย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือชุดทดลองการเรียนโปรแกรมภาษาซีด้วย SDCC บน MCS-51 แบบประเมินคุณภาพของชุดทดลอง และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลการศึกษาพบว่า คุณภาพของชุดทดลองและใบงานการทดลอง ที่ได้รับการประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ( $\bar{X} = 4.83$ )(S.D. = 0.27) และนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.01

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง จะพบว่างานวิจัยที่ผู้วิจัยศึกษาเกี่ยวข้องกับการพัฒนาทักษะในการปฏิบัติของผู้เรียนด้วยชุดฝึกหรือชุดปฏิบัติการในรูปแบบต่าง ๆ โดยอาจมีการประยุกต์ใช้ความคิดสร้างสรรค์สำหรับการปฏิบัติในขั้นตอนต่าง ๆ รวมถึงการศึกษาถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนเป็นหลัก ซึ่งแสดงให้เห็นถึงแนวทางในการจัดการเรียนการสอนของผู้สอนในหลายๆ รูปแบบ เช่น การสอนด้วยการฝึกแก้ปัญหา การสอนโดยใช้โครงงาน การสอนด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หรือการออกแบบชุดทดลอง ชุดฝึกประเภทต่างๆ เพื่อเพิ่มทักษะในการปฏิบัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ การขโมยหรือการเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตถือว่าผิด

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยที่กล่าวมาทั้งหมดเป็นรูปแบบหนึ่งของการจัดการเรียนการสอนโดยเน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลางที่สามารถพัฒนาศักยภาพของนักเรียนได้สูงสุด

ดังนั้นผู้วิจัยจึงพัฒนาชุดการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อพัฒนาทักษะของนักเรียนตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ รวมถึงส่งเสริมทักษะและความสามารถด้านการวางแผน การแก้ปัญหา และการปฏิบัติด้วยตนเองของนักเรียน ทั้งยึดหลักในการออกแบบการเรียนการสอนที่คำนึงถึงเนื้อหาในรายวิชา ความต้องการ และทักษะเดิมของนักเรียน เพื่อให้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และการพัฒนาประสิทธิภาพของนักเรียนเกิดผลลัพธ์ที่เหมาะสมที่สุด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 3

# วิธีดำเนินการงานวิจัย

การพัฒนาชุดปฏิบัติการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ในรายวิชา  
วิทยาการคำนวณ ประกอบด้วยวิธีการดำเนินการวิจัยดังหัวข้อต่อไปนี้

- 3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
- 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 3.3 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 3.4 วิธีดำเนินการวิจัยและเก็บรวบรวมข้อมูล
- 3.5 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

### 3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

#### 3.1.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสวนแตง  
วิทยา ตำบลสวนแตง อำเภอเมือง จังหวัดสุพรรณบุรี ที่เรียนวิชาวิทยาการคำนวณ จำนวน 132 คน

#### 3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 โรงเรียน  
สวนแตงวิทยา ที่เรียนวิชาวิทยาการคำนวณ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 44 คน โดยใช้  
วิธีการเลือกแบบเจาะจง

### 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ มีองค์ประกอบ 3 ส่วนดังนี้

#### 3.2.1 ชุดปฏิบัติการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์

ประกอบด้วย

- 3.2.1.1 บอร์ดประกอบชุดปฏิบัติการเรียนรู้
- 3.2.1.2 ใบงานประกอบชุดปฏิบัติการเรียนรู้

#### 3.2.2 แบบประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการเรียนรู้

#### 3.2.3 แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

- 3.2.3.1 แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน (Scoring Rubrics)
- 3.2.3.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.3 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

#### 3.3.1 การสร้างชุดปฏิบัติการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์

การสร้างชุดปฏิบัติ เป็นแนวทางหนึ่งในการปรับปรุงกระบวนการเรียนการสอนเมื่อมีสื่อการสอนที่ดีและสอดคล้องกับหลักสูตร รวมถึงผู้สอนสามารถนำไปใช้อย่างถูกวิธีจะส่งผลให้คุณภาพในการจัดการเรียนรู้สูงขึ้น ดังนั้นในการออกแบบชุดปฏิบัติการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ ในรายวิชาวิทยาการคำนวณ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำเป็นต้องคำนึงถึงการพัฒนาความสามารถในออกเขียนโปรแกรมเพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันของนักเรียน โดยการพัฒนาชุดปฏิบัตินี้ได้ยึดหลักการออกแบบทางวิศวกรรมมาประยุกต์ใช้เพื่อให้ชุดปฏิบัติการที่ได้รับมีประสิทธิภาพสูงสุด (วัลลภ จันทรตระกูล, 2552) การสร้างชุดปฏิบัติการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ ประกอบด้วย 1.บอร์ดประกอบชุดปฏิบัติการเรียนรู้ 2.ใบงานจำนวน 6 ใบงาน และนำชุดปฏิบัติที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 5 ท่านประเมิน ซึ่งแต่ละองค์ประกอบมีขั้นตอนการสร้างและประเมิน ดังนี้

##### 3.3.1.1 การสร้างบอร์ดประกอบชุดปฏิบัติการเรียนรู้ มี 8 ขั้นตอน ดังนี้

(1) กำหนดคุณลักษณะที่ต้องการให้นักเรียนปฏิบัติได้ คือนักเรียนมีความรู้ในการเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์จนสามารถนำไปสร้างโครงงานบูรณาการได้

(2) กำหนดรายการหน้าที่ของชิ้นส่วนหรือองค์ประกอบต่างๆ ในบอร์ดประกอบชุดปฏิบัติการเรียนรู้ที่จัดสร้างขึ้นเพื่อให้สามารถทำงานได้ตามความต้องการ ดังนี้

(2.1) บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Nano

(2.2) โมดูลเซนเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหว

(2.3) โมดูลเซนเซอร์วัดระยะทาง

(2.4) โมดูลรีเลย์

(2.5) โมดูลเสียง

(2.6) โมดูลขับเคลื่อนมอเตอร์

(2.7) โมดูลหน้าจอแสดงผล

(3) คิดค้นหาแนวทาง หรือสิ่งที่จะทำให้เกิดผลลัพธ์ที่ต้องการได้ โดยใช้แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติในบทเรียนต่างๆ ด้วยตนเอง

(4) ผู้วิจัยกำหนดขนาดความกว้าง ความยาว และตำแหน่งขององค์ประกอบต่าง ๆ บนบอร์ดประกอบชุดปฏิบัติการเรียนรู้ รวมถึงศึกษาโปรแกรมที่ใช้ในการออกแบบแผงวงจร

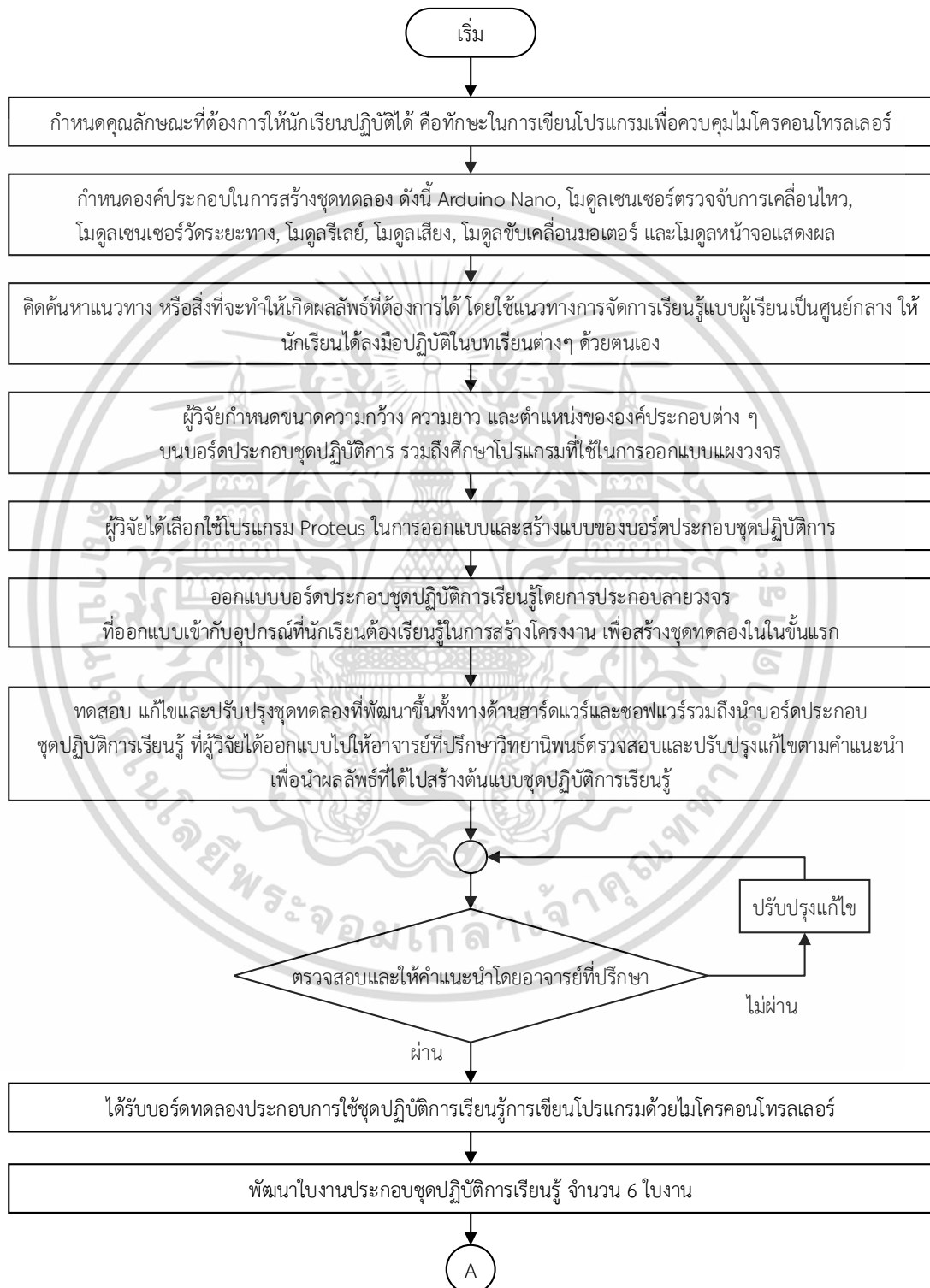
(5) ผู้วิจัยได้เลือกใช้โปรแกรม Proteus ในการออกแบบและสร้างแบบของบอร์ดประกอบชุดปฏิบัติการเรียนรู้

(6) ออกแบบบอร์ดประกอบชุดปฏิบัติการเรียนรู้โดยการประกอบลายวงจรที่ออกแบบเข้ากับอุปกรณ์ที่นักเรียนต้องเรียนรู้ในการสร้างโครงงาน เพื่อสร้างชุดทดลองในขั้นแรก

(7) ทดสอบ แก๊วและปรับปรุงชุดทดลองที่พัฒนาขึ้นทั้งทางด้านฮาร์ดแวร์ และซอฟต์แวร์รวมถึงนำบอร์ดประกอบชุดปฏิบัติการเรียนรู้ ที่ผู้วิจัยได้ออกแบบไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิทยานิพนธ์ตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ เพื่อนำผลลัพธ์ที่ได้ไปสร้างต้นแบบชุดปฏิบัติการเรียนรู้

(8) พัฒนาใบงานประกอบชุดปฏิบัติการ จำนวน 6 ใบงาน โดยขั้นตอนในการพัฒนาชุดทดลองที่กล่าวในข้างต้นสามารถสรุปได้ดัง ภาพที่ 3.1



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่สามารถเผยแพร่ได้โดยไม่ได้รับอนุญาต  
 ภาพที่ 3.1 การสร้างบอร์ดประกอบชุดปฏิบัติการเรียนรู้  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.3.1.2 การสร้างใบงานประกอบชุดปฏิบัติการเรียนรู้

ใบงานคือเอกสารประกอบการเรียนการสอนในรายวิชาที่แสดงรายละเอียดขั้นตอนการปฏิบัติงานตั้งแต่ขั้นตอนเริ่มต้นจนถึงขั้นตอนสุดท้าย ในการสร้างใบงานประกอบชุดปฏิบัติการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ในงานวิจัยฉบับนี้ มี 6 ขั้นตอน

(1) ศึกษารายละเอียด คำอธิบายรายวิชา มาตรฐาน และตัวชี้วัดของรายวิชาวิทยาการคำนวณ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตัวชี้วัดที่ ว 4.2 ซึ่งมีเป้าหมายในการจัดการเรียนรู้คือการสร้างโครงงานบูรณาการในรายวิชาวิทยาการคำนวณ

(2) พิจารณาปัจจัยภายในและภายนอกโดยยึดหลักตามเกณฑ์มาตรฐานและตัวชี้วัดของวิชาวิทยาการคำนวณที่ต้องการให้นักเรียนมีความรู้ความสามารถในด้านนั้นๆ เช่น ทักษะในการเขียนโปรแกรม การใช้งานอุปกรณ์อินพุต อุปกรณ์เอาต์พุต และทักษะในการควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อสร้างโครงงาน

(3) สร้างใบงานในชุดปฏิบัติการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ ทั้งหมดจำนวน 6 ใบงาน ดังนี้

(3.1) ใบงานที่ 1 การเขียนโปรแกรมรับ-ส่งข้อมูลใน Arduino Nano

(3.2) ใบงานที่ 2 การเขียนโปรแกรมรับค่าเซนเซอร์ PIR

(3.3) ใบงานที่ 3 การเขียนโปรแกรมรับค่าเซนเซอร์ Ultrasonic

(3.4) ใบงานที่ 4 การเขียนโปรแกรมควบคุม Relay และ Buzzer

(3.5) ใบงานที่ 5 การเขียนโปรแกรมควบคุมมอเตอร์

(3.6) ใบงานที่ 6 การเขียนโปรแกรมควบคุมหน้าจอแสดงผล LCD

(4) ตรวจสอบความถูกต้องของใบงาน ปรับปรุงและแก้ไขใบงานให้มีความสอดคล้องกับบอร์ดประกอบชุดปฏิบัติการที่พัฒนาขึ้นในขั้นตอนที่ 3.3.1.1

(5) นำใบงานที่ผู้วิจัยได้พัฒนาเสร็จแล้วไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ

(6) ได้รับใบงานในชุดปฏิบัติการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ จำนวน 6 ใบงาน

(7) นำชุดฝึกปฏิบัติการเรียนรู้ที่ได้ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินหาคุณภาพโดยขั้นตอนโดยขั้นตอนในการพัฒนาใบงานที่กล่าวในข้างต้นสามารถสรุปได้ดัง ภาพที่ 3.2



ภาพที่ 3.2 การสร้างใบงานประกอบชุดปฏิบัติการเรียนรู้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.1.3 การประเมินคุณภาพชุดปฏิบัติการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วยผู้ทรงคุณวุฒิ

ในการสร้างชุดปฏิบัติการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ ผู้วิจัยได้นำเครื่องมือที่ไปทดลองใช้ แล้วนำมาวิเคราะห์คุณภาพของเครื่องมือ เพื่อปรับปรุงแก้ไขเครื่องมือ นั้น ๆ ให้มีคุณภาพก่อนที่จะนำไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งมีขั้นตอนในการหาคุณภาพ ดังนี้

1. นำชุดปฏิบัติการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ เสนอผู้ทรงคุณวุฒิ 5 ท่าน เพื่อประเมินคุณภาพของเครื่องมือ ในทั้ง 2 ด้าน ได้แก่ 1.แบบประเมินคุณภาพบอร์ดประกอบชุดปฏิบัติการเรียนรู้ 2.แบบประเมินคุณภาพใบงานทั้ง 6 หน่วยการเรียนรู้ ดังรายนามต่อไปนี้

1.1 ผศ.สุชิน อัจหาญ ตำแหน่ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์ วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

1.2 รศ.ดร.ปิยะ ศุภวราสุวัฒน์ ตำแหน่ง รองศาสตราจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

1.3 ผศ.สุระชัย พิมพ์สาทิ ตำแหน่ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์ วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

1.4 นายจิรวุฒิ แสงคุณธรรม ตำแหน่ง ครูผู้สอน สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคสหัสขันธ์

1.5 นายวศิน ภูษัง ตำแหน่ง ครูผู้สอน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนสวนแตงวิทยา

2. ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ

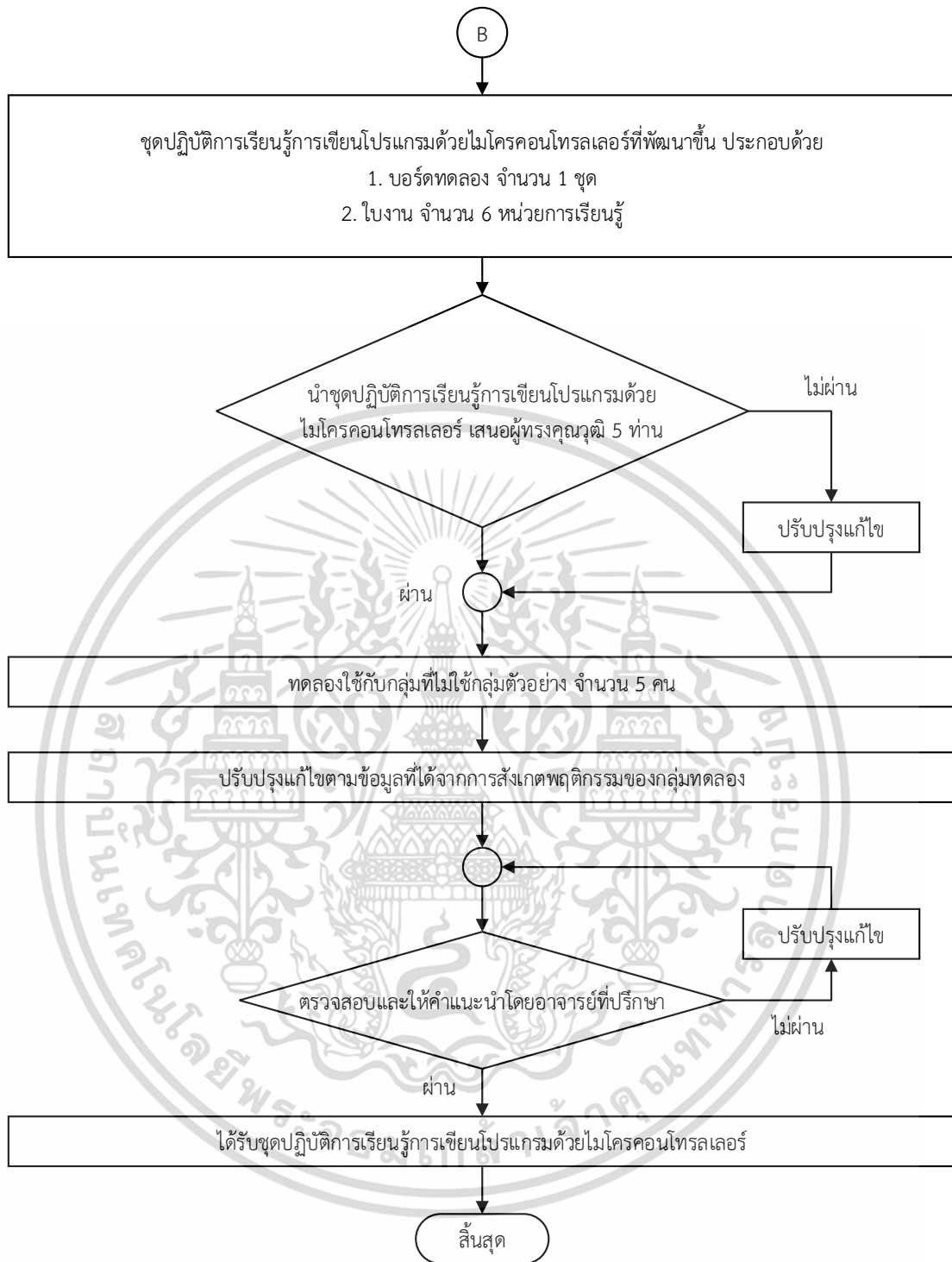
3. นำชุดปฏิบัติการที่สร้างและพัฒนาขึ้นมาทดลอง โดยผู้วิจัยได้เลือกกลุ่มทดลอง เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 5 คน โดยได้ให้กลุ่มทดลองได้ลองทำใช้เครื่องมือ ทำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ตลอดจนสังเกตพฤติกรรมในการใช้เครื่องมือดังกล่าวของนักเรียน เพื่อวิเคราะห์ปัญหาในการใช้งาน และนำข้อมูลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขเครื่องมือให้เหมาะสมมากยิ่งขึ้น เช่น รูปภาพประกอบใบงาน ลำดับขั้นตอนการทดลอง ภาษาที่ใช้ในการอธิบาย ความแข็งแรงของบอร์ดประกอบชุดปฏิบัติการ หรือความยากง่ายของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ได้พัฒนาขึ้น

4. ปรับปรุงแก้ไขชุดฝึกปฏิบัติตามข้อมูลที่ได้จากกลุ่มทดลอง

5. นำชุดปฏิบัติการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ ที่ผ่านการประเมินคุณภาพจากผู้ทรงคุณวุฒิและทดลองใช้แล้ว เสนออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อพิจารณา ตรวจสอบ และปรับปรุงแก้ไขให้เรียบร้อย

6. ได้รับชุดปฏิบัติการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ สำหรับใช้ในการวิจัยกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป โดยขั้นตอนในการประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการ ที่กล่าวในข้างต้นสามารถสรุปได้ดัง ภาพที่ 3.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.3 การประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการเรียนรู้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.3.2 การสร้างแบบประเมินคุณภาพ

ผู้วิจัยดำเนินการสร้างแบบประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ ในรายวิชาวิทยาการคำนวณระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ทั้งหมด 3 ด้าน คือ แบบประเมินคุณภาพบอร์ดประกอบชุดปฏิบัติการและแบบประเมินคุณภาพใบงานทั้ง 6 ใบงาน มีขั้นตอนในการดำเนินการสร้างแบบประเมินคุณภาพ 5 ขั้นตอน ดังนี้

3.3.2.1 ศึกษาทฤษฎีและแนวทางการสร้างแบบประเมินคุณภาพ จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อนำมากำหนดเป็นแนวทางในการสร้างแบบประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์

3.3.2.2 สร้างแบบประเมินชุดปฏิบัติการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ให้มีความสอดคล้องกับส่วนประกอบที่ต้องการ ซึ่งแบ่งได้ 2 ด้าน ดังนี้

- (1) คุณภาพของบอร์ดประกอบชุดปฏิบัติการ
- (2) คุณภาพของใบงาน จำนวน 6 ใบงาน

3.3.2.3 สร้างแบบประเมินคุณภาพให้มีความสอดคล้องกับคุณสมบัติของชุดปฏิบัติการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ซึ่งใช้แบบประเมินโดยใช้มาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (บุญชม ศรีสะอาด, 2553 : 102) โดยแบ่งเกณฑ์ออกเป็น 5 ระดับดังนี้

ตารางที่ 3.1 ระดับคุณภาพของแบบประเมินคุณภาพ

| ระดับคุณภาพ | คะแนน |
|-------------|-------|
| ดีมาก       | 5     |
| ดี          | 4     |
| ปานกลาง     | 3     |
| พอใช้       | 2     |
| ควรปรับปรุง | 1     |

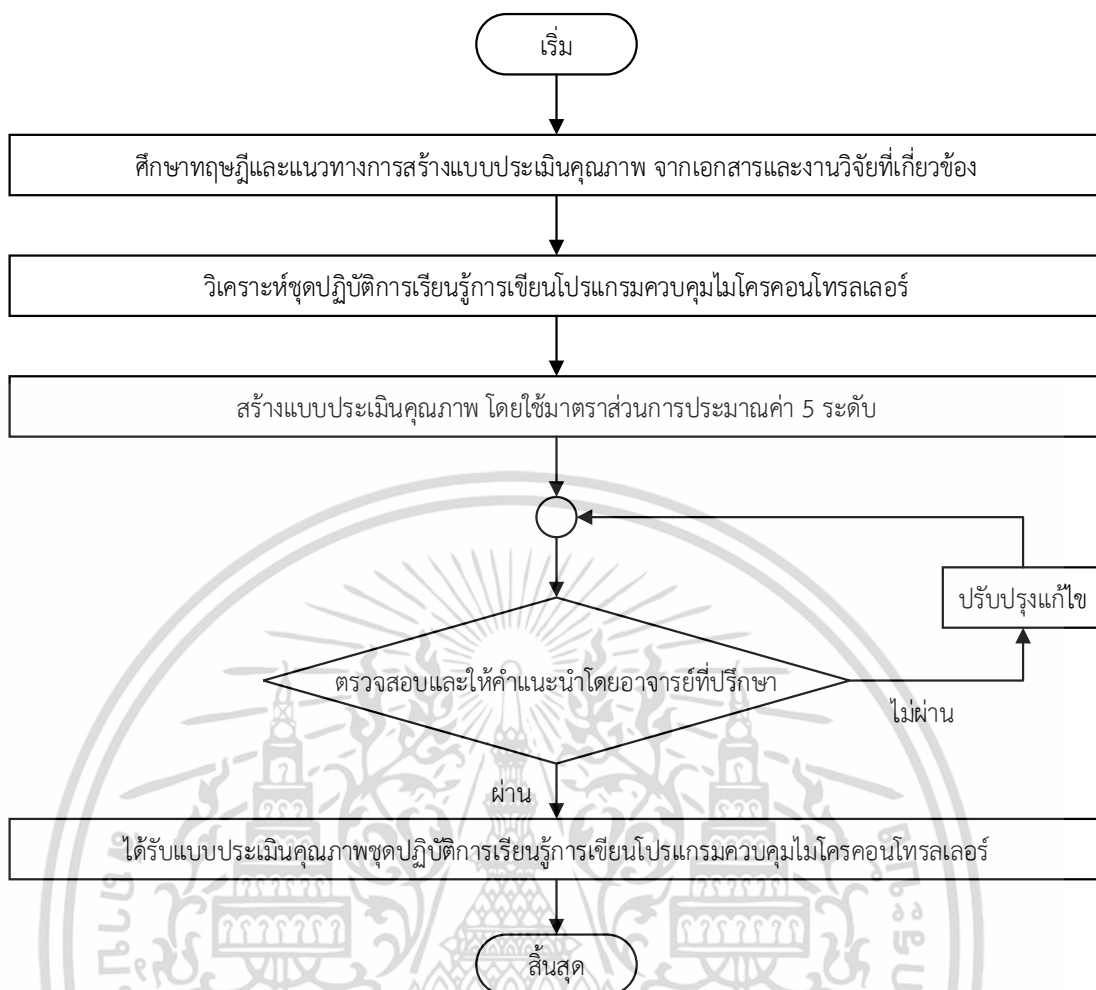
ตารางที่ 3.2 เกณฑ์การแปลผลของแบบประเมินคุณภาพ

| ระดับคุณภาพ | ค่าเฉลี่ยคะแนน |
|-------------|----------------|
| ดีมาก       | 4.51 - 5.00    |
| ดี          | 3.51 - 4.50    |
| ปานกลาง     | 2.51 - 3.50    |
| พอใช้       | 1.51 - 2.50    |
| ควรปรับปรุง | 1.00 - 1.50    |

3.3.2.4 นำแบบประเมินคุณภาพที่สร้างขึ้นให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบ ปรับปรุงและแก้ไขแบบประเมิน

3.3.2.5 ใ้รับแบบประเมินคุณภาพที่ของชุดปฏิบัติการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยขั้นตอนในการสร้างแบบประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการเรียนรู้ ที่กล่าวในข้างต้นสามารถสรุปได้ดัง ภาพที่ 3.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.4 การสร้างแบบประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์

### 3.3.3 การสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งผู้วิจัยจะนำมาใช้ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน จะแบ่งเป็น 2 ลักษณะ คือ การวัดผลสัมฤทธิ์ทางทฤษฎีโดยใช้ข้อสอบปรนัยแบบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อและการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทางปฏิบัติ โดยใช้แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน (Scoring Rubric) ซึ่งมีรายละเอียดการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังนี้

#### 3.3.3.1 การสร้างแบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก

แบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือกจะเป็นการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในภาคทฤษฎีของนักเรียนหลังจากได้เรียนด้วยชุดปฏิบัติการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์แล้วเสร็จซึ่งมีขั้นตอนในการสร้างจำนวน 8 ขั้นตอน ดังนี้

(1) ศึกษาทฤษฎีและแนวทางการสร้างแบบทดสอบจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

(2) วิเคราะห์เนื้อหา มาตรฐาน ตัวชี้วัดและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่เกี่ยวข้องกับชุดปฏิบัติการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(3) สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมโดยอ้างอิงในแต่ละใบงาน โดยเป็นข้อสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวนทั้งสิ้น 53 ข้อโดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนคือ มีคำตอบถูกต้อง 1 ตัวเลือก เมื่อตอบถูกต้อง 1 คะแนน ตอบผิดหรือไม่ตอบได้ 0 คะแนน

(4) นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม และปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำที่ได้รับ

(5) นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเสนอต่อผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ดังรายนามต่อไปนี้

(5.1) ผศ.สุระชัย พิมพ์สาลี ตำแหน่ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

(5.2) นายจิรวัดน์ แสงคุณธรรม ตำแหน่ง ครูผู้สอน สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคสตีป

(5.3) นายวศิน ภูซัง ตำแหน่ง ครูผู้สอน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนสวนแตงวิทยา

โดยการหาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา มีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

+1 คะแนน หมายถึง ข้อคำถามที่สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

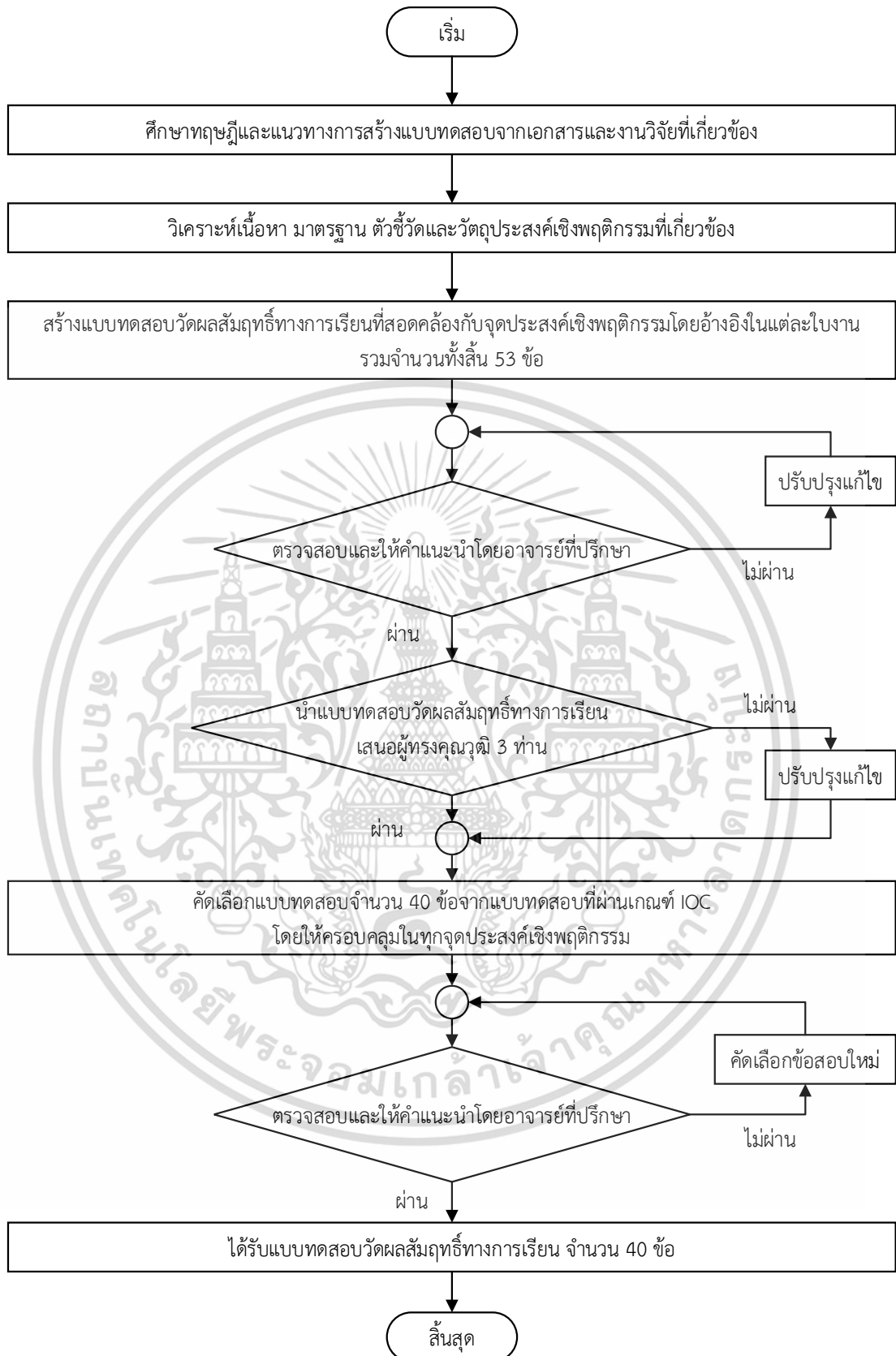
0 คะแนน หมายถึง ข้อคำถามที่ไม่แน่ใจว่าสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

-1 คะแนน หมายถึง ข้อคำถามที่ไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

(6) นำแบบทดสอบที่ผ่านเกณฑ์ มีค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาในช่วง 0.50 – 1.00 เรียงลำดับคะแนนจากมากสุดไปน้อยสุด และให้ครอบคลุมในทุกจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของชุดปฏิบัติการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์

(7) คัดเลือกทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจำนวน 40 ข้อ เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมในการนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

(8) ได้รับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 40 ข้อ โดยสามารถสรุปขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ดังภาพที่ 3.5



ภาพที่ 3.5 การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของชุดปฏิบัติการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.3.3.2 การสร้างแบบประเมินผลในการปฏิบัติงาน (Scoring Rubrics)

การสร้างแบบประเมินผลในการปฏิบัติงาน (Scoring Rubrics) ในงานวิจัยฉบับนี้ ผู้วิจัยได้เลือกใช้เกณฑ์ในการสร้างแบบประเมินผลในการปฏิบัติงาน (Scoring Rubrics) แบบเกณฑ์แยก (อุไร จักรษ์มงคล, 2557) ซึ่งมี 6 ขั้นตอนดังนี้

(1) ศึกษารายละเอียด คำอธิบายรายวิชา มาตรฐาน และตัวชี้วัดของรายวิชาวิทยาการคำนวณ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตัวชี้วัดที่ ว4.2

(2) กำหนดแนวทางการปฏิบัติของนักเรียนโดยนักเรียนต้องเรียนรู้การควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ร่วมกับอุปกรณ์อินพุตและอุปกรณ์เอาต์พุต

(3) กำหนดภาระงานที่นักเรียนต้องปฏิบัติในระหว่างการปฏิบัติงาน โดยให้สอดคล้องกับในแต่ละใบงานที่ได้จัดทำขึ้น

(4) กำหนดเกณฑ์ประเมินผลงาน ชิ้นงานหรือภาระงานที่นักเรียนได้รับมอบหมาย โดยในงานวิจัยฉบับนี้ได้แบ่งเกณฑ์การประเมินผลออกเป็น 2 ชุด คือ เกณฑ์ของแบบวัดทักษะในการปฏิบัติสำหรับใบงาน และเกณฑ์ของแบบวัดทักษะในการปฏิบัติในการสอบปลายภาค

(5) กำหนดระดับคะแนนให้แก่เกณฑ์ที่นักเรียนปฏิบัติได้ โดยในงานวิจัยฉบับนี้แบ่งระดับคะแนนเป็น 4 ระดับ คือ 0, 1, 2 และ 3 คะแนน

(6) เขียนคำอธิบายระดับการให้คะแนน และเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินในแต่ละทักษะหรือกระบวนการที่นักเรียนได้รับ โดยให้สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ต้องการ ดังตารางที่ 3.3 และ 3.4

ตารางที่ 3.3 เกณฑ์ที่ใช้ในแบบประเมินผลในการปฏิบัติงานสำหรับใบงาน

| เกณฑ์การประเมิน                        | ระดับ 3  | ระดับ 2                                       | ระดับ 1  | ระดับ 0                                     |
|--|--|---|--|---|
| 1. อธิบายการทำงานของอุปกรณ์ได้ถูกต้อง  | ได้รับคำแนะนำไม่เกิน 1 ครั้ง                         | ได้รับคำแนะนำไม่เกิน 2 ครั้ง                  | ได้รับคำแนะนำไม่เกิน 3 ครั้ง                         | ได้รับคำแนะนำมากกว่า 3 ครั้ง                |
| 2. บันทึกผลการทดลองได้ถูกต้อง          | บันทึกผลการทดลองได้ถูกต้องและมีการอธิบายอย่างละเอียด | บันทึกผลการทดลองได้ถูกต้องแต่อธิบายไม่ละเอียด | บันทึกผลการทดลองได้ถูกต้องแต่ไม่มีการอธิบายเพิ่มเติม | บันทึกผลการทดลองไม่ถูกต้อง                  |
| 3. ตอบคำถามท้ายการทดลองได้ถูกต้อง      | ไม่ต้องได้รับคำแนะนำ                                 | ได้รับคำแนะนำ 1 ครั้ง                         | ได้รับคำแนะนำ 2 ครั้ง                                | ได้รับคำแนะนำมากกว่า 2 ครั้ง                |
| 4. ต้องทำตามเงื่อนไขที่กำหนดได้ถูกต้อง | ต้องทำตามเงื่อนไขที่กำหนดได้ถูกต้องในครั้งแรก        | มีการแก้ไข 1 ครั้ง                            | มีการแก้ไขมากกว่า 1 ครั้ง                            | ไม่สามารถต้องทำตามเงื่อนไขที่กำหนดได้       |
| 5. เขียนผังงานตามเงื่อนไขได้ถูกต้อง    | เขียนผังงานตามเงื่อนไขที่กำหนดได้ถูกต้องในครั้งแรก   | มีการแก้ไข 1 ครั้ง                            | มีการแก้ไขมากกว่า 1 ครั้ง                            | ไม่สามารถเขียนผังงานตามเงื่อนไขที่กำหนดได้  |
| 6. เขียนโปรแกรมการส่งข้อมูลได้ถูกต้อง  | เขียนโปรแกรมตามเงื่อนไขที่กำหนดได้ 100%              | เขียนโปรแกรมผิดไม่เกิน 50%                    | เขียนโปรแกรมผิดไม่เกิน 95%                           | ไม่สามารถเขียนโปรแกรมตามเงื่อนไขที่กำหนดได้ |

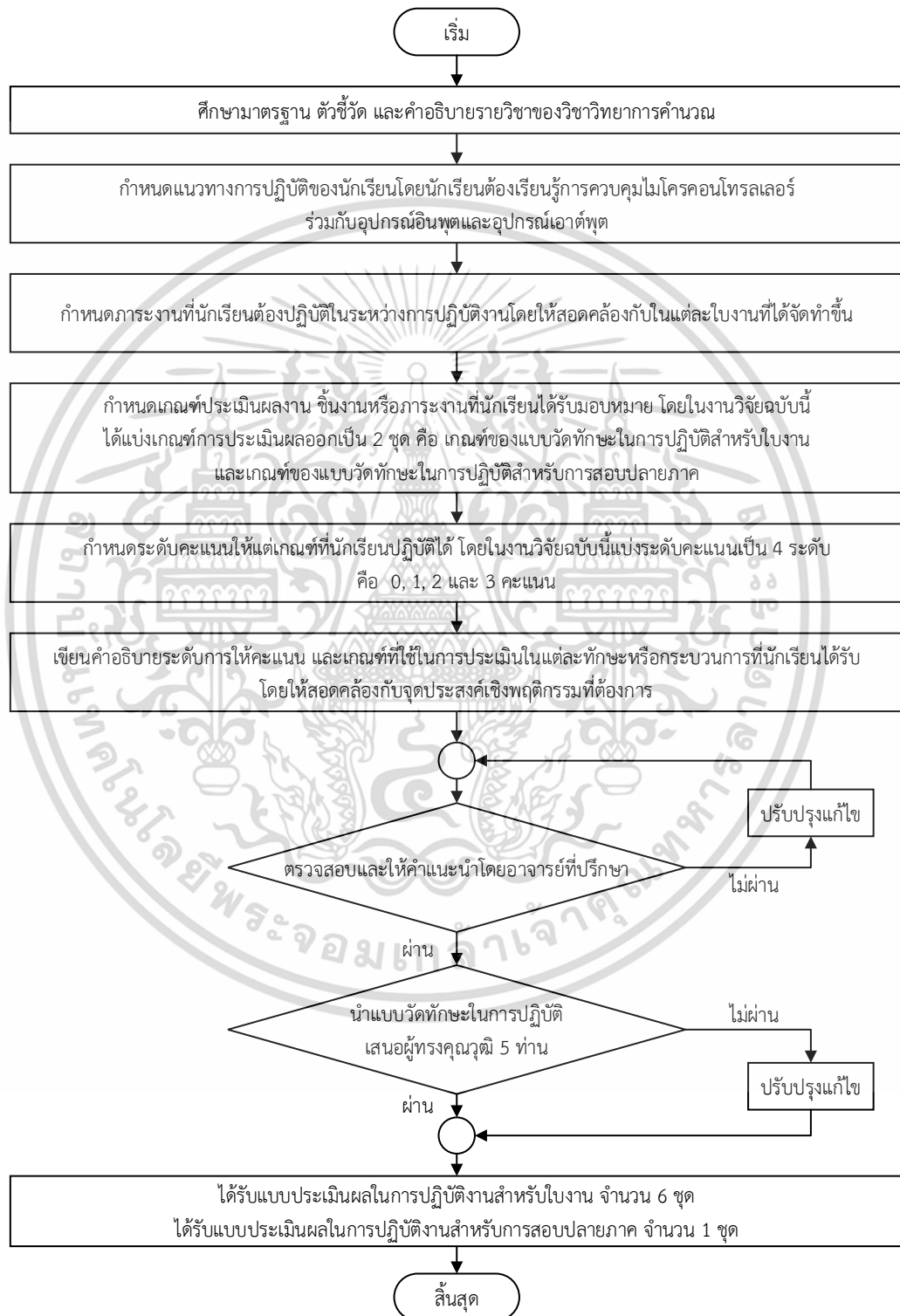
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.4 เกณฑ์ที่ใช้ในแบบประเมินผลในการปฏิบัติงานสำหรับการสอบปลายภาค

| เกณฑ์การประเมิน  | ระดับ 3  | ระดับ 2   | ระดับ 1   | ระดับ 0   |
|--|--|---|---|---|
| 1. เตรียมอุปกรณ์ตามหัวข้อในการสอบปฏิบัติได้ถูกต้อง ครบถ้วน | เตรียมโมดูล วัสดุ และอุปกรณ์สำหรับการสร้างชิ้นงานในหัวข้อที่กำหนดได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วนในครั้งแรก | เตรียมโมดูล วัสดุ และอุปกรณ์สำหรับการสร้างชิ้นงานในหัวข้อที่กำหนดได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วนโดยมีการแก้ไข 1-2 ครั้ง | เตรียมโมดูล วัสดุ และอุปกรณ์สำหรับการสร้างชิ้นงานในหัวข้อที่กำหนดได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วนโดยมีการแก้ไข มากกว่า 2 ครั้ง | ไม่สามารถเตรียมโมดูล วัสดุ และอุปกรณ์สำหรับการสร้างชิ้นงานในหัวข้อที่กำหนดได้ |
| 2. เขียนวงจรตามหัวข้อในการสอบปฏิบัติได้ถูกต้อง             | ออกแบบวงจรตามหัวข้อที่กำหนดได้ถูกต้องในครั้งแรก  | ออกแบบวงจรตามหัวข้อที่กำหนดได้ถูกต้องโดยมีการแก้ไข 1-2 ครั้ง  | ออกแบบวงจรตามหัวข้อที่กำหนดได้ถูกต้องโดยมีการแก้ไขมากกว่า 2 ครั้ง   | ไม่สามารถออกแบบวงจรตามหัวข้อที่กำหนดได้                                       |
| 3. ต่อวงจรตามหัวข้อในการสอบปฏิบัติได้ถูกต้อง               | ต่อวงจรตามที่ออกแบบได้ถูกต้องในครั้งแรก  | ต่อวงจรตามที่ออกแบบที่ได้ถูกต้องโดยมีการแก้ไข 1-2 ครั้ง   | ต่อวงจรตามที่ออกแบบได้ถูกต้องโดยมีการแก้ไขมากกว่า 2 ครั้ง   | ไม่สามารถต่อวงจรตามที่ออกแบบได้   |
| 4. เขียนและอธิบายผังงานตามหัวข้อในการสอบปฏิบัติได้ถูกต้อง  | เขียนผังงานและอธิบายรายละเอียดได้ถูกต้อง ในครั้งแรก  | เขียนผังงานและอธิบายรายละเอียดได้ถูกต้อง โดยมีการแก้ไข 1-2 ครั้ง  | เขียนผังงานและอธิบายรายละเอียดได้ถูกต้องโดยมีการแก้ไขมากกว่า 2 ครั้ง  | ไม่สามารถเขียนหรืออธิบายรายละเอียดของผังงานในหัวข้อการสอบปฏิบัติได้           |
| 5. เขียนโปรแกรมตามหัวข้อในการสอบปฏิบัติได้ถูกต้อง          | เขียนโปรแกรมตามหัวข้อได้ถูกต้อง ในครั้งแรก   | เขียนโปรแกรมตามหัวข้อได้ถูกต้อง โดยมีการแก้ไข 1-2 ครั้ง   | เขียนโปรแกรมตามหัวข้อได้ถูกต้อง โดยมีการมากกว่า 2 ครั้ง   | ไม่สามารถเขียนโปรแกรมตามหัวข้อการสอบปฏิบัติได้                                |
| 6. สร้างชิ้นงานตามหัวข้อที่กำหนดได้                        | สามารถสาธิต การทำงานและอธิบายชิ้นงานที่สร้างขึ้นได้อย่างถูกต้องในครั้งแรก                          | สามารถสาธิต การทำงานและอธิบายชิ้นงานที่สร้างขึ้นได้อย่างถูกต้องโดยมีการแก้ไข ปรับปรุง 1 ครั้ง                   | สามารถสาธิต การทำงานและอธิบายชิ้นงานที่สร้างขึ้นได้อย่างถูกต้องโดยมีการแก้ไข ปรับปรุง มากกว่า 1 ครั้ง                 | ไม่สามารถสาธิต การทำงานและอธิบายชิ้นงานตามหัวข้อที่กำหนดได้                   |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อผู้วิจัยพัฒนาแบบวัดทักษะในการปฏิบัติตามแนวคิดของ อูโร จักษ์มงคล (2557) เสร็จแล้ว ได้นำไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำที่ได้รับ และนำแบบวัดทักษะในการปฏิบัติดังกล่าวไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินหาคุณภาพ โดยขั้นตอนในการพัฒนาแบบวัดทักษะในการปฏิบัติสามารถสรุปได้ดัง ภาพที่ 3.6



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ยืมได้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.4 วิธีดำเนินการวิจัยและเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ทำการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลทางสถิติและข้อมูลในการวิจัยกับกลุ่มตัวอย่างซึ่งได้จากการใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง ของนักเรียนโรงเรียนสวนแตงวิทยา ตำบลสวนแตง อำเภอเมือง จังหวัดสุพรรณบุรี ที่เรียนวิชาวิทยาการคำนวณ ภาคการศึกษาที่ 1/2564 มาเรียนรู้ด้วยชุดปฏิบัติการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์และวิเคราะห์ข้อมูลเชิงสถิติเพื่อหาค่าประสิทธิภาพของกระบวนการเรียนรู้เปรียบเทียบกับประสิทธิภาพของผลลัพธ์ตามเกณฑ์  $E_1 / E_2$  ที่กำหนด 80 / 80 โดยผู้วิจัยมีขั้นตอนในการเก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้

3.4.1 ผู้วิจัยยื่นเอกสารคำร้องต่องานบริหารวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์ อดสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เพื่อออกหนังสือขอความอนุเคราะห์ในการทำวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.4.2 ออกแบบและสร้างเครื่องมือวิจัยตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดของหลักสูตรโรงเรียนสวนแตงวิทยาภายใต้หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานของกระทรวงศึกษาธิการ

3.4.3 ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 5 ท่านประเมินชุดปฏิบัติการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อหาคุณภาพของบอร์ดและใบงานประกอบชุดปฏิบัติการ

3.4.4 ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่านประเมินแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพื่อหาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC)

3.4.5 นัดหมายกลุ่มทดลองในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 จำนวน 5 คน ทดลองใช้ชุดปฏิบัติการที่พัฒนาขึ้น เพื่อสังเกตพฤติกรรมการใช้เครื่องมือและผลการใช้เครื่องมือ เพื่อปรับปรุงแก้ไขชุดปฏิบัติการเรียนรู้ให้เหมาะสมมากยิ่งขึ้น และให้กลุ่มทดลองทำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพื่อดูความเหมาะสมของข้อสอบที่จะนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

3.4.6 นำเครื่องมือที่ได้มาใช้กับกลุ่มตัวอย่าง โดยมีขั้นตอนดังนี้

3.4.6.1 ผู้วิจัยอธิบายวิธีการ ขั้นตอน และแนวทางการเรียนรู้ด้วยชุดปฏิบัติการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างได้เข้าใจ

3.4.6.2 ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในรายวิชาวิทยาการคำนวณด้วยบอร์ดประกอบชุดปฏิบัติการประกอบชุดฝึกปฏิบัติการเรียนรู้ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์

3.4.6.3 ประเมินผลการปฏิบัติงานด้วยแบบวัดทักษะในการปฏิบัติ (Scoring Rubric) ในการเก็บคะแนนใบงานทั้ง 6 ใบงานทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติในอัตราส่วน 30:70 เพื่อหาประสิทธิภาพกระบวนการของชุดปฏิบัติการที่พัฒนาขึ้น ( $E_1$ )

3.4.6.4 ทำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติในอัตราส่วน 30:70 เพื่อหาประสิทธิภาพผลสัมฤทธิ์ของชุดปฏิบัติการที่พัฒนาขึ้น ( $E_2$ )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.5 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

#### 3.5.1 การหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)

การหาค่าดัชนีความสอดคล้องเพื่อหาความสัมพันธ์ของแบบทดสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมโดยสามารถหาได้จากสูตร IOC (พรุณี ลีกิจวัฒน์, 2553: 106)

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

เมื่อ IOC หมายถึง ค่าความสอดคล้องของเนื้อหาและจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม  
 $\sum R$  หมายถึง คะแนนรวมในแต่ละข้อจากผู้ทรงคุณวุฒิทุกคน  
 N หมายถึง จำนวนของผู้ทรงคุณวุฒิ

โดยมีหลักเกณฑ์ในการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบและจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมตาม ตารางที่ 3.5 และ 3.6

ตารางที่ 3.5 เกณฑ์การแปลผลค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)

| ค่า IOC    | ความสอดคล้อง      |
|------------|-------------------|
| $\geq 0.5$ | มีความสอดคล้อง    |
| $< 0.5$    | ไม่มีความสอดคล้อง |

ตารางที่ 3.6 ผลการประเมินดัชนีความสอดคล้องของข้อสอบแต่ละข้อ

| ผลการประเมิน | ความสอดคล้อง  |
|--------------|---|
| +1           | แบบทดสอบที่มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม            |
| 0            | แบบทดสอบที่ไม่แน่ใจว่ามีความสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม |
| -1           | แบบทดสอบที่ไม่มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม         |

#### 3.5.2 การหาค่าเฉลี่ย (รวีวรรณ ชินะตระกูล, 2542 : 164)

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N} \quad (3.2)$$

เมื่อ  $\bar{X}$  หมายถึง ค่าเฉลี่ย  
 $\sum X$  หมายถึง ผลรวมของคะแนนทั้งหมด  
 N หมายถึง จำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.5.3 การหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (รวิวรรณ ชินะตระกูล, 2542 : 164)

$$S.D. = \sqrt{\frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}} \quad (3.3)$$

|              |   |
|--------------|---|
| เมื่อ S.D.   | หมายถึง ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน               |
| X            | หมายถึง ค่าคะแนนแต่ละคน                   |
| $\sum X^2$   | หมายถึง ผลรวมคะแนนกำลังสองทั้งหมด         |
| $(\sum X)^2$ | หมายถึง ผลรวมของคะแนนทั้งหมดกำลังสอง      |
| N            | หมายถึง จำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด |

### 3.5.4 การหาค่าประสิทธิภาพ $E_1 / E_2$

การหาประสิทธิภาพของชุดฝึกปฏิบัติการเรียนรู้แบบโครงงานด้วยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ตามเกณฑ์  $E_1 / E_2$  โดยกำหนดเกณฑ์มาตรฐานไว้ที่ 80 / 80 (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2556) ซึ่งมีสูตรดังนี้

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

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

|             |  |
|-------------|--|
| เมื่อ $E_1$ | หมายถึง ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของผลการเรียนรู้ที่ได้จากการทดลอง  |
| $E_2$       | หมายถึง ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการเรียนรู้                      |
| $\sum X$    | หมายถึง คะแนนรวมของผลการเรียนรู้ระหว่างเรียนด้วยใบงานการทดลอง จำนวน 6 ใบงาน                              |
| $\sum F$    | หมายถึง คะแนนรวมของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการเรียนรู้ของนักเรียนทั้งหมด                          |
| N           | หมายถึง จำนวนนักเรียนที่ใช้ในการประเมินประสิทธิภาพการสอน   |
| A           | หมายถึง คะแนนเต็มของใบงานทั้ง 6 ใบงานจากเกณฑ์การประเมินด้วยแบบประเมินผลในการปฏิบัติงาน (Scoring Rubrics) |
| B           | หมายถึง คะแนนเต็มแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน   |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 4

# ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาคุณภาพและประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการเรียนรู้ การเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ ในรายวิชาวิทยาการคำนวณ โดยการหาคุณภาพของเครื่องมือวิเคราะห์จากการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิรวมทั้งสิ้น 5 ท่าน และการหาประสิทธิภาพของเครื่องมือวิเคราะห์จากกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 44 คน โดยนำผลที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูล มาวิเคราะห์ด้วยหลักการทางสถิติและนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้ตามลำดับต่อไปนี้

- 4.1 คุณภาพของชุดปฏิบัติการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์
  - 4.1.1 คุณภาพของบอร์ดประกอบชุดปฏิบัติการเรียนรู้
  - 4.1.2 คุณภาพของใบงานประกอบชุดปฏิบัติการเรียนรู้
- 4.2 ประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์

### 4.1 คุณภาพของชุดปฏิบัติการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์

การประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งผู้วิจัยได้นำผลการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 5 ท่าน มาวิเคราะห์ และหาคุณภาพของเครื่องมือที่เกี่ยวข้องทั้งหมด 2 องค์ประกอบด้วยกัน คือ การประเมินคุณภาพบอร์ดประกอบชุดปฏิบัติการเรียนรู้และการประเมินคุณภาพของใบงานประกอบชุดปฏิบัติการเรียนรู้ โดยมีใบงานจำนวน 6 ใบงาน ดังนี้

- ใบงานที่ 1 การเขียนโปรแกรมรับ - ส่งข้อมูลใน Arduino Nano
- ใบงานที่ 2 การเขียนโปรแกรมรับค่าเซนเซอร์ PIR
- ใบงานที่ 3 การเขียนโปรแกรมรับค่าเซนเซอร์ Ultrasonic
- ใบงานที่ 4 การเขียนโปรแกรมควบคุม Relay และ Buzzer
- ใบงานที่ 5 การเขียนโปรแกรมควบคุมมอเตอร์ด้วยบอร์ดสำเร็จรูป
- ใบงานที่ 6 การเขียนโปรแกรมควบคุมหน้าจอ LCD

#### 4.1.1 การประเมินคุณภาพของบอร์ดประกอบชุดปฏิบัติการเรียนรู้

การประเมินคุณภาพบอร์ดประกอบชุดปฏิบัติการของชุดปฏิบัติการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งผู้วิจัยได้นำผลการประเมินคุณภาพบอร์ดประกอบชุดปฏิบัติการเรียนรู้จากผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 5 ท่าน มาวิเคราะห์และแสดงผลการประเมินคุณภาพ ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการประเมินคุณภาพบอร์ดประกอบชุดปฏิบัติการเรียนรู้

| รายการประเมิน   | ระดับความคิดเห็น (N=5) |             |             |
|---|------------------------|-------------|-------------|
|   | $\bar{X}$              | S.D.        | ระดับคุณภาพ |
| 1. ความเหมาะสมของอุปกรณ์ที่ใช้                                | 4.40                   | 0.55        | ดี          |
| 2. ความเหมาะสมของขนาดบอร์ดประกอบชุดปฏิบัติการ                 | 4.80                   | 0.45        | ดีมาก       |
| 3. ความเหมาะสมของรูปแบบและวิธีการนำเสนอ                       | 4.40                   | 0.55        | ดี          |
| 4. การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างบอร์ดประกอบชุดปฏิบัติการกับผู้เรียน | 4.20                   | 0.45        | ดี          |
| 5. ความสะดวกในการใช้งาน                                       | 4.40                   | 0.55        | ดี          |
| 6. ความน่าสนใจในการใช้งาน                                     | 4.20                   | 0.45        | ดี          |
| 7. ความแข็งแรง ทนทานของบอร์ดประกอบชุดปฏิบัติการ               | 4.00                   | 0.71        | ดี          |
| 8. ความเหมาะสมของตำแหน่งการจัดวางอุปกรณ์                      | 4.00                   | 0.71        | ดี          |
| 9. สอดคล้องกับใบงานการทดลอง                                   | 4.20                   | 0.84        | ดี          |
| 10. ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง               | 4.40                   | 0.55        | ดี          |
| <b>เฉลี่ยรวม</b>  | <b>4.30</b>            | <b>0.58</b> | <b>ดี</b>   |

จากตารางที่ 4.1 ผลการประเมินคุณภาพบอร์ดประกอบชุดปฏิบัติการเรียนรู้ในภาพรวมอยู่ในระดับดี ( $\bar{X} = 4.30$ ) (S.D. = 0.58) เมื่อพิจารณารายการประเมินแต่ละด้านแล้ว พบว่ามี 1 รายการที่อยู่ในระดับ ดีมาก คือ (2) ความเหมาะสมของขนาดบอร์ดประกอบชุดปฏิบัติการ ( $\bar{X} = 4.80$ ) (S.D. = 0.45) และมี 9 รายการที่อยู่ในระดับดี เรียงตามค่าผลการประเมินจากมากไปน้อย คือ (1) ความเหมาะสมของอุปกรณ์ที่ใช้ ( $\bar{X} = 4.40$ ) (S.D. = 0.55), (3) ความเหมาะสมของรูปแบบและวิธีการนำเสนอ ( $\bar{X} = 4.40$ ) (S.D. = 0.55), (5) ความสะดวกในการใช้งาน ( $\bar{X} = 4.40$ ) (S.D. = 0.55), (10) ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ( $\bar{X} = 4.40$ ) (S.D. = 0.55), (4) การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างบอร์ดประกอบชุดปฏิบัติการกับผู้เรียน ( $\bar{X} = 4.20$ ) (S.D. = 0.45), (6) ความน่าสนใจในการใช้งาน ( $\bar{X} = 4.20$ ) (S.D. = 0.45), (9) สอดคล้องกับใบงานการทดลอง ( $\bar{X} = 4.20$ ) (S.D. = 0.84), (7) ความแข็งแรง ทนทานของบอร์ดประกอบชุดปฏิบัติการ ( $\bar{X} = 4.00$ ) (S.D. = 0.71) และ (8) ความเหมาะสมของตำแหน่งการจัดวางอุปกรณ์ ( $\bar{X} = 4.00$ ) (S.D. = 0.71)

#### 4.1.2 การประเมินคุณภาพของใบงานประกอบชุดปฏิบัติการเรียนรู้

การประเมินคุณภาพใบงานประกอบชุดปฏิบัติการเรียนรู้จำนวนทั้งสิ้น 6 ใบงานดังนี้ ซึ่งผู้วิจัยได้นำผลการประเมินคุณภาพใบงานทั้ง 6 ใบงานจากผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 5 ท่าน มาวิเคราะห์และแสดงผลการประเมินตามแต่ละใบงาน ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ผลการประเมินคุณภาพใบงานประกอบชุดปฏิบัติการเรียนรู้

| รายการประเมิน  | ระดับความคิดเห็น (N=5) |      |             |
|--|------------------------|------|-------------|
|  | $\bar{X}$              | S.D. | ระดับคุณภาพ |
| ใบงานที่ 1 การเขียนโปรแกรมรับ - ส่งข้อมูลใน Arduino Nano | 4.72                   | 0.27 | ดีมาก       |
| ใบงานที่ 2 การเขียนโปรแกรมรับค่าเซนเซอร์ PIR             | 4.68                   | 0.27 | ดีมาก       |

เอกสารนี้เก็บไว้ที่ห้องสมุดของโรงเรียนคุณครูผู้สอน ไม่อนุญาตให้เผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

| รายการประเมิน   | ระดับความคิดเห็น (N=5) |      |             |
|---|------------------------|------|-------------|
|   | $\bar{X}$              | S.D. | ระดับคุณภาพ |
| ใบงานที่ 3 การเขียนโปรแกรมรับค่าเซนเซอร์ Ultrasonic       | 4.70                   | 0.24 | ดีมาก       |
| ใบงานที่ 4 การเขียนโปรแกรมควบคุม Relay และ Buzzer         | 4.66                   | 0.19 | ดีมาก       |
| ใบงานที่ 5 การเขียนโปรแกรมควบคุมมอเตอร์ด้วยบอร์ดสำเร็จรูป | 4.66                   | 0.23 | ดีมาก       |
| ใบงานที่ 6 การเขียนโปรแกรมควบคุมหน้าจอ LCD                | 4.60                   | 0.16 | ดีมาก       |
| เฉลี่ยรวม   | 4.67                   | 0.48 | ดีมาก       |

จากตารางที่ 4.2 ผลการประเมินคุณภาพใบงานของชุดปฏิบัติการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ เมื่อพิจารณาผลการประเมินแล้วพบว่า ทุกใบงานอยู่ในระดับดีมาก ( $\bar{X} = 4.67$ )(S.D. = 0.48) เรียงตามค่าผลการประเมินจากมากไปน้อย คือ ใบงานที่ 1 การเขียนโปรแกรมรับ - ส่งข้อมูลใน Arduino Nano ( $\bar{X} = 4.72$ ) (S.D. = 0.27) ใบงานที่ 3 การเขียนโปรแกรมรับค่าเซนเซอร์ Ultrasonic ( $\bar{X} = 4.70$ ) (S.D.=0.24) ใบงานที่ 2 การเขียนโปรแกรมรับค่าเซนเซอร์ PIR ( $\bar{X} = 4.68$ )(S.D.=0.27) ใบงานที่ 4 การเขียนโปรแกรมควบคุม Relay และ Buzzer ( $\bar{X} = 4.66$ ) (S.D.=0.19) ใบงานที่ 5 การเขียนโปรแกรมควบคุมมอเตอร์ด้วยบอร์ดสำเร็จรูป ( $\bar{X} = 4.66$ )(S.D.=0.23) ใบงานที่ 6 การเขียนโปรแกรมควบคุมหน้าจอ LCD ( $\bar{X} = 4.60$ ) (S.D.=0.16) ซึ่งได้แสดงรายละเอียดการประเมินคุณภาพใบงานของผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 5 ท่าน ไว้ในภาคผนวก ข ผลการประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการเรียนรู้และแบบวัดทักษะในการปฏิบัติ

#### 4.2 ประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์

การทดลองใช้ชุดปฏิบัติการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ เป็นการทดลองใช้เครื่องมือดังกล่าวกับกลุ่มตัวอย่างที่เรียนวิชาวิทยาการคำนวณ จำนวน 44 คน โดยนักเรียนจะเรียนรู้เนื้อหาตามมาตรฐานและตัวชี้วัดของวิชาวิทยาการคำนวณ ทั้งหมดจำนวน 6 ใบงาน และมีเกณฑ์การประเมินผลคะแนนที่ได้ในแต่ละใบงาน ( $E_1$ ) เมื่อนักเรียนเรียนเนื้อหาทั้งหมดแล้วเสร็จ จะให้นักเรียนทำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ( $E_2$ ) ซึ่งแบ่งเป็นการสอบปลายภาคเรียน ด้วยข้อสอบปรนัยแบบ 4 ตัวเลือกจำนวน 40 ข้อและการสอบปฏิบัติ เพื่อหาประสิทธิภาพของเครื่องมือ  $E_1/E_2$  ตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 แสดงรายละเอียดดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ผลการหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์

| ประสิทธิภาพ                         | จำนวนนักเรียน | คะแนนเต็ม | คะแนนเฉลี่ย | คิดเป็นร้อยละ |
|-------------------------------------|---------------|-----------|-------------|---------------|
| 1. ผลสัมฤทธิ์ระหว่างเรียน ( $E_1$ ) | 44            | 70        | 66.25       | 94.64         |
| 2. ผลสัมฤทธิ์หลังเรียน ( $E_2$ )    | 44            | 30        | 26.94       | 89.80         |

เอกสารนี้เป็นทรัพย์สินของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี อนุญาตให้นำไปใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาติให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ขออนุญาต

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.3 พบว่าชุดปฏิบัติการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ ในรายวิชาวิทยาการคำนวณมีประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการ โดยแบ่งเป็นผลสัมฤทธิ์ระหว่างเรียน ( $E_1$ ) ซึ่งเก็บคะแนนทั้งในส่วนของภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติในอัตราส่วน 30:70 จากการทำใบงาน จำนวน 6 ใบงาน ซึ่งมีคะแนนเต็ม 70 คะแนน นักเรียนได้คะแนนเฉลี่ย 66.25 คิดเป็นร้อยละ 94.64 และผลสัมฤทธิ์หลังเรียน ( $E_2$ ) ซึ่งเก็บคะแนนในส่วนของภาคทฤษฎีจากข้อสอบปรนัยแบบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ และภาคปฏิบัติจากการสอบปฏิบัติในหัวข้อที่กำหนดให้ ในอัตราส่วน 30:70 ตามลำดับ ซึ่งมีคะแนนเต็ม 30 คะแนนนักเรียนได้คะแนนเฉลี่ย 26.94 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 89.80 ซึ่งส่งผลให้เครื่องมือที่จัดทำขึ้นมีประสิทธิภาพ  $E_1 / E_2$  คือ 94.64/89.80 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 แต่งานที่มอบหมายให้นักเรียนทำในระหว่างเรียนอาจจะมีความง่ายมากเกินไป ผู้วิจัยสามารถปรับแก้ระดับความยากของใบงานทั้ง 6 ใบงานให้มากขึ้นได้ และสามารถนำเครื่องมือดังกล่าวไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาวิทยาการคำนวณได้ ซึ่งได้แสดงรายละเอียดการเก็บคะแนนของผลสัมฤทธิ์ระหว่างเรียน ( $E_1$ ) และผลสัมฤทธิ์หลังเรียน ( $E_2$ ) ในการวิจัยครั้งนี้ไว้ในภาคผนวก ก คะแนนประสิทธิภาพ  $E_2 / E_2$



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 5

# สรุปผลการวิจัย การอภิปราย และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อ พัฒนาชุดปฏิบัติการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมควบคุม ไมโครคอนโทรลเลอร์ ในรายวิชาวิทยาการ โดยมีเนื้อหาและสาระสำคัญของของการวิจัย สรุปได้ดังนี้

### 5.1 สรุปผลการวิจัย

#### 5.1.1 วัตถุประสงค์การวิจัย

5.1.1.1 เพื่อพัฒนาชุดปฏิบัติการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมควบคุม ไมโครคอนโทรลเลอร์ ในรายวิชาวิทยาการคำนวณที่มีคุณภาพ

5.1.1.2 เพื่อหาประสิทธิภาพชุดปฏิบัติการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมควบคุม ไมโครคอนโทรลเลอร์ ในรายวิชาวิทยาการคำนวณ

#### 5.1.2 สมมติฐานการวิจัย

5.1.2.1 ชุดปฏิบัติการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ ในรายวิชาวิทยาการคำนวณที่พัฒนาขึ้น มีคุณภาพอยู่ในระดับดีขึ้นไป ( $\bar{X} \geq 3.51$ )

5.1.2.2 ชุดปฏิบัติการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ ในรายวิชาวิทยาการคำนวณ มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์  $E_1 / E_2$  ที่กำหนด 80/80

#### 5.1.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสวนแตงวิทยา ตำบลสวนแตง อำเภอเมือง จังหวัดสุพรรณบุรี ที่เรียนวิชาวิทยาการคำนวณ จำนวน 132 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 โรงเรียนสวนแตงวิทยา ที่เรียนวิชา วิทยาการคำนวณ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 44 คน โดยใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง

#### 5.1.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

5.1.4.1 ชุดปฏิบัติการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์

5.1.4.2 แบบประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการ

5.1.4.3 แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

#### 5.1.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยมีขั้นตอนการปฏิบัติและการเก็บรวบรวมข้อมูลของชุดปฏิบัติการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ มีรายละเอียดดังนี้

5.1.5.1 ยื่นเอกสารคำร้องต่องานบริหารวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์ อดุสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เพื่อออกหนังสือขอความอนุเคราะห์ในการทำวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.5.2 ออกแบบและสร้างเครื่องมือวิจัยตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดของหลักสูตรโรงเรียนสวนแตงวิทยาภายใต้หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานของกระทรวงศึกษาธิการ

5.1.5.3 ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 5 ท่านประเมินชุดปฏิบัติการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อหาคุณภาพบอร์ดประกอบชุดปฏิบัติการเรียนรู้ และใบงานจำนวน 6 ใบงาน

5.1.5.4 ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่านประเมินแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เป็นข้อสอบปรนัยแบบ 4 ตัวเลือกเพื่อหาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC)

5.1.5.5 นัดหมายกลุ่มทดลองในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 จำนวน 5 คน ซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ทดลองใช้ชุดปฏิบัติการที่พัฒนาขึ้น เพื่อสังเกตพฤติกรรมและผลลัพธ์ในการใช้เครื่องมือเพื่อปรับปรุงแก้ไขชุดปฏิบัติการให้เหมาะสมกับบริบทของโรงเรียนมากยิ่งขึ้น

5.1.5.6 นำเครื่องมือที่ได้มาใช้กับกลุ่มตัวอย่าง โดยมีขั้นตอนดังนี้

(1) อธิบายวิธีการ ขั้นตอน และแนวทางการเรียนรู้ด้วยชุดปฏิบัติการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างได้เข้าใจ

(2) ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในรายวิชาวิทยาการคำนวณด้วยชุดปฏิบัติการที่ได้พัฒนาขึ้น

(3) เก็บคะแนนใบงานทั้ง 6 ใบงานทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ ในอัตราส่วน 30:70 เพื่อหาประสิทธิภาพกระบวนการของชุดปฏิบัติการที่พัฒนาขึ้น ( $E_1$ )

(4) ทำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ ในอัตราส่วน 30:70 เพื่อหาประสิทธิภาพผลสัมฤทธิ์ของชุดปฏิบัติการที่พัฒนาขึ้น ( $E_2$ )

5.1.5.7 นำข้อมูลทั้งหมดที่เก็บรวบรวมมาวิเคราะห์ ดังนี้ หาคุณภาพของบอร์ดประกอบชุดปฏิบัติการเรียนรู้ คุณภาพของใบงาน และหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการที่พัฒนาขึ้น

#### 5.1.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ได้แก่ ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) การหาค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เพื่อใช้ในการประเมินคุณภาพของเครื่องมือ และการคัดเลือกแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เป็นข้อสอบปรนัยแบบ 4 ตัวเลือก รวมถึงการหาประสิทธิภาพของเครื่องมือหรือ  $E_1 / E_2$  โดยการเก็บข้อมูล  $E_1$  ด้วยใบงานจำนวน 6 ใบงาน และเก็บข้อมูล  $E_2$  ด้วยการสอบปฏิบัติและแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจำนวน 40 ข้อ

#### 5.1.7 สรุปผลการวิจัย

จากการดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนดังกล่าว สามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

5.1.7.1 คุณภาพบอร์ดประกอบชุดปฏิบัติการเรียนรู้มีผลการประเมินอยู่ในเกณฑ์ระดับดี ( $\bar{X}=4.30$ )(S.D.=0.58)

5.1.7.2 คุณภาพใบงานของชุดปฏิบัติการเรียนรู้มีผลการประเมินอยู่ในเกณฑ์ระดับดีมาก ( $\bar{X}=4.67$ )(S.D.=0.48)

5.1.7.3 ชุดปฏิบัติการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ที่จัดทำขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์  $E_1 / E_2$  คือ 94.64/89.80 ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด คือ 80/80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.7.4 ชุดปฏิบัติการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ ในรายวิชาวิทยาการคำนวณที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพและประสิทธิภาพเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยที่ตั้งไว้

## 5.2 อภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาวิจัยและพัฒนาชุดปฏิบัติการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ ในรายวิชาวิทยาการคำนวณ ผู้วิจัยสามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

5.2.1 ผลการพัฒนาชุดปฏิบัติการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ ในรายวิชาวิทยาการคำนวณ สำหรับนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้พัฒนาชุดปฏิบัติการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์จากการวิเคราะห์ข้อมูลตามหลักสูตรของโรงเรียนสวนแตงวิทยา ให้เหมาะสมกับการจัดการเรียนการสอน โดยในการออกแบบบอร์ดประกอบชุดปฏิบัติการได้มีการคำนึงถึงต้นทุน การใช้งาน การซ่อมแซม และการเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอก ให้อยู่ในบอร์ดประกอบชุดปฏิบัติการแผ่นเดียวรวมถึงมีกล่องเก็บอุปกรณ์ที่เป็นระเบียบเรียบร้อย อีกทั้งยังออกแบบใบงานการทดลองโดยได้คำนึงถึงลำดับขั้นตอนในการฝึกทักษะการเขียนโปรแกรมจากระดับเริ่มต้นไปสู่การเขียนโปรแกรมในระดับที่ซับซ้อนมากยิ่งขึ้น

5.2.2 คุณภาพของชุดปฏิบัติการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ ในรายวิชาวิทยาการคำนวณ มีรายละเอียดดังนี้

5.2.2.1 คุณภาพบอร์ดประกอบชุดปฏิบัติการของชุดปฏิบัติการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ อยู่ในเกณฑ์ระดับดี ( $\bar{X}=4.30$ )(S.D.=0.58) เนื่องจากบอร์ดประกอบชุดปฏิบัติการที่ได้พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมของอุปกรณ์ที่ใช้ รูปแบบการนำเสนอ การสร้างปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้งาน ความแข็งแรงทนทาน ความน่าสนใจของบอร์ดประกอบชุดปฏิบัติการ และยังส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง สอดคล้องกับงานวิจัยของสนธิ ขวัญเมือง ที่ได้มีการพัฒนาชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์พร้อมใบงานจำนวน 10 ใบงานในการควบคุมอุปกรณ์อินพุตและอุปกรณ์เอาต์พุตที่กำหนด ซึ่งมีการกำหนดกรอบแนวคิดในการวิจัยที่เป็นไปในทิศทางเดียวกัน อีกทั้งผู้วิจัยได้มีการปรับปรุง แก้ไขและพัฒนาบอร์ดประกอบชุดปฏิบัติการตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิก่อนนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 44 คน เพื่อให้ได้บอร์ดประกอบชุดปฏิบัติการที่สามารถพัฒนาทักษะในการเขียนโปรแกรมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ของนักเรียนได้ตามเกณฑ์ที่กำหนด

5.2.2.2 คุณภาพใบงานของชุดปฏิบัติการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ อยู่ในเกณฑ์ระดับดีมาก ( $\bar{X}=4.67$ )(S.D.=0.04) เนื่องจากใบงานที่ได้พัฒนาขึ้นมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ความทันสมัย เนื้อหาและภาษาที่ใช้มีความถูกต้อง รูปแบบการอธิบายขั้นตอนในการทดลองมีความชัดเจนและเหมาะสมกับระดับของนักเรียน รวมถึงมีการออกแบบลำดับขั้นตอนในการฝึกทักษะการเขียนโปรแกรมจากระดับต่ำไปสูง เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ทักษะการเขียนโปรแกรมด้วยตนเอง สอดคล้องกับงานวิจัยของ จิรวัดน์ แสงคุณธรรม ที่ได้ศึกษาและสร้างชุดฝึกอบรมในด้านเน็ตสำหรับสรรพสิ่ง กับนักศึกษาปริญญาตรี หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาครุศาสตร์วิศวกรรม (แขนงวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์) ด้วยชุดฝึกอบรมและใบงานทั้งสิ้น 7 ใบงาน และได้ใช้กรอบแนวคิดในการพัฒนาชุดเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปฏิบัติการเรียนรู้จากแนวคิดของ วัลลภ จันทรตระกูล (2552:32) ในการออกแบบใบงานประกอบชุดปฏิบัติการในแนวทางเดียวกัน อีกทั้งผู้วิจัยได้มีการปรับปรุง แก้ไขและพัฒนาใบงานตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิก่อนนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 44 คน เพื่อให้ได้ใบงานการทดลองที่สามารถพัฒนาทักษะในการเขียนโปรแกรมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ของนักเรียนได้ตามเกณฑ์ที่กำหนด

5.2.3 ประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ ในรายวิชาวิทยาการคำนวณ โดยผู้วิจัยได้ทดสอบประสิทธิภาพของกระบวนการ ( $E_1$ ) ทั้งทางภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติของกลุ่มตัวอย่างด้วยใบงานจำนวน 6 ใบงาน และทดสอบประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ( $E_2$ ) ในภาคทฤษฎีด้วยข้อสอบปรนัยแบบ 4 ตัวเลือกจำนวน 40 ข้อ และภาคปฏิบัติด้วยข้อสอบปฏิบัติ พบว่าผลสัมฤทธิ์ของคะแนนเฉลี่ยระหว่างเรียนและผลสัมฤทธิ์ของคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนของนักเรียนด้วยชุดปฏิบัติการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ มีค่าเท่ากับ 94.64/89.80 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานกำหนดประสิทธิภาพ  $E_1 / E_2$  ตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 สอดคล้องกับงานวิจัยของ วิศิษฐ์ พรหมสุวรรณ ที่ได้ศึกษาและสร้างชุดทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ วิชาช่างพื้นฐาน ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม) ด้วยชุดทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสสลับและกิจกรรมการทดลองจำนวน 5 กิจกรรม ซึ่งชุดทดลองดังกล่าวมีประสิทธิภาพ  $E_1 / E_2$  คือ 99.20/95.87 โดยงานวิจัยดังกล่าวมีการดำเนินการเก็บข้อมูลการวิจัยในรูปแบบที่ใกล้เคียงกัน ซึ่งแสดงว่าชุดปฏิบัติการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์มีประสิทธิภาพและสามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาวิทยาการคำนวณได้

### 5.3 ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยชุดปฏิบัติการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ ในรายวิชาวิทยาการคำนวณ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะดังนี้

#### 5.3.1 ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

ควรพัฒนาใบงานให้มีระดับความรู้และรูปแบบการทดลองที่ยากขึ้น เนื่องจากค่าประสิทธิภาพของใบงาน ( $E_1$ ) ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้ผลลัพธ์สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ แสดงให้เห็นว่านักเรียนสามารถเรียนรู้กระบวนการการเขียนโปรแกรมในขั้นที่สูงขึ้นได้

#### 5.3.2 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

ควรพัฒนาชุดปฏิบัติการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ ในรายวิชาวิทยาการคำนวณ ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ประเภทอื่นที่มีเทคโนโลยีแตกต่างกันไป เพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่หลากหลาย เช่น Arduino ESP8266, ESP32 หรือ ราสเบอร์รี่พาย (Raspberry Pi) เป็นต้น และสามารถปรับเปลี่ยนโมดูลที่จะนำไปให้นักเรียนได้เรียนรู้ตามบริบทที่เหมาะสมของแต่ละโรงเรียน

## บรรณานุกรม

- กระทรวงศึกษาธิการ. 2551. **หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑.**  
กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย
- กระทรวงศึกษาธิการ. 2560. **ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้  
วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.๒๕๖๐)** กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตร  
แห่งประเทศไทย
- จิรวัดน์ แสงคุณธรรม. 2560. **ชุดฝึกอบรม เรื่องอินเทอร์เน็ตสำหรับสรรพลิ่ง.** วิทยานิพนธ์ปริญญา  
ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- เจนจิรา หวังหลี่. 2559. **การพัฒนาชุดฝึกปฏิบัติโปรแกรมภาษาซีบนระบบปฏิบัติการวินโดวส์เรื่อง  
โครงสร้างข้อมูลและขั้นตอนวิธี.** วารสารอิเล็กทรอนิกส์การเรียนรู้ทางไกลเชิงนวัตกรรม,  
7(2), 80-90.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. 2556. **การทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน.** วารสารศิลปการ  
ศึกษาศาสตร์วิจัย, 5(1), 7-20.
- ทวีศิลป์ พรหมสุวรรณ. 2556. **การสร้างชุดทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ วิชางานช่างพื้นฐาน  
ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร  
(ฝ่ายมัธยม).** วารสารวิจัยทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทร  
วิโรฒ, 8(1), 71-78.
- ทัศนา แคมมณี. 2556. **ศาสตร์การสอน.** พิมพ์ครั้งที่ 17. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชนานันต์ ชูแสง พิระวุฒิ สุวรรณจันทร์ และวิสุทธิ สุนทรกนกพงศ์. 2556. **ชุดทดลอง เครื่องมือวัด  
ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์.** Journal of Industrial Education, 12(3), 89-95.
- บุญชม ศรีสะอาด. 2553. **วิจัยเบื้องต้น.** พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- พรณิ ลีกิจวัฒน์. 2553. **วิธีการวิจัยทางการศึกษา.** กรุงเทพฯ : ภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง,  
2553.
- ไพบูลย์ พวงวงศ์ตระกูล. 2555. **การสร้างชุดทดลองการเขียนโปรแกรมภาษาซีด้วย SDCC บน  
MCS-51.** วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม, 11(3), .68-73.
- เยาวดี วิบูลย์ศรี. 2552. **การวัดผลและการสร้างแบบสอบผลสัมฤทธิ์.** กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่ง  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2552.
- รัชฎา เทพประสิทธิ์ และ สุธิดา ชัยชมชื่น. 2561. **การออกแบบชุดฝึกอบรมสำหรับผู้สอนโดยใช้  
โครงการเป็นฐานบนโปรแกรม Scratch เพื่อพัฒนาสมรรถนะด้านการเขียนโปรแกรม.**  
วารสารอิเล็กทรอนิกส์ สื่อ นวัตกรรม และการศึกษาเชิงสร้างสรรค์, 1(1), 35-45.
- รวีวรรณ ชินะตระกูล. 2542. **การทำวิจัยทางการศึกษา.** กรุงเทพฯ : ที.พี.พรินท์, 2542.
- วัลลภ จันทร์ตระกูล. 2552. **การออกแบบสร้างและประเมินประสิทธิภาพชุดการสอน: ทำอย่างไร  
ให้เป็นตรรกะ (Logic).** เทคนิคศึกษาวารสารทางการศึกษาเพื่อมวลชล. ฉบับเดือน  
กรกฎาคม – กันยายน: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2561. คู่มือการใช้หลักสูตรรายวิชาพื้นฐาน  
วิทยาศาสตร์ สาระเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) ระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษา.  
กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.).
- สนธยา วันชัย. 2555. การพัฒนาชุดฝึกทักษะการเชื่อมต่ออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์กับแผงวงจร  
สำหรับนักศึกษาสาขาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์อุตสาหกรรม. ราชภัฏเพชรบูรณ์สาร,  
12(1), 91-97.
- สนิท ขวัญเมือง. 2564. ชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์. วารสารครุศาสตร์  
อุตสาหกรรม. 20(3), 80-90.
- อุไร จักรษ์มงคล. 2557. การกำหนดค่าให้คะแนน (Scoring Rubric). วารสารการวัดผลการศึกษา,  
31(89), 17-26.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ก

หนังสือราชการประกอบการดำเนินการวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โรงเรียนสวนแตงวิทยา  
รับที่ 378 / 64  
วันที่ 19 พ.ค. 64  
เวลา 08.00



ที่ อว ๓๐๐๔ / ๐๕๐๒

คณะกรรมการอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณ  
ทหารลาดกระบัง ถนนฉลองกรุง  
เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ ๑๐๕๒๐

๗ พฤษภาคม ๒๕๖๔

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ให้นักศึกษาทดลองใช้เครื่องมือและเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย  
เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนสวนแตงวิทยา  
สิ่งที่ส่งมาด้วย ชุดฝึกปฏิบัติและเอกสารประกอบการเรียน

ด้วยนายชิตีพัทธ์ สวนทอง นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรอุตสาหกรรม  
มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาชุดปฏิบัติการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมควบคุม  
ไมโครคอนโทรลเลอร์ในรายวิชาวิทยาการคำนวณ” โดยมี ผศ.ดร.อมรชัน ชัยชนะ เป็นอาจารย์ที่  
ปรึกษาวิทยานิพนธ์

คณะกรรมการอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านให้ นายชิตีพัทธ์  
สวนทอง ทดลองสอนและเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้ชุดฝึกปฏิบัติและเอกสารประกอบการเรียน ภายใน  
สถานศึกษาของท่านได้

เรียนผู้อำนวยการ

เพื่อโปรดทราบเห็นควรแจ้ง

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุญาตและขอขอบคุณในความอนุเคราะห์ของท่านมา ณ

- กลุ่มบริหารงานวิชาการ
- กลุ่มบริหารงานงบประมาณ  
และแผนงาน
- กลุ่มบริหารงานอำนวยการ  
และบุคลากร
- กลุ่มบริหารงานทั่วไป
- กลุ่มบริหารงานกิจการนักเรียน

นายชิตีพัทธ์ สวนทอง ขอแสดงความนับถือ  
ในนักศึกษาทดลองใช้ชุดฝึกปฏิบัติ  
เก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อการวิจัย.  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรพงษ์ ไพรินทร์)  
ผู้ช่วยคณบดีฝ่ายวิชาการ  
ปฏิบัติการแทนคณบดี

ส่วนสนับสนุนวิชาการ

โทร. ๐๒-๓๒๙-๘๐๐๐ ต่อ ๓๖๙๒

โทรสาร. ๐๒-๓๒๙-๘๔๓๖

ติดต่อนักศึกษา โทร.๐๘๘-๒๒๕-๒๖๗๘

๑. ทราบ

๒. ดำเนินการตามเสนอ

๓. 113709 ว.ภ.ค.

113709 ว.ภ.ค.

ท.ร.ร. ๐๖๓๓๓ ๖๓๓๓๓๓

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเป็นทำ และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารที่

170/14  
23 พค 64

แจ้งครูชิตีพัทธ์ ภาครทล๒  
กรท๗ 11๓๖ เก็บรวบรวมข้อมูล  
๒๕ พ.ค. ๖๔

๒๓ พ.ค. ๖๔

ที่ อว 7004 / 0500



คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณ  
ทหารลาดกระบัง ถนนฉลองกรุง  
เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

7 พฤษภาคม 2564

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบประเมิน

เรียน นายจิรวัดน์ แสงคุณธรรม

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมิน

ด้วยนายชิตีพัทธ์ สวนทอง นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาชุดปฏิบัติการเรียนรู้ การเขียนโปรแกรมควบคุม  
ไมโครคอนโทรลเลอร์ในรายวิชาวิทยาการคำนวณ” โดยมี ผศ.ดร.อมรชัน ชัยชนะ เป็นอาจารย์ที่  
ปรึกษาวิทยานิพนธ์

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้  
ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบ  
ประเมิน นี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะ  
ช่วยให้งานวิจัย ของ นายชิตีพัทธ์ สวนทอง มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและ  
ขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรพงษ์ ไพรินทร์)

ผู้ช่วยคณบดีฝ่ายวิชาการ

ปฏิบัติการแทนคณบดี

ส่วนสนับสนุนวิชาการ

โทร. 02-329-8000 ต่อ 3692

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

โทรสาร. 02- 329-8436

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้  
ติดต่อนักศึกษา โทร. 088-225-2678



## บันทึกข้อความ

หน่วยงาน คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สจล. ส่วนสนับสนุนวิชาการ โทร.3692  
ที่ อว 7004 /0500 วันที่ 7 พฤษภาคม 2564

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบประเมิน

เรียน ผศ.สุชิน อัจหาญ

ด้วยนายชิตีพัทธ์ สนวนทอง นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาศูตปฏิบัติการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ในรายวิชาวิทยาการคำนวณ” โดยมี ผศ.ดร.อมรชัน ชัยชนะ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบประเมินนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัย ของ นายชิตีพัทธ์ สนวนทอง มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น พร้อมกันนี้ได้แนบบแบบประเมินมาด้วย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรวงษ์ ไพรินทร์)

ผู้ช่วยคณบดีฝ่ายวิชาการ

ปฏิบัติการแทนคณบดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ อว 7004 / 0500

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณ  
ทหารลาดกระบัง ถนนฉลองกรุง  
เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

7 พฤษภาคม 2564

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบประเมิน

เรียน นายวศิน ภูมิ่ง

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมิน

ด้วยนายชิตีพัทธ์ สนวนทอง นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาชุดปฏิบัติการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมควบคุม  
ไมโครคอนโทรเลอร์ในรายวิชาวิทยาการคำนวณ” โดยมี ผศ.ดร.อมรชัน ชัยชนะ เป็นอาจารย์ที่  
ปรึกษาวิทยานิพนธ์

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้  
ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบ  
ประเมินนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะ  
ช่วยให้งานวิจัย ของ นายชิตีพัทธ์ สนวนทอง มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและ  
ขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรพงษ์ ไพรินทร์)

ผู้ช่วยคณบดีฝ่ายวิชาการ

ปฏิบัติการแทนคณบดี

ส่วนสนับสนุนวิชาการ

โทร. 02-329-8000 ต่อ 3692

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

โทรสาร. 02- 329-8436

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้  
ติดต่อนักศึกษา โทร. 088-225-2678



## บันทึกข้อความ

หน่วยงาน คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สจล. ส่วนสนับสนุนวิชาการ โทร.3692  
ที่ อว 7004 / 0500 วันที่ 7 พฤษภาคม 2564

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบประเมิน

เรียน ผศ.สุระชัย พิมพ์สาลี

ด้วยนายชิตีพัทธ์ สนวนทอง นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาชุดปฏิบัติการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ในรายวิชาวิทยาการคำนวณ” โดยมี ผศ.ดร.อมรชัน ชัยชนะ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบประเมินนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัย ของ นายชิตีพัทธ์ สนวนทอง มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น พร้อมกันนี้ได้แนบแบบประเมินมาด้วย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรพงษ์ ไพรินทร์)

ผู้ช่วยคณบดีฝ่ายวิชาการ

ปฏิบัติการแทนคณบดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



## บันทึกข้อความ

หน่วยงาน คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สจล. ส่วนสนับสนุนวิชาการ โทร.3692  
ที่ อว 7004 / 0500 วันที่ 7 พฤษภาคม 2564

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบประเมิน

เรียน รศ.ดร.ปิยะ ศุภวาราสวัสดิ์

ด้วยนายชิตีพัทธ์ สนวนทอง นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาชุดปฏิบัติการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ในรายวิชาวิทยาการคำนวณ” โดยมี ผศ.ดร.อมรชัน ชัยชนะ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบประเมินนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัย ของ นายชิตีพัทธ์ สนวนทอง มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น พร้อมกันนี้ได้แนบบแบบประเมินมาด้วย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรวงษ์ ไพรินทร์)

ผู้ช่วยคณบดีฝ่ายวิชาการ

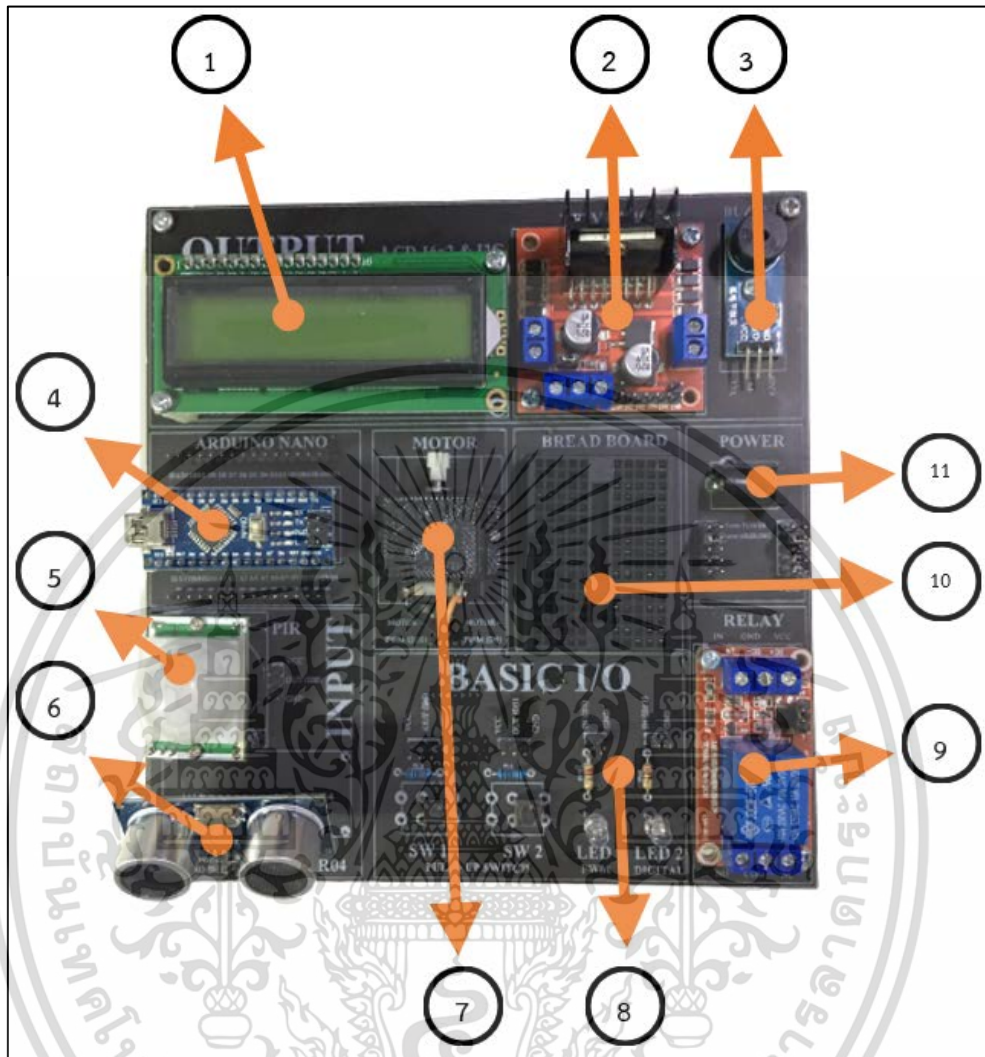
ปฏิบัติการแทนคณบดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## รายละเอียดของบอร์ดประกอบชุดปฏิบัติการเรียนรู้

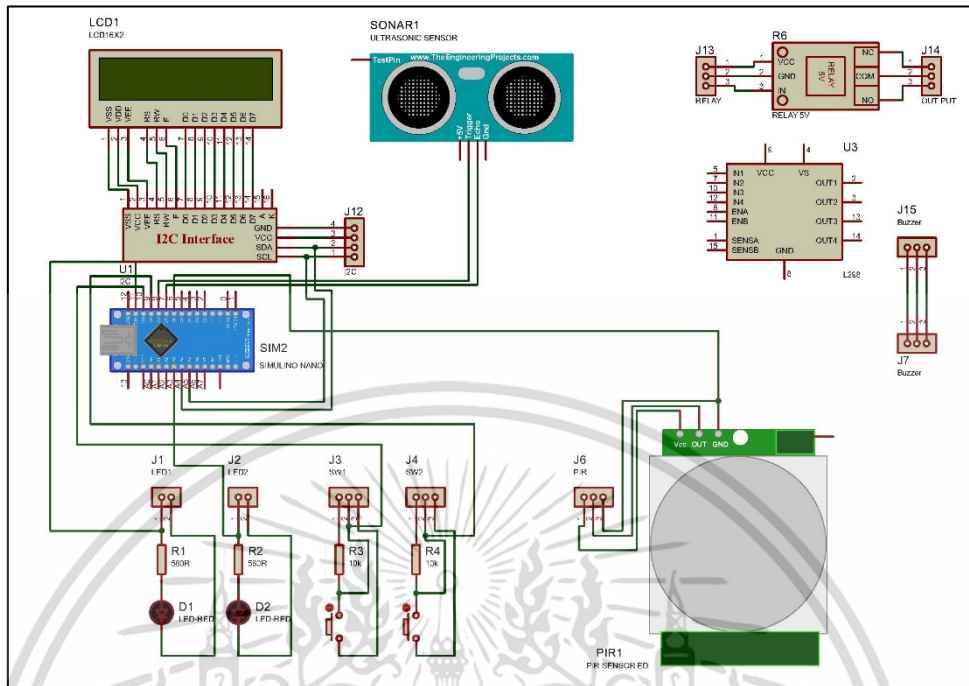


### รายละเอียดหมายเลขต่าง ๆ ของบอร์ดประกอบชุดปฏิบัติการเรียนรู้

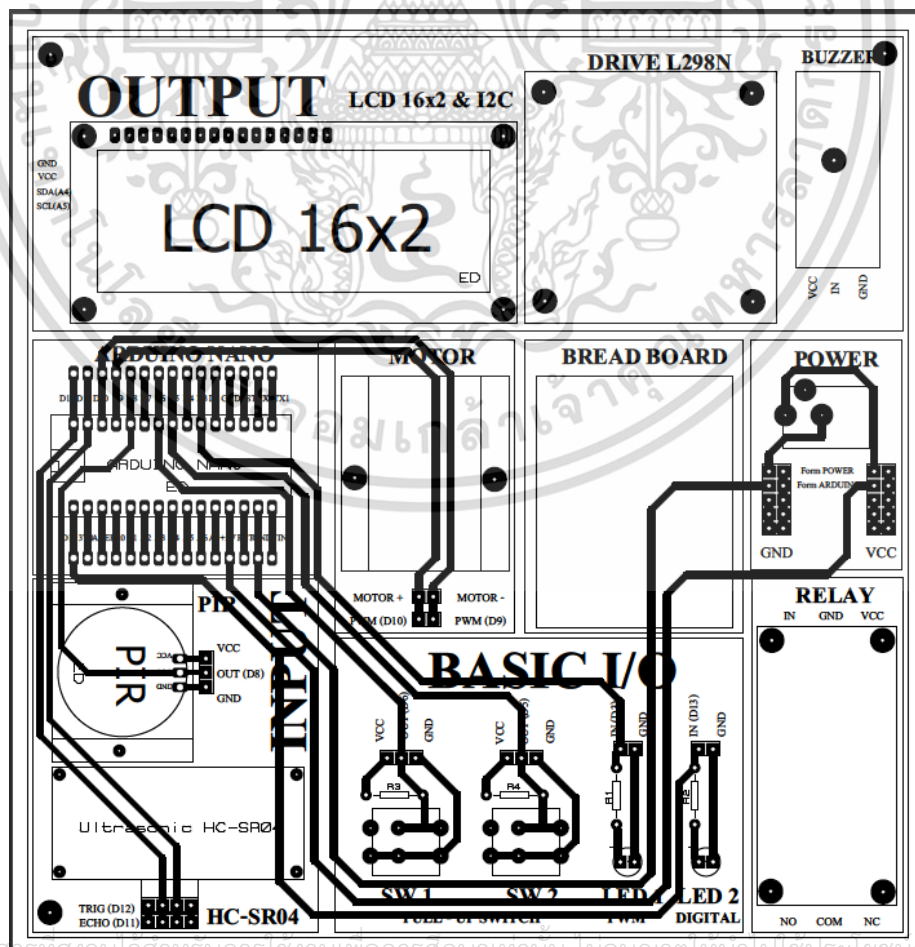
1. หน้าจอแสดงผลแบบ LCD ขนาด 16x2 เชื่อมต่อ Module I2C
2. Module Drive Motor L298N
3. Passive Buzzer
4. Arduino Nano
5. Module PIR
6. Module Ultrasonic HC-SR04
7. DC Motor
8. อุปกรณ์ Input / Output พื้นฐาน ประกอบด้วยสวิตช์แบบ Pullup และหลอดไฟ LED
9. Module Relay 5V 1 Channel
10. Bread Board
11. Power

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Schematic ของชุดปฏิบัติการเรียนรู้รูปแบบด้วยโปรแกรม Proteus 8



PCB Layout ของชุดปฏิบัติการเรียนรู้รูปแบบด้วยโปรแกรม proteus 8



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการเรียนการสอนเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ใบงานที่ 1 การเขียนโปรแกรมรับ - ส่งข้อมูลใน Arduino Nano

### จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. อธิบายหลักการในการรับ - ส่งข้อมูลของ Arduino Nano ได้
2. อธิบายและเขียนผังงานในการรับ - ส่งข้อมูลของ Arduino Nano ได้
3. เขียนวงจรในการรับ - ส่งข้อมูลของ Arduino Nano ได้
4. เขียนโปรแกรมรับ - ส่งข้อมูลจาก Arduino ไปยังอุปกรณ์ภายนอกได้

### เครื่องมือและอุปกรณ์

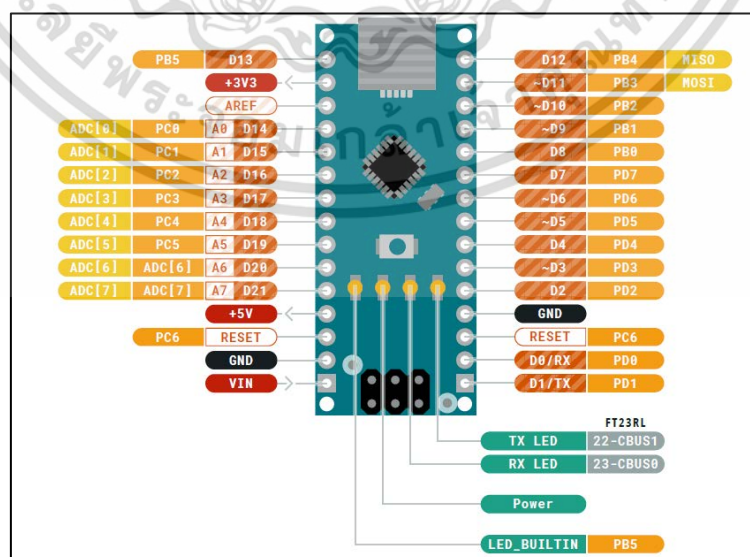
1. ชุดฝึกปฏิบัติการเรียนรู้แบบโครงงานด้วยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ 1 ชุด
2. สายเชื่อมต่อ USB (mini USB) 1 เส้น
3. สายไฟเชื่อมต่อวงจร 1 ชุด

### ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การสื่อสารข้อมูลหรือการรับ - ส่ง ข้อมูลใน Arduino Nano นั้นเป็นการสื่อสารแบบอนุกรม คือ การส่งข้อมูลไปทีละบิตโดยใช้เทคนิคการเลื่อนข้อมูลบนสายสัญญาณเส้นเดียว โดยมีการกำหนดความเร็วในการรับส่งสัญญาณให้เท่ากัน ซึ่งเรียกว่า “อัตราบอด” สามารถเรียกทับศัพท์ได้ว่า “บอดเรต (baud rate)”

พอร์ตบนบอร์ด Arduino Nano นั้นมีพอร์ตให้สามารถเชื่อมต่อใช้งานได้ทั้งหมด 14 พอร์ตด้วยกันดังนี้ D0, D1, D2, ..., D13 และมีพอร์ตแอนาล็อกทั้งหมด 6 พอร์ตที่สามารถนำมาเชื่อมต่อในรูปแบบดิจิทัลได้ ดังนี้ A0, A2, A3, ..., A5 โดยพอร์ต A6 และ A7 จะใช้งานสำหรับการรับสัญญาณแบบแอนาล็อกเท่านั้น

โดยทั่วไปโหมดการทำงานของพอร์ตในรูปแบบดิจิทัลสามารถกำหนดโหมดการทำงานได้ 2 รูปแบบคือ โหมดอินพุตที่ใช้สำหรับการรับค่าสัญญาณจากอุปกรณ์ภายนอกเข้ามาเก็บไว้ในตัวแปรที่กำหนดโดยผ่านพอร์ตที่กำหนด และโหมดเอาต์พุตที่ใช้สำหรับการส่งสัญญาณออกไปจากพอร์ตนั้น ๆ



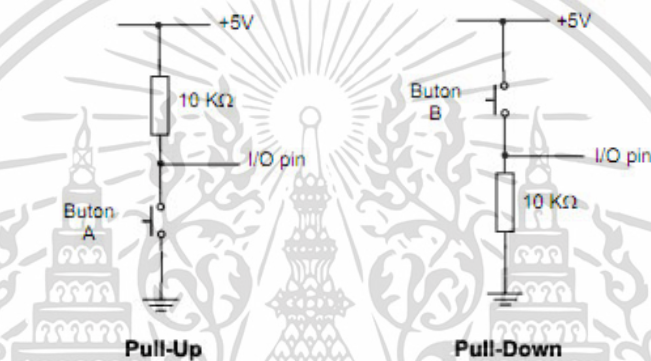
รูปที่ 1.1 พอร์ตใช้งานของ Arduino Nano

(ที่มา : [store.arduino.cc/usa/arduino-nano](https://store.arduino.cc/usa/arduino-nano))

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**สวิตช์** คือ อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ควบคุมการไหลของกระแสไฟฟ้าภายในวงจร หรือกล่าวได้ว่าเป็นอุปกรณ์สำหรับการควบคุมการเปิด-ปิดตามแต่ผู้ใช้งานต้องการ มีหลายรูปแบบ ทั้งสวิตช์เลื่อน สวิตช์หมุน สวิตช์ไมโคร สวิตช์กดติด-ปล่อยดับ สวิตช์กดติด-กดดับ เป็นต้น ในชุดฝึกปฏิบัติการเรียนรู้แบบโครงงานด้วยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์นี้ได้เลือกใช้โมดูลสวิตช์แบบกดติด - ปล่อยดับสำหรับการพัฒนาชุดฝึก โดยทั่วไปการต่อวงจรสวิตช์มี 2 รูปแบบ ดังนี้

- Pull UP คือการคงค่าลอจิก 1 ให้พอร์ตอินพุตของ Arduino เมื่อสวิตช์ถูกกดจะให้ลอจิก 0
- Pull Down คือการคงค่าลอจิก 0 ให้พอร์ตอินพุตของ Arduino เมื่อสวิตช์ถูกกดจะให้ลอจิก 1



รูปที่ 1.2 รูปแบบการต่อวงจรสวิตช์

### คำสั่งที่ใช้ในงาน

1. คำสั่งการกำหนดโหมดการทำงานให้กับพอร์ต Arduino เป็นคำสั่งในการกำหนดรูปแบบการทำงานของพอร์ตต่างๆของ Arduino โดยสามารถกำหนดได้ทั้งพอร์ตดิจิทัล (0,1,2,...,13) และพอร์ตแอนาล็อก (A0,A1,A2,...,A7) โดยพอร์ตแอนาล็อก A0 - A5 สามารถกำหนดให้ทำงานในรูปแบบดิจิทัลได้ ซึ่งมีคำสั่งดังนี้

```
pinMode(pin,mode);
```

pin : หมายเลขพอร์ตของ Arduino ที่ต้องการกำหนดโหมด

mode : INPUT, OUTPUT, INPUT\_PULLUP

2. คำสั่งการส่งค่าลอจิกดิจิทัลไปยังพอร์ต Arduino เป็นการส่งค่าลอจิก (0, 1) ไปยังพอร์ตต่างๆของ Arduino ซึ่งมีคำสั่งดังนี้

```
digitalWrite(pin,value);
```

pin : หมายเลขพอร์ตของ Arduino ที่ต้องการส่งออกค่าลอจิก

value : HIGH (1), LOW (0)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. คำสั่งการรับค่าลอจิกจากพอร์ต Arduino เป็นการรับค่าลอจิกจากพอร์ตต่างๆของ Arduino เข้ามาเก็บค่าไว้ในตัวแปรที่กำหนดไว้ และสามารถนำค่าตัวแปรที่ได้ไปตรวจสอบหรือใช้งานในภายหลังได้ โดยฟังก์ชันนี้จำเป็นต้องมีการใช้ฟังก์ชัน pinMode ก่อน ซึ่งมีคำสั่งดังนี้

```
digitalRead(pin);
```

pin : หมายเลขพอร์ตของ Arduino ที่ต้องการรับค่าลอจิก

4. คำสั่งการหน่วงเวลา ใช้ในการกำหนดช่วงเวลาในการที่ต้องการให้โปรแกรมหยุดการทำงาน ซึ่งมีดังนี้

```
delay(ms);
```

ms : ตัวเลขที่หยุดค่างของเวลาหน่วยมิลลิวินาที (1/1000 วินาที)

5. คำสั่งสำหรับการสื่อสารทางพอร์ตอนุกรม เป็นฟังก์ชันที่ใช้ในการกำหนดความเร็วของการส่งข้อมูลและการส่งค่าออกทางพอร์ตอนุกรม โดยทั่วไปจะใช้ฟังก์ชันนี้ในการตรวจสอบการทำงานของโปรแกรมผ่านหน้าจอ Serial Monitor ซึ่งมีคำสั่งดังนี้

```
Serial.begin(speed);
```

คำสั่งที่ใช้ในการกำหนดความเร็วในการสื่อสารข้อมูลทางพอร์ตอนุกรม โดยทั่วไปจะใช้ค่าความเร็วที่ 9,600 สำหรับการสื่อสารด้วยบอร์ด Arduino

```
Serial.print(value);
```

คำสั่งที่ใช้ในการส่งข้อมูลออกทางพอร์ตอนุกรมเพื่อแสดงผลที่หน้าจอคอมพิวเตอร์ โดยเมื่อแสดงผลเสร็จแล้วเคอร์เซอร์จะรออยู่หลังค่านั้นๆ

ตัวอย่าง

```
Serial.print("Hello"); ผลที่ได้คือ "Hello"
```

```
Serial.print(1.23456, 0); ผลที่ได้คือ "1"
```

```
Serial.print(1.23456, 2); ผลที่ได้คือ "1.23"
```

```
Serial.print(x); ผลที่ได้คือ "ค่าที่เก็บอยู่ในตัวแปร x"
```

```
Serial.println(value);
```

คำสั่งในการส่งข้อมูลออกทางพอร์ตอนุกรมเพื่อแสดงผลที่หน้าจอคอมพิวเตอร์ โดยเมื่อแสดงผลเสร็จแล้วเคอร์เซอร์จะขึ้นบรรทัดใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## การทดลองที่ 1.1 การส่งข้อมูลจาก Arduino Nano

ให้นักเรียนต่อวงจรและเขียนโปรแกรมตามขั้นตอนการทดลองที่กำหนดให้ บันทึกผล และตอบคำถามในการทดลองที่ 1.1 ให้สมบูรณ์

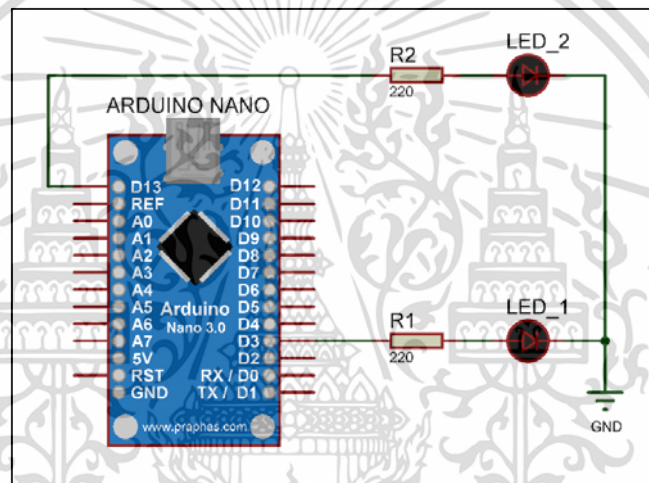
### 1. วงจรที่ใช้ในการทดลอง

ในชุดฝึกได้ต่อวงจรแสดงผลด้วย LED กับ R 220 โอห์ม ไว้แล้วในส่วนของ Basic I/O โดยมีรายละเอียดดังนี้ต่อไปนี้

LED 1 = ต่อระหว่าง Arduino พอร์ต D3 กับ ขา (+) ของ LED 1

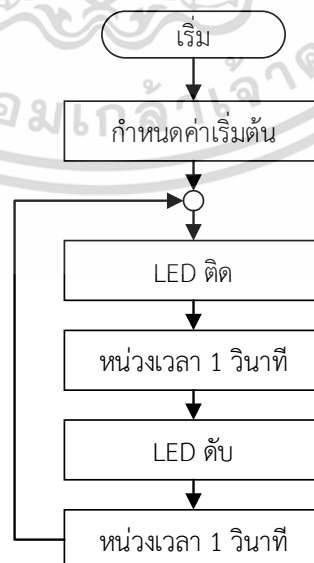
LED 2 = ต่อระหว่าง Arduino พอร์ต D13 กับ ขา (+) ของ LED 2

โดยนักเรียนสามารถใช้งานได้เมื่อป้อนไฟเลี้ยงให้กับส่วนของวงจร LED และสามารถเปลี่ยนพอร์ตเอาต์พุตได้โดยการต่อสายไฟจากช่อง IN ของ LED ไปยังพอร์ต Arduino ที่ต้องการ



รูปที่ 1.3 วงจรแสดงผลด้วย LED ในส่วน Basic I/O

### 2. ผังงาน



รูปที่ 1.4 ผังการทำงานการทดลองที่ 1.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## อธิบายผังงาน

.....

.....

.....

.....

.....

## 3. เขียนโปรแกรมจากผังงาน

ให้นักเรียนต่อวงจรบนชุดฝึกตามรูปที่ 1.3 และเขียนโปรแกรมตามตารางดังต่อไปนี้  
ทดสอบการทำงานของโปรแกรมบนชุดฝึกและบันทึกผลการทดลองที่ได้

| บรรทัด | โปรแกรม                    |
|--------|----------------------------|
| 1      | int LED_2 = 13;            |
| 2      | void setup()               |
| 3      | {                          |
| 4      | pinMode(LED_2, OUTPUT);    |
| 5      | }                          |
| 6      | void loop()                |
| 7      | {                          |
| 8      | digitalWrite(LED_2, HIGH); |
| 9      | delay(1000);               |
| 10     | digitalWrite(LED_2, LOW);  |
| 11     | delay(1000);               |
| 12     | }                          |

## อธิบายโปรแกรม

| บรรทัด | โปรแกรม  |
|--------|--|
| 1      | กำหนดให้พอร์ต D13 ชื่อ LED_2 เป็นตัวแปรประเภท Integer (พอร์ตที่ต่ออุปกรณ์) |
| 2      | void setup()   |
| 3      | {  |
| 4      | กำหนดโหมดการทำงานให้ LED_2 เป็นพอร์ตเอาต์พุต                               |
| 5      | }  |
| 6      | void loop()  |
| 7      | {  |
| 8      | ส่งลอจิก 1 ออกพอร์ต LED_2  |
| 9      | หน่วงเวลา 1000 ms (1 วินาที)   |
| 10     | ส่งลอจิก 0 ออกพอร์ต LED_2  |
| 11     | หน่วงเวลา 1000 ms (1 วินาที)   |
| 12     | }  |

เอกสารนี้เป็นเอกสารทรัพย์สินทางปัญญาของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ห้ามเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### บันทึกผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

#### 4. คำถามท้ายการทดลองที่ 1.1

ถ้านักเรียนต้องการเปลี่ยนการแสดงผลจาก LED\_2 ให้ไปแสดงผลที่ LED\_1 ต้องแก้ไขโปรแกรมในบรรทัดที่เท่าไร อย่างไร

ตอบ

.....

.....

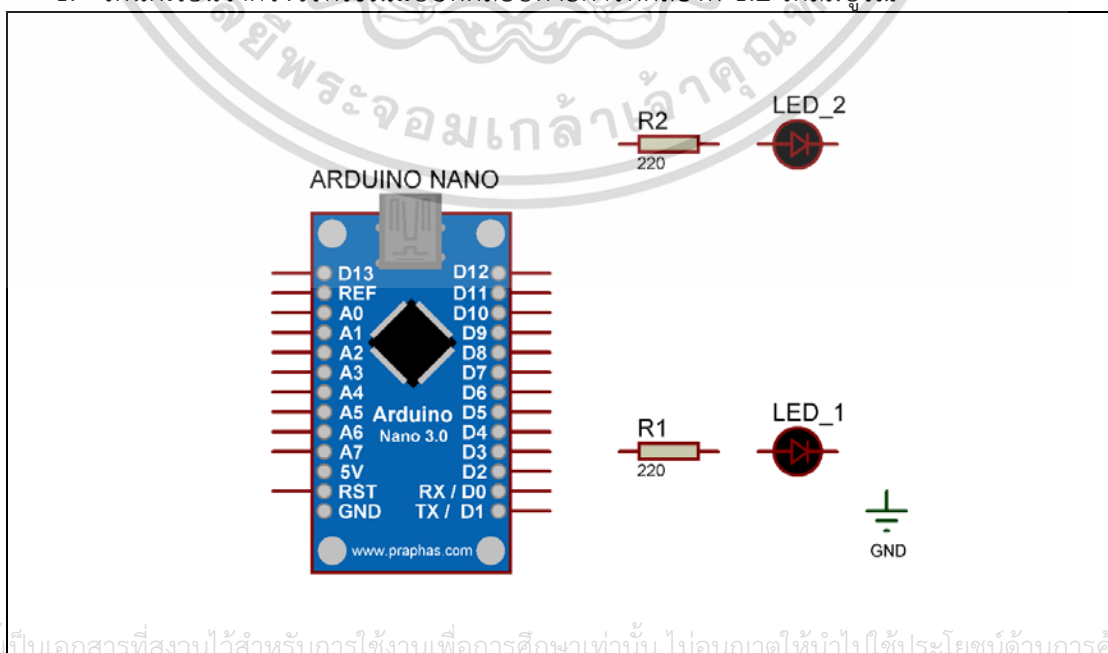
.....

#### 5. แบบทดสอบท้ายการทดลอง

ให้เขียนโปรแกรมไฟกระพริบ ตามเงื่อนไขต่อไปนี้

- ให้ LED\_1 และ LED\_2 ติดสลับกัน (ไฟกระพริบ)
- มีระยะห่าง 0.5 วินาที (500 ms)

#### 1. ให้นักเรียนวาดวงจรที่ใช้ในแบบทดสอบท้ายการทดลองที่ 1.2 ให้สมบูรณ์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ให้นักเรียนนำสัญลักษณ์ที่กำหนดให้จัดทำผังงานตามแบบทดสอบท้ายการทดลองที่ 1.1

| เงื่อนไขการทำงาน  | ผังงาน  |
|---|---|
| <p style="text-align: center;">○</p> <p style="text-align: center;">เริ่ม</p> <p style="text-align: center;">LED 1 ติด<br/>LED 2 ดับ</p> <p style="text-align: center;">LED 1 ดับ<br/>LED 2 ติด</p> <p style="text-align: center;">หน่วยเวลา 0.5 วินาที</p> <p style="text-align: center;">หน่วยเวลา 0.5 วินาที</p> <p style="text-align: center;">กำหนดค่าเริ่มต้น</p> |  |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับโรงเรียนเพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่หรือใช้ประโยชน์อื่นใด

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ให้นักเรียนเติมช่องว่างในโปรแกรมให้เงื่อนไขเป็นไปแบบทดสอบท้ายการทดลองที่ 1.1

| บรรทัด | โปรแกรม                    |
|--------|----------------------------|
| 1      | .....                      |
| 2      | int LED_2 = 13;            |
| 3      | void setup()               |
| 4      | {                          |
| 5      | pinMode(LED_1, OUTPUT);    |
| 6      | .....                      |
| 7      | }                          |
| 8      | void loop()                |
| 9      | {                          |
| 10     | digitalWrite(....., LOW);  |
| 11     | .....(LED_2, HIGH);        |
| 12     | delay(.....);              |
| 13     | digitalWrite(LED_1, HIGH); |
| 14     | .....                      |
| 15     | delay(500);                |
| 16     | }                          |
| 17     |                            |
| 18     |                            |
| 19     |                            |
| 20     |                            |
| 21     |                            |
| 22     |                            |
| 23     |                            |
| 24     |                            |
| 25     |                            |
| 26     |                            |
| 27     |                            |
| 28     |                            |
| 29     |                            |
| 30     |                            |
| 31     |                            |
| 32     |                            |
| 33     |                            |
| 34     |                            |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## การทดลองที่ 1.2 การรับข้อมูลจาก Arduino Nano

ให้นักเรียนต่อวงจรและเขียนโปรแกรมตามขั้นตอนการทดลองที่กำหนดให้ บันทึกผล และตอบคำถามในการทดลองที่ 1.2 ให้สมบูรณ์

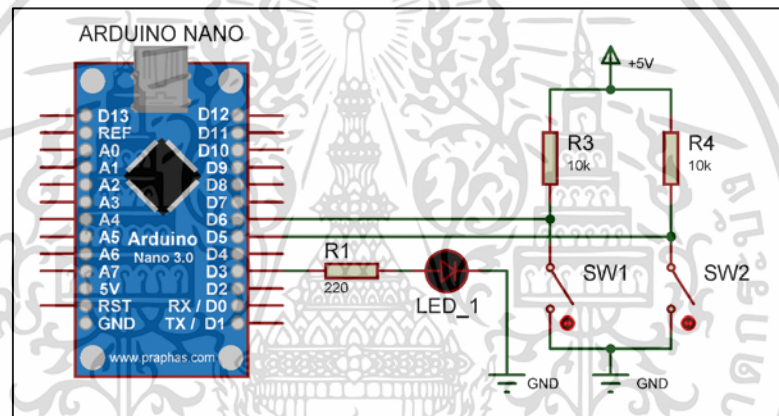
### 1. วงจรที่ใช้ในการทดลอง

ในชุดฝึกได้ต่อวงจรสวิตช์ กับ R 10k โอห์ม ไว้แล้วในส่วนของ Basic I/O โดยมีรายละเอียด ดังนี้ต่อไปนี้

SW 1 = ต่อระหว่าง Arduino พอร์ต D6 ในรูปแบบ pull-up switch

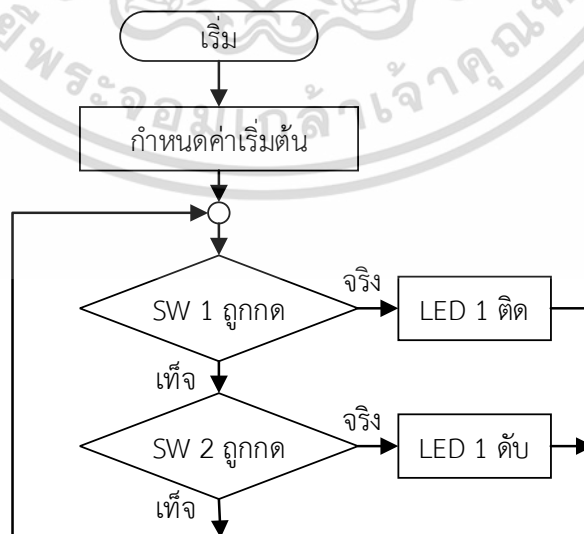
SW 2 = ต่อระหว่าง Arduino พอร์ต D5 ในรูปแบบ pull-up switch

โดยนักเรียนสามารถใช้งานได้เมื่อป้อนไฟเลี้ยงให้กับส่วนของวงจร Switch และสามารถเปลี่ยนพอร์ตอินพุตได้โดยการต่อสายไฟจากช่อง OUT ของ SW ไปยังพอร์ต Arduino ที่ต้องการ



รูปที่ 1.5 วงจร pull-up switch ของชุดฝึก บน Basic I/O

### 2. ผังงาน



รูปที่ 1.4 ผังการทำงานการทดลองที่ 1.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## อธิบายผังงาน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

## 3. เขียนโปรแกรมจากผังงาน

ให้นักเรียนต่อวงจรบนชุดฝึกตามรูปที่ 1.5 และเขียนโปรแกรมตามตารางดังต่อไปนี้  
ทดสอบการทำงานของโปรแกรมบนชุดฝึกและบันทึกผลการทดลองที่ได้

| บรรทัด | โปรแกรม                            |
|--------|------------------------------------|
| 1      | int LED_1 = 3;                     |
| 2      | int SW_1 = 6;                      |
| 3      | int SW_2 = 5;                      |
| 4      |                                    |
| 5      | void setup()                       |
| 6      | {                                  |
| 7      | pinMode(LED_1, OUTPUT);            |
| 8      | pinMode(SW_1, INPUT);              |
| 9      | pinMode(SW_2, INPUT);              |
| 10     | Serial.begin(9600);                |
| 11     | }                                  |
| 12     | void loop()                        |
| 13     | {                                  |
| 14     | if(digitalRead(SW_1)==LOW)         |
| 15     | { digitalWrite(LED_1,HIGH); }      |
| 16     | else if(digitalRead(SW_2)==LOW)    |
| 17     | { digitalWrite(LED_1,LOW); }       |
| 18     | Serial.print("SW_1 =");            |
| 19     | Serial.println(digitalRead(SW_1)); |
| 20     | Serial.print("SW_2 =");            |
| 21     | Serial.println(digitalRead(SW_2)); |
| 22     | }                                  |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## อธิบายโปรแกรม

| บรรทัด | โปรแกรม  |
|--------|--|
| 1      | กำหนดให้พอร์ต D3 ชื่อ LED_2 เป็นตัวแปรประเภท Integer                               |
| 2      | กำหนดให้พอร์ต D6 ชื่อ SW_1 เป็นตัวแปรประเภท Integer                                |
| 3      | กำหนดให้พอร์ต D5 ชื่อ SW_2 เป็นตัวแปรประเภท Integer                                |
| 4      |  |
| 5      | void setup()   |
| 6      | {  |
| 7      | กำหนดโหมดการทำงานให้ LED_1 เป็นพอร์ตเอาต์พุต                                       |
| 8      | กำหนดโหมดการทำงานให้ SW_2 เป็นพอร์ตอินพุต  |
| 9      | กำหนดโหมดการทำงานให้ SW_2 เป็นพอร์ตอินพุต  |
| 10     | กำหนดอัตราการรับส่งข้อมูลให้อยู่ที่ 9600   |
| 11     | }  |
| 12     | void loop()  |
| 13     | {  |
| 14     | ตรวจสอบเงื่อนไขที่ SW_1 ว่ามีลอจิก 0 หรือไม่                                       |
| 15     | <i>ถ้ามี</i> ส่งลอจิก 1 ไปที่พอร์ต LED_1    <i>ถ้าไม่มี</i> ทำคำสั่งบรรทัดข้างล่าง |
| 16     | ตรวจสอบเงื่อนไขที่ SW_2 ว่ามีลอจิก 0 หรือไม่                                       |
| 17     | <i>ถ้ามี</i> ส่งลอจิก 1 ไปที่พอร์ต LED_2    <i>ถ้าไม่มี</i> ทำคำสั่งบรรทัดข้างล่าง |
| 18     | พิมพ์ <i>ข้อความ</i> SW_1 = ไปที่หน้าจอ monitor (แบบไม่เว้นบรรทัด)                 |
| 19     | พิมพ์ <i>ค่า</i> ของ SW_1 = ไปที่หน้าจอ monitor (แบบเว้นบรรทัด)                    |
| 20     | พิมพ์ <i>ข้อความ</i> SW_2 ไปที่หน้าจอ monitor (แบบไม่เว้นบรรทัด)                   |
| 21     | พิมพ์ <i>ค่า</i> ของ SW_2 ไปที่หน้าจอ monitor (แบบเว้นบรรทัด)                      |
| 22     | }  |

บันทึกผลการทดลอง (เมื่อเปิดหน้าจอ Monitor ตั้งค่า Baud rate 9600)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4. คำถามท้ายการทดลองที่ 1.2

จากโปรแกรมข้างต้น ถ้าลบโปรแกรมบรรทัดที่ 18-21 ออกโปรแกรมจะสามารถทำงานได้เหมือนเดิมหรือไม่ เพราะเหตุใด

ตอบ .....

.....

.....

.....

#### 5. แบบทดสอบท้ายการทดลอง

ให้เขียนโปรแกรมรับค่าสวิตช์ ตามเงื่อนไขต่อไปนี้

- เมื่อกด SW\_1 ให้ LED\_1 ติด และ LED\_2 ดับ
- เมื่อปล่อย SW\_1 ให้ LED\_1 ดับ และ LED\_2 ติด

1. ให้นักเรียนวาดวงจรที่ใช้ในแบบทดสอบท้ายการทดลองที่ 1.2 ให้สมบูรณ์



2. ให้นักเรียนนำสัญลักษณ์ที่กำหนดให้จัดทำผังงานตามแบบทดสอบท้ายการทดลองที่ 1.2

| สัญลักษณ์   | ผังงาน |
|---|--------|
| <p style="text-align: center;">○</p> <p style="text-align: center;">เริ่ม</p> <p style="text-align: center;">LED 1 ติด<br/>LED 2 ดับ</p> <p style="text-align: center;">LED 1 ดับ<br/>LED 2 ติด</p> <p style="text-align: center;">SW 1 ถูกกด</p> <p style="text-align: center;">กำหนดค่าเริ่มต้น</p> |        |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 3. ให้นักเรียนเติมช่องว่างในโปรแกรมให้เงื่อนไขเป็นไปแบบทดสอบท้ายการทดลองที่ 1.2

| บรรทัด | โปรแกรม                   |
|--------|---------------------------|
| 1      | int LED_1 = .....         |
| 2      | int LED_2 =.....          |
| 3      | int SW_1 = .....          |
| 4      |                           |
| 5      | void setup()              |
| 6      | {                         |
| 7      | pinMode(LED_1, OUTPUT);   |
| 8      | pinMode(LED_2,OUTPUT);    |
| 9      | pinMode(....., INPUT);    |
| 10     | Serial.begin(.....);      |
| 11     | }                         |
| 12     | void loop()               |
| 13     | {                         |
| 14     | if(digitalRead(.....))    |
| 15     | {                         |
| 16     | digitalWrite(LED_1,HIGH); |
| 17     | digitalWrite(LED_2,LOW);  |
| 18     | }                         |
| 19     | .....                     |
| 20     | {                         |
| 21     | digitalWrite(LED_1,LOW);  |
| 22     | .....                     |
| 23     | }                         |
| 24     | Serial.print("SW_1 =");   |
| 25     | Serial.println(.....);    |
| 26     | }                         |
| 27     |                           |
| 28     |                           |
| 29     |                           |
| 30     |                           |
| 31     |                           |
| 32     |                           |
| 33     |                           |
| 34     |                           |
| 35     |                           |

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**แบบวัดทักษะในการปฏิบัติ**  
**ใบงานที่ 1 การเขียนโปรแกรมรับ - ส่งข้อมูลใน Arduino Nano**

ผู้ถูกประเมิน ชื่อ-สกุล ..... ระดับชั้น ..... เลขที่ .....

นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสวนแตงวิทยา จ.สุพรรณบุรี

| คุณลักษณะที่ต้องการวัด                                     | น้ำหนัก<br>คะแนน | คะแนน |   |   |   |
|--|------------------|-------|---|---|---|
|  |                  | 3     | 2 | 1 | 0 |
| <b>การทดลองที่ 1.1 เรื่อง การส่งข้อมูลจาก Arduino Nano</b> |                  |       |   |   |   |
| 1. อธิบายลำดับขั้นตอนการส่งข้อมูลได้ถูกต้อง                | 2                |       |   |   |   |
| 2. บันทึกผลการทดลองได้ถูกต้อง                              | 2                |       |   |   |   |
| 3. ตอบคำถามท้ายการทดลองได้ถูกต้อง                          | 2                |       |   |   |   |
| 4. ต่อบังคับตามเงื่อนไขที่กำหนดได้ถูกต้อง                  | 3                |       |   |   |   |
| 5. เขียนผังงานตามเงื่อนไขได้ถูกต้อง                        | 3                |       |   |   |   |
| 6. เขียนโปรแกรมการส่งข้อมูลได้ถูกต้อง                      | 3                |       |   |   |   |
| <b>การทดลองที่ 1.1 เรื่อง การส่งข้อมูลจาก Arduino Nano</b> |                  |       |   |   |   |
| 7. อธิบายลำดับขั้นตอนการรับข้อมูลได้ถูกต้อง                | 2                |       |   |   |   |
| 8. บันทึกผลการทดลองได้ถูกต้อง                              | 2                |       |   |   |   |
| 9. ตอบคำถามท้ายการทดลองได้ถูกต้อง                          | 2                |       |   |   |   |
| 10. ต่อบังคับตามเงื่อนไขที่กำหนดได้ถูกต้อง                 | 3                |       |   |   |   |
| 11. เขียนผังงานตามเงื่อนไขได้ถูกต้อง                       | 3                |       |   |   |   |
| 12. เขียนโปรแกรมการส่งข้อมูลได้ถูกต้อง                     | 3                |       |   |   |   |
| คะแนนรวม   | 30               |       |   |   |   |
| คะแนนรวมทั้งหมด  |                  |       |   |   |   |

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน  
 (.....)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**เกณฑ์การให้คะแนนแบบประเมินผลการปฏิบัติงาน**  
**ใบงานที่ 1 การเขียนโปรแกรมรับ - ส่งข้อมูลใน Arduino Nano**  
**การทดลองที่ 1.1 เรื่อง การส่งข้อมูลจาก Arduino Nano**

| เกณฑ์การประเมิน                             | ระดับ 3  | ระดับ 2   | ระดับ 1  | ระดับ 0  |
|---|--|---|--|--|
| 1. อธิบายลำดับขั้นตอนการส่งข้อมูลได้ถูกต้อง | อธิบายขั้นตอนการทำงานได้ โดยได้รับคำแนะนำไม่เกิน 1 ครั้ง | อธิบายขั้นตอนการทำงานได้ โดยได้รับคำแนะนำไม่เกิน 2 ครั้ง      | อธิบายขั้นตอนการทำงานได้ โดยได้รับคำแนะนำไม่เกิน 3 ครั้ง             | อธิบายขั้นตอนการทำงานได้ โดยได้รับคำแนะนำมากกว่า 3 ครั้ง |
| 2. บันทึกผลการทดลองได้ถูกต้อง               | บันทึกผลการทดลองได้ถูกต้อง และมีการอธิบายอย่างละเอียด    | บันทึกผลการทดลองได้ถูกต้อง แต่อธิบายไม่ละเอียด                | บันทึกผลการทดลองได้ถูกต้อง แต่ไม่มีการอธิบายเพิ่มเติม                | บันทึกผลการทดลองไม่ถูกต้อง                               |
| 3. ตอบคำถามท้ายการทดลองได้ถูกต้อง           | ตอบคำถามท้ายการทดลองได้ โดยไม่ต้องได้รับคำแนะนำ          | ตอบคำถามท้ายการทดลองได้ โดยได้รับคำแนะนำ 1 ครั้ง              | ตอบคำถามท้ายการทดลองได้ โดยได้รับคำแนะนำ 2 ครั้ง                     | ตอบคำถามท้ายการทดลองได้ โดยได้รับคำแนะนำมากกว่า 2 ครั้ง  |
| 4. ต่อย่างจรตามเงื่อนไขที่กำหนดได้ถูกต้อง   | ต่อย่างจรตามเงื่อนไขที่กำหนดได้ถูกต้องในครั้งแรก         | ต่อย่างจรตามเงื่อนไขที่กำหนดได้ถูกต้องโดยมีการแก้ไข 1 ครั้ง   | ต่อย่างจรตามเงื่อนไขที่กำหนดได้ถูกต้องโดยมีการแก้ไขมากกว่า 1 ครั้ง   | ไม่สามารถต่อย่างจรตามเงื่อนไขที่กำหนดได้                 |
| 5. เขียนผังงานตามเงื่อนไขได้ถูกต้อง         | เขียนผังงานตามเงื่อนไขที่กำหนดได้ถูกต้องในครั้งแรก       | เขียนผังงานตามเงื่อนไขที่กำหนดได้ถูกต้องโดยมีการแก้ไข 1 ครั้ง | เขียนผังงานตามเงื่อนไขที่กำหนดได้ถูกต้องโดยมีการแก้ไขมากกว่า 1 ครั้ง | ไม่สามารถเขียนผังงานตามเงื่อนไขที่กำหนดได้               |
| 6. เขียนโปรแกรมการส่งข้อมูลได้ถูกต้อง       | เขียนโปรแกรมตามเงื่อนไขที่กำหนดได้ถูกต้องทุกจุด          | เขียนโปรแกรมผิดไม่เกิน 50% (3 ตำแหน่ง)                        | เขียนโปรแกรมผิดไม่เกิน 95% (6 ตำแหน่ง)                               | ไม่สามารถเขียนโปรแกรมตามเงื่อนไขที่กำหนดได้              |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**เกณฑ์การให้คะแนนแบบประเมินผลการปฏิบัติงาน**  
**ใบงานที่ 1 การเขียนโปรแกรมรับ - ส่งข้อมูลใน Arduino Nano**  
**การทดลองที่ 1.2 เรื่อง การรับข้อมูลจาก Arduino Nano**

| เกณฑ์การประเมิน                             | ระดับ 3  | ระดับ 2   | ระดับ 1  | ระดับ 0  |
|---|--|---|--|--|
| 7. อธิบายลำดับขั้นตอนการรับข้อมูลได้ถูกต้อง | อธิบายขั้นตอนการทำงานได้ โดยได้รับคำแนะนำไม่เกิน 1 ครั้ง | อธิบายขั้นตอนการทำงานได้ โดยได้รับคำแนะนำไม่เกิน 2 ครั้ง      | อธิบายขั้นตอนการทำงานได้ โดยได้รับคำแนะนำไม่เกิน 3 ครั้ง             | อธิบายขั้นตอนการทำงานได้ โดยได้รับคำแนะนำมากกว่า 3 ครั้ง |
| 8. บันทึกผลการทดลองได้ถูกต้อง               | บันทึกผลการทดลองได้ถูกต้อง และมีการอธิบายอย่างละเอียด    | บันทึกผลการทดลองได้ถูกต้อง แต่อธิบายไม่ละเอียด                | บันทึกผลการทดลองได้ถูกต้อง แต่ไม่มีการอธิบายเพิ่มเติม                | บันทึกผลการทดลองไม่ถูกต้อง                               |
| 9. ตอบคำถามท้ายการทดลองได้ถูกต้อง           | ตอบคำถามท้ายการทดลองได้ โดยไม่ต้องได้รับคำแนะนำ          | ตอบคำถามท้ายการทดลองได้ โดยได้รับคำแนะนำ 1 ครั้ง              | ตอบคำถามท้ายการทดลองได้ โดยได้รับคำแนะนำ 2 ครั้ง                     | ตอบคำถามท้ายการทดลองได้ โดยได้รับคำแนะนำมากกว่า 2 ครั้ง  |
| 10. ต่อบังคับตามเงื่อนไขที่กำหนดได้ถูกต้อง  | ต่อบังคับตามเงื่อนไขที่กำหนดได้ถูกต้องในครั้งแรก         | ต่อบังคับตามเงื่อนไขที่กำหนดได้ถูกต้องโดยมีการแก้ไข 1 ครั้ง   | ต่อบังคับตามเงื่อนไขที่กำหนดได้ถูกต้องโดยมีการแก้ไขมากกว่า 1 ครั้ง   | ไม่สามารถต่อบังคับตามเงื่อนไขที่กำหนดได้                 |
| 11. เขียนผังงานตามเงื่อนไขได้ถูกต้อง        | เขียนผังงานตามเงื่อนไขที่กำหนดได้ถูกต้องในครั้งแรก       | เขียนผังงานตามเงื่อนไขที่กำหนดได้ถูกต้องโดยมีการแก้ไข 1 ครั้ง | เขียนผังงานตามเงื่อนไขที่กำหนดได้ถูกต้องโดยมีการแก้ไขมากกว่า 1 ครั้ง | ไม่สามารถเขียนผังงานตามเงื่อนไขที่กำหนดได้               |
| 12. เขียนโปรแกรมการส่งข้อมูลได้ถูกต้อง      | เขียนโปรแกรมตามเงื่อนไขที่กำหนดได้ถูกต้องทุกจุด          | เขียนโปรแกรมผิดไม่เกิน 50% (4 ตำแหน่ง)                        | เขียนโปรแกรมผิดไม่เกิน 95% (8 ตำแหน่ง)                               | ไม่สามารถเขียนโปรแกรมตามเงื่อนไขที่กำหนดได้              |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**แบบประเมินผลการสอบปฏิบัติ  
วิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ)**

ผู้ถูกประเมิน ชื่อ-สกุล ..... ระดับชั้น ..... เลขที่ .....

- หัวข้อการสอบปฏิบัติ  การสร้างอุปกรณ์เปิด - ปิด ไฟอัตโนมัติ  
 การสร้างเครื่องวัดความสูง  
 การสร้างกล่องดนตรี

| คุณลักษณะที่ต้องการวัด                                     | น้ำหนัก<br>คะแนน | คะแนน |   |   |   |
|--|------------------|-------|---|---|---|
|  |                  | 3     | 2 | 1 | 0 |
| 1. เตรียมอุปกรณ์ตามหัวข้อในการสอบปฏิบัติได้ถูกต้อง ครบถ้วน | 2                |       |   |   |   |
| 2. เขียนวงจรตามหัวข้อในการสอบปฏิบัติได้ถูกต้อง             | 2                |       |   |   |   |
| 3. ต่อวงจรตามหัวข้อในการสอบปฏิบัติได้ถูกต้อง               | 2                |       |   |   |   |
| 4. เขียนและอธิบายผังงานตามหัวข้อในการสอบปฏิบัติได้ถูกต้อง  | 3                |       |   |   |   |
| 5. เขียนโปรแกรมตามหัวข้อในการสอบปฏิบัติได้ถูกต้อง          | 3                |       |   |   |   |
| 6. สร้างชิ้นงานตามหัวข้อที่กำหนดได้                        | 3                |       |   |   |   |
| คะแนนรวม   | 45               |       |   |   |   |
| คะแนนรวมทั้งหมด  |                  |       |   |   |   |

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน  
(.....)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**แบบประเมินผลการการสอบปฏิบัติ  
วิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ)**

| เกณฑ์การประเมิน  | ระดับ 3  | ระดับ 2   | ระดับ 1   | ระดับ 0   |
|--|--|---|---|---|
| 1. เตรียมอุปกรณ์ตามหัวข้อในการสอบปฏิบัติได้ถูกต้อง ครบถ้วน | เตรียมโมดูล วัสดุ และอุปกรณ์สำหรับการสร้างชิ้นงานในหัวข้อที่กำหนดได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วนในครั้งแรก | เตรียมโมดูล วัสดุ และอุปกรณ์สำหรับการสร้างชิ้นงานในหัวข้อที่กำหนดได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วนโดยมีการแก้ไข 1-2 ครั้ง | เตรียมโมดูล วัสดุ และอุปกรณ์สำหรับการสร้างชิ้นงานในหัวข้อที่กำหนดได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วนโดยมีการแก้ไข มากกว่า 2 ครั้ง | ไม่สามารถเตรียมโมดูล วัสดุ และอุปกรณ์สำหรับการสร้างชิ้นงานในหัวข้อที่กำหนดได้ |
| 2. เขียนวงจรตามหัวข้อในการสอบปฏิบัติได้ถูกต้อง             | ออกแบบวงจรตามหัวข้อที่กำหนดได้ถูกต้องในครั้งแรก  | ออกแบบวงจรตามหัวข้อที่กำหนดได้ถูกต้องโดยมีการแก้ไข 1-2 ครั้ง  | ออกแบบวงจรตามหัวข้อที่กำหนดได้ถูกต้องโดยมีการแก้ไขมากกว่า 2 ครั้ง   | ไม่สามารถออกแบบวงจรตามหัวข้อที่กำหนดได้                                       |
| 3. ต่อวงจรตามหัวข้อในการสอบปฏิบัติได้ถูกต้อง               | ต่อวงจรตามที่ออกแบบได้ถูกต้องในครั้งแรก  | ต่อวงจรตามที่ออกแบบที่ได้ถูกต้องโดยมีการแก้ไข 1-2 ครั้ง   | ต่อวงจรตามที่ออกแบบได้ถูกต้องโดยมีการแก้ไขมากกว่า 2 ครั้ง   | ไม่สามารถต่อวงจรตามที่ออกแบบได้   |
| 4. เขียนและอธิบายผังงานตามหัวข้อในการสอบปฏิบัติได้ถูกต้อง  | เขียนผังงาน และอธิบายรายละเอียดได้ถูกต้อง ในครั้งแรก   | เขียนผังงาน และอธิบายรายละเอียดได้ถูกต้อง โดยมีการแก้ไข 1-2 ครั้ง   | เขียนผังงาน และอธิบายรายละเอียดได้ถูกต้องโดยมีการแก้ไขมากกว่า 2 ครั้ง   | ไม่สามารถเขียนหรืออธิบายรายละเอียดของผังงานในหัวข้อการสอบปฏิบัติได้           |
| 5. เขียนโปรแกรมตามหัวข้อในการสอบปฏิบัติได้ถูกต้อง          | เขียนโปรแกรมตามหัวข้อได้ถูกต้อง ในครั้งแรก   | เขียนโปรแกรมตามหัวข้อได้ถูกต้อง โดยมีการแก้ไข 1-2 ครั้ง   | เขียนโปรแกรมตามหัวข้อได้ถูกต้อง โดยมีการมากกว่า 2 ครั้ง   | ไม่สามารถเขียนโปรแกรมตามหัวข้อการสอบปฏิบัติได้                                |
| 6. สร้างชิ้นงานตามหัวข้อที่กำหนดได้                        | สามารถสาธิต การทำงานและอธิบายชิ้นงานที่สร้างขึ้นได้อย่างถูกต้องในครั้งแรก                          | สามารถสาธิต การทำงานและอธิบายชิ้นงานที่สร้างขึ้นได้อย่างถูกต้องโดยมีการแก้ไข ปรับปรุง 1 ครั้ง                   | สามารถสาธิต การทำงานและอธิบายชิ้นงานที่สร้างขึ้นได้อย่างถูกต้องโดยมีการแก้ไข ปรับปรุง มากกว่า 1 ครั้ง                 | ไม่สามารถสาธิต การทำงานและอธิบายชิ้นงานตามหัวข้อที่กำหนดได้                   |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## แบบประเมินคุณภาพบอร์ดประกอบชุดปฏิบัติการเรียนรู้ ชุดปฏิบัติการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ ในรายวิชาวิทยาการคำนวณ

### คำชี้แจง

1. แบบประเมินคุณภาพบอร์ดประกอบชุดปฏิบัติการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ ในรายวิชาวิทยาการคำนวณ มีจุดประสงค์ในการรวบรวมความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเทคนิคการผลิตสื่อ เกี่ยวกับการประเมินบอร์ดทดลองของชุดปฏิบัติการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ในรายวิชาวิทยาการคำนวณ เพื่อนำข้อเสนอแนะเป็นแนวทางในการปรับปรุงบอร์ดทดลองให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

2. แบบประเมินนี้แบ่งออกเป็น 2 ตอน คือ

**ตอนที่ 1** ประเมินคุณภาพบอร์ดประกอบชุดปฏิบัติการเรียนรู้ สอบถามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิเกี่ยวกับบอร์ดประกอบชุดปฏิบัติการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ ในรายวิชาวิทยาการคำนวณ

**ตอนที่ 2** ข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิในการประเมินคุณภาพบอร์ดประกอบชุดปฏิบัติการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ ในรายวิชาวิทยาการคำนวณ

3. ค่าระดับความคิดเห็นในแบบประเมิน 5 ระดับ ดังนี้

4.51 - 5.00 หมายถึง ดีมาก

3.51 - 4.50 หมายถึง ดี

2.51 - 3.50 หมายถึง ปานกลาง

1.51 - 2.50 หมายถึง พอใช้

0.00 - 1.50 หมายถึง ควรปรับปรุง

### หมายเหตุ

ขอความกรุณาท่านผู้ทรงคุณวุฒิช่วยให้ข้อเสนอแนะ เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการปรับปรุง

นายชิตีพัทธ์ สนวนทอง

นักศึกษาปริญญาโท

ค.อ.ม.ครุศาสตร์อุตสาหกรรม (วิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร)

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

**แบบประเมินคุณภาพบอร์ดประกอบชุดปฏิบัติการเรียนรู้  
ชุดปฏิบัติการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์  
ในรายวิชาวิทยาการคำนวณ**

**ตอนที่ 1** ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิด้านบอร์ดประกอบชุดปฏิบัติการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ ในรายวิชาวิทยาการคำนวณ

คำชี้แจง กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงตามความคิดเห็นของท่าน

| ที่ | รายการที่ประเมิน                                 | ระดับความคิดเห็น |           |                    |              |                        |
|-----|--|------------------|-----------|--------------------|--------------|------------------------|
|     |  | ดี<br>มาก<br>(5) | ดี<br>(4) | ปาน<br>กลาง<br>(3) | พอใช้<br>(2) | ควร<br>ปรับปรุง<br>(1) |
| 1   | ความเหมาะสมของอุปกรณ์ที่ใช้                      |                  |           |                    |              |                        |
| 2   | ความเหมาะสมของขนาดบอร์ดทดลอง                     |                  |           |                    |              |                        |
| 3   | ความเหมาะสมของรูปแบบและวิธีการนำเสนอ             |                  |           |                    |              |                        |
| 4   | การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างบอร์ดทดลองกับ<br>ผู้เรียน |                  |           |                    |              |                        |
| 5   | ความสะดวกในการใช้งาน                             |                  |           |                    |              |                        |
| 6   | ความน่าสนใจในการใช้งาน                           |                  |           |                    |              |                        |
| 7   | ความแข็งแรง ทนทานของบอร์ดทดลอง                   |                  |           |                    |              |                        |
| 8   | ความเหมาะสมของตำแหน่งการจัดวางอุปกรณ์            |                  |           |                    |              |                        |
| 9   | สอดคล้องกับใบงานการทดลอง                         |                  |           |                    |              |                        |
| 10  | ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง      |                  |           |                    |              |                        |
|     | <b>รวม</b>                                       |                  |           |                    |              |                        |
|     | <b>เฉลี่ย</b>                                    |                  |           |                    |              |                        |

**ตอนที่ 2** ข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ของชุดปฏิบัติการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ ในรายวิชาวิทยาการคำนวณ

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน  
( ..... )

ผู้ทรงคุณวุฒิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## แบบประเมินคุณภาพใบงานที่ 1

### เรื่อง การเขียนโปรแกรมรับ - ส่งข้อมูลใน Arduino Nano

**ตอนที่ 1** ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิใบงานที่ 1 เรื่อง การเขียนโปรแกรมรับ - ส่งข้อมูลใน Arduino Nano ของชุดปฏิบัติการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ ในรายวิชา วิทยาการคำนวณ

**คำชี้แจง** กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงตามความคิดเห็นของท่าน

| ที่ | รายการที่ประเมิน                                     | ระดับความคิดเห็น |           |                |              |                    |
|-----|--|------------------|-----------|----------------|--------------|--------------------|
|     |  | ดีมาก<br>(5)     | ดี<br>(4) | ปานกลาง<br>(3) | พอใช้<br>(2) | ควรปรับปรุง<br>(1) |
| 1   | ใบงานมีความทันสมัย                                   |                  |           |                |              |                    |
| 2   | ใบงานมีเนื้อหาถูกต้อง                                |                  |           |                |              |                    |
| 3   | ความถูกต้องของภาษาที่ใช้                             |                  |           |                |              |                    |
| 4   | ใบงานมีความชัดเจนในการอธิบาย                         |                  |           |                |              |                    |
| 5   | ใบงานมีลักษณะจูงใจ น่าสนใจในการเรียน                 |                  |           |                |              |                    |
| 6   | ใบงานมีความเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน                |                  |           |                |              |                    |
| 7   | ใบงานมีการแบ่งหัวข้อการทดลองอย่างชัดเจน              |                  |           |                |              |                    |
| 8   | ใบงานมีความเหมาะสมในการจัดลำดับการทดลอง              |                  |           |                |              |                    |
| 9   | ใบงานมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม         |                  |           |                |              |                    |
| 10  | ใบงานมีเนื้อหาที่ส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง |                  |           |                |              |                    |
|     | <b>รวม</b>   |                  |           |                |              |                    |
|     | <b>เฉลี่ย</b>  |                  |           |                |              |                    |

**ตอนที่ 2** ข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิในใบงานที่ 1 ของชุดปฏิบัติการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ ในรายวิชาวิทยาการคำนวณ

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน  
(.....)

ผู้ทรงคุณวุฒิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## แบบประเมินคุณภาพแบบวัดทักษะในการปฏิบัติ (Scoring Rubric) ใบงานที่ 1 เรื่อง การเขียนโปรแกรมรับ - ส่งข้อมูลใน Arduino Nano

**ตอนที่ 1** ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิที่เกี่ยวข้องกับแบบประเมินคุณภาพของแบบวัดทักษะในการปฏิบัติ ใบงานที่ 1 ของชุดปฏิบัติการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ ในรายวิชาวิทยาการคำนวณ

คำชี้แจง กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงตามความคิดเห็นของท่าน

| ที่ | รายการที่ประเมิน   | ระดับความคิดเห็น |           |                |              |                    |
|-----|--|------------------|-----------|----------------|--------------|--------------------|
|     |  | ดีมาก<br>(5)     | ดี<br>(4) | ปานกลาง<br>(3) | พอใช้<br>(2) | ควรปรับปรุง<br>(1) |
| 1   | แบบประเมินสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของใบงานที่ 1 |                  |           |                |              |                    |
| 2   | แบบประเมินแบ่งเกณฑ์ในการประเมินอย่างเหมาะสม              |                  |           |                |              |                    |
| 3   | แบบประเมินอธิบายเกณฑ์การประเมินอย่างชัดเจน               |                  |           |                |              |                    |
| 4   | แบบประเมินครอบคลุมทุกกิจกรรมการทดลอง                     |                  |           |                |              |                    |
| 5   | แบบประเมินเหมาะสมกับชุดฝึกทักษะ                          |                  |           |                |              |                    |
|     | <b>รวม</b>   |                  |           |                |              |                    |
|     | <b>เฉลี่ย</b>  |                  |           |                |              |                    |

**ตอนที่ 2** ข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิที่เกี่ยวข้องกับแบบประเมินคุณภาพของแบบประเมินผลการปฏิบัติงาน ใบงานที่ 1 ของชุดปฏิบัติการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ ในรายวิชาวิทยาการคำนวณ

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน  
(.....)

ผู้ทรงคุณวุฒิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการประเมินคุณภาพของบอร์ดประกอบชุดปฏิบัติการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ ในรายวิชาวิทยาการคำนวณ

ผลการประเมินคุณภาพโดยผู้ทรงคุณวุฒิท่านที่ 1 - 5

| รายการที่ประเมิน                             | คนที่ 1 | คนที่ 2 | คนที่ 3 | คนที่ 4 | คนที่ 5 |
|--|---------|---------|---------|---------|---------|
| ความเหมาะสมของอุปกรณ์ที่ใช้                  | 4       | 5       | 5       | 4       | 4       |
| ความเหมาะสมของขนาดบอร์ดทดลอง                 | 5       | 5       | 5       | 5       | 4       |
| ความเหมาะสมของรูปแบบและวิธีการนำเสนอ         | 4       | 5       | 5       | 4       | 4       |
| การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างบอร์ดทดลองกับผู้เรียน | 4       | 5       | 4       | 4       | 4       |
| ความสะดวกในการใช้งาน                         | 4       | 5       | 4       | 5       | 4       |
| ความน่าสนใจในการใช้งาน                       | 4       | 5       | 4       | 4       | 4       |
| ความแข็งแรง ทนทานของบอร์ดทดลอง               | 4       | 5       | 4       | 3       | 4       |
| ความเหมาะสมของตำแหน่งการจัดวางอุปกรณ์        | 4       | 5       | 4       | 3       | 4       |
| สอดคล้องกับใบงานการทดลอง                     | 5       | 5       | 4       | 4       | 3       |
| ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง  | 4       | 5       | 4       | 5       | 4       |
| ค่าเฉลี่ย                                    | 4.20    | 5.00    | 4.30    | 4.10    | 3.90    |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ผลการประเมินคุณภาพใบงานและแบบวัดทักษะในการปฏิบัติ  
โดยผู้ทรงคุณวุฒิ**

**ใบงานที่ 1**

**เรื่อง การเขียนโปรแกรมรับ - ส่งข้อมูลใน Arduino Nano**

| คุณภาพใบงาน  | คนที่       | คนที่       | คนที่       | คนที่       | คนที่       |
|--|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|  | 1           | 2           | 3           | 4           | 5           |
| 1. ใบงานมีความทันสมัย                                    | 4           | 5           | 3           | 5           | 5           |
| 2. ใบงานมีเนื้อหาถูกต้อง                                 | 5           | 5           | 5           | 5           | 5           |
| 3. ความถูกต้องของภาษาที่ใช้                              | 4           | 5           | 4           | 4           | 5           |
| 4. ใบงานมีความชัดเจนในการอธิบาย                          | 5           | 5           | 5           | 5           | 5           |
| 5. ใบงานมีลักษณะจูงใจ น่าสนใจในการเรียน                  | 4           | 5           | 4           | 5           | 5           |
| 6. ใบงานมีความเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน                 | 5           | 5           | 4           | 5           | 5           |
| 7. ใบงานมีการแบ่งหัวข้อการทดลองอย่างชัดเจน               | 5           | 5           | 5           | 5           | 5           |
| 8. ใบงานมีความเหมาะสมในการจัดลำดับการทดลอง               | 5           | 5           | 5           | 5           | 5           |
| 9. ใบงานมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม          | 5           | 4           | 4           | 4           | 5           |
| 10. ใบงานมีเนื้อหาที่ส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง | 4           | 5           | 4           | 5           | 5           |
| <b>ค่าเฉลี่ย</b>   | <b>4.60</b> | <b>4.90</b> | <b>4.30</b> | <b>4.80</b> | <b>5.00</b> |

| คุณภาพแบบวัดทักษะในการปฏิบัติ                     | คนที่    | คนที่      | คนที่    | คนที่      | คนที่      |
|---|----------|------------|----------|------------|------------|
|   | 1        | 2          | 3        | 4          | 5          |
| 1. สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของใบงานที่ 1 | 5        | 4          | 5        | 4          | 4          |
| 2. แบ่งเกณฑ์ในการประเมินอย่างเหมาะสม              | 5        | 5          | 5        | 4          | 5          |
| 3. อธิบายเกณฑ์การประเมินอย่างชัดเจน               | 5        | 5          | 5        | 5          | 5          |
| 4. ครอบคลุมทุกกิจกรรมการทดลอง                     | 5        | 5          | 5        | 4          | 5          |
| 5. เหมาะสมกับชุดฝึกทักษะ                          | 5        | 5          | 5        | 5          | 5          |
| <b>ค่าเฉลี่ย</b>                                  | <b>5</b> | <b>4.8</b> | <b>5</b> | <b>4.4</b> | <b>4.8</b> |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ผลการประเมินคุณภาพใบงานและแบบวัดทักษะในการปฏิบัติ  
โดยผู้ทรงคุณวุฒิ**

**ใบงานที่ 2**

**เรื่อง การเขียนโปรแกรมรับค่าเซนเซอร์ PIR**

| คุณภาพใบงาน  | คนที่       | คนที่       | คนที่       | คนที่       | คนที่       |
|--|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|  | 1           | 2           | 3           | 4           | 5           |
| 1. ใบงานมีความทันสมัย                                    | 4           | 5           | 4           | 4           | 4           |
| 2. ใบงานมีเนื้อหาถูกต้อง                                 | 5           | 5           | 5           | 4           | 5           |
| 3. ความถูกต้องของภาษาที่ใช้                              | 4           | 5           | 5           | 5           | 5           |
| 4. ใบงานมีความชัดเจนในการอธิบาย                          | 5           | 5           | 4           | 5           | 4           |
| 5. ใบงานมีลักษณะจูงใจ น่าสนใจในการเรียน                  | 4           | 5           | 5           | 5           | 4           |
| 6. ใบงานมีความเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน                 | 5           | 5           | 4           | 5           | 5           |
| 7. ใบงานมีการแบ่งหัวข้อการทดลองอย่างชัดเจน               | 5           | 5           | 5           | 5           | 5           |
| 8. ใบงานมีความเหมาะสมในการจัดลำดับการทดลอง               | 5           | 5           | 5           | 5           | 5           |
| 9. ใบงานมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม          | 5           | 4           | 5           | 4           | 5           |
| 10. ใบงานมีเนื้อหาที่ส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง | 4           | 4           | 4           | 5           | 5           |
| <b>ค่าเฉลี่ย</b>   | <b>4.60</b> | <b>4.80</b> | <b>4.60</b> | <b>4.70</b> | <b>4.70</b> |

| คุณภาพแบบวัดทักษะในการปฏิบัติ                     | คนที่    | คนที่      | คนที่    | คนที่      | คนที่      |
|---|----------|------------|----------|------------|------------|
|   | 1        | 2          | 3        | 4          | 5          |
| 1. สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของใบงานที่ 1 | 5        | 4          | 5        | 4          | 4          |
| 2. แบ่งเกณฑ์ในการประเมินอย่างเหมาะสม              | 5        | 5          | 5        | 5          | 5          |
| 3. อธิบายเกณฑ์การประเมินอย่างชัดเจน               | 5        | 5          | 5        | 5          | 5          |
| 4. ครอบคลุมทุกกิจกรรมการทดลอง                     | 5        | 5          | 5        | 4          | 5          |
| 5. เหมาะสมกับชุดฝึกทักษะ                          | 5        | 5          | 5        | 5          | 5          |
| <b>ค่าเฉลี่ย</b>                                  | <b>5</b> | <b>4.8</b> | <b>5</b> | <b>4.6</b> | <b>4.8</b> |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ผลการประเมินคุณภาพใบงานและแบบวัดทักษะในการปฏิบัติ  
โดยผู้ทรงคุณวุฒิ**

**ใบงานที่ 3**

**เรื่อง การเขียนโปรแกรมรับค่าเซนเซอร์ Ultrasonic**

| คุณภาพใบงาน  | คนที่       | คนที่       | คนที่       | คนที่       | คนที่       |
|--|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|  | 1           | 2           | 3           | 4           | 5           |
| 1. ใบงานมีความทันสมัย                                    | 4           | 5           | 4           | 4           | 4           |
| 2. ใบงานมีเนื้อหาถูกต้อง                                 | 4           | 5           | 5           | 4           | 5           |
| 3. ความถูกต้องของภาษาที่ใช้                              | 4           | 5           | 5           | 5           | 5           |
| 4. ใบงานมีความชัดเจนในการอธิบาย                          | 5           | 5           | 4           | 5           | 4           |
| 5. ใบงานมีลักษณะจูงใจ น่าสนใจในการเรียน                  | 4           | 5           | 5           | 5           | 4           |
| 6. ใบงานมีความเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน                 | 5           | 5           | 5           | 5           | 5           |
| 7. ใบงานมีการแบ่งหัวข้อการทดลองอย่างชัดเจน               | 5           | 5           | 5           | 5           | 5           |
| 8. ใบงานมีความเหมาะสมในการจัดลำดับการทดลอง               | 5           | 5           | 4           | 5           | 5           |
| 9. ใบงานมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม          | 5           | 5           | 5           | 4           | 5           |
| 10. ใบงานมีเนื้อหาที่ส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง | 4           | 5           | 4           | 5           | 5           |
| <b>ค่าเฉลี่ย</b>   | <b>4.50</b> | <b>5.00</b> | <b>4.60</b> | <b>4.70</b> | <b>4.70</b> |

| คุณภาพแบบวัดทักษะในการปฏิบัติ                     | คนที่    | คนที่      | คนที่    | คนที่      | คนที่      |
|---|----------|------------|----------|------------|------------|
|   | 1        | 2          | 3        | 4          | 5          |
| 1. สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของใบงานที่ 1 | 5        | 4          | 5        | 4          | 4          |
| 2. แบ่งเกณฑ์ในการประเมินอย่างเหมาะสม              | 5        | 5          | 5        | 5          | 5          |
| 3. อธิบายเกณฑ์การประเมินอย่างชัดเจน               | 5        | 5          | 5        | 5          | 5          |
| 4. ครอบคลุมทุกกิจกรรมการทดลอง                     | 5        | 5          | 5        | 4          | 5          |
| 5. เหมาะสมกับชุดฝึกทักษะ                          | 5        | 5          | 5        | 4          | 5          |
| <b>ค่าเฉลี่ย</b>                                  | <b>5</b> | <b>4.8</b> | <b>5</b> | <b>4.4</b> | <b>4.8</b> |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ผลการประเมินคุณภาพใบงานและแบบวัดทักษะในการปฏิบัติ  
โดยผู้ทรงคุณวุฒิ**

**ใบงานที่ 4**

**เรื่อง การเขียนโปรแกรมควบคุม Relay และ Buzzer**

| คุณภาพใบงาน  | คนที่       | คนที่       | คนที่       | คนที่       | คนที่       |
|--|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|  | 1           | 2           | 3           | 4           | 5           |
| 1. ใบงานมีความทันสมัย                                    | 4           | 5           | 5           | 4           | 4           |
| 2. ใบงานมีเนื้อหาถูกต้อง                                 | 4           | 5           | 5           | 5           | 5           |
| 3. ความถูกต้องของภาษาที่ใช้                              | 4           | 5           | 4           | 5           | 4           |
| 4. ใบงานมีความชัดเจนในการอธิบาย                          | 5           | 5           | 4           | 5           | 4           |
| 5. ใบงานมีลักษณะจูงใจ น่าสนใจในการเรียน                  | 4           | 5           | 5           | 5           | 5           |
| 6. ใบงานมีความเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน                 | 5           | 5           | 5           | 5           | 5           |
| 7. ใบงานมีการแบ่งหัวข้อการทดลองอย่างชัดเจน               | 5           | 5           | 4           | 4           | 5           |
| 8. ใบงานมีความเหมาะสมในการจัดลำดับการทดลอง               | 5           | 5           | 4           | 5           | 5           |
| 9. ใบงานมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม          | 5           | 5           | 4           | 4           | 5           |
| 10. ใบงานมีเนื้อหาที่ส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง | 4           | 5           | 4           | 5           | 5           |
| <b>ค่าเฉลี่ย</b>   | <b>4.50</b> | <b>5.00</b> | <b>4.40</b> | <b>4.70</b> | <b>4.70</b> |

| คุณภาพแบบวัดทักษะในการปฏิบัติ                     | คนที่    | คนที่    | คนที่    | คนที่      | คนที่      |
|---|----------|----------|----------|------------|------------|
|   | 1        | 2        | 3        | 4          | 5          |
| 1. สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของใบงานที่ 1 | 5        | 5        | 5        | 4          | 4          |
| 2. แบ่งเกณฑ์ในการประเมินอย่างเหมาะสม              | 5        | 5        | 5        | 5          | 5          |
| 3. อธิบายเกณฑ์การประเมินอย่างชัดเจน               | 5        | 5        | 5        | 5          | 5          |
| 4. ครอบคลุมทุกกิจกรรมการทดลอง                     | 5        | 5        | 5        | 4          | 5          |
| 5. เหมาะสมกับชุดฝึกทักษะ                          | 5        | 5        | 5        | 5          | 5          |
| <b>ค่าเฉลี่ย</b>                                  | <b>5</b> | <b>5</b> | <b>5</b> | <b>4.6</b> | <b>4.8</b> |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ผลการประเมินคุณภาพใบงานและแบบวัดทักษะในการปฏิบัติ  
โดยผู้ทรงคุณวุฒิ**

**ใบงานที่ 5**

**เรื่อง การเขียนโปรแกรมควบคุมมอเตอร์ด้วยบอร์ดสำเร็จรูป**

| คุณภาพใบงาน  | คนที่       | คนที่       | คนที่       | คนที่       | คนที่       |
|--|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|  | 1           | 2           | 3           | 4           | 5           |
| 1. ใบงานมีความทันสมัย                                    | 4           | 5           | 4           | 4           | 4           |
| 2. ใบงานมีเนื้อหาถูกต้อง                                 | 5           | 5           | 4           | 5           | 5           |
| 3. ความถูกต้องของภาษาที่ใช้                              | 4           | 5           | 4           | 5           | 5           |
| 4. ใบงานมีความชัดเจนในการอธิบาย                          | 5           | 5           | 4           | 5           | 5           |
| 5. ใบงานมีลักษณะจูงใจ น่าสนใจในการเรียน                  | 4           | 5           | 4           | 4           | 5           |
| 6. ใบงานมีความเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน                 | 5           | 5           | 4           | 5           | 5           |
| 7. ใบงานมีการแบ่งหัวข้อการทดลองอย่างชัดเจน               | 5           | 5           | 5           | 5           | 5           |
| 8. ใบงานมีความเหมาะสมในการจัดลำดับการทดลอง               | 5           | 5           | 4           | 5           | 5           |
| 9. ใบงานมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม          | 5           | 5           | 4           | 4           | 5           |
| 10. ใบงานมีเนื้อหาที่ส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง | 4           | 5           | 4           | 5           | 5           |
| <b>ค่าเฉลี่ย</b>   | <b>4.60</b> | <b>5.00</b> | <b>4.10</b> | <b>4.70</b> | <b>4.90</b> |

| คุณภาพแบบวัดทักษะในการปฏิบัติ                     | คนที่    | คนที่      | คนที่    | คนที่      | คนที่      |
|---|----------|------------|----------|------------|------------|
|   | 1        | 2          | 3        | 4          | 5          |
| 1. สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของใบงานที่ 1 | 5        | 4          | 5        | 4          | 4          |
| 2. แบ่งเกณฑ์ในการประเมินอย่างเหมาะสม              | 5        | 5          | 5        | 5          | 5          |
| 3. อธิบายเกณฑ์การประเมินอย่างชัดเจน               | 5        | 5          | 5        | 5          | 5          |
| 4. ครอบคลุมทุกกิจกรรมการทดลอง                     | 5        | 5          | 5        | 4          | 5          |
| 5. เหมาะสมกับชุดฝึกทักษะ                          | 5        | 5          | 5        | 5          | 5          |
| <b>ค่าเฉลี่ย</b>                                  | <b>5</b> | <b>4.8</b> | <b>5</b> | <b>4.6</b> | <b>4.8</b> |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ผลการประเมินคุณภาพใบงานและแบบวัดทักษะในการปฏิบัติ  
โดยผู้ทรงคุณวุฒิ**

**ใบงานที่ 6**

**เรื่อง การเขียนโปรแกรมควบคุมหน้าจอ LCD**

| คุณภาพใบงาน  | คนที่       | คนที่       | คนที่       | คนที่       | คนที่       |
|--|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|  | 1           | 2           | 3           | 4           | 5           |
| 1. ใบงานมีความทันสมัย                                    | 4           | 5           | 4           | 4           | 4           |
| 2. ใบงานมีเนื้อหาถูกต้อง                                 | 5           | 5           | 4           | 5           | 4           |
| 3. ความถูกต้องของภาษาที่ใช้                              | 4           | 5           | 5           | 5           | 4           |
| 4. ใบงานมีความชัดเจนในการอธิบาย                          | 5           | 5           | 4           | 4           | 5           |
| 5. ใบงานมีลักษณะจูงใจ น่าสนใจในการเรียน                  | 4           | 5           | 4           | 5           | 5           |
| 6. ใบงานมีความเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน                 | 5           | 5           | 4           | 5           | 4           |
| 7. ใบงานมีการแบ่งหัวข้อการทดลองอย่างชัดเจน               | 5           | 5           | 4           | 5           | 5           |
| 8. ใบงานมีความเหมาะสมในการจัดลำดับการทดลอง               | 5           | 5           | 4           | 5           | 5           |
| 9. ใบงานมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม          | 5           | 5           | 4           | 4           | 5           |
| 10. ใบงานมีเนื้อหาที่ส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง | 4           | 5           | 4           | 5           | 5           |
| <b>ค่าเฉลี่ย</b>   | <b>4.60</b> | <b>5.00</b> | <b>4.10</b> | <b>4.70</b> | <b>4.60</b> |

| คุณภาพแบบวัดทักษะในการปฏิบัติ                     | คนที่    | คนที่      | คนที่      | คนที่      | คนที่      |
|---|----------|------------|------------|------------|------------|
|   | 1        | 2          | 3          | 4          | 5          |
| 1. สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของใบงานที่ 1 | 5        | 4          | 5          | 4          | 4          |
| 2. แบ่งเกณฑ์ในการประเมินอย่างเหมาะสม              | 5        | 5          | 5          | 5          | 5          |
| 3. อธิบายเกณฑ์การประเมินอย่างชัดเจน               | 5        | 5          | 5          | 5          | 5          |
| 4. ครอบคลุมทุกกิจกรรมการทดลอง                     | 5        | 5          | 5          | 4          | 4          |
| 5. เหมาะสมกับชุดฝึกทักษะ                          | 5        | 5          | 4          | 5          | 5          |
| <b>ค่าเฉลี่ย</b>                                  | <b>5</b> | <b>4.8</b> | <b>4.8</b> | <b>4.6</b> | <b>4.6</b> |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| แบบทดสอบข้อที่ | ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) | ความสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม |
|----------------|-------------------------|---------------------------------------|
| 1              | 0.67                    | สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม     |
| 2              | 1.00                    | สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม     |
| 3              | 1.00                    | สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม     |
| 4              | 1.00                    | สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม     |
| 5              | 0.67                    | สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม     |
| 6              | 0.67                    | สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม     |
| 7              | 1.00                    | สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม     |
| 8              | 1.00                    | สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม     |
| 9              | 1.00                    | สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม     |
| 10             | 1.00                    | สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม     |
| 11             | 1.00                    | สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม     |
| 12             | 0.67                    | สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม     |
| 13             | 0.67                    | สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม     |
| 14             | 1.00                    | สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม     |
| 15             | 1.00                    | สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม     |
| 16             | 1.00                    | สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม     |
| 17             | 0.67                    | สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม     |
| 18             | 1.00                    | สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม     |
| 19             | 1.00                    | สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม     |
| 20             | 1.00                    | สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม     |
| 21             | 0.67                    | สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม     |
| 22             | 1.00                    | สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม     |
| 23             | 1.00                    | สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม     |
| 24             | 1.00                    | สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม     |
| 25             | 1.00                    | สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม     |
| 26             | 1.00                    | สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม     |
| 27             | 1.00                    | สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม     |
| 28             | 0.67                    | สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม     |
| 29             | 0.67                    | สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม     |
| 30             | 1.00                    | สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม     |
| 31             | 1.00                    | สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม     |
| 32             | 1.00                    | สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม     |
| 33             | 1.00                    | สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม     |
| 34             | 1.00                    | สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม     |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานในการศึกษาเท่านั้น ไม่สามารถเผยแพร่

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| แบบทดสอบข้อที่ | ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) | ความสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม |
|----------------|-------------------------|---------------------------------------|
| 35             | 1.00                    | สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม     |
| 36             | 1.00                    | สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม     |
| 37             | 0.67                    | สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม     |
| 38             | 0.67                    | สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม     |
| 39             | 0.67                    | สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม     |
| 40             | 0.67                    | สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม     |



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## คำแนะนำการใช้งานชุดฝึกทักษะ

ชุดฝึกทักษะการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ มีเป้าหมายเพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจ และสามารถเขียนโปรแกรมในระดับพื้นฐาน ไปจนถึงการพัฒนาโครงการหรือชิ้นงานได้ตามมาตรฐานการเรียนรู้ในรายวิชาวิทยาการคำนวณ โดยได้คำนึงถึงพื้นฐานความสามารถและอุปกรณ์การเรียนรู้ที่จำเป็นต่อผู้เรียน อีกทั้งยังสามารถนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

เนื้อหาในเล่มนี้เป็นการสอนการใช้ใบงานการทดลองประกอบชุดฝึกปฏิบัติที่ได้จัดทำขึ้นจำนวน 6 ใบงานซึ่งแต่ละใบงานจะมีองค์ประกอบในการศึกษาและฝึกทักษะดังนี้

1. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
2. เครื่องมือและอุปกรณ์
3. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง
4. คำสั่งที่ใช้ในใบงาน
5. การทดลองที่ 1
  - 5.1 วงจรที่ใช้ในการทดลอง
  - 5.2 ผังงาน
  - 5.3 โปรแกรมที่ใช้ในการทดลอง
  - 5.4 คำถามท้ายการทดลองที่ 1
  - 5.5 แบบทดสอบท้ายการทดลองที่ 1
6. การทดลองที่ 2
  - 6.1 วงจรที่ใช้ในการทดลอง
  - 6.2 ผังงาน
  - 6.3 โปรแกรมที่ใช้ในการทดลอง
  - 6.4 คำถามท้ายการทดลองที่ 2
  - 6.5 แบบทดสอบท้ายการทดลองที่ 2

นักเรียนต้องศึกษาและปฏิบัติตามขั้นตอนทีละขั้นตอน เพื่อให้เกิดความรู้ และทักษะรวมถึงสามารถนำไปประยุกต์ ต่อยอดในการบูรณาการร่วมกับวิชาอื่น ๆ ได้เป็นอย่างดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## องค์ประกอบของแบบฝึกทักษะ

แบบฝึกการใช้งานชุดฝึกปฏิบัติการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์  
ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ชั้นปีที่ 4 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีฉบับนี้  
ประกอบด้วย

1. คำชี้แจงสำหรับครู
2. คำชี้แจงสำหรับนักเรียน
3. มาตรฐาน/ตัวชี้วัด
4. จุดประสงค์การเรียนรู้
5. ใบงานที่ 1 – 6
6. แบบทดสอบหลังเรียน
7. แบบประเมินและเกณฑ์การให้คะแนนแบบประเมินผลการปฏิบัติงาน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## คำชี้แจงสำหรับครู

คำชี้แจงในการใช้ชุดฝึกปฏิบัติการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ชั้นปีที่ 4 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ให้ครูผู้สอนศึกษาเนื้อหาวิชาให้เข้าใจก่อนทำการสอนและเตรียมอุปกรณ์สำหรับใช้ในการฝึกปฏิบัติให้เรียบร้อย

1. ครูเป็นผู้จัดกิจกรรมการเรียนการสอนและวัดผลประเมินผลให้เป็นไปตามลำดับขั้นตอนที่กำหนดไว้
2. ก่อนสอนครูควรชี้แจงจุดประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนทราบ และนักเรียนศึกษาคำแนะนำสำหรับนักเรียน
3. ขณะนักเรียนปฏิบัติกิจกรรมครูต้องคอยแนะนำการปฏิบัติกิจกรรมของนักเรียนอย่างใกล้ชิด เมื่อนักเรียนคนใดปฏิบัติกิจกรรมไม่ทัน ครูควรให้คำแนะนำ หรือ อาจมอบหมายงาน หรือเอกสารให้นักเรียนได้ทำในเวลาว่าง
4. หลังจากนักเรียนทำใบงานตามขั้นตอนที่ได้ระบุไว้เสร็จเรียบร้อยแล้ว ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปคะแนนให้ครบทุกผลการทดลอง หากมีนักเรียนไม่ผ่านเกณฑ์ ให้นักเรียนรับใบงานที่ไม่ผ่านเกณฑ์ไปศึกษาด้วยตนเองเพิ่มเติมนอกเวลาเรียน
5. หลังจากการจัดกิจกรรมเสร็จเรียบร้อยแล้ว ครูแนะนำให้นักเรียนฝึกทักษะเพิ่มเติมจากการฝึกฝนการทดลองเขียนโปรแกรมอย่างสม่ำเสมอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## คำชี้แจงสำหรับนักเรียน

แบบฝึกการใช้งานชุดฝึกปฏิบัติการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์  
ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ชั้นปีที่ 4 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีฉบับนี้ ประกอบด้วย

1. จุดประสงค์การเรียนรู้
2. ใบงานที่ 1 – 6
3. แบบทดสอบก่อนเรียน
4. แบบทดสอบหลังเรียน
5. แบบประเมินและเกณฑ์การให้คะแนนแบบประเมินผลการปฏิบัติงาน

นักเรียนต้องศึกษาใบงานทีละขั้นตอนให้เข้าใจและสามารถปฏิบัติการใช้คำสั่งและเครื่องมือต่าง ๆ ได้อย่างเข้าใจและถูกต้อง จากนั้นลองทำตามขั้นตอนในใบงานเพื่อให้เข้าใจแล้วให้นักเรียนทำการทดลองตามที่กำหนด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## มาตรฐาน/ตัวชี้วัด

### คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาหลักการของแนวคิดเชิงคำนวณ การแยกส่วนประกอบและการย่อยปัญหา การหารูปแบบ การคิดเชิงนามธรรม ตัวอย่างและประโยชน์ของแนวคิดเชิงคำนวณเพื่อแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน ประยุกต์ใช้ แนวคิดเชิงคำนวณในการออกแบบ ขั้นตอนวิธีสำหรับแก้ปัญหา การแก้ปัญหาด้วยคอมพิวเตอร์ การระบุข้อมูลเข้า ข้อมูลออก และเงื่อนไขของปัญหา การออกแบบขั้นตอนวิธี การทำซ้ำ การจัดเรียงและค้นหาข้อมูล ตัวอย่างการออกแบบขั้นตอนวิธีเพื่อแก้ปัญหาด้วยคอมพิวเตอร์ การศึกษาตัวอย่างโครงงานทางเทคโนโลยี สารสนเทศ การกำหนดปัญหา ศึกษาวางแผน ดำเนินงาน สรุปผลและเผยแพร่ ในการพัฒนาโครงงานที่มีการบูรณาการร่วมกับวิชาอื่นและเชื่อมโยงกับชีวิตจริง (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560)

### ตัวชี้วัด

ว. 4.2 เทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) ประยุกต์ใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการพัฒนาโครงงานที่มีการบูรณาการกับวิชาอื่นอย่างสร้างสรรค์และเชื่อมโยงกับชีวิตจริง (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560)

### ใบงานในชุดฝึกทักษะ

นักเรียนสามารถฝึกฝนและพัฒนาทักษะต่าง ๆ ตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของใบงานที่ 1 – 6 ได้อย่างครบถ้วน ดังนี้

1. ใบงานที่ 1 การเขียนโปรแกรมรับ – ส่งข้อมูลใน Arduino Nano
2. ใบงานที่ 2 การเขียนโปรแกรมรับค่าเซนเซอร์ PIR
3. ใบงานที่ 3 การเขียนโปรแกรมรับค่าเซนเซอร์ Ultrasonic
4. ใบงานที่ 4 การเขียนโปรแกรมควบคุม Relay และ Buzzer
5. ใบงานที่ 5 การเขียนโปรแกรมควบคุมมอเตอร์ด้วยบอร์ดสำเร็จรูป
6. ใบงานที่ 6 การเขียนโปรแกรมควบคุมหน้าจอ LCD

## สารบัญ

|  |     |
|--|-----|
| ทำความเข้าใจกับบอร์ด Arduino และการเขียนโปรแกรมเบื้องต้น .....               | 1   |
| ความหมายของ Arduino .....  | 1   |
| ประเภทของบอร์ด Arduino.....  | 1   |
| การติดตั้งโปรแกรมและไดร์เวอร์ของ Arduino IDE .....                           | 6   |
| ทดสอบการเขียนโปรแกรมบน Arduino Nano .....                                    | 15  |
| โครงสร้างพื้นฐานในการเขียนโปรแกรม.....                                       | 18  |
| บอร์ดทดลองการเขียนโปรแกรม.....   | 19  |
| ใบงานที่ 1 การเขียนโปรแกรมรับ - ส่งข้อมูลใน Arduino Nano.....                | 21  |
| การทดลองที่ 1.1 การส่งข้อมูลจาก Arduino Nano.....                            | 24  |
| การทดลองที่ 1.2 การรับข้อมูลจาก Arduino Nano .....                           | 29  |
| ใบงานที่ 2 การเขียนโปรแกรมรับค่าเซนเซอร์ PIR (Passive infra-red sensor)..... | 35  |
| การทดลองที่ 2.1 หลักการทำงานของ Module PIR sensor .....                      | 38  |
| การทดลองที่ 2.2 ตรวจสอบความเคลื่อนไหวด้วย PIR.....                           | 43  |
| ใบงานที่ 3 การเขียนโปรแกรมรับค่าเซนเซอร์ Ultrasonic.....                     | 49  |
| การทดลองที่ 3.1 หลักการทำงานของ Module Ultrasonic HC-SR04.....               | 55  |
| การทดลองที่ 3.2 ตรวจสอบวัตถุด้วยเซ็นเซอร์ Ultrasonic HC-SR04 .....           | 61  |
| ใบงานที่ 4 การเขียนโปรแกรมควบคุม Relay และ Buzzer .....                      | 71  |
| การทดลองที่ 4.1 การใช้งาน Module Relay 5V 1 channel.....                     | 77  |
| การทดลองที่ 4.2 การใช้งาน Passive Buzzer .....                               | 84  |
| ใบงานที่ 5 การเขียนโปรแกรมควบคุม DC Motor ด้วยบอร์ด L298N.....               | 93  |
| การทดลองที่ 5.1 การควบคุม DC Motor.....                                      | 98  |
| การทดลองที่ 5.2 การใช้งาน Module Drive Motor L298N.....                      | 102 |
| ใบงานที่ 6 การเขียนโปรแกรมควบคุมหน้าจอ LCD ด้วย Module I2C.....              | 110 |
| การทดลองที่ 6.1 การใช้งานหน้าจอ LCD ด้วย Module I2C .....                    | 116 |
| ภาคผนวก ก แบบทดสอบหลังเรียน .....  | 123 |
| ภาคผนวก ข แบบประเมินและเกณฑ์การให้คะแนนแบบประเมินผลการปฏิบัติงาน .....       | 131 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ก

คะแนนประสิทธิภาพ  $E_1 / E_2$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คะแนนประสิทธิภาพของกระบวนการ (E<sub>1</sub>)

| นักเรียน<br>คนที่ | ใบงาน<br>ที่ 1 | ใบงาน<br>ที่ 2 | ใบงาน<br>ที่ 3 | ใบงาน<br>ที่ 4 | ใบงาน<br>ที่ 5 | ใบงาน<br>ที่ 6 | คะแนน E <sub>1</sub><br>(70 คะแนน) |
|-------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------------------------------------|
| 1                 | 89             | 87             | 88             | 90             | 88             | 82             | 68                                 |
| 2                 | 88             | 89             | 86             | 85             | 88             | 88             | 68                                 |
| 3                 | 87             | 90             | 86             | 86             | 86             | 81             | 67                                 |
| 4                 | 89             | 90             | 86             | 87             | 90             | 90             | 69                                 |
| 5                 | 89             | 86             | 87             | 89             | 85             | 80             | 67                                 |
| 6                 | 85             | 77             | 85             | 85             | 76             | 85             | 64                                 |
| 7                 | 88             | 89             | 90             | 88             | 87             | 90             | 69                                 |
| 8                 | 88             | 90             | 89             | 85             | 90             | 90             | 69                                 |
| 9                 | 87             | 87             | 86             | 88             | 87             | 89             | 68                                 |
| 10                | 90             | 90             | 90             | 90             | 90             | 90             | 70                                 |
| 11                | 90             | 90             | 90             | 90             | 90             | 90             | 70                                 |
| 12                | 90             | 88             | 90             | 90             | 86             | 88             | 69                                 |
| 13                | 85             | 89             | 90             | 88             | 90             | 74             | 67                                 |
| 14                | 87             | 87             | 89             | 90             | 89             | 74             | 67                                 |
| 15                | 86             | 88             | 88             | 89             | 90             | 83             | 68                                 |
| 16                | 79             | 84             | 79             | 85             | 81             | 85             | 64                                 |
| 17                | 80             | 80             | 79             | 83             | 83             | 88             | 64                                 |
| 18                | 89             | 90             | 88             | 86             | 87             | 84             | 68                                 |
| 19                | 75             | 75             | 73             | 75             | 75             | 74             | 58                                 |
| 20                | 75             | 77             | 79             | 79             | 77             | 75             | 60                                 |
| 21                | 75             | 76             | 75             | 77             | 75             | 84             | 60                                 |
| 22                | 90             | 87             | 89             | 90             | 87             | 89             | 69                                 |
| 23                | 80             | 75             | 78             | 76             | 80             | 81             | 61                                 |
| 24                | 90             | 85             | 89             | 90             | 89             | 89             | 69                                 |
| 25                | 77             | 78             | 79             | 80             | 76             | 72             | 60                                 |
| 26                | 77             | 80             | 78             | 77             | 79             | 87             | 62                                 |
| 27                | 80             | 78             | 80             | 77             | 80             | 83             | 62                                 |
| 28                | 75             | 76             | 80             | 77             | 79             | 83             | 61                                 |
| 29                | 77             | 80             | 77             | 79             | 78             | 86             | 62                                 |
| 30                | 80             | 79             | 79             | 78             | 80             | 97             | 64                                 |
| 31                | 90             | 86             | 89             | 90             | 90             | 87             | 69                                 |
| 32                | 83             | 81             | 83             | 82             | 83             | 81             | 64                                 |
| 33                | 81             | 83             | 78             | 78             | 81             | 85             | 63                                 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้เผยแพร่เห็นไปใช้ประโยชน์ที่นอกเหนือจากนี้

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| นักเรียน<br>คนที่ | ใบงาน<br>ที่ 1 | ใบงาน<br>ที่ 2 | ใบงาน<br>ที่ 3 | ใบงาน<br>ที่ 4 | ใบงาน<br>ที่ 5 | ใบงาน<br>ที่ 6 | คะแนน E <sub>1</sub><br>(70 คะแนน) |
|-------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------------------------------------|
| 34                | 90             | 87             | 83             | 83             | 85             | 81             | 66                                 |
| 35                | 88             | 90             | 89             | 87             | 89             | 80             | 69                                 |
| 36                | 85             | 87             | 89             | 87             | 86             | 82             | 67                                 |
| 37                | 90             | 90             | 90             | 90             | 90             | 90             | 70                                 |
| 38                | 90             | 90             | 90             | 90             | 90             | 90             | 70                                 |
| 39                | 90             | 88             | 90             | 90             | 86             | 88             | 69                                 |
| 40                | 85             | 90             | 87             | 86             | 89             | 87             | 68                                 |
| 41                | 87             | 87             | 88             | 88             | 88             | 86             | 68                                 |
| 42                | 89             | 88             | 86             | 87             | 87             | 87             | 68                                 |
| 43                | 90             | 90             | 90             | 90             | 90             | 90             | 70                                 |
| 44                | 90             | 90             | 90             | 90             | 90             | 90             | 70                                 |
| คะแนน<br>เฉลี่ย   | 85.11          | 85.09          | 85.09          | 85.16          | 85.05          | 84.89          | 66.25                              |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คะแนนประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E<sub>2</sub>)

| นักเรียน<br>คนที่ | คะแนนสอบปฏิบัติ<br>(45 คะแนน) | คะแนนสอบทฤษฎี<br>(30 คะแนน) | คะแนน E <sub>2</sub><br>(30 คะแนน) |
|-------------------|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------|
| 1                 | 45                            | 24                          | 28.20                              |
| 2                 | 39                            | 27                          | 26.30                              |
| 3                 | 45                            | 23                          | 27.90                              |
| 4                 | 45                            | 27                          | 29.10                              |
| 5                 | 39                            | 22                          | 24.80                              |
| 6                 | 39                            | 27                          | 26.30                              |
| 7                 | 39                            | 27                          | 26.30                              |
| 8                 | 45                            | 21                          | 27.30                              |
| 9                 | 45                            | 25                          | 28.50                              |
| 10                | 39                            | 29                          | 26.90                              |
| 11                | 45                            | 29                          | 29.70                              |
| 12                | 45                            | 26                          | 28.80                              |
| 13                | 45                            | 23                          | 27.90                              |
| 14                | 39                            | 25                          | 25.70                              |
| 15                | 45                            | 26                          | 28.80                              |
| 16                | 39                            | 23                          | 25.10                              |
| 17                | 39                            | 18                          | 23.60                              |
| 18                | 45                            | 27                          | 29.10                              |
| 19                | 39                            | 24                          | 25.40                              |
| 20                | 45                            | 19                          | 26.70                              |
| 21                | 39                            | 20                          | 24.20                              |
| 22                | 42                            | 22                          | 26.20                              |
| 23                | 45                            | 18                          | 26.40                              |
| 24                | 39                            | 24                          | 25.40                              |
| 25                | 45                            | 19                          | 26.70                              |
| 26                | 39                            | 18                          | 23.60                              |
| 27                | 45                            | 26                          | 28.80                              |
| 28                | 45                            | 21                          | 27.30                              |
| 29                | 45                            | 21                          | 27.30                              |
| 30                | 39                            | 22                          | 24.80                              |
| 31                | 45                            | 25                          | 28.50                              |
| 32                | 45                            | 20                          | 27.00                              |
| 33                | 45                            | 19                          | 26.70                              |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่ไปยังเว็บไซต์ที่นอกเหนือจากนี้

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| นักเรียน<br>คนที่ | คะแนนสอบปฏิบัติ<br>(45 คะแนน) | คะแนนสอบทฤษฎี<br>(30 คะแนน) | คะแนน E <sub>2</sub><br>(30 คะแนน) |
|-------------------|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------|
| 34                | 45                            | 25                          | 28.50                              |
| 35                | 45                            | 25                          | 28.50                              |
| 36                | 45                            | 25                          | 28.50                              |
| 37                | 39                            | 23                          | 25.10                              |
| 38                | 42                            | 21                          | 25.90                              |
| 39                | 45                            | 25                          | 28.50                              |
| 40                | 39                            | 16                          | 23.00                              |
| 41                | 45                            | 25                          | 28.50                              |
| 42                | 42                            | 28                          | 28.00                              |
| 43                | 45                            | 23                          | 27.90                              |
| 44                | 42                            | 27                          | 27.70                              |
| คะแนน<br>เฉลี่ย   | 42.68                         | 23.41                       | 26.94                              |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**กำหนดการสอน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564**  
**วิชาวิทยาการคำนวณ (ว31181) ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4**

| ครั้งที่ | งาน  | หมายเหตุ |
|----------|--|----------|
| 1        | แนะนำรายวิชา<br>- ชี้แจงเกณฑ์การให้คะแนนในรายวิชา<br>- ชี้แจงเนื้อหาการเรียนและแลกเปลี่ยนความรู้เดิม |          |
| 2        | ทบทวนการเขียนโปรแกรมเบื้องต้นและแนะนำชุดปฏิบัติการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์     |          |
| 3        | ใบงานที่ 1 การเขียนโปรแกรมรับ-ส่งข้อมูลใน Arduino Nano   |          |
| 4        | ใบงานที่ 1 การเขียนโปรแกรมรับ-ส่งข้อมูลใน Arduino Nano   |          |
| 5        | ใบงานที่ 1 การเขียนโปรแกรมรับ-ส่งข้อมูลใน Arduino Nano   |          |
| 6        | ใบงานที่ 2 การเขียนโปรแกรมรับค่าเซนเซอร์ PIR   |          |
| 7        | ใบงานที่ 2 การเขียนโปรแกรมรับค่าเซนเซอร์ PIR   |          |
| 8        | ใบงานที่ 3 การเขียนโปรแกรมรับค่าเซนเซอร์ DHT   |          |
| 9        | ใบงานที่ 3 การเขียนโปรแกรมรับค่าเซนเซอร์ DHT   |          |
| 10       | การสอบกลางภาค  |          |
| 11       | ใบงานที่ 4 การเขียนโปรแกรมควบคุม Buzzer และ Relay  |          |
| 12       | ใบงานที่ 4 การเขียนโปรแกรมควบคุม Buzzer และ Relay  |          |
| 13       | ใบงานที่ 5 การเขียนโปรแกรมควบคุมมอเตอร์ด้วยบอร์ดสำเร็จรูป  |          |
| 14       | ใบงานที่ 5 การเขียนโปรแกรมควบคุมมอเตอร์ด้วยบอร์ดสำเร็จรูป  |          |
| 15       | ใบงานที่ 6 การเขียนโปรแกรมควบคุมหน้าจอแสดงผลแบบ LCD  |          |
| 16       | ใบงานที่ 6 การเขียนโปรแกรมควบคุมหน้าจอแสดงผลแบบ LCD  |          |
| 17       | ใบงานที่ 6 การเขียนโปรแกรมควบคุมหน้าจอแสดงผลแบบ LCD  |          |
| 18       | การสอบปฏิบัติ (ปลายภาค)  |          |
| 19       | การสอบปฏิบัติ (ปลายภาค)  |          |
| 20       | การสอบปลายภาค  |          |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก สฐ

ภาพการใช้ชุดปฏิบัติการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมควบคุม  
ไมโครคอนโทรลเลอร์ ในรายวิชาวิทยาการคำนวณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



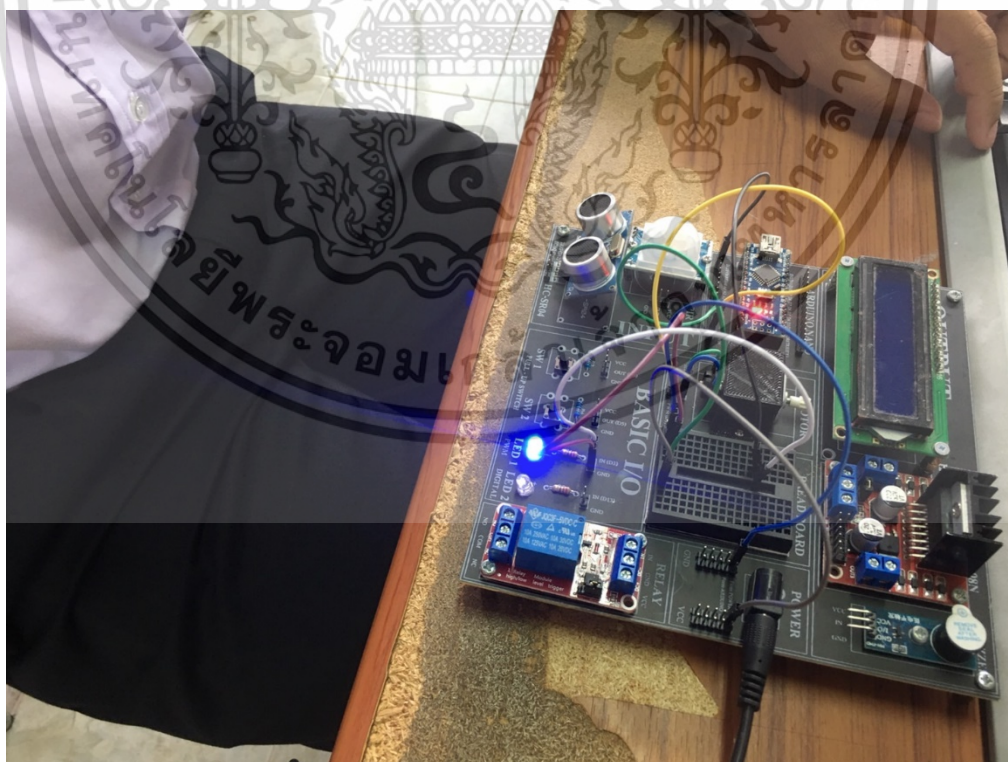
ภาพการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน  
ในรายวิชาวิทยาการคำนวณ



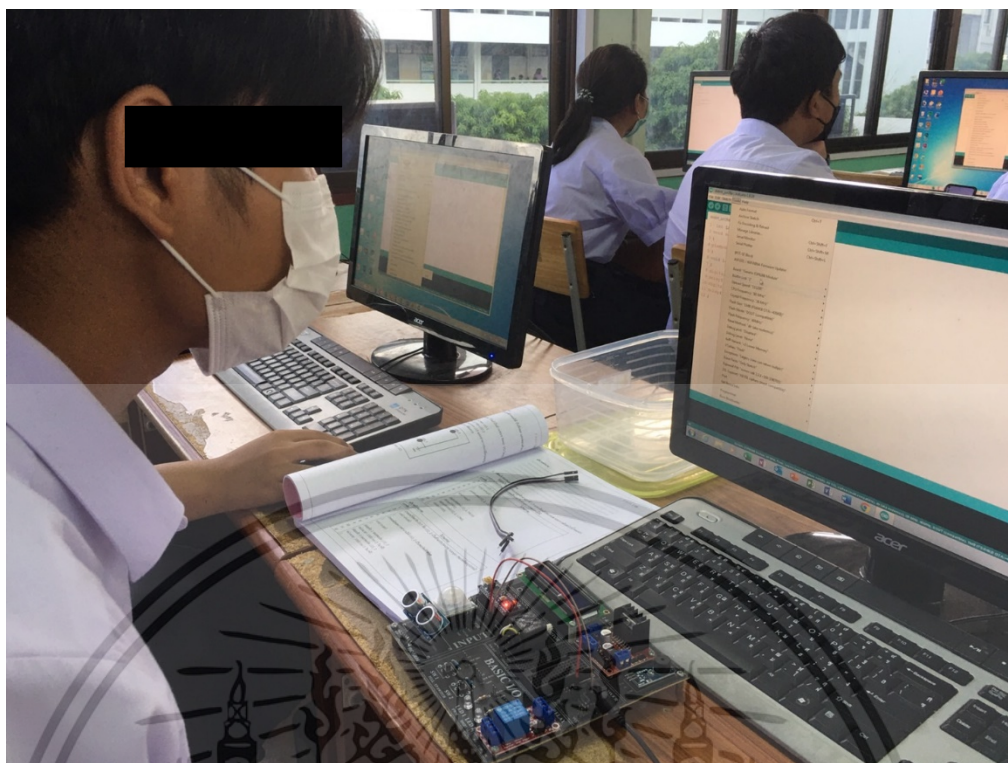
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพการทดลองใช้เครื่องมือที่ได้พัฒนาขึ้น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพการทดลองใช้เครื่องมือที่ได้พัฒนาขึ้น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ประวัติผู้เขียน

|                  |  |
|------------------|--|
| ชื่อ-สกุล        | นายชิตีพัทธ์ สนวนทอง   |
| วัน-เดือน-ปีเกิด | 1 พฤษภาคม 2537   |
| สถานที่เกิด      | จังหวัดสุพรรณบุรี  |
| ที่อยู่ปัจจุบัน  | บ้านเลขที่ 215/44 หมู่ 6 ตำบลไผ่ขวาง อำเภอเมืองสุพรรณบุรี<br>จังหวัดสุพรรณบุรี 72000   |
| ประวัติการศึกษา  | ปีการศึกษา 2554 สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย<br>โรงเรียนกรรณสูตศึกษาลัยจังหวัดสุพรรณบุรี<br><br>ปีการศึกษา 2559 สำเร็จการศึกษา ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต<br>(ค.อ.บ.) สาขาวิชาครุศาสตร์วิศวกรรม (วิศวกรรมโทรคมนาคม)<br>คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี<br>สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง<br><br>ปีการศึกษา 2565 สำเร็จการศึกษา ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต<br>(ค.อ.ม.) สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร<br>คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี<br>สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง |
| ประวัติการทำงาน  | พ.ศ. 2560 - ปัจจุบัน ครูโรงเรียนสวนแตงวิทยา จังหวัดสุพรรณบุรี  |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้