ชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32

ESP32 MICROCONTROLLER LABORATORY SET

สุรเดช ศิริ

SURADES SIRI

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2566

KMITL-2023-ED-M-218-022

ESP32 MICROCONTROLLER LABORATORY SET

SURADES SIRI

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF SCIENCE IN INDUSTRIAL EDUCATION
SCHOOL OF INDUSTRIAL EDUCATION AND TECHNOLOGY
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
2023

KMITL-2023-ED-M-218-022

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32
นักศึกษา	นายสุรเดช ศิริ
รหัสประจำตัว	60603005
ปริญญา	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร
พ.ศ.	2566
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	รศ.ดร.ปิยะ ศุภวราสุวัฒน์

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้าง หาคุณภาพ หาประสิทธิภาพ และหาระดับความพึงพอใจของชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ชั้นปีที่ 1 วิทยาลัยเทคนิคสมุทรปราการที่ลงทะเบียนเรียนวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 30105-2007 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 30 คน โดยใช้วิธีสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย ชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 ใบงานการทดลองจำนวน 5 ใบงานและใบงานรวม แบบประเมินคุณภาพ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลคือ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าประสิทธิภาพ E_1/E_2

ผลจากการวิจัยพบว่า คุณภาพชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 อยู่ในระดับดี ($\overline{X}$ = 4.31, S.D. = 0.56) และใบงานการทดลอง อยู่ในระดับดี ($\overline{X}$ = 4.00, S.D. = 0.53) ประสิทธิภาพของชุดทดลอง เท่ากับ 81.84/80.20 ความพึงพอใจที่มีต่อชุดทดลองและใบงานการทดลอง อยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.53, S.D. = 0.53)

Thesis Title	ESP32 Microcontroller Laboratory Set
Student	Mr.Surades Siri
Student ID.	60603005
Degree	Master of Science in Industrial Education
Program	Electrical Communications Engineering
Year	2023
Thesis Advisor	Assoc. Prof. Dr. Piya Supavarasuwat

ABSTRACT

The purposes of this research were to design, fine the quality, fine the efficiency and to fine the satisfaction of the ESP32 Microcontroller Laboratory Set. The sample group used in this study were 30 of the 1st year students in the certificate High vocational students majoring in Electronics at Samutprakan Technical College who enrolled the course "Microcontroller" (30105-2007) in the 2nd semester academic year 2021. The Tools consisted of the ESP32 Microcontroller Laboratory Set, 5 worksheet and combine worksheet, a quality lists and an achievement test. The statistics used for data analysis were percentage, mean, standard deviation and E_1/E_2 efficiency index.

The results of this research showed that the quality of laboratory set was at a good level ($\overline{X}$ = 4.31, S.D. = 0.56) and the quality of lab sheets is was at a good level ($\overline{X}$ = 4.00, S.D. = 0.53). The efficiency of the ESP32 Microcontroller Laboratory Set was 81.84/80.20. The satisfaction of laboratory set and worksheet was at a highest level ($\overline{X}$ = 4.53, S.D. = 0.53)

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความอนุเคราะห์จาก รองศาสตราจารย์ ดร.ปิยะ ศุภวราสุวัฒน์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำ ช่วยเหลือ และให้ข้อคิดเห็นด้านต่าง ๆ ระหว่างดำเนินการวิจัย รวมทั้งแก้ไขปรับปรุงข้อบกพร่องต่าง ๆ อันเป็นประโยชน์ต่อการดำเนินการวิจัยด้วยความเอาใจใส่เป็นอย่างดีมาโดยตลอด จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้อย่างสมบูรณ์ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิดังรายนามต่อไปนี้ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพบูลย์ พวงวงศ์ตระกูล ดร.ฉันทนา โพธิครูประเสริฐ และนายจิรวัฒน์ นนตระอุดร ที่ได้เสียสละเวลาในการประเมินคุณภาพแบบประเมินต่าง ๆ รวมทั้งช่วยตรวจสอบและให้ข้อเสนอแนะอันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินการวิจัยให้มีคุณภาพสูงสุด

ขอขอบพระคุณอาจารย์ผู้สอนทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทความรู้ และข้อคิดต่าง ๆ อันก่อประโยชน์ในการศึกษาค้นคว้า และเป็นแนวทางในการจัดทำในการจัดทำวิทยานิพนธ์ จนประสบความสำเร็จตรงตามวัตถุประสงค์ที่ได้กำหนดไว้

ขอขอบพระคุณ คุณพ่อดวงจันทร์ ศิริ และคุณแม่จันทร์สม ทองเงา ผู้เป็นที่เคารพรักยิ่ง ที่ได้ให้การสนับสนุนทางการศึกษา รวมทั้งญาติพี่น้อง เพื่อน ๆ นักศึกษาทุกคน ที่คอยเป็นกำลังใจคอยสนับสนุน และให้ความช่วยเหลือมาโดยตลอด

ขอขอบใจนักศึกษาสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคสมุทรปราการ ที่ได้ให้ความร่วมมือเป็นกลุ่มตัวอย่างให้ผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลในงานวิจัยครั้ง จนผลงานวิจัยสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

คุณค่าและประโยชน์ใด ๆ ที่เป็นผลจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยของมอบแด่ คุณพ่อ คุณแม่ และครอบครัว ตลอดจนครู อาจารย์ ทุกท่าน ด้วยความเคารพยิ่ง

สุรเดช ศิริ

สารบัญ

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

สารบัญ (ต่อ)

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

สารบัญภาพ

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันหลายประเทศทั่วโลกต่างมุ่งสู่การเปลี่ยนแปลงยุคดิจิทัล สำหรับประเทศไทยได้มีการขับเคลื่อนเศรษฐกิจของประเทศภายใต้นโยบายประเทศไทย 4.0 เป็นการผลักดันแนวคิดเศรษฐกิจดิจิทัล โดยใช้เครื่องมือและเทคโนโลยีที่เป็นรากฐานของการเชื่อมต่อระหว่างโลกทางกายภาพและข้อมูลดิจิทัลผ่านเทคโนโลยีที่เรียกว่า อินเทอร์เน็ตสำหรับสรรพสิ่ง (Internet of Things : IoT) ถือว่าเป็นตัวขับเคลื่อนที่สำคัญที่เข้ามาช่วยสนับสนุนให้เกิดการประยุกต์ใช้งานที่หลากหลาย เป็นกรอบแนวคิดของระบบโครงข่ายที่รองรับการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์หลากหลายชนิด ตั้งแต่คอมพิวเตอร์ โทรศัพท์เคลื่อนที่ อุปกรณ์โครงข่าย อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เซนเซอร์ และวัตถุต่าง ๆ เข้าด้วยกัน ทำให้ระบบต่าง ๆ สามารถติดต่อสื่อสารและทำงานร่วมกันได้อย่างเป็นอัตโนมัติ นอกจากนี้ยังสามารถเข้าถึงข้อมูลได้หลากหลายยิ่งขึ้น ควบคุมอุปกรณ์ และระบบต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น แนวคิดดังกล่าวถูกนำมาใช้อย่างกว้างขวาง เช่น มีการนำไปควบคุมในภาคอุตสาหกรรมการผลิต ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดระบบอุตสาหกรรมยุคที่ 4 ที่มีการนำอินเทอร์เน็ตสำหรับสรรพสิ่งมาใช้งาน โดยเป็นการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตเข้ากับสิ่งต่าง ๆ รวมทั้งข้อมูลและการบริการเข้ากับระบบอุตสาหกรรม (จิรวัฒน์ แสงคุณธรรม. 2560) นอกจากนี้สถาบันการศึกษาในหลายระดับได้เล็งเห็นความสำคัญในการพัฒนาบุคลากรให้ความรู้ที่จะสามารถเข้าใจและนำมาใช้งาน เช่น การจัดอบรมเชิงปฏิบัติการ การจัดแข่งขันทักษะวิชาชีพ การประกวดแข่งขันสุดยอดนวัตกรรมสิ่งประดิษฐ์ เป็นต้น ในส่วนของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาได้บรรจุเนื้อหาดังกล่าวไว้ในหลักสูตรที่เกี่ยวข้อง โดยมุ่งหวังให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาความรู้ ความสามารถ และประยุกต์ความรู้เพื่อสร้าง พัฒนา นวัตกรรมและเทคโนโลยีใหม่ ๆ อย่างหลากหลาย สอดคล้องกับแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติและแผนการศึกษาแห่งชาติ เพื่อพัฒนากำลังคนระดับเทคนิคให้มีสมรรถนะ มีคุณธรรม จริยธรรมและจรรยาบรรณวิชาชีพ สามารถประกอบอาชีพได้ตรงตามความต้องการของตลาดแรงงานและประกอบอาชีพอิสระ ทั้งในระดับชุมชน ระดับท้องถิ่น และระดับชาติ โดยเน้นสมรรถนะด้วยการปฏิบัติจริง มุ่งเน้นให้ผู้สำเร็จการศึกษามีสมรรถนะในการประกอบอาชีพ มีความรู้เต็มภูมิ ปฏิบัติได้จริง มีความเป็นผู้นำ และสามารถทำงานเป็นหมู่คณะได้ดี สนับสนุนการประสานความร่วมมือในการจัดการศึกษาร่วมกัน ระหว่างหน่วยงานและองค์กรที่เกี่ยวข้อง ทั้งภาครัฐและเอกชน เปิดโอกาสให้สถานศึกษา ชุมชนและท้องถิ่น มีส่วนร่วมในการพัฒนาหลักสูตรให้ตรงตาม

ความต้องการและสอดคล้องกับยุทธศาสตร์ของภูมิภาค เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ (สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา. 2557)

การจัดการศึกษาในระดับอาชีวศึกษา มีเป้าหมายในการสร้างสมรรถนะวิชาชีพให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนตรงตามความต้องการของตลาดแรงงานหรือสถานประกอบการให้ได้อย่างมีคุณภาพ โดยมุ่งเน้นและสนับสนุนให้มีการจัดการเรียนการสอนเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ มีทั้งการสอนภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ โดยภาคปฏิบัติจะเน้นการเรียนแบบทดลอง ซึ่งเป็นกรรมวิธีที่เหมาะสมสำหรับใช้ในการจัดการเรียนการสอนระดับอาชีวศึกษา เพื่อให้ผู้เรียนมีการประยุกต์ความรู้ในเนื้อหาทฤษฎีเข้ากับกระบวนการเรียนทดลอง และพิสูจน์ข้อเท็จจริงที่ได้จากการค้นพบว่ามีความถูกต้อง สามารถแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นได้ เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และได้ประสบการณ์ตรงเกี่ยวกับสิ่งที่ได้ปฏิบัติจริง ได้สัมผัสกับเครื่องมือ วัสดุอุปกรณ์ มองเห็นขั้นตอน กระบวนการทำงาน ความสัมพันธ์ของหลักการ กฎเกณฑ์ ในเรื่องที่นำมาศึกษาขยายความรู้จากการเรียนทฤษฎี เป็นการพัฒนาความรู้ทักษะความสามารถ และประสบการณ์ให้กับผู้เรียน สอดคล้องกับแนวทางการปฏิรูปการศึกษาและการเรียนรู้ตลอดชีวิต โดยเสริมความรู้และความเข้าใจ และกำหนดแนวทางปฏิบัติที่ชัดเจนเกี่ยวกับกระบวนการเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้ทดลองปฏิบัติจริง สามารถประยุกต์ใช้ในงานอุตสาหกรรมได้อย่างถูกต้อง แต่จากการศึกษาคุณลักษณะของผู้สำเร็จการศึกษาในระดับอาชีวศึกษา พบว่า ผู้สำเร็จการศึกษาส่วนใหญ่ที่เรียนในรายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 30105-2007 โดยในแต่ละสัปดาห์ใช้เวลาเรียนภาคทฤษฎี 2 ชั่วโมง และภาคปฏิบัติ 3 ชั่วโมง จำนวน 3 หน่วยกิต ยังมีความรู้เกี่ยวกับอินเทอร์เน็ตสำหรับสรรพสิ่งน้อยและยังไม่สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้จริง ซึ่งจากการสอบถามครูผู้สอนรายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ในระดับอาชีวศึกษา รวมทั้งประสบการณ์ของผู้วิจัยซึ่งเป็นครูผู้สอนในระดับอาชีวศึกษาก็ประสบปัญหาการสอนภาคปฏิบัติเช่นเดียวกัน โดยชุดทดลองรายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ส่วนใหญ่เป็นชุดทดลองพื้นฐานที่ไม่สามารถมองเห็นการประยุกต์ใช้งานระบบอินเทอร์เน็ตสำหรับสรรพสิ่งที่เชื่อมโยงกับภาคอุตสาหกรรม เนื่องจากเทคโนโลยีมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว การจัดหาสื่อการเรียนรู้และชุดทดลองประกอบการสอนภาคปฏิบัติต้องใช้งบประมาณจำนวนมาก นอกจากนี้การทดลองมีการใช้อุปกรณ์เชื่อมต่อวงจรกับอุปกรณ์การทดลองไม่ได้อยู่ในชุดทดลองเดียวกัน ส่งผลให้ผู้เรียนต้องใช้เวลาส่วนใหญ่ในการต่อวงจรและอาจเกิดข้อผิดพลาดในการต่อวงจรได้ง่าย ทำให้ผู้เรียนไม่เกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้ ทั้ง ๆ ที่ระบบอินเทอร์เน็ตสำหรับสรรพสิ่งกำลังเข้ามามีบทบาทต่อชีวิตประจำวันและการขับเคลื่อนขับเคลื่อนเศรษฐกิจของประเทศภายใต้นโยบายโมเดลไทยแลนด์ 4.0

จากความเป็นมาและปัญหาดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง จึงเล็งเห็นถึงความสำคัญและความจำเป็นของการศึกษาระบบอินเทอร์เน็ตสำหรับสรรพสิ่ง เพราะเป็นเทคโนโลยีที่ได้รับความสนใจและกำลังเป็นที่ต้องการในยุคปัจจุบัน และมีแนวโน้มที่จะมีการประยุกต์ใช้งานในภาคอุตสาหกรรมมากยิ่งขึ้น เนื่องจากเป็นระบบที่สามารถใช้ในการควบคุมและตรวจสอบอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้แบบไร้สาย ตอบสนองต่อความต้องการทางด้านเทคโนโลยี

ในระบบอุตสาหกรรมยุคที่ 4 ผู้วิจัยจึงมีความสนใจในการสร้างชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 ใช้สำหรับเป็นสื่อการเรียนการสอนในรายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2563 สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนการสอนภาคปฏิบัติและคาดหวังว่าจะช่วยให้ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนรู้ของผู้เรียนเพิ่มสูงขึ้น ช่วยลดเวลาในการต่อวงจรสามารถใช้เวลาศึกษาสาระสำคัญของเนื้อหาได้มากขึ้น ผู้เรียนสามารถนำความรู้และทักษะไปประยุกต์ใช้งานในการควบคุมอุปกรณ์ต่าง ๆ ในภาคอุตสาหกรรม สถานประกอบการ และในชีวิตประจำวัน และสามารถเป็นแนวทางในการพัฒนาสื่อประเภทชุดทดลองต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อสร้างและหาคุณภาพชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32

1.2.2 เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32

1.2.3 เพื่อศึกษาระดับความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 ที่สร้างขึ้น

1.3 สมมติฐานการวิจัย

1.3.1 ชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 ที่สร้างขึ้น มีคุณภาพอยู่ในระดับระดับดีขึ้นไป ($\bar{X} \geq 3.5$) โดยประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิ

1.3.2 ชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 ที่สร้างขึ้น มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด E_1/E_2 ไม่ต่ำกว่า 80/80

1.3.3 ระดับความพึงพอใจของผู้เรียนต่อชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากขึ้นไป ($\bar{X} \geq 3.5$)

1.4 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย

ในการสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 ผู้วิจัยได้นำกรอบแนวความคิดขั้นตอนที่ 1, 2, 3 และ 4 ของวัลลภ จันทร์ตระกูล (2552 : 27) และการทดสอบ

ประสิทธิภาพสื่อและชุดทดลองของชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2556 : 7 - 19) มาประยุกต์ใช้ในการสร้างชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 ซึ่งมีขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

1) การกำหนดขอบข่ายเนื้อหาวิชา
2) การกำหนดเนื้อหาและวัตถุประสงค์
3) การออกแบบและสร้างชุดสื่อการเรียนการสอน
4) การทดลองใช้ชุดสื่อการเรียนการสอน
5) การหาประสิทธิภาพ

1.5 ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงทดลองเพื่อหาคุณภาพและประสิทธิภาพของชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 ในรายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตของการวิจัย ดังนี้

1.5.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคสมุทรปราการ ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์หรือรายวิชาอื่นที่เกี่ยวข้อง ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2563 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา จำนวน 3 ห้อง รวมทั้งหมด 80 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคสมุทรปราการ ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 30105-2007 ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2563 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 30 คน ผู้วิจัยใช้วิธีสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster or Area Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม

1.5.2 ขอบเขตด้านตัวแปร

1.5.2.1 ตัวแปรต้น ได้แก่ ชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32

1.5.2.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

(1) คุณภาพและประสิทธิภาพของชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32

(2) ระดับความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32

1.5.3 ขอบเขตด้านเนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 นำเนื้อหาที่สอดคล้องกับคำอธิบายรายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 30105-2007 ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2563 ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ประกอบด้วยใบงานการทดลองชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 จำนวนทั้งสิ้น 6 ใบงาน ประกอบด้วย

ใบงานที่ 1 งานเขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมรีเลย์และขับโหลดไฟฟ้ากระแสสูง

ใบงานที่ 2 งานเขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อใช้งานเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ ความชื้น และค่าแสง

ใบงานที่ 3 งานเขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมดีซีมอเตอร์และสเต็ปมอเตอร์

ใบงานที่ 4 งานเขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมเซอร์โวมอเตอร์

ใบงานที่ 5 งานเขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมอุปกรณ์ โดยใช้ Blynk

ใบงานรวม การประยุกต์ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในงานสมาร์ทฟาร์ม

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในงานวิจัย

เพื่อความเข้าใจที่ถูกต้องตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย ผู้วิจัยจึงกำหนดความหมายของคำสำคัญที่ใช้ในการวิจัย ดังต่อไปนี้

1.6.1 ชุดทดลอง หมายถึง ชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อใช้เป็นสื่อประกอบการสอนภาคปฏิบัติ ในรายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 30105-2007 ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2563 ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ชุดทดลองนี้ใช้ไอซีระบบสมองกลฝังตัวที่รองรับการเชื่อมต่อ WiFi และ Bluetooth 4.2 BLE ในตัวประกอบด้วยวงจรการทดลองต่าง ๆ บรรจุไว้ภายในแผ่นวงจรพิมพ์เดียว

1.6.2 ใบงาน หมายถึง เอกสารที่ใช้ในการปฏิบัติการทดลองที่ได้ออกแบบไว้สอดคล้องกับทฤษฎีเกี่ยวกับเทคโนโลยีระบบอินเทอร์เน็ตสำหรับสรรพสิ่ง เพื่อการทำกิจกรรมของผู้เรียนให้ได้ความรู้ตามวัตถุประสงค์ ประกอบด้วยใบงานระหว่างเรียนและใบงานรวม

1.6.3 ใบงานระหว่างเรียน หมายถึง ใบงานจำนวน 5 ใบงาน ประกอบด้วย วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม, ทฤษฎีพื้นฐานสำหรับการทดลอง, เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง,ข้อควรระวัง, ลำดับขั้นการทดลอง, สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง และคำถามท้ายการทดลอง ประกอบด้วย

ใบงานที่ 1 งานเขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมรีเลย์และขับโหลดไฟฟ้ากระแสสูง, ใบงานที่ 2 งานเขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อใช้งานเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ ความชื้น และค่าแสง, ใบงานที่ 3 งานเขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมดีซีมอเตอร์และสเต็ปมอเตอร์, ใบงานที่ 4 งานเขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ และใบงานที่ 5 งานเขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมอุปกรณ์ โดยใช้ Blynk

1.6.4 ใบงานรวม หมายถึง ใบงานที่สร้างขึ้นโดยประยุกต์จากใบงานระหว่างเรียน เพื่อใช้ประกอบการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (หลังเรียน)

1.6.5 แบบทดสอบระหว่างเรียน หมายถึง เครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามเนื้อหาในหลักสูตร เพื่อใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยชุดทดลองแต่ละหน่วยการเรียน

1.6.6 แบบประเมินคุณภาพ หมายถึง เครื่องมือที่เป็นเอกสาร ประกอบด้วยแบบประเมินคุณภาพชุดทดลอง แบบประเมินคุณภาพใบงาน และแบบประเมินความสามารถทางการปฏิบัติ โดยผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นรูปแบบการให้คะแนนในแต่ละรายการประเด็น มีค่าระดับคุณภาพตั้งแต่ 1 ถึง 5 สามารถบันทึกและแสดงข้อมูลที่ได้จากการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิ

1.6.7 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง เครื่องมือที่ใช้ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามเนื้อหาในหลักสูตร เพื่อใช้เปรียบเทียบผลการประเมินความรู้ของผู้เรียนภายหลังจากการเรียนรายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์

1.6.8 ประสิทธิภาพของชุดทดลอง หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่วัดได้จากคะแนนแบบวัดความสามารถทางการปฏิบัติใบงานระหว่างเรียน (E_1) และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (E_2) ตามเกณฑ์ที่กำหนด E_1/E_2 ไม่ต่ำกว่า 80/80

80 ตัวแรก (E_1) หมายถึง ร้อยละของผลคะแนนใบงานระหว่างเรียนของผู้เรียนที่ปฏิบัติใบงานที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนคิดจากแบบทดสอบระหว่างเรียนภาคทฤษฎี มีคะแนนเต็ม 50 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 40 และแบบวัดความสามารถทางการปฏิบัติ ใบงานระหว่างเรียน มีคะแนนเต็ม 60 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 60

80 ตัวหลัง (E_2) หมายถึง ร้อยละของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่ปฏิบัติใบงานรวม โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนคิดจากแบบทดสอบใบงานรวมภาคทฤษฎี มีคะแนนเต็ม 30 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 40 และแบบวัดความสามารถทางการปฏิบัติใบงานรวม มีคะแนนเต็ม 20 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 60

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การสร้างชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2563 ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา รายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 30105-2007 ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งประกอบด้วยรายละเอียด ดังนี้

2.1 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2563
2.2 วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์
2.3 หลักการเบื้องต้นของไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32
2.4 การออกแบบและสร้างชุดทดลอง
2.5 การสร้างใบงานการทดลอง
2.6 การประเมินคุณภาพชุดทดลอง
2.7 การหาประสิทธิภาพชุดทดลอง
2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2563

จากการศึกษารายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 30105-2007 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2563 ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา (สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา. 2563) มีลักษณะรายวิชาดังนี้

จุดประสงค์สาขาวิชา

1. เพื่อให้สามารถประยุกต์ใช้ความรู้และทักษะด้านภาษาและการสื่อสาร ทักษะการคิดและการแก้ปัญหา และทักษะทางสังคมและการดำรงชีวิตในการพัฒนาตนเองและวิชาชีพ

2. เพื่อให้มีความเข้าใจและสามารถใช้หลักการบริหารและจัดการวิชาชีพ การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและหลักการของงานอาชีพที่สัมพันธ์เกี่ยวข้องกับการพัฒนาวิชาชีพช่างอิเล็กทรอนิกส์ให้ทันต่อการเปลี่ยนแปลงและความก้าวหน้าของเศรษฐกิจ สังคมและเทคโนโลยี

3. เพื่อให้มีความเข้าใจในหลักการและกระบวนการทำงานในกลุ่มงานพื้นฐานด้านอิเล็กทรอนิกส์

4. เพื่อให้สามารถประยุกต์ใช้ความรู้และเทคโนโลยีด้านอิเล็กทรอนิกส์ ในการพัฒนาตนเองและวิชาชีพ

5. เพื่อให้สามารถปฏิบัติงานวิเคราะห์ แก้ปัญหา สร้างสรรค์และนำเทคโนโลยีมาใช้ในการพัฒนางานอิเล็กทรอนิกส์

6. เพื่อให้สามารถปฏิบัติงานอิเล็กทรอนิกส์ในสถานประกอบการและประกอบอาชีพอิสระ รวมทั้งการใช้ความรู้และทักษะเป็นพื้นฐานในการศึกษาต่อในระดับสูงขึ้นได้

7. เพื่อให้มีเจตคติที่ดีต่องานอาชีพ มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ซื่อสัตย์สุจริต มีระเบียบวินัย เป็นผู้มีความรับผิดชอบต่อสังคม สิ่งแวดล้อม ต่อต้านความรุนแรงและสารเสพติด

มาตรฐานการศึกษาวิชาชีพ

คุณภาพของผู้สำเร็จการศึกษาระดับคุณวุฒิการศึกษาประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ ประกอบด้วย

1. ด้านคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์

1.1 ด้านคุณธรรม จริยธรรมและจรรยาบรรณวิชาชีพ ได้แก่ ความเสียสละ ความซื่อสัตย์สุจริต ความกตัญญูกตเวที ความอดกลั้น การละเว้นสิ่งเสพติดและการพนัน การมีจิตสำนึกและเจตคติที่ดีต่อวิชาชีพและสังคม ภูมิใจและรักษาเอกลักษณ์ของชาติ เคารพกฎหมาย เคารพสิทธิของผู้อื่น ประพฤติปฏิบัติตามบทบาทหน้าที่ของตนเองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข มีจิตสาธารณะและจิตสำนึกรักษ์สิ่งแวดล้อม

1.2 ด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์ ได้แก่ ความมีวินัย ความรับผิดชอบ ความรักสามัคคี มีมนุษยสัมพันธ์ ความเชื่อมั่นในตนเอง สนใจใฝ่รู้ มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ขยัน ประหยัด อดทน พึ่งตนเอง ต่อต้านความรุนแรงและการทุจริต ปฏิบัติตนและปฏิบัติงานโดยคำนึงถึงหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง ความปลอดภัย อาชีวอนามัย การอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อม

2. ด้านสมรรถนะแกนกลาง

2.1 ด้านความรู้ ได้แก่

2.1.1 หลักการใช้และเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการสื่อสาร

2.1.2 หลักการใช้เหตุผล การคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหาและการจัดการ

2.1.3 หลักการดำรงตนและอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคม

2.1.4 หลักการปรับตัวและดำเนินชีวิตในสังคมสมัยใหม่

2.2 ด้านทักษะ ได้แก่

2.2.1 ทักษะการสื่อสารและการเรียนรู้โดยใช้ภาษาและเทคโนโลยีสารสนเทศ

2.2.2 ทักษะการคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหาและการจัดการ โดยใช้หลักการและกระบวนการรทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

2.2.3 ทักษะทางสังคมและการดำรงชีวิตตามหลักศาสนา วัฒนธรรมและความเป็นพลเมือง และหลักการพัฒนาบุคลิกภาพและสุขอนามัย

2.3 ด้านความสามารถในการประยุกต์ใช้และความรับผิดชอบ ได้แก่

2.3.1 สื่อสารโดยใช้ภาษาไทย ภาษาต่างประเทศ และเทคโนโลยีสารสนเทศในชีวิตประจำวันและในงานอาชีพ

2.3.2 แก้ไขปัญหาและพัฒนางานอาชีพโดยใช้หลักการและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

2.3.3 ปฏิบัติตามหลักศาสนา วัฒนธรรม ค่านิยม คุณธรรม จริยธรรมทางสังคม และสิทธิหน้าที่พลเมือง

2.3.4 พัฒนาบุคลิกภาพ สุขอนามัยและคุณลักษณะเหมาะสมกับการปฏิบัติงานอาชีพและการอยู่ร่วมกับผู้อื่น

3. ด้านสมรรถนะวิชาชีพ

3.1 ด้านความรู้ ได้แก่

3.1.1 หลักทฤษฎีและเทคนิคเชิงลึกภายใต้ขอบเขตของงานอาชีพ

3.1.2 หลักการคิดวิเคราะห์ ตัดสินใจ วางแผนและแก้ไขปัญหา

3.1.3 หลักการประสานงาน ประเมินผลการปฏิบัติงานและบริหารจัดการงานอาชีพ

3.1.4 หลักการด้านความปลอดภัยและข้อกำหนดกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการงานอาชีพ

3.1.5 หลักการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการเรียนรู้และพัฒนางานอาชีพ

3.2 ด้านทักษะ ได้แก่

3.2.1 ทักษะการเลือกและประยุกต์ใช้วิธีการ เครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์ในการปฏิบัติงาน

3.2.2 ทักษะการคิด วิเคราะห์และแก้ปัญหาในการปฏิบัติงาน

3.2.3 ทักษะการวางแผน การบริหารจัดการ การประสานงานและการประเมินผลการปฏิบัติงานอาชีพ

3.2.4 ทักษะการใช้คอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการเรียนรู้ตลอดชีวิต

3.2.5 ทักษะด้านสุขภาวะและความปลอดภัยตามระเบียบข้อบังคับที่เชื่อมโยงกันในการปฏิบัติงาน

3.3 ด้านความสามารถในการประยุกต์ใช้และความรับผิดชอบ ได้แก่

3.3.1 วางแผน ดำเนินงานตามหลักการและกระบวนการ โดยคำนึงถึงการบริหารงานคุณภาพ การอนุรักษ์พลังงาน ทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม หลักอาชีวอนามัยและความปลอดภัย และกฎหมายที่เกี่ยวข้อง

3.3.2 ปฏิบัติงานอาชีพอิเล็กทรอนิกส์ ตามหลักการและแบบแผนที่กำหนด โดยใช้/เลือกใช้/ปรับใช้กระบวนการปฏิบัติงานที่เหมาะสม

3.3.3 เลือกใช้และบำรุงรักษาเครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์ในงานอาชีพตามหลักการและกระบวนการ โดยคำนึงถึงความประหยัดและความปลอดภัย

3.3.4 ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์และสารสนเทศ เพื่อพัฒนาและสนับสนุนงานอาชีพ

3.3.5 ตัดสินใจ วางแผนและแก้ไขปัญหาที่ไม่คุ้นเคยหรือซับซ้อนและเป็นนามธรรมในงานอาชีพ ที่ไม่อยู่ภายใต้การควบคุมในบางเรื่อง

3.3.6 ประยุกต์ใช้ความรู้ ทักษะทางวิชาชีพ เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ในการแก้ไขปัญหาและการปฏิบัติงาน

3.3.7 บริหารจัดการ ประสานงานและประเมินผลการปฏิบัติงานอาชีพด้วยตนเอง

โครงสร้างหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2563 ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์

ผู้สำเร็จการศึกษาตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2563 ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ จะต้องศึกษารายวิชาจากหมวดวิชาต่าง ๆ รวมไม่น้อยกว่า 83 หน่วยกิต และเข้าร่วมกิจกรรมเสริมหลักสูตร ดังโครงสร้างต่อไปนี้

1. หมวดวิชาสมรรถนะแกนกลาง		ไม่น้อยกว่า 21 หน่วยกิต
1.1 กลุ่มวิชาภาษาไทย	(ไม่น้อยกว่า 3 หน่วยกิต)	
1.2 กลุ่มวิชาภาษาต่างประเทศ	(ไม่น้อยกว่า 6 หน่วยกิต)	
1.3 กลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์	(ไม่น้อยกว่า 3 หน่วยกิต)	
1.4 กลุ่มวิชาคณิตศาสตร์	(ไม่น้อยกว่า 3 หน่วยกิต)	
1.5 กลุ่มวิชาสังคมศาสตร์	(ไม่น้อยกว่า 3 หน่วยกิต)	
1.6 กลุ่มวิชามนุษยศาสตร์	(ไม่น้อยกว่า 3 หน่วยกิต)	
2. หมวดวิชาสมรรถนะวิชาชีพ		ไม่น้อยกว่า 56 หน่วยกิต
2.1 กลุ่มสมรรถนะวิชาชีพพื้นฐาน	(15 หน่วยกิต)	
2.2 กลุ่มสมรรถนะวิชาชีพเฉพาะ	(21 หน่วยกิต)	
2.3 กลุ่มสมรรถนะวิชาชีพเลือก	(ไม่น้อยกว่า 12 หน่วยกิต)	
2.4 ฝึกประสบการณ์สมรรถนะวิชาชีพ	(4 หน่วยกิต)	
2.5 โครงการพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพ	(4 หน่วยกิต)	
3. หมวดวิชาเลือกเสรี		ไม่น้อยกว่า 6 หน่วยกิต
4. กิจกรรมเสริมหลักสูตร (2 ชั่วโมงต่อสัปดาห์)		
	รวม ไม่น้อยกว่า 83 หน่วยกิต	

2.2 วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์

ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2563 ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 30105-2007 โดยในแต่ละสัปดาห์ใช้เวลาเรียนภาคทฤษฎี 2 ชั่วโมง ภาคปฏิบัติ 3 ชั่วโมง จำนวน 3 หน่วยกิต เป็นเวลา 18 สัปดาห์

จุดประสงค์รายวิชา เพื่อให้

1. เข้าใจโครงสร้างและหลักการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ การใช้ชุดคำสั่ง การประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์กับงานอื่น ๆ

2. สามารถเขียนโปรแกรมควบคุม วิเคราะห์และทดสอบระบบการทำงาน ประยุกต์ไมโครคอนโทรลเลอร์กับงานอื่น ๆ

3. มีกิจนิสัยในการทำงานด้วยความประณีต รอบคอบและปลอดภัย ตระหนักถึงคุณภาพของงาน และมีจริยธรรมในงานอาชีพ

สมรรถนะรายวิชา

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

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาและปฏิบัติเกี่ยวกับโครงสร้างและสถาปัตยกรรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ ลักษณะสัญญาณและกระบวนการทำงาน การรับ-ส่งข้อมูลกับอุปกรณ์เชื่อมต่อภายนอก ชุดคำสั่งและการเขียนโปรแกรม การวัดและทดสอบวงจรใช้งานของไมโครคอนโทรลเลอร์ การประยุกต์ใช้งานของไมโครคอนโทรลเลอร์

ตารางที่ 2.1 แผนการจัดการเรียนรู้รายสัปดาห์

หน่วยที่	ครั้งที่	ชื่อเรื่อง	จำนวนคาบ
1	1	ไมโครคอนโทรลเลอร์และการเขียนโปรแกรมเบื้องต้น	5
2	2	งานเขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุม LED	5
3	3	งานเขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อใช้งานสวิตช์	5

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

หน่วยที่	ครั้งที่	ชื่อเรื่อง	จำนวนคาบ
4	4	งานเขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อใช้งานอุปกรณ์อ่านค่าแบบแอนะล็อก	5
5	5	งานเขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุม LED RGB	5
6	6	งานเขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อใช้งานอุปกรณ์ RFID	5
7	7	งานเขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อใช้งานจอแสดงผล OLED	5
8	8	งานเขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อใช้งานเซ็นเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหว	5
9	9	งานเขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อใช้งานเซ็นเซอร์อัลตราโซนิก	5
10	10	งานเขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมรีเลย์และขับโหลดไฟฟ้ากระแสสูง	5
11	11	งานเขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อใช้งานเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ ความชื้น และค่าแสง	5
12	12 - 13	งานเขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมดีซีมอเตอร์และสเต็ปมอเตอร์	10
13	14	งานเขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมเซอร์โวมอเตอร์	5
14	15 - 16	งานเขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมอุปกรณ์โดยใช้ Blynk	10
15	17	การประยุกต์ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์	5
	18	สอบปลายภาคเรียน	5
		รวม	**90**

จากตารางที่ 2.1 ผู้วิจัยได้คัดเลือกหน่วยการจัดการเรียนรู้มากำหนดเป็นเนื้อหาที่สอดคล้องกับเทคโนโลยีระบบอินเทอร์เน็ตสำหรับสรรพสิ่งเพื่อทำการวิจัย ดังนี้

หน่วยที่ 10 งานเขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมรีเลย์และขับโหลดไฟฟ้ากระแสสูง

หน่วยที่ 11 งานเขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อใช้งานเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ ความชื้น และค่าแสง

หน่วยที่ 12 งานเขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมดีซีมอเตอร์และสเต็ป มอเตอร์

หน่วยที่ 13 งานเขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมเซอร์โวมอเตอร์

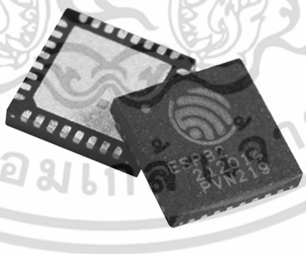
หน่วยที่ 14 งานเขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมอุปกรณ์ โดยใช้ Blynk

2.3 หลักการเบื้องต้นของไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32

ในการวิจัยเพื่อสร้างชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเนื้อหาเบื้องต้นเกี่ยวกับไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 ดังหัวข้อต่อไปนี้

2.3.1 ความรู้เบื้องต้นของไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32

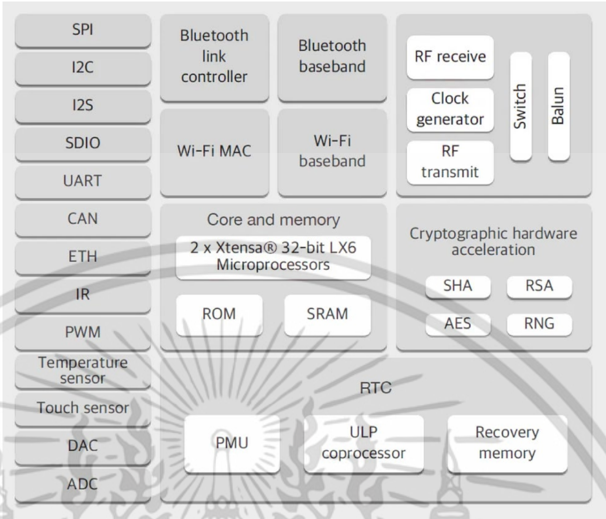
ไอซี ESP32 เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่พัฒนาขึ้นมาโดยบริษัท Espressif จากประเทศจีน รองรับการเชื่อมต่อ WiFi และ บูลทูธ 4.2 BLE ในตัว เป็นไอซีที่ถูกพัฒนาขึ้นมาต่อจากไอซีเบอร์ ESP8266 เพื่อรองรับการพัฒนาของระบบสมองกลฝังตัว รองรับการเขียนโปรแกรมโดยใช้โปรแกรม Arduino IDE และรองรับไลบารีส่วนใหญ่ของ Arduino ทำให้สามารถใช้งานได้ง่าย เนื่องจากว่าตัว ESP32 เป็นเพียงชิปไอซีแบบ SMD ตัวถัง QFN-48 การใช้งานจะต้องนำไปใช้ร่วมกับบอร์ดพัฒนา โดยบอร์ดพัฒนาแต่ละรุ่น แต่ละผู้ผลิตนั้น จะมีความแตกต่างกันทั้งเรื่องขนาด เรื่องชิปไอซี USB to UART และคุณสมบัติพิเศษอื่น ๆ เพื่อรองรับความต้องการที่แตกต่างของผู้ใช้งาน



ภาพที่ 2.1 ชิปไอซี ESP32 ในรูปตัวถัง QFN-42
ที่มา [Online]. Available : http://www.hardwire.io/en/iot/datalogger/esp32

2.3.2 คุณสมบัติของชิปไอซี ESP32

ESP32 เป็นไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ที่รองรับการเชื่อมต่อ WiFi และ บูลทูธ 4.2 BLE ในตัว มีคุณสมบัติทางเทคนิคที่สำคัญ ดังนี้



ภาพที่ 2.2 สถาปัตยกรรมของไอซี ESP32

ที่มา [Online]. Available : https://www.alibaba.com/product-detail/ESP32-module-WiFi-Bluetooth-dual-mode_60704788258.html

1. ซีพียูใช้สถาปัตกรรม Tensilica LX6 แบบ 2 แกน สัญญาณนาฬิกา 240 MHz
2. มีแรมในตัว 512 kB
3. รองรับการเชื่อมต่อรอมภายนอกสูงสุด 16 MB
4. รองรับ WiFi มาตรฐาน 80211 b/g/n ใช้งานทั้งในโหมด Station softAP และ WiFi direct
5. มีบูลทูธในตัว รองรับการใช้งานในโหมด 2.0 และโหมด 4.0 BLE
6. ใช้แรงดันไฟฟ้าในการทำงาน 2.6 V ถึง 3 V
7. ทำงานได้ที่อุณหภูมิ -40°C ถึง 125°C

นอกจากนี้ ESP32 ยังมีเซ็นเซอร์ต่าง ๆ มาในตัวด้วย ดังนี้

1. วงจรกรองสัญญาณรบกวนในวงจรขยายสัญญาณ
2. เซ็นเซอร์แม่เหล็ก
3. เซ็นเซอร์สัมผัส (Capacitive touch) รองรับ 10 ช่อง

4. รองรับการเชื่อมต่อคริสตัล 32.768 kHz สำหรับใช้กับส่วนวงจรนับเวลาโดยเฉพาะ

นอกจากนี้ ESP32 ยังรองรับฟังก์ชันเกี่ยวกับความปลอดภัยต่าง ๆ ดังนี้

1. รองรับการเข้ารหัส WiFi แบบ WEP และ WPA/WPA2 PSK/Enterprise

2. มีวงจรเข้ารหัส AES/SHA2/Elliptical Curve Cryptography/RSA-4096 ในตัว

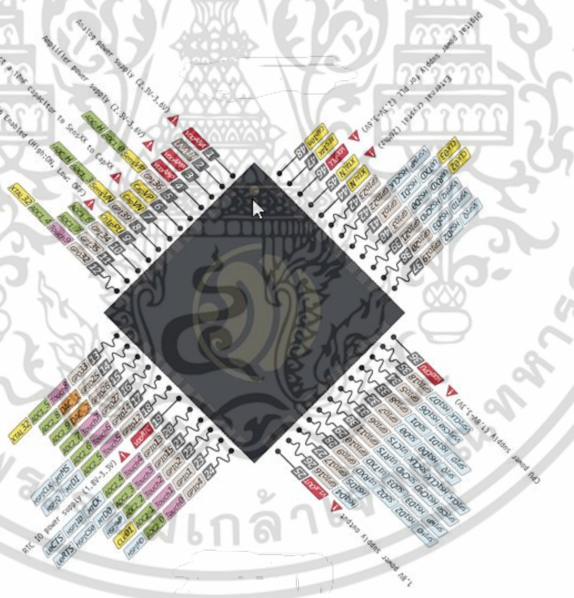
ในด้านประสิทธิภาพการใช้งาน ESP32 สามารถทำงานได้ดี โดย

1. รับ-ส่งข้อมูลได้ความเร็วสูงสุดที่ 150 Mbps เมื่อเชื่อมต่อแบบ 11n HT40 ได้ความเร็วสูงสุด 72 Mbps เมื่อเชื่อมต่อแบบ 11n HT20 ได้ความเร็วสูงสุดที่ 54 Mbps เมื่อเชื่อมต่อแบบ 11g และได้ความเร็วสูงสุดที่ 11 Mbps เมื่อเชื่อมต่อแบบ 11b

2. เมื่อใช้การเชื่อมต่อผ่านโปรโตคอล UDP จะสามารถรับ-ส่งข้อมูลได้ที่ความเร็ว 135 Mbps

3. ในโหมด sleep ใช้กระแสไฟฟ้าเพียง 2.5 μA

2.3.3 การจัดขาของโมดูล ESP-WROOM-32



ภาพที่ 2.3 การจัดขาใช้งานของโมดูล ESP-WROOM-32

ที่มา [Online]. Available : https://www.pinterest.com/pin/240520436332062844/

ขาใช้งานต่าง ๆ ของชิป ESP32 รองรับการเชื่อมต่อบัสต่าง ๆ ดังนี้

1. มี GPIO (General Purpose Input/Output) เป็นการควบคุมอินพุต/เอาต์พุตดิจิทัลสามารถควบคุมได้ 2 สถานะ คือ สถานะ HIGH และสถานะ LOW มีให้ใช้งานจำนวน 32 ช่อง

2. รองรับ UART (Universal Asynchronous Receiver Transmitter) ใช้การสื่อสารแบบอนุกรม โดยเป็นแบบอะซิงโครนัส (Asynchronous) ใช้สายสัญญาณเพียง 2 เส้น คือ Tx กับ Rx ในการรับส่งข้อมูล มีให้ใช้งานจำนวน 3 ช่อง

3. รองรับ SPI (Serial Peripheral Interface) เป็นบัสสื่อสารที่สามารถเชื่อมต่ออุปกรณ์หลาย ๆ ตัวเข้าด้วยกัน โดยใช้สายเส้นเดียวกัน การทำงานจะใช้สายสัญญาณ 2 เส้น ในการรับ-ส่งข้อมูล และมีขาควบคุมการรับ-ส่งข้อมูล การใช้งานจะแบ่งเป็นตัวแม่ (Master) ซึ่งเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ และตัวลูก (Slave) คืออุปกรณ์ที่นำมาต่อเพื่อสื่อสารด้วย มีให้ใช้งานจำนวน 3 ช่อง

4. รองรับ I^2C (Inter Integrate Circuit Bus) เป็นโปรโตคอลที่ใช้การสื่อสารแบบซิงโครนัส (Synchronous) มีให้ใช้งานจำนวน 2 ช่อง

5. รองรับ ADC (Analog to Digital Converter) ใช้ในการวัดแรงดันไฟฟ้า สามารถใช้ได้ที่ความละเอียด 12 บิต หรือค่าที่ได้จะอยู่ในช่วง 0 - 4095 มีให้ใช้งานจำนวนจำนวน 12 ช่อง

6. รองรับ DAC (Digital to Analog Convertor) ใช้กำหนดค่าแรงดันเอาต์พุตเพื่อนำไปควบคุมอุปกรณ์ที่ใช้แรงดันไฟฟ้าในการทำงาน มีให้ใช้งานจำนวน 2 ช่อง

7. รองรับ PWM/Timer (Pulse Width Modulation) ใช้สำหรับควบคุมอุปกรณ์แบบแอนะล็อก มีให้ใช้งานทุกช่อง

8. รองรับการเชื่อมต่อกับ SD Card

2.4 การออกแบบและสร้างชุดทดลอง

แนวทางหนึ่งในการปรับปรุงกระบวนการจัดการเรียนการสอนประเภทวิชาอุตสาหกรรม คือ การมีสื่อการเรียนการสอนที่ดี สอดคล้องกับหลักสูตร ถ้าผู้สอนได้นำไปใช้ได้อย่างถูกวิธีจะเป็นผลให้คุณภาพการสอนดีขึ้น ผู้วิจัยได้นำกรอบแนวความคิดขั้นตอนที่ 1, 2, 3 และ 4 ของวัลลภ จันทร์ตระกูล (2552 : 27) และการทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอนของชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2556 : 7 - 19) มาประยุกต์ใช้ในการสร้างชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 โดยมีแนวคิดในการออกแบบและสร้างชุดทดลองเป็นลำดับขั้นตอนดังนี้

2.4.1 กำหนดขอบข่ายเนื้อหาวิชา

การกำหนดขอบข่ายเนื้อหาวิชาประกอบด้วยองค์ประกอบ 4 ประการ ที่ดำเนินควบคู่กันไป คือ การศึกษาเชิงวิเคราะห์เนื้อหาวิชาการศึกษาเปรียบเทียบหลักสูตร การสำรวจโรงงานและการสำรวจสถานศึกษา

1. การศึกษาเชิงวิเคราะห์เนื้อหาวิชาเพื่อการวางโครงร่าง ลำดับความสัมพันธ์และแบ่งระดับความยากง่ายของเนื้อหาวิชาที่จะทำการออกแบบสร้างสื่อการสอน โดยศึกษาจากตำรา เอกสาร การสัมมนา ที่ปรึกษา ผู้ทรงคุณวุฒิ และศึกษาดูงานอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้อง

2. การศึกษาเปรียบเทียบหลักสูตร เพื่อศึกษาความสอดคล้องและความแตกต่างของหลักสูตรที่ใช้เรียนของสถานศึกษาต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกัน โดยการศึกษาจากเอกสารหลักสูตรการสอบถามครูผู้สอน ผลที่ได้จะช่วยในการเลือกและกำหนดหัวชื่อเรื่องให้สอดคล้องกับหลักสูตร

3. การสำรวจโรงงาน เป็นการสำรวจเครื่องมือ อุปกรณ์ และเทคนิคที่ใช้ในการทำงานตามหัวข้อเรื่องของชุดสื่อการสอน โดยสอบถามวิศวกรโรงงานและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อการกำหนดรายละเอียดของการวิเคราะห์งาน ความสามารถในงาน ความรู้ และทักษะที่ต้องการในงาน

4. การสำรวจสถานศึกษา เป็นการเรียนรู้ วิธีการเรียนการสอน ความพร้อม เครื่องมือวัสดุอุปกรณ์

2.4.2 การกำหนดเนื้อหาและวัตถุประสงค์

การกำหนดเนื้อหาและวัตถุประสงค์จากขอบข่ายเนื้อหาที่ได้นำมาศึกษา เพื่อให้สามารถจำแนกเป็นส่วนต่าง ๆ เท่าที่จำเป็น กล่าวคือ ให้รู้ถึงจุดมุ่งหมายและหน้าที่ของชุดฝึกว่าทำอย่างไรจึงสามารถทำงานได้ตามต้องการ และสามารถตอบสนองจุดมุ่งหมายของเนื้อหาวิชาได้อย่างครบถ้วน

2.4.3 การออกแบบและสร้างชุดสื่อการเรียนการสอน

วัตถุประสงค์ของชุดทดลองที่ผ่านการวิเคราะห์และตรวจสอบแล้ว เป็นแนวทางในการออกแบบและสร้างอุปกรณ์การสอนหรือชุดทดลองที่ทำการออกแบบนี้สามารถนำไปใช้เป็นอุปกรณ์การสอนของครูและอุปกรณ์ในการทำกิจกรรมของนักศึกษา ชุดทดลองจึงมีความสำคัญมากต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาและความสามารถในการทำงานด้านช่างอุตสาหกรรม เนื่องจากนักศึกษาช่างอุตสาหกรรมจำเป็นต้องได้รับประสบการณ์จากการเรียนที่เป็นรูปธรรมมากที่สุด เพื่อที่จะสามารถปฏิบัติงานได้เป็นอย่างดี การออกแบบและสร้างสื่อประเภทชุดทดลองนี้จำเป็นต้องนำหลักการด้านการออกแบบทางด้านวิศวกรรมเชิงปฏิบัติมาประยุกต์กับงานที่ออกแบบสร้างตามลำดับดังนี้

1. กำหนดวัตถุประสงค์ในการนำชุดทดลองไปใช้ในการเรียนการสอน ควรกำหนดให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการเรียน การออกแบบและสร้างจะสำเร็จผลตามเป้าหมายและใช้ได้จริงจะต้องศึกษาข้อมูลต่าง ๆ ประกอบ ได้แก่ สภาพการณ์ในการเรียน ข้อมูลทางด้านวิชาการ และกลุ่มผู้เรียน จากนั้นนำไปเขียนวัตถุประสงค์เป็นข้อ ๆ และกำหนดขอบเขตคุณลักษณะของชุดทดลองที่จะออกแบบและสร้าง สุดท้ายจะต้องตรวจสอบความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของบทเรียนอีกครั้ง

2. การกำหนดหน้าที่ของชุดทดลอง จากคุณลักษณะของชุดทดลองที่กำหนดขึ้นนำมาวิเคราะห์เพื่อค้นหาคำพื้นฐาน ซึ่งจะทำให้ทราบถึงรายการหน้าที่ต่าง ๆ ของชุดทดลองและพิจารณาปัจจัยที่จะทำให้อุปกรณ์ทำงานได้ตามกำหนด

3. การศึกษาปัจจัยที่ทำให้ชุดทดลองทำงานได้ตามรายการหน้าที่ที่กำหนด โดยทั่วไปจะอยู่ในรูปของวัสดุ พลังงาน และสัญญาณ สิ่งที่ต้องกำหนดอาจเขียนเป็นคำสั้น ๆ ภาพร่างต่าง ๆ หรือ

แบบของวงจร เพื่อให้สามารถทราบถึงส่วนประกอบอุปกรณ์ให้มากที่สุด ชิ้นส่วนหรือแบบของงานที่คิดค้นควรจะพิจารณาถึงการนำมาประกอบ ความยากง่ายในการผลิตอุปกรณ์

4. การวิเคราะห์และตัดสินใจเลือกชิ้นส่วนประกอบของอุปกรณ์ โดยพิจารณาเกณฑ์ที่กำหนด เรื่องประสิทธิภาพในการทำงาน ขนาดรูปร่าง ความคงทน การบำรุงรักษา และราคา

5. การสร้างต้นแบบและตรวจสอบ เมื่อเลือกชิ้นส่วนและอุปกรณ์ได้แล้วต้องนำมาร่างเป็นภาพประกอบต้นแบบคร่าว ๆ หรือเป็นภาพงานชิ้นง่าย ๆ จากนั้นจึงทำการสร้างต้นแบบ ในขั้นตอนนี้จะต้องมีการทดสอบการทำงานของส่วนต่าง ๆ ตามรายการหน้าที่ที่กำหนดตามความจำเป็น

6. การเขียนแบบเพื่อประโยชน์ในการผลิตครั้งต่อไป งานเขียนแบบนับว่าเป็นส่วนสำคัญอย่างมาก แบบงานจะเป็นข้อมูลสำหรับดำเนินการผลิต ดังนั้นแบบงานของชุดทดลองต้องมีทั้งแบบภาพประกอบและแบบการแยกชิ้นหรือแบบลายวงจรของแผ่นวงจรพิมพ์

7. การเตรียมเอกสารประกอบ อุปกรณ์ที่ออกแบบสร้างโดยทั่วไปควรต้องจัดเอกสารประกอบหรือคู่มือการใช้งาน เพื่อผู้ใช้จะได้ใช้อุปกรณ์ได้อย่างถูกต้องสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ในการออกแบบสร้าง

2.4.4 การทดลองใช้ชุดสื่อการเรียนการสอน

การทดลองใช้ชุดสื่อการเรียนการสอนจะถูกนำไปใช้ในสถานศึกษาโดยผู้วิจัย เพื่อค้นหาข้อบกพร่องต่าง ๆ เช่น ความถูกต้อง ความเที่ยงตรง ความยาก ความซับซ้อน ความทนทาน และความสะดวกในการลอกเลียนขึ้นมาทำใหม่

2.4.5 การหาประสิทธิภาพ

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2556 : 7 - 19) ได้กล่าวถึงการกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพของสื่อหรือชุดการสอน โดยการประเมินผลพฤติกรรมของผู้เรียน 2 ประเภท คือ พฤติกรรมต่อเนื่อง (กระบวนการ) กำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น E_1 = Efficiency of Process (ประสิทธิภาพของกระบวนการ) และพฤติกรรมสุดท้าย (ผลลัพธ์) กำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น E_2 = Efficiency of Product (ประสิทธิภาพของผลลัพธ์) ประสิทธิภาพของสื่อหรือชุดการสอนจะกำหนดเป็นเกณฑ์ที่ผู้สอนคาดหมายว่าผู้เรียนจะเปลี่ยนพฤติกรรมเป็นที่พึงพอใจ โดยกำหนดให้ผลเฉลี่ยของคะแนนการทำงานและการประกอบกิจกรรมของผู้เรียนทั้งหมดต่อร้อยละของผลการประเมินหลังเรียนทั้งหมด นั่นคือ E_1/E_2 หมายถึง ประสิทธิภาพของกระบวนการ/ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

การที่จะกำหนดเกณฑ์ E_1/E_2 ให้มีค่าเท่าใดนั้น ผู้สอนเป็นผู้พิจารณาตามความพอใจ โดยพิจารณาพิสัยการเรียนที่จำแนกเป็นวิทยพิสัย (Cognitive Domain) จิตพิสัย (Affective Domain) และทักษพิสัย (Skill Domain) ในขอบข่ายวิทยพิสัย เป็นเนื้อหาที่ใช้ความรู้ ความจำ มักจะตั้งไว้สูงสุดแล้วลดต่ำลงมาคือ 90/90, 85/85, 80/80 ส่วนเนื้อหาที่เป็นจิตพิสัย จะต้องใช้เวลาไปฝึกฝนและ

พัฒนา ไม่สามารถทำให้ถึงเกณฑ์ระดับสูงได้ในห้องเรียนหรือในขณะที่เรียนให้ตั้งไว้ต่ำลงมา นั่นคือ 80/80, 75/75

2.5 การสร้างใบงานการทดลอง

ใบงานการทดลอง (Laboratory Sheet) หมายถึง เอกสารที่ใช้เป็นคำสั่งให้ปฏิบัติงานหรือเป็นคำแนะนำให้ผู้เรียนดำเนินการทดลองให้เป็นไปตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ ใบงานการทดลองที่ใช้กันอยู่ในสถาบันการศึกษาจะมีทั้งใบงานการทดลองผู้ที่สอนสร้างขึ้นมาใช้เอง และประเภทใบงานการทดลองที่ผลิตโดยบริษัทผู้สร้างอุปกรณ์สำหรับการทดลองโดยเฉพาะ หรือจากผู้ผลิตตำราเอกสารการสอนเป็นอาชีพ

2.5.1 รูปแบบใบงานการทดลอง

รูปแบบใบงานการทดลองแบบใช้ข้อมูลในการทดลอง ใบงานการทดลองประเภทนี้ จะให้ข้อมูลละเอียดในการดำเนินงาน แต่ละขั้นตอนโดยตลอด ผู้ปฏิบัติการทดลองทำตามขั้นตอนที่กำหนดให้โดยไม่จำเป็นต้อใช้เวลาในการคิดหาวิธีการทดลองประกอบด้วย วัตถุประสงค์และขอบเขตการทดลอง ข้อมูลพื้นฐานสำหรับการดำเนินการโดยละเอียด มีขั้นตอนการทดลองที่เหมาะสม คำถามให้ผู้ปฏิบัติใช้ความคิดตรึกตรองดำเนินการทดลอง

2.5.2 ข้อมูลหลักของใบงานการทดลอง

รูปแบบของใบงานการทดลองที่สร้างขึ้น เป็นแบบให้ข้อมูลการทดลองซึ่งใช้กับการสอนปฏิบัติการทดลองแบบให้ข้อมูลในการทดลองที่ใช้กันเป็นส่วนใหญ่สถาบันการอาชีวศึกษา รูปแบบใบงานการทดลองประกอบด้วยข้อมูลหลัก 5 ประการ (สุชิน ชินสีห์. 2548 : 13 - 14) ดังนี้

1. ข้อมูลทั่วไป (Introductory Information) หมายถึง ข้อมูลที่แจ้งให้ผู้เรียนได้รู้เรื่องทั่ว ๆ ไปในการปฏิบัติใบงานการทดลองเป็นข้อมูลชี้นำและสร้างแรงจูงใจในการปฏิบัติใบงานการทดลอง ได้แก่ วัตถุประสงค์ของการทดลอง ความจำเป็นและขอบเขตของการทดลอง การวางแผนงาน

2. ข้อมูลพื้นฐานสำหรับการทดลอง (Background Information) หมายถึง ข้อมูลที่ช่วยให้ผู้เรียนได้อาศัยเป็นหลักในการวางแผนดำเนินงานและเป็นข้อมูลที่ช่วยให้ผู้เรียนได้มีโอกาสสำรวจปรับปรุงตนเองในสิ่งที่ขาด เพื่อพัฒนาความรู้ให้พร้อมก่อนลงมือปฏิบัติใบงานการทดลอง ความรู้ดังกล่าวนี้ได้แก่ ความรู้เกี่ยวกับเครื่องมือ อุปกรณ์ หรือวัสดุที่ใช้ในการทดลอง ความรู้ที่ควรมีก่อนเรียน ความรู้ในเนื้อหาวิชา

3. ข้อมูลสำหรับดำเนินการ (Procedural Information) หมายถึง ข้อมูลที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถดำเนินงานตามขั้นตอนของการดำเนินงานที่เป็นจริง ตามที่ได้จากการวิเคราะห์ความสามารถในการปฏิบัติงานย่อย ตั้งแต่การวางแผนงานจริงจากการวิเคราะห์เนื้อหาการกำหนดวงจรเครื่องมือที่ใช้ในการทดลองจนถึงวิธีการเก็บข้อมูลที่ได้จากการปฏิบัติงาน

4. ข้อมูลสำหรับการสรุปผลลัพธ์ (Conclusion Information) หมายถึง ข้อมูลหรือคำแนะนำให้ผู้ปฏิบัติแสดง ผลลัพธ์ที่ได้อย่างมีระบบและสามารถสรุปผลของการทดลองได้ตามรูปแบบที่เหมาะสม ข้อมูลในงานจะช่วยให้ผู้ปฏิบัติสามารถทำรายงานและสรุปผลการทดลองได้ ลักษณะข้อมูลดังกล่าวอาจจะเป็นคำถามให้คิดหรือหัวข้อที่ให้ผู้เรียนหาข้อมูลมาสนับสนุน

5. ข้อมูลสำหรับการประเมินผล (Assessment Information) หมายถึง ข้อมูลที่เป็นคำถามใช้ในการตรวจสอบความรู้ความสามารถ และความเข้าใจในเรื่องที่ผู้เรียนได้ปฏิบัติงาน ลักษณะของคำถามอาจแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ คำถามในเนื้อหาที่ทำการทดลองและคำถามประเภทนำไปใช้งาน

2.5.3 องค์ประกอบของใบงานการทดลอง

ใบงานการทดลองที่ใช้สำหรับการสอนปฏิบัติการทดลองแบบใช้ข้อมูลในการทดลองจะมีองค์ประกอบสำคัญดังนี้

1. ชื่อเรื่อง แสดงถึงขอบเขตของการปฏิบัติใบงานการทดลองนั้น

2. วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม แสดงถึงสิ่งที่คาดหวังให้เกิดแก่ผู้เรียนหลังจากการปฏิบัติใบงานการทดลองนั้นสิ้นสุดลง

3. เนื้อหาแสดงถึงภาพรวมของเรื่องที่ต้องการศึกษา คืออะไร ทำงานอย่างไร และมีองค์ประกอบที่สำคัญอะไรบ้าง

4. ความรู้ที่ควรมีก่อนเรียน แสดงถึงผู้ที่จะปฏิบัติงานที่กำหนดนั้นจะต้องมีความรู้ความสามารถอย่างไรมาก่อน จึงปฏิบัติงานนั้นได้ทั้งนี้เพื่อป้องกันอันตรายหรือความเสียหายที่อาจจะเกิดขึ้นกับสิ่งของหรือผู้ปฏิบัติงานได้

5. ชนิดและจำนวนวัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ ที่ต้องใช้กับใบงานการทดลอง

6. วงจรการทดลอง แสดงถึงลักษณะงานการทดลองนั้น

7. ข้อควรระวัง แสดงถึงสิ่งที่ต้องระมัดระวังเพื่อป้องกันการเสียหายของอุปกรณ์ เครื่องมือ และอันตรายต่อผู้ปฏิบัติการทดลอง

8. ลำดับขั้นตอนปฏิบัติการทดลอง แสดงถึงข้อมูลที่ได้แต่ละขั้นตอนของการดำเนินงานที่เป็นจริงที่ได้จากการวิเคราะห์ความสามารถจากการปฏิบัติงาน

9. ตารางบันทึกข้อมูลการทดลอง แสดงถึงข้อมูลที่ได้แต่ละขั้นตอนของการทดลองที่ต้องการบันทึกลงในแบบฟอร์ม เพื่อนำผลไปสรุปต่อไป

10. สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง แสดงถึงข้อสรุปที่ได้จากการทดลองนั้นและวิจารณ์ผลการทดลองที่ได้ว่าสัมพันธ์กับทฤษฎีหรือไม่

11. คำถามในเรื่องเกี่ยวกับงานที่ได้ปฏิบัติการทดลอง โดยเฉพาะเรื่องของเหตุผลในการปฏิบัติการทดลองแต่ละขั้นตอนเป็นการทดสอบความรู้และความเข้าใจในการปฏิบัติการทดลอง

2.5.4 การสร้างใบงานการทดลอง

การทดลองนั้นเริ่มต้นจากการสร้างใบงาน การสร้างอุปกรณ์การทดลอง การประเมินผล จนกระทั่งถึงขั้นการสร้างคู่มืองานการทดลอง การสร้างใบงานการทดลองมีขั้นตอนการสร้าง 5 ขั้นตอนดังนี้

1. การวิเคราะห์เนื้อหาที่จะสร้างใบงาน โดยการศึกษารายละเอียดของเนื้อหารายวิชาที่จะสร้างใบงานการทดลอง ผู้สร้างใบงานควรทราบรายละเอียดเกี่ยวกับเนื้อหาเป็นอย่างดี และเขียนออกมาเป็นภาษาเขียน ทำให้ผู้สร้างเห็นความสัมพันธ์ของความคิดรวบยอด และหลักการภายในเนื้อหานั้นได้เป็นอย่างดีและมองเห็นขั้นตอนของการทดลองที่ควรจะเป็นได้อย่างชัดเจน จนสามารถกำหนดจุดสำคัญของการสอนที่เหมาะสมได้

2. การตั้งชื่อใบงาน ในการตั้งชื่อเรื่องของใบงานการทดลองจะกระทำหลังจากวิเคราะห์เนื้อหาแล้ว ซึ่งจะได้ประเด็นสำคัญของเนื้อหาที่เหมาะสมต่อการทดลอง ควรตั้งชื่อเรื่องที่มองเห็นภาพพจน์ของใบงานการทดลองและมีลักษณะท้าทายหรือชวนให้ศึกษา

3. การวิเคราะห์ความสามารถในการปฏิบัติงานย่อย การดำเนินงานขั้นนี้ทำเพื่อหาข้อมูลสำหรับเขียนใบงานตามรูปแบบของใบงานแบบให้ข้อมูลในการทดลอง ทำให้ได้มาซึ่งองค์ประกอบของใบงานการทดลอง

4. การกำหนดวัตถุประสงค์ของการทดลอง ในการกำหนดวัตถุประสงค์ของการทดลองกระทำหลังจากการวิเคราะห์ความสามารถในการปฏิบัติงานแล้ว ซึ่งจะได้ความรู้และทักษะที่ใช้ในการทำงานว่ามีอะไรบ้าง จึงจะทำให้ผู้เรียนบรรลุผลตามเป้าหมายในการทำงานนั้น ความรู้และทักษะจะนำไปใช้ในการเขียนใบงานได้ 2 กรณี คือ ความรู้และทักษะที่ใช้ในการทำงาน นำไปกำหนดเป็นความรู้และความสามารถก่อนเรียน ความรู้และทักษะที่ได้รับจากการทำงานนำไปกำหนดเป็นวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่หวังจะให้ผู้เรียนได้รับ

5. เขียนใบงานการทดลอง ข้อมูลที่ใช้ในการเขียนใบงานการทดลองจะได้มาจากใบวิเคราะห์เนื้อหา ใบวิเคราะห์เนื้อหาความสามารถในการปฏิบัติงาน และใบวิเคราะห์วัตถุประสงค์การสอน เอกสารต่าง ๆ เหล่านี้จะให้ข้อมูลเพื่อเขียนองค์ประกอบของใบงานแบบให้ข้อมูลในการทดลอง ซึ่งมีแนวทางการเขียนดังนี้ ชื่อเรื่องแสดงถึงขอบเขตของการปฏิบัติการทดลองนั้น วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม แสดงถึงสิ่งที่คาดหวังให้เกิดแก่ผู้เรียนหลังจากการปฏิบัติการทดลองนั้นสิ้นสุดลง เนื้อหาแสดงถึงภาพรวมของเรื่องที่ต้องการศึกษาคืออะไร ทำงานอย่างไร และมีองค์ประกอบที่สำคัญอะไรบ้าง ความรู้ที่ควรมีก่อนเรียน แสดงถึงผู้ที่จะปฏิบัติงานที่กำหนดได้นั้นจะต้องมีความรู้ความสามารถอย่างใดมาก่อน จึงจะปฏิบัติงานนั้นได้ ทั้งนี้เพื่อป้องกันอันตรายหรือความเสียหายที่อาจจะเกิดขึ้นกับสิ่งของหรือผู้ปฏิบัติงานได้ ชนิดและจำนวนวัสดุอุปกรณ์ เครื่องมือวงจรการทดลอง แสดงถึงลักษณะงานของการทดลองนั้น ข้อควรระวัง แสดงถึงสิ่งที่ต้องระมัดระวังเพื่อป้องกันความเสียหายของอุปกรณ์เครื่องมือและอันตรายต่อผู้ปฏิบัติการทดลอง ลำดับขั้นตอนปฏิบัติการทดลอง แสดงถึงข้อมูลที่ได้แต่ละขั้นตอนของการดำเนินงานที่เป็นจริงตามที่ได้จากการ

วิเคราะห์ความสามารถจากการปฏิบัติงาน ตารางบันทึกข้อมูลการทดลอง แสดงถึงข้อมูลที่ได้แต่ละขั้นตอนของการทดลองที่ต้องบันทึกลงในแบบฟอร์ม เพื่อนำผลไปสรุปต่อไป สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง แสดงถึงข้อสรุปที่ได้จากการทดลองนั้นและการวิจารณ์ผลการทดลองที่ได้ว่าสัมพันธ์กับทฤษฎีหรือไม่ได้ค้นพบอะไรจากการทดลองนั้น คำถามเป็นคำถามในเรื่องเกี่ยวกับงานที่ได้ปฏิบัติการทดลองโดยเฉพาะเรื่องของเหตุผลในการปฏิบัติการทดลองแต่ละขั้นตอน เป็นการทดสอบความรู้และความเข้าใจในการปฏิบัติการทดลอง

6. การสร้างอุปกรณ์ทดลอง
7. การทดลองเบื้องต้น
8. การสร้างคู่มือใบงานการทดลอง

2.6 การประเมินคุณภาพชุดทดลอง

การประเมินคุณภาพของชุดทดลองที่สร้างขึ้น สามารถนำมาใช้ในการเรียนการสอนได้ตามที่ต้องการหรือไม่นั้นจะต้องมีการประเมินคุณภาพ (จักรพันธุ์ สุทธิสอน. 2558 : 35 - 36)

2.6.1 องค์ประกอบในด้านการสื่อความหมาย (ด้านวิชาการ)

2.6.1.1 ด้านวัตถุประสงค์

(1) สื่อครอบคลุมวัตถุประสงค์

(2) สื่อเหมาะสมกับระดับความยากง่ายของวัตถุประสงค์

2.6.1.2 ด้านเนื้อหา

(1) เนื้อหาถูกต้องไม่มีจุดผิด

(2) เนื้อหาวิชาแยกย่อยได้

(3) เนื้อหาวิชาเรียงลำดับเป็นตรรกะ

2.6.1.3 ประสิทธิภาพและประสิทธิผลในด้านการสื่อความหมาย

(1) บรรลุเป้าหมายตามวัตถุประสงค์

(2) สามารถลดปริมาณการให้เนื้อหาแบบเลื่อนลอย (Abstract) ให้มีความหมายและเป้าหมาย (Concrete) มากขึ้น

(3) สามารถลดเวลาในการสื่อความหมายให้เข้าใจได้ดีและสั้นลง

(4) ช่วยเพิ่มกิจกรรมในการเรียนการสอนให้ผู้เรียนกระตือรือร้นมาก

(5) ดึงดูดความสนใจของผู้เรียนได้ดีขึ้น

2.6.2 องค์ประกอบเกี่ยวกับคน

2.6.2.1 ด้านผู้เรียน

(1) สื่อที่ใช้เหมาะสมกับจำนวนผู้เรียน

(2) สื่อที่ใช้เหมาะสมกับการรับรู้ของผู้เรียน

2.6.2.2 ด้านผู้สอน

(1) สื่อไม่จำเป็นต้องอาศัยความสามารถพิเศษในการสอน

(2) สื่อที่ใช้เหมาะสมกับประสบการณ์ของผู้สอน

(3) องค์ประกอบที่เกี่ยวกับความพร้อมและการนำไปใช้งาน

2.6.3 องค์ประกอบที่เกี่ยวกับความพร้อมและการนำไปใช้งาน

2.6.3.1 ด้านวัสดุอุปกรณ์

(1) ใช้วัสดุราคาพอสมควรกับความจำเป็น

(2) ใช้วัสดุที่หาได้ในท้องถิ่น

(3) อุปกรณ์ที่ใช้ประกอบส่วนใหญ่หาได้ตามสถานศึกษา

2.6.3.2 ด้านเวลา

(1) เวลาใช้ในการผลิตไม่มากนัก

(2) เวลาที่ใช้ในการแสดงสื่อนั้นไม่มากเกินไป

2.6.3.3 ด้านการใช้งาน

(1) สามารถนำไปใช้ได้ง่ายและสะดวก

(2) ไม่ยุ่งยากในการเตรียมงาน

(3) ไม่ต้องการอุปกรณ์ช่วยพิเศษอื่น ๆ ขณะใช้งาน

2.7 การหาประสิทธิภาพชุดทดลอง

การผลิตสื่อหรือชุดการสอนนั้น ก่อนนำไปใช้จริงจะต้องนำสื่อหรือชุดการสอนที่ผลิตขึ้นไปทดสอบประสิทธิภาพ เพื่อดูว่าสื่อหรือชุดการสอนทำให้ผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นหรือไม่ มีประสิทธิภาพในการช่วยให้กระบวนการเรียนการสอนดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพเพียงใด มีความสัมพันธ์กับผลลัพธ์หรือไม่ และผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนจากสื่อหรือชุดการสอนในระดับใด (ชัยยงค์ พรหมวงศ์. 2556 : 7 - 19) ดังนี้

2.7.1 ความหมายของประสิทธิภาพ

ประสิทธิภาพ (Efficiency) หมายถึง สภาวะหรือคุณภาพของสมรรถนะในการดำเนินงานเพื่อให้งานมีความสำเร็จโดยใช้เวลา ความพยายาม และค่าใช้จ่ายคุ้มค่าที่สุดตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ โดยกำหนดเป็นอัตราส่วนหรือร้อยละระหว่างปัจจัยนำเข้า กระบวนการ และผลลัพธ์ประสิทธิภาพเน้นการดำเนินการที่ถูกต้องหรือกระทำสิ่งใด ๆ อย่างถูกวิธี

2.7.2 ความหมายของการทดสอบประสิทธิภาพ

การผลิตสื่อและชุดการสอน การทดสอบประสิทธิภาพ หมายถึง การนำสื่อหรือชุดการสอนไปทดสอบด้วยกระบวนการ 2 ขั้นตอน คือ การทดสอบประสิทธิภาพใช้เบื้องต้น (Try Out) และทดสอบประสิทธิภาพสอนจริง (Trial Run) เพื่อหาคุณภาพของสื่อตามขั้นตอนที่กำหนดใน 3 ประเด็น คือ การทำให้ผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้น การช่วยให้ผู้เรียนผ่านกระบวนการเรียนและทำแบบประเมินสุดท้ายได้ดี และการทำให้ผู้เรียนมีความพึงพอใจ นำผลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไข

2.7.2.1 การทดสอบประสิทธิภาพใช้เบื้องต้น เป็นการนำสื่อหรือชุดการสอนที่ผลิตขึ้นเป็นต้นแบบ (Prototype) แล้วไปทดสอบประสิทธิภาพใช้ตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ในแต่ละระบบ เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพของสื่อหรือชุดการสอนให้เท่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และปรังปรุงจนถึงเกณฑ์

2.7.2.2 การทดสอบประสิทธิภาพสอนจริง หมายถึง การนำสื่อหรือชุดการสอนที่ได้ไปทดสอบประสิทธิภาพใช้หรือปรับปรุงจนได้คุณภาพถึงเกณฑ์แล้วของแต่ละหน่วย ทุกหน่วยในแต่ละวิชาไปสอนจริงในชั้นเรียนหรือในสถานการณ์การเรียนที่แท้จริงในช่วงเวลาหนึ่ง

2.7.3 การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ

2.7.3.1 ความหมายของเกณฑ์ (Criterion) เกณฑ์เป็นขีดกำหนดที่จะยอมรับว่าสิ่งใดหรือพฤติกรรมใดมีคุณภาพหรือปริมาณที่จะรับได้ การตั้งเกณฑ์ต้องตั้งไว้ครั้งแรกครั้งเดียวเพื่อจะปรับปรุงคุณภาพให้ถึงเกณฑ์ขั้นต่ำที่ตั้งไว้ ดังนั้นหากการทดสอบคุณภาพของสิ่งใดหรือพฤติกรรมใดได้ผลสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 หรืออนุโลมให้มีความคลาดเคลื่อนต่ำหรือสูงกว่าค่าประสิทธิภาพที่ตั้งไว้เกิน 2.5 ก็ให้ปรับเกณฑ์ขึ้นไปอีกหนึ่งขั้น แต่หากได้ค่าต่ำกว่าค่าประสิทธิภาพที่ตั้งไว้ ต้องปรับปรุงและนำไปทดสอบประสิทธิภาพใช้หลายครั้งในภาคสนามจนได้ค่าถึงเกณฑ์ที่กำหนด

2.7.3.2 ความหมายของเกณฑ์ประสิทธิภาพ หมายถึง ระดับประสิทธิภาพของสื่อหรือชุดการสอนที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม เป็นระดับที่ผลิตสื่อหรือชุดการสอนจะพึงพอใจว่า หากสื่อหรือชุดการสอนมีประสิทธิภาพถึงระดับนั้นแล้ว สื่อหรือชุดการสอนนั้นก็มีคุณค่าที่จะนำไปสอนผู้เรียน การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพกระทำได้โดยการประเมินผลพฤติกรรมของผู้เรียน 2 ประเภท คือ พฤติกรรมต่อเนื่อง กำหนดค่าประสิทธิภาพ E_1 เป็นประสิทธิภาพของกระบวนการ และพฤติกรรมสุดท้าย กำหนดค่าประสิทธิภาพ E_2 เป็นประสิทธิภาพของผลลัพธ์

(1) ประเมินพฤติกรรมต่อเนื่อง (Transitional Behavior) คือ ประเมินผลต่อเนื่องซึ่งประกอบด้วยพฤติกรรมย่อยของผู้เรียน เรียกว่า กระบวนการ (Process) ที่เกิดจากการประกอบกิจกรรมกลุ่ม ได้แก่ การทำโครงการหรือทำรายงานเป็นกลุ่ม และรายงานบุคคล ได้แก่ งานที่มอบหมายและกิจกรรมอื่นใดที่ผู้สอนกำหนดไว้

(2) ประเมินพฤติกรรมสุดท้าย (Terminal Behavior) คือ ประเมินผลลัพธ์ (Product) ของผู้เรียน โดยพิจารณาจากการสอบหลังเรียนและการสอบไล่

ประสิทธิภาพของสื่อหรือชุดการสอนจะกำหนดเป็นเกณฑ์ที่ผู้สอนคาดหมายว่าผู้เรียนจะเปลี่ยนพฤติกรรมเป็นที่พึงพอใจ โดยกำหนดให้ผลเฉลี่ยของคะแนนการทำงานและการประกอบกิจกรรมของผู้เรียนทั้งหมดต่อร้อยละของผลการประเมินหลังเรียนทั้งหมด นั่นคือ E_1/E_2 เท่ากับ ประสิทธิภาพของกระบวนการ/ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

2.7.4 วิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพ

การคิดค่าประสิทธิภาพของชุดทดลองที่สร้างขึ้น คำนวณหาประสิทธิภาพได้โดยใช้สูตรดังนี้

$$E_1 = \frac{\left[\frac{\sum X}{N}\right]}{A} \qquad \textbf{(2.1)}$$

เมื่อ E_1 คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ได้จากคะแนนของแบบทดสอบระหว่างเรียน คิดเป็นร้อยละ

$\sum X$ คือ คะแนนรวมของนักศึกษาทุกคนที่ได้จากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียน

A คือ คะแนนเต็มของแบบทดสอบระหว่างเรียน

N คือ จำนวนนักศึกษาที่ทำแบบทดสอบทั้งหมด

$$E_2 = \frac{\left[\frac{\sum F}{N}\right]}{B} \qquad \textbf{(2.2)}$$

เมื่อ E_2 คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ได้จากคะแนนของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คิดเป็นร้อยละ

$\sum F$ คือ คะแนนรวมของนักศึกษาทุกคนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

B คือ คะแนนเต็มของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

N คือ จำนวนนักศึกษาที่ทำแบบทดสอบทั้งหมด

2.7.5 การตีความหมายผลการคำนวณ

หลังจากคำนวณหาค่า E_1 และ E_2 ได้แล้ว ผู้หาประสิทธิภาพต้องตีความหมายของผลลัพธ์โดยให้ความคลาดเคลื่อนหรือความแปรปรวนของผลลัพธ์ได้ไม่เกิน .05 หรือ ร้อยละ 5 จากช่วงต่ำไปสูงเท่ากับ ±2.5 นั่นให้ผลลัพธ์ของค่า E_1 และ E_2 ที่ถือว่าเป็นไปตามเกณฑ์ มีค่าต่ำกว่าเกณฑ์ไม่เกิน 2.5% และสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ไม่เกิน 2.5% หารคะแนน E_1 และ E_2 ห่างกันเกิน 5% แสดงว่า กิจกรรมที่ให้ผู้เรียนทำกับการสอนหลังเรียนไม่สมดุลกัน เช่น ค่า E_1 มากกว่า E_2 แสดงว่า งานที่มอบหมายอาจจะ

ง่ายกว่าการสอบ หรือถ้าหาก ค่า E_2 มากกว่า E_1 แสดงว่า การสอบง่ายกว่าหรือไม่สมดุลกับงานที่มอบหมายให้ทำ จำเป็นที่จะต้องปรับแก้

หากสื่อหรือชุดการสอนได้รับการออกแบบและพัฒนาอย่างดีมีคุณภาพ ค่า E_1 และ E_2 ที่คำนวณได้จากการทดสอบประสิทธิภาพจะต้องใกล้เคียงกันและห่างกันไม่เกิน 5% ซึ่งเป็นตัวชี้ที่จะยืนยันได้ว่าผู้เรียนได้มีการเปลี่ยนพฤติกรรมต่อเนื่องตามลำดับขั้น หรือไม่ก่อนที่จะมีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมขั้นสุดท้าย ผลลัพธ์ที่ได้จากการทดสอบประสิทธิภาพควรใกล้เคียงกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้

หากต่ำกว่าเกณฑ์ไม่เกิน 2.5% ก็ให้ยอมรับว่า สื่อหรือชุดการสอนมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้

หากค่าที่ได้ต่ำกว่าเกณฑ์มากกว่า –2.5 ให้ปรับปรุงและทดสอบประสิทธิภาพซ้ำจนกว่าจะถึงเกณฑ์ที่ตั้งไว้

หากค่าที่ได้สูงกว่าเกณฑ์ไม่เกิน +2.5 ก็ยอมรับว่า สื่อหรือชุดการสอนมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้

หากค่าที่ได้สูงกว่าเกณฑ์เกิน +2.5 ให้ปรับเกณฑ์ขึ้นไปอีกหนึ่งขั้น เช่น ตั้งไว้ 80/80 ก็ให้ปรับขึ้นเป็น 85/85 หรือ 90/90 ตามค่าประสิทธิภาพที่ทดสอบประสิทธิภาพได้

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ศึกษาเกี่ยวกับงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการสร้างและหาประสิทธิภาพ หรือการหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนการสอนด้วยชุดฝึกหรือชุดทดลอง เพื่อเป็นแนวทางในการวิจัยโดยมีรายละเอียดดังนี้

กิตติ หอมลำดวน (2556 : 42 - 46) ทำการวิจัยเรื่อง ชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมสายพานจำแนกชนิดวัตถุ วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง เป็นการวิจัยเชิงทดลองเพื่อหาคุณภาพและประสิทธิภาพของชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมสายพานจำแนกชนิดวัตถุ วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง กลุ่มตัวอย่างได้แก่ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขางานอิเล็กทรอนิกส์ ชั้นปีที่ 2 จำนวน 24 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย ชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมสายพานจำแนกชนิดวัตถุ วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ใบงานการทดลองจำนวน 6 ใบงาน แบบประเมินคุณภาพ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบบันทึกคะแนนการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาคปฏิบัติ ผลการวิจัยพบว่า คุณภาพด้านเนื้อหาและใบงานของชุดทดลองที่สร้างขึ้น มีคุณภาพอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.39 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.16 คุณภาพด้านการผลิตสื่อ มีคุณภาพอยู่ในระดับดี ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.46 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.61 ประสิทธิภาพของชุดทดลองเท่ากับ 80.21/81.46 ซึ่งมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้

จักรพันธุ์ สุทธิสอน (2558 : 65 - 68) ทำการวิจัยเรื่อง ชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR ATMEGA 1280 เป็นวิจัยเชิงทดลองเพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพของชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR ATMEGA 1280 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคสุพรรณบุรี จำนวน 20 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย ชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ใบงานการทดลองจำนวน 5 ใบงาน แบบประเมินคุณภาพ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลการวิจัยพบว่า คุณภาพของชุดทดลองที่สร้างขึ้น มีคุณภาพอยู่ในระดับดี โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.32 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.52 คุณภาพของ ใบงานการทดลองมีผลประเมินด้านเนื้อหาและใบงาน มีคุณภาพอยู่ในระดับดี โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.98 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.66 สามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้ ประสิทธิภาพของชุดทดลองที่สร้างขึ้น มีประสิทธิภาพเท่ากับ 79.78/78.10 ต่ำกว่าเกณฑ์และไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนดไว้

ปฏิภาณ สำเนียง (2556 : 49 - 53) ทำการวิจัยเรื่อง ชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2546 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา เป็นการวิจัยเชิงทดลองเพื่อหาคุณภาพและประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 2 สาขางานอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคสมุทรสาคร จำนวน 20 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย ชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ ใบงานการทดลอง จำนวน 4 ใบงาน แบบประเมินคุณภาพ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน ผลการวิจัยพบว่า คุณภาพด้านเนื้อหาและใบงานของชุดทดลองที่สร้างขึ้น มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.55 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.31 คุณภาพด้านการผลิตสื่ออยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.60 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.43 ประสิทธิภาพของชุดทดลองที่สร้างขึ้น มีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.82/82.15 เป็นไปตามเกณฑ์และสมมติฐานที่กำหนดไว้

วีระพล สวัสดิ์วงค์ (2556 : 34 - 37) ทำการวิจัยเรื่อง ชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F913 เป็นการวิจัยเชิงทดลองเพื่อหาคุณภาพและประสิทธิภาพของชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F913 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 3 หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จำนวน 11 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย ชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F913 ใบงานการทดลอง แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลการวิจัยพบว่า คุณภาพด้านบอร์ดการทดลองโดยรวม มีระดับคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.55 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.37 คุณภาพด้านเนื้อหาใบงานโดยรวม มีระดับคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.72 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.45 ประสิทธิภาพของชุดทดลองที่สร้างขึ้น มีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.53/84.33 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

ปฏิวัติ อาสาแสน (2555 : 65 - 68) ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาชุดทดลองการรับส่งข้อมูลกับอุปกรณ์เชื่อมต่อภายนอก PIC Microcontroller 18F4550 เป็นการวิจัยเชิงทดลองเพื่อพัฒนาชุดทดลองรับส่งข้อมูลกับอุปกรณ์เชื่อมต่อภายนอก PIC Microcontroller 18F4550 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต โปรแกรมเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ จำนวน 30 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย ชุดทดลองและใบงานการทดลองการพัฒนาชุดทดลองการรับส่งข้อมูลกับอุปกรณ์เชื่อมต่อภายนอก PIC Microcontroller 18F4550 จำนวน 6 หน่วย แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบสอบถามประเมินคุณภาพของชุดทดลองและใบงานการทดลอง ผลการวิจัยพบว่า ประสิทธิภาพของชุดทดลอง มีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.77/86.66 เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนด้วยชุดทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดัชนีประสิทธิผลของชุดทดลองมีค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.66 นั่นคือ ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และมีความรู้เพิ่มขึ้นจากความรู้เดิมร้อยละ 66

อนิวรรตน์ พลรักษ์ (2555 : 59 - 61) ทำการวิจัยเรื่อง การสร้างและทดสอบประสิทธิภาพชุดฝึกอบรม เรื่อง ไมโครคอนโทรลเลอร์และการประยุกต์ใช้งานหุ่นยนต์พื้นฐาน สำหรับการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 3 เป็นการวิจัยเชิงทดลองสำหรับสร้างและทดสอบประสิทธิภาพชุดฝึกอบรม เรื่อง ไมโครคอนโทรลเลอร์และการประยุกต์ใช้งานหุ่นยนต์พื้นฐาน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 3 สาขาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยการอาชีพโคกสำโรง จังหวัดลพบุรี จำนวน 20 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 4 ส่วน คือ เอกสารประกอบการฝึกอบรม ซอฟต์แวร์ประกอบการฝึกอบรม ชุดทดลองหุ่นยนต์พื้นฐาน จำนวน 4 ตัว และแบบทดสอบแบ่งเป็น 3 ชุด คือ แบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ก่อนเข้ารับการฝึกอบรม แบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้หลังได้จากที่รับการฝึกอบรม แบบทดสอบที่ใช้วัดผลสัมฤทธิ์เมื่อสิ้นสุดการฝึกอบรม ผลการวิจัยพบว่าชุดฝึกอบรมทั้งหมด 5 ด้าน มีความเหมาะสมที่ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.57 อยู่ในระดับมากที่สุด ชุดฝึกอบรมที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 78/16/75.00 ต่ำกว่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ 80/80 และความพึงพอใจของผู้เข้ารับการฝึกอบรมที่ได้เข้ารับการฝึกอบรมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.53 อยู่ในระดับมากที่สุด เป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนดไว้

วิระศักดิ์ วัตถุ (2554 : 54 - 61) ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาชุดทดลอง MCS-51 ผ่านพอร์ต USB เป็นการวิจัยเชิงทดลองเพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดทดลอง MCS-51 ผ่านพอร์ต USB กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคปทุมธานี จำนวน 20 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย ชุดทดลอง MCS-51 ผ่านพอร์ต USB แบบประเมินคุณภาพ แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลการวิจัยพบว่าคุณภาพของชุดทดลองโดยผู้ทรงคุณวุฒิ มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.69 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.41 คุณภาพของใบงาน จำนวน 20 ใบงาน มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.53 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.48 คุณภาพของแบบทดสอบวัดผล

สัมฤทธิ์ทางการเรียนมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (IOC) อยู่ระหว่าง 0.60 ถึง 1 มากกว่าเกณฑ์ที่กกำหนดไว้ที่ 0.50 ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีค่าเท่ากับ 0.72 ซึ่งมากกว่า 0.70 ประสิทธิภาพของชุดทดลอง มีประสิทธิภาพเท่ากับ 85.30/87.50 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้

อขนิษฐ เครืออนันต์ (2551 : 49 - 52) ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาใบงานปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 เป็นการวิจัยเพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพใบงานปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 2 สาขาเทคนิคคอมพิวเตอร์ (ม.6) แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคปราจีนบุรี จำนวน 25 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย ใบงานปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ จำนวน 10 ใบงาน แบบแสดงความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ แบบบันทึกการให้คะแนน แบบฝึกหัดการทดลอง ผลการวิจัยพบว่า คุณภาพของใบงานปฏิบัติการ มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.63 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.47 ประสิทธิภาพของใบงานปฏิบัติการมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 85.76 มีผู้เรียนที่ผ่านเกณฑ์จำนวน 21 คน จากจำนวนรวมทั้งสิ้น 25 คน คิดเป็นร้อยละ 84 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้าง หาคุณภาพ ประสิทธิภาพของชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 และความพึงพอใจที่มีต่อชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 สำหรับการเรียนการสอนในเนื้อหารายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 30105-2007 สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2563 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนต่อไปนี้

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3.3 การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3.4 วิธีดำเนินการวิจัยและการเก็บรวบรวมข้อมูล
3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล
3.6 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคสมุทรปราการ ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์หรือรายวิชาอื่นที่เกี่ยวข้อง ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2563 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา จำนวน 3 ห้อง รวมทั้งหมด 80 คน

3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคสมุทรปราการ ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 30105-2007 ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2563 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 30 คน ผู้วิจัยใช้วิธีสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster or Area Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ออกแบบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้

3.2.1 ชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 ประกอบด้วย

1. บอร์ดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 สามารถปฏิบัติการทดลองได้ครอบคลุมคำอธิบายในรหัสวิชา 30105-2007 รายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ ประกอบด้วยส่วนประกอบสำคัญ ดังนี้

1.1 ภาคอินพุตเอาต์พุตพื้นฐาน ได้แก่ LED Display, OLED Display, LED RGB 4x4, RFID, Digital Input, Analog Input

1.2 ภาคเซ็นเซอร์ต่าง ๆ ได้แก่ เซ็นเซอร์วัดค่าแสงด้วย BH1750, เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นด้วย DHT22, เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิด้วย DS18B20, เซ็นเซอร์วัดระยะทาง Ultrasonic, เซ็นเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหว

1.3 ภาคขับอุปกรณ์กำลังสูง ได้แก่ ภาคขับด้วยโซลิดสเตตรีเลย์, ภาคขับด้วยรีเลย์, ภาคขับดีซีมอเตอร์, ภาคขับเซอร์โวมอเตอร์

2. ใบงานการทดลองชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 มีจำนวนทั้งสิ้น 5 ใบงาน และใบงานรวม ประกอบด้วย

ใบงานที่ 1 งานเขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมรีเลย์และขับโหลดไฟฟ้ากระแสสูง

ใบงานที่ 2 งานเขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อใช้งานเซ็นเซอร์ วัดอุณหภูมิ ความชื้น และค่าแสง

ใบงานที่ 3 งานเขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมดีซีมอเตอร์และสเต็ปมอเตอร์

ใบงานที่ 4 งานเขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมเซอร์โวมอเตอร์

ใบงานที่ 5 งานเขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมอุปกรณ์ โดยใช้ Blynk

ใบงานรวม การประยุกต์ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในงานสมาร์ทฟาร์ม

3.2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ประกอบด้วย

1. แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาคทฤษฎี

2. แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาคปฏิบัติ

3.2.3 แบบประเมินคุณภาพ ประกอบด้วย

1. แบบประเมินคุณภาพชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32

2. แบบประเมินประเมินคุณภาพใบงานการทดลองชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32

3.2.4 แบบประเมินความพึงพอใจ ประกอบด้วย

1. แบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32
2. แบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อใบงานการทดลองชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32

3.3 การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.3.1 การสร้างชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำกรอบแนวความคิดขั้นตอนที่ 1, 2, 3 และ 4 ของวัลลภ จันทร์ตระกูล (2552 : 27) และการทดสอบประสิทธิภาพสื่อและชุดทดลองของชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2556 : 7 - 19) มาเป็นแนวทางในการสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2563 ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา มีลำดับขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตร จุดประสงค์รายวิชา สมรรถนะรายวิชา คำอธิบายรายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 30105-2007 ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2563 ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ
2. ศึกษาแนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องจากตำราและเอกสารต่าง ๆ เกี่ยวกับการสร้างสื่อการสอนประเภทชุดทดลอง หลักการสร้างและออกแบบวงจร
3. ออกแบบวงจรส่วนประกอบต่าง ๆ ของชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 และเลือกวัสดุอุปกรณ์ให้เหมาะสม เสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ
4. เมื่อผ่านการตรวจสอบความถูกต้องจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์แล้ว ทำการสร้างชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP
5. ทดสอบการทำงานของวงจรส่วนต่าง ๆ เพื่อหาข้อผิดพลาดและปรับปรุงแก้ไข
6. นำชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น เสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบและนำไปปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ
7. นำชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น เสนอผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน เพื่อประเมินคุณภาพ

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิที่ประเมินชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32

1. ผศ.ดร.ไพบูลย์ พวงวงศ์ตระกูล ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
2. ดร.ฉันทนา โพธิครูประเสริฐ ผู้อำนวยการ วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ วิทยาลัยสารพัดช่างสุราษฎร์ธานี
3. นายจิรวัฒน์ นนตระอุดร ครูวิทยฐานะชำนาญการพิเศษ แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคสมุทรปราการ

8. ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ

9. นำชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 มาทำการทดลองกับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคสมุทรปราการ ที่ผ่านการเรียนวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์มาแล้ว ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 10 คน โดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง เพื่อสังเกตพฤติกรรมการใช้งานชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32

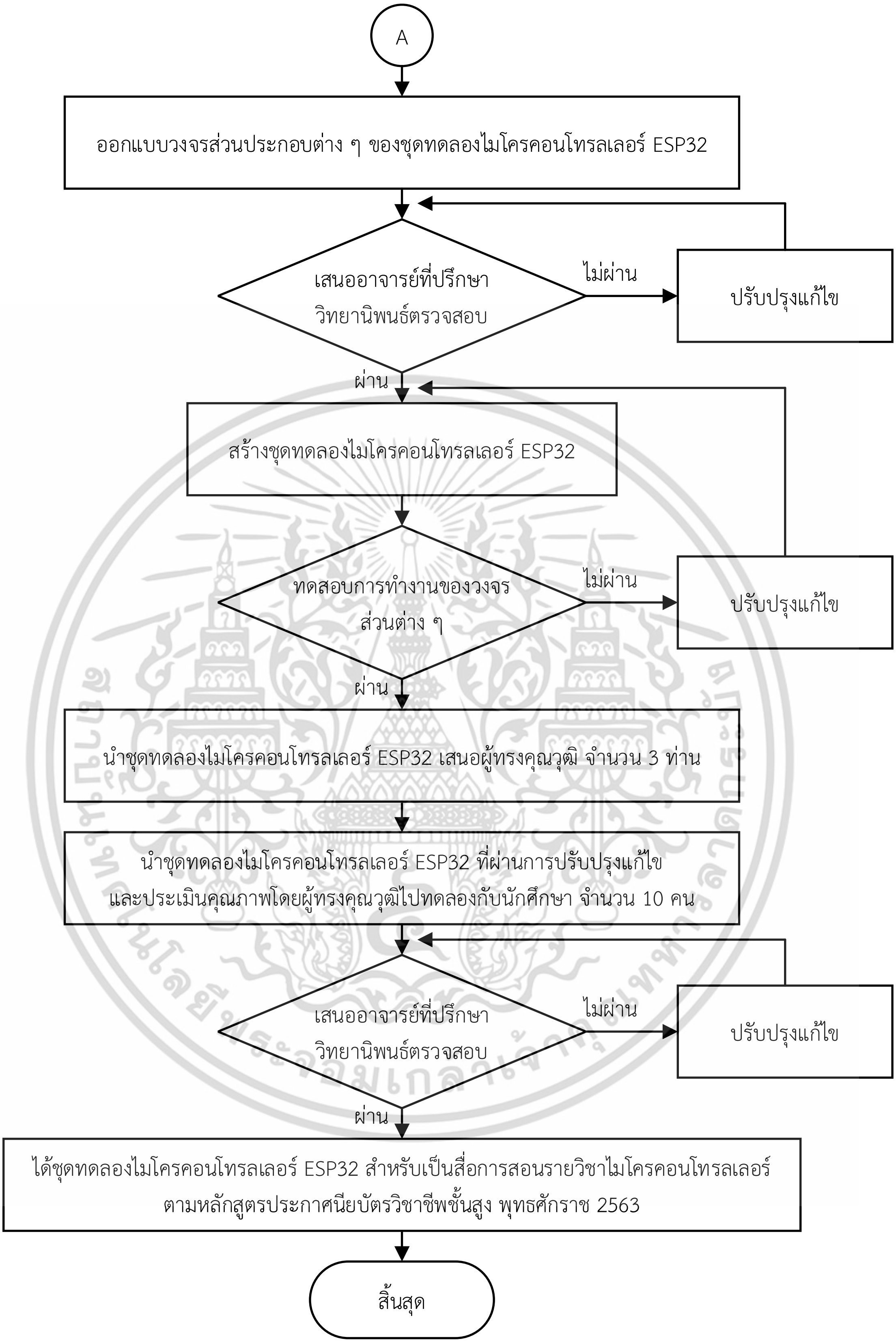
10. ปรับปรุงแก้ไขจากสิ่งที่สังเกตที่ได้จากการนำไปทดลองใช้งาน

11. นำชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 เสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบหาข้อบกพร่องและนำไปปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะให้มีความถูกต้องและสมบูรณ์

12. ได้ชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 เพื่อใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2563 ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

รายละเอียดขั้นตอนการสร้างชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 แสดงได้ดังภาพที่ 3.1

ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการสร้างชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32


A
ออกแบบวงจรส่วนประกอบต่าง ๆ ของชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32
เสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบ
ไม่ผ่าน
ปรับปรุงแก้ไข
ผ่าน
สร้างชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32
ทดสอบการทำงานของวงจรส่วนต่าง ๆ
ไม่ผ่าน
ปรับปรุงแก้ไข
ผ่าน
นำชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 เสนอผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน
นำชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 ที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขและประเมินคุณภาพโดยผู้ทรงคุณวุฒิไปทดลองกับนักศึกษา จำนวน 10 คน
เสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบ
ไม่ผ่าน
ปรับปรุงแก้ไข
ผ่าน
ได้ชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 สำหรับเป็นสื่อการสอนรายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2563
สิ้นสุด

ภาพที่ 3.1 (ต่อ)

3.3.2 การสร้างใบงานการทดลอง

รูปแบบของใบงานการทดลองที่สร้างขึ้น เป็นแบบให้ข้อมูลการทดลองที่นิยมใช้กันทั่วไปในการจัดการเรียนการสอนภาคปฏิบัติในสถาบันการอาชีวศึกษา มีลำดับขั้นตอนการสร้างดังนี้

1. ศึกษาแนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับการโครงสร้างไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 ขั้นตอนการสร้างใบงานการทดลอง และการสร้างใบงานการทดลองควบคู่กับชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 ซึ่งใบงานการทดลองดังกล่าวที่สร้างขึ้นประกอบด้วย

1.1 เรื่องที่จะทำการทดลอง

1.2 จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1.3 ทฤษฎีพื้นฐานสำหรับการทดลอง

1.4 เครื่องมือและอุปกรณ์การทดลอง

1.5 ลำดับขั้นการทดลอง

1.6 บันทึกผลการทดลอง

1.7 สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

1.8 คำถามท้ายการทดลอง

2. นำวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ได้จากการวิเคราะห์การสร้างชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 มาวิเคราะห์เพื่อใช้กำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของใบงาน

3. สร้างใบงานในการประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ในเรื่อง เทคโนโลยีระบบอินเทอร์เน็ตสำหรับสรรพสิ่ง จำนวนทั้งสิ้น 5 ใบงานและใบงานรวม ประกอบด้วย

ใบงานที่ 1 งานเขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมรีเลย์และขับโหลดไฟฟ้ากระแสสูง

ใบงานที่ 2 งานเขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อใช้งานเซ็นเซอร์ วัดอุณหภูมิ ความชื้น และค่าแสง

ใบงานที่ 3 งานเขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมดีซีมอเตอร์และสเต็ปมอเตอร์

ใบงานที่ 4 งานเขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมเซอร์โวมอเตอร์

ใบงานที่ 5 งานเขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมอุปกรณ์ โดยใช้ Blynk

ใบงานรวม การประยุกต์ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในงานสมาร์ทฟาร์ม

4. นำใบงานที่สร้างเสร็จเรียบร้อยแล้ว เสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสม และนำไปปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

5. นำใบงานที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว เสนอผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน โดยใช้ผู้ทรงคุณวุฒิชุดเดียวกับการสรร้างชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP 32 ควบคู่กับการประเมินคุณภาพชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 เพื่อประเมินคุณภาพโดยใช้แบบประเมินคุณภาพใบงาน

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิที่ประเมินใบงานชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32

1. ผศ.ดร.ไพบูลย์ พวงวงศ์ตระกูล ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
2. ดร.ฉันทนา โพธิครูประเสริฐ ผู้อำนวยการ วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ วิทยาลัยสารพัดช่างสุราษฎร์ธานี
3. นายจิรวัฒน์ นนตระอุดร ครูวิทยฐานะชำนาญการพิเศษ แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคสมุทรปราการ

6. ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ

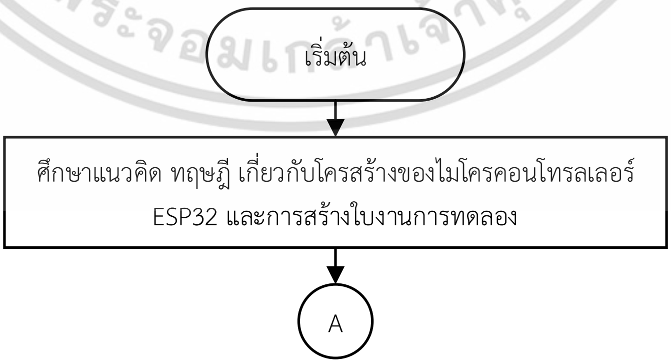
7. นำใบงานที่ผ่านการประเมินคุณภาพโดยผู้ทรงคุณวุฒิแล้ว มาทดลองกับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคสมุทรปราการ ที่ผ่านการเรียนวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์มาแล้ว ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 10 คน โดยวิธีการเลือกแบบเจาะจงเพื่อสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติใบงานการทดลองชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32

8. ปรับปรุงแก้ไขจากสิ่งที่สังเกตที่ได้จากการนำไปทดลองใช้งาน

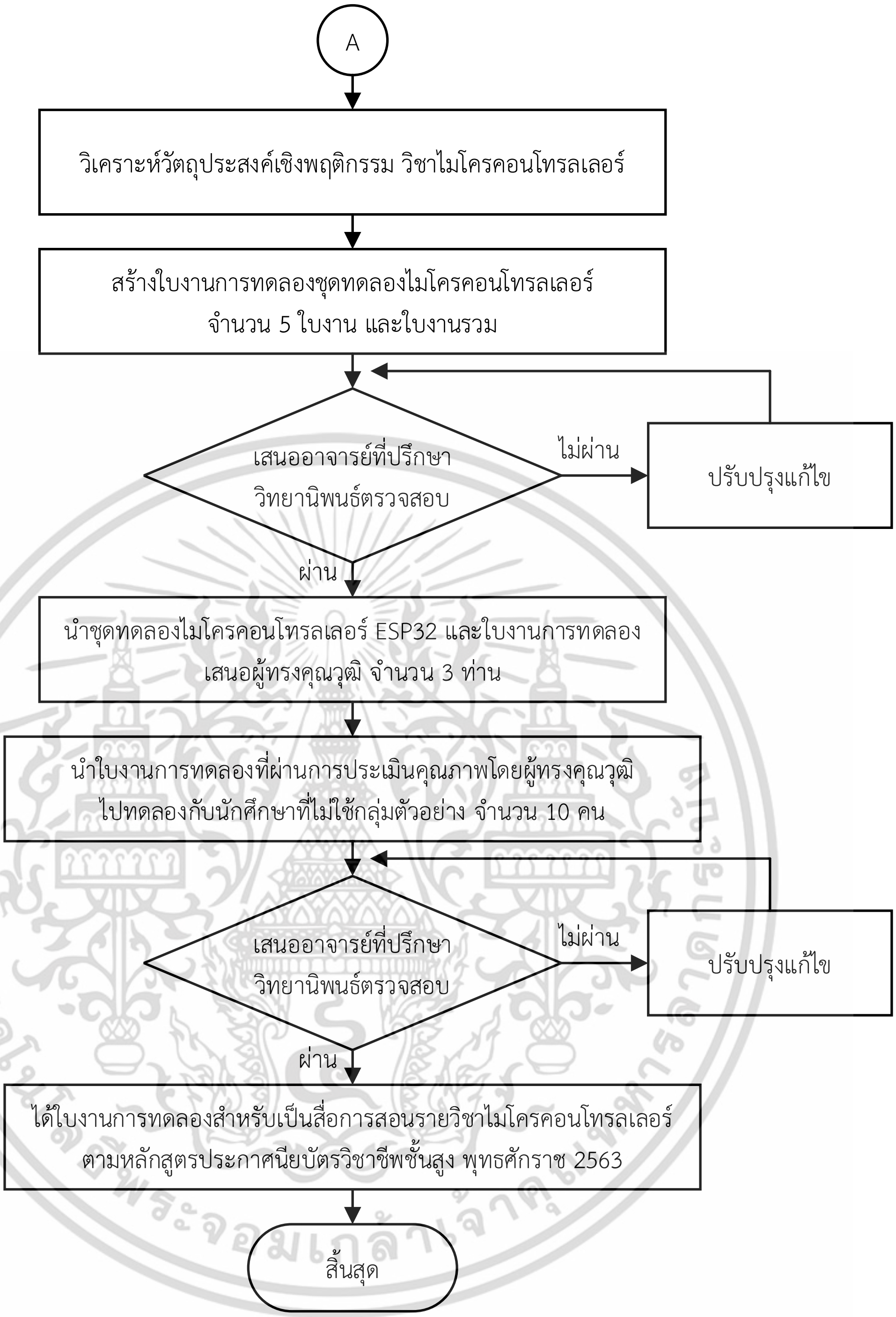
9. นำใบงานผ่านการปรับปรุงแก้ไขเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบหาข้อบกพร่อง และนำไปปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะให้มีความถูกต้องและสมบูรณ์

10. ได้ใบงานการทดลองชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 เพื่อใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2563 ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา พร้อมนำไปใช้เก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่าง

รายละเอียดขั้นตอนการสร้างใบงานการทดลอง แสดงได้ดังภาพที่ 3.2



ภาพที่ 3.2 ขั้นตอนการสร้างใบงานการทดลองชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32



ภาพที่ 3.2 (ต่อ)

3.3.3 การสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผู้วิจัยได้สร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อนำไปประเมินผู้เรียนที่เรียนด้วยชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2563 สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

3.3.3.1 การสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาคทฤษฎี

การสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาคทฤษฎี นำไปใช้เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ระหว่างเรียน หลังจากผู้เรียนปฏิบัติใบงานด้วยชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 เรียบร้อยแล้ว มีขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาวิธีและหลักการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวัดและประเมินผลการศึกษา

2. ศึกษาวัตถุประสงค์ สมรรถนะรายวิชา และคำอธิบายรายวิชา ไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 30105-2007 ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2563 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

3. สร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาคทฤษฎี ให้สอดคล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของแต่ละใบงาน โดยเป็นข้อสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก และกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้ ถ้าตอบถูกได้ 1 คะแนน ถ้าตอบผิดหรือตอบมากกว่าหนึ่งตัวเลือกได้ 0 คะแนน

4. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาคทฤษฎี เสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและนำไปปรังปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

5. หาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน ซึ่งเป็นผู้ทรงคุณวุฒิเดียวกันกับที่ประเมินคุณภาพชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 เพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาคทฤษฎีกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมแต่ละใบงาน โดยใช้หลักเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

คะแนน +1 สำหรับข้อคำถามที่มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

คะแนน 0 สำหรับข้อคำถามที่ไม่แน่ใจว่ามีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

คะแนน –1 สำหรับข้อคำถามที่ไม่มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

6. นำผลการพิจารณาแต่ละข้อของผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน ไปหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาคทฤษฎีกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยนำข้อคำถามที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่าง 0.70 ถึง 1.00 นำไปใช้เป็นแบบทดสอบระหว่างเรียน และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

7. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาคทฤษฎีที่คัดเลือกแล้วไปทดลองใช้ (Try Out) กับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวาชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคสมุทรปราการ ที่ผ่านการเรียนวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์มาแล้ว ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 10 คน โดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง

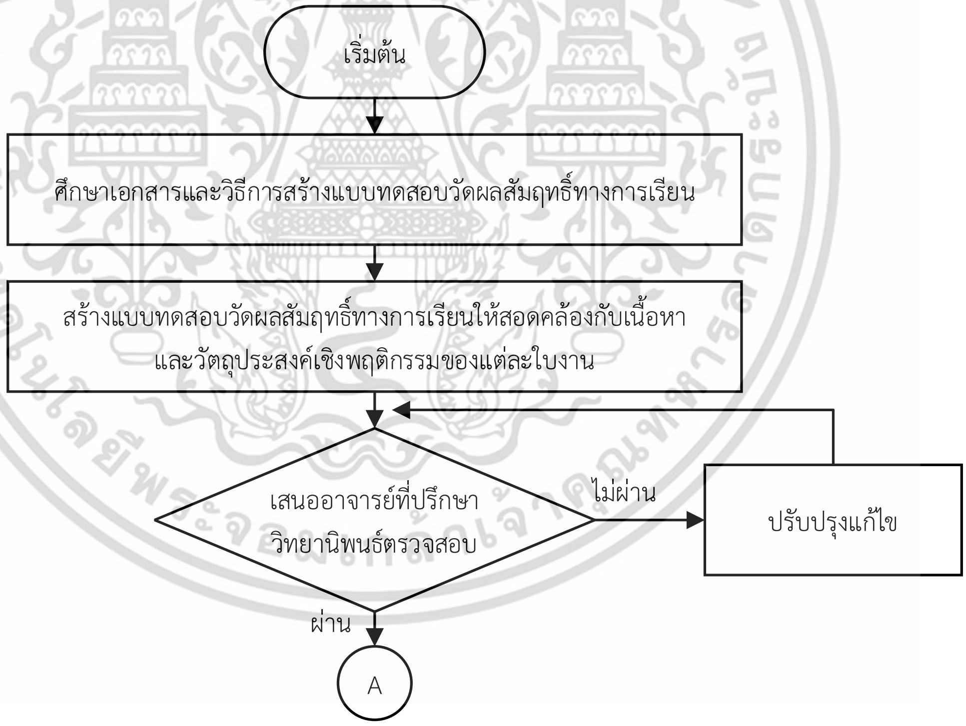
8. นำคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาคทฤษฎีมารวมคะแนนเรียงจากคะแนนที่ได้สูงสุดไปหาคะแนนต่ำสุด โดยใช้เทคนิค 50% โดยคัดเลือกเอาคะแนนสูงสุดลงมา

ร้อยละ 50 ของจำนวนผู้สอบทั้งหมด ซึ่งจัดเป็นกลุ่มสูง เอาคะแนนต่ำสุดขึ้นมาร้อยละ 50 ของจำนวนผู้สอบทั้งหมด ซึ่งจัดเป็นกลุ่มต่ำ นำผลที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ โดยคัดเลือกข้อที่มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.20 ถึง 0.80 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ถึง 1.00 นำไปใช้เป็นแบบทดสอบระหว่างเรียน จำนวน 50 ข้อ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 30 ข้อ

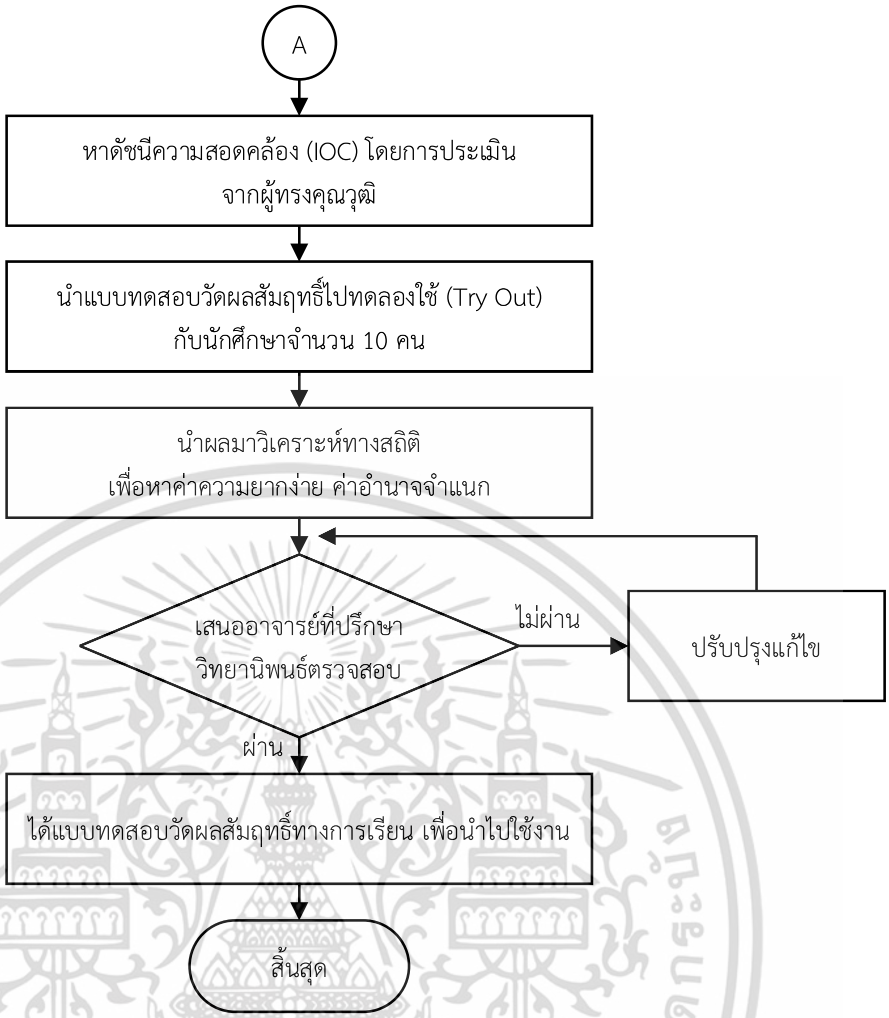
9. นำแบบทดสอบระหว่างเรียน จำนวน 50 ข้อ ไปใช้ทดสอบระหว่างเรียนปฏิบัติแต่ละใบงานการทดลอง โดยเลือกข้อที่ตรงกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมแต่ละใบงานมาสลับตัวเลือกใบงานละ 10 ข้อ

10. ได้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาคทฤษฎี ที่มีค่าความยากง่ายค่าอำนาจจำแนกตามเกณฑ์ นำไปใช้เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาคทฤษฎี เพื่อใช้เป็นแบบทดสอบระหว่างเรียนและแบบทดสอบใบงานรวม

ลำดับขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาคทฤษฎี แสดงได้ดังภาพที่ 3.3



ภาพที่ 3.3 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาคทฤษฎี



ภาพที่ 3.3 (ต่อ)

3.3.3.2 การสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาคปฏิบัติ

การสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาคปฏิบัติ เพื่อนำไปใช้เป็นแบบบันทึกการให้คะแนนระหว่างที่ผู้เรียนปฏิบัติใบงานและใบงานรวม มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ศึกษาวิธีและหลักการสร้างแบบบันทึกการคะแนนด้วยวิธีใช้การสังเกตเพื่อวัดความสามารถและทักษะในการปฏิบัติงาน เพื่อนำไปใช้สำหรับวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาคปฏิบัติจากเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวัดและประเมินผลการศึกษา

2. ศึกษาวัตถุประสงค์ สมรรถนะรายวิชา และคำอธิบายรายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 30105-2007 ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2563 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

3. สร้างแบบบันทึกคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาคปฏิบัติ ที่สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของใบงานการทดลอง โดยกำหนดเกณฑ์และน้ำหนักการให้คะแนนแต่ละ

ขั้นตอนการปฏิบัติของแต่ละใบงานการทดลอง คิดเป็นคะแนนภาคปฏิบัติร้อยละ 60 ของคะแนนเต็มทั้งหมด กำหนดเกณฑ์ระดับคะแนนดังนี้

2 หมายถึง ผู้เรียนสามารถปฏิบัติตามขั้นตอนตามใบงาน ด้วยตนเองอย่างชำนาญ

1 หมายถึง ผู้เรียนสามารถปฏิบัติตามขั้นตอนตามใบงาน โดยมีการขอคำแนะนำ 1 ครั้ง

0 หมายถึง ผู้เรียนสามารถปฏิบัติตามขั้นตอนตามใบงาน โดยมีการขอคำแนะนำมากกว่า 1 ครั้ง

4. นำแบบบันทึกคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาคปฏิบัติ เสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ความสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม และนำไปปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

5. นำแบบบันทึกคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาคปฏิบัติ เสนอผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน โดยเป็นผู้ทรงคุณวุฒิเดียวกันกับที่ประเมินคุณภาพชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 เพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาคปฏิบัติกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมแต่ละใบงาน โดยใช้หลักเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

คะแนน +1 สำหรับข้อคำถามที่มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

คะแนน 0 สำหรับข้อคำถามที่ไม่แน่ใจว่ามีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

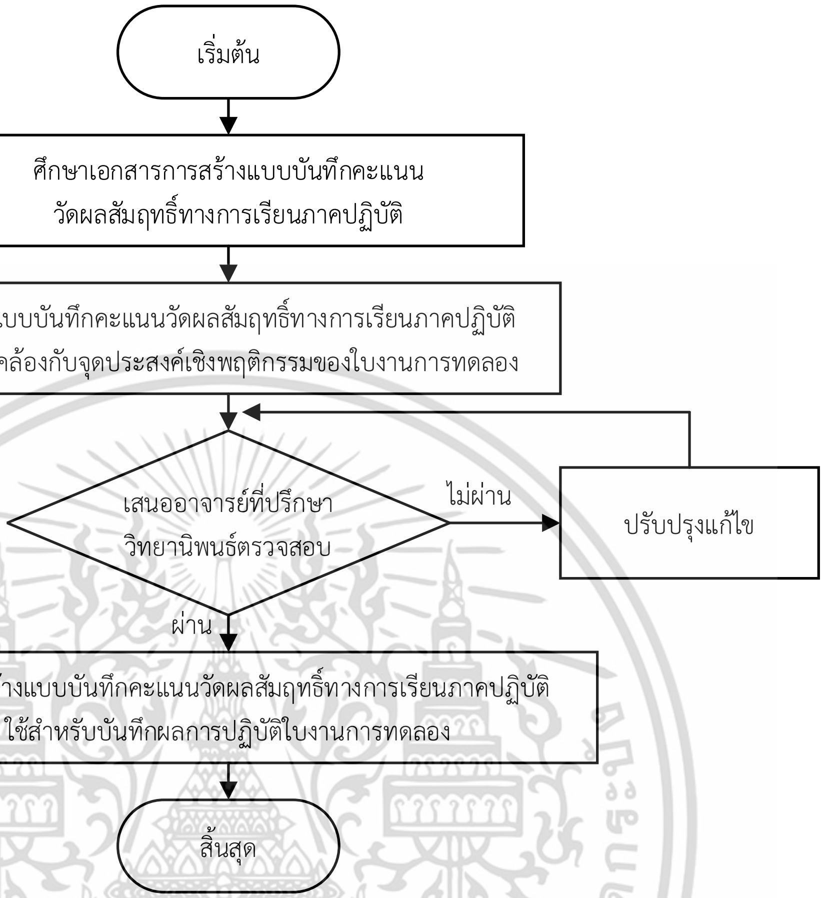
คะแนน –1 สำหรับข้อคำถามที่ไม่มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

6. นำผลการพิจารณาแต่ละข้อของผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน ไปหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาคปฏิบัติกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยข้อคำถามที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่าง 0.70 ถึง 1.00 ถือว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาคปฏิบัตินั้นมีความสอดคล้องสามารถนำไปใช้งาน

7. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาคปฏิบัติมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ

8. นำแบบบันทึกคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาคปฏิบัติที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปใช้บันทึกผลการปฏิบัติใบงานการทดลองของกลุ่มตัวอย่างต่อไป

ลำดับขั้นตอนการสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาคปฏิบัติ แสดงได้ดังรูปที่ 3.4



ภาพที่ 3.4 ขั้นตอนการสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาคปฏิบัติ

3.3.3.3 การสร้างแบบประเมินคุณภาพของชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32

ผู้วิจัยได้สร้างแบบประเมินคุณภาพชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 เพื่อนำไปใช้ในการประเมินคุณภาพโดยผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 2 ด้าน ได้แก่ ด้านชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 และด้านใบงานการทดลอง มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

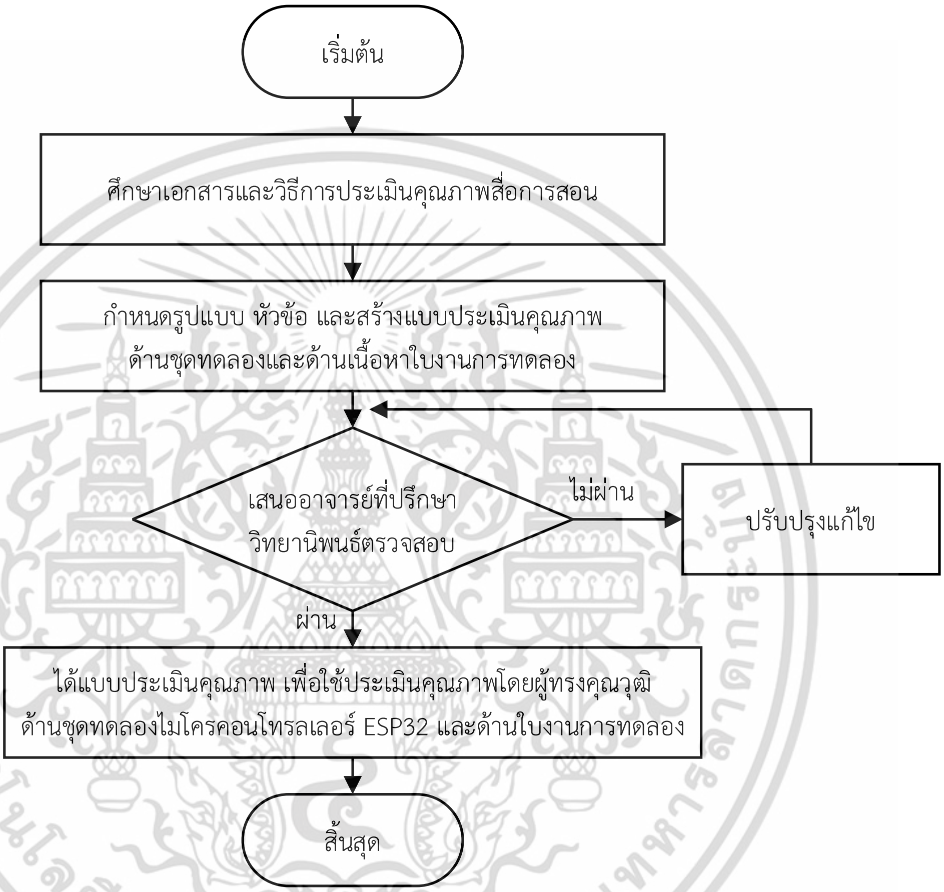
1. ศึกษาเอกสารแบบประเมินเกี่ยวกับการสร้างแบบประเมินคุณภาพของชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32

2. กำหนดรูปแบบ หัวข้อ และสร้างแบบประเมินคุณภาพด้านชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 และด้านใบงานการทดลอง

3. นำแบบประเมินคุณภาพด้านชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 และด้านใบงานการทดลอง เสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบหาข้อบกพร่อง และนำไปปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

4. นำแบบประเมินคุณภาพด้านชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปใช้บันทึกผลการประเมินคุณภาพโดยผู้ทรงคุณวุฒิต่อไป

ลำดับขั้นตอนการสร้างแบบประเมินคุณภาพด้านชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 และด้านเนื้อหาใบงานการทดลอง เพื่อนำไปใช้ประเมินคุณภาพโดยผู้ทรงคุณวุฒิ แสดงได้ดังภาพที่ 3.5



ภาพที่ 3.5 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินคุณภาพชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32

3.3.3.4 การสร้างแบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32

ผู้วิจัยได้สร้างแบบประเมินประเมินความพึงพอใจที่มีต่อชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 เพื่อนำไปใช้ประเมินความพึงพอใจทั้ง 2 ด้าน ได้แก่ ด้านชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 และด้านใบงานการทดลอง มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

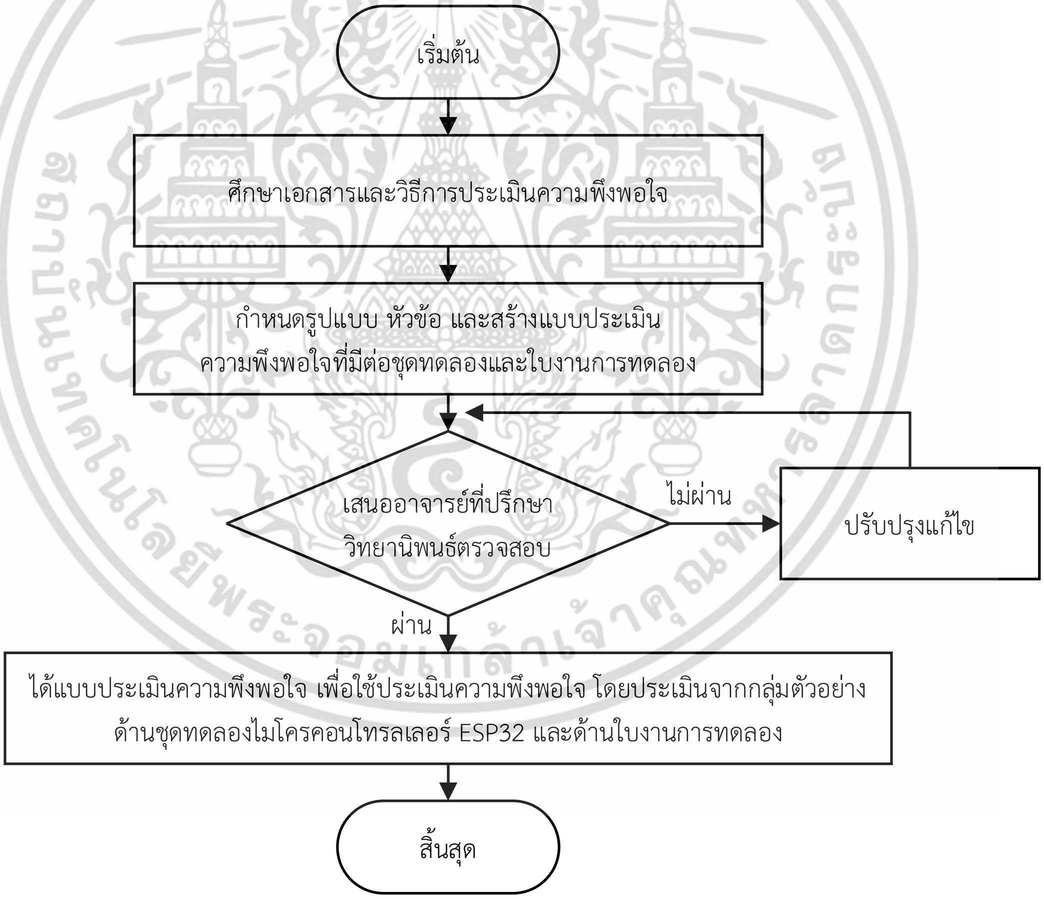
1. ศึกษาเอกสารแบบประเมินเกี่ยวกับการสร้างแบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32

2. กำหนดรูปแบบ หัวข้อ และสร้างแบบประเมินความพึงพอใจด้านชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 และด้านใบงานการทดลอง

3. นำแบบประเมินความพึงพอใจด้านชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 และด้านใบงานการทดลอง เสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบหาข้อบกพร่อง และนำไปปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

4. นำแบบประเมินความพึงพอใจด้านชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 และด้านใบงานการทดลองที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปใช้บันทึกผลการประเมินความพึงพอใจที่มีต่อชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 โดยการประเมินความพึงพอใจจากกลุ่มตัวอย่างต่อไป

ลำดับขั้นตอนการสร้างแบบประเมินความพึงพอใจด้านชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 และด้านเนื้อหาใบงานการทดลอง เพื่อนำไปใช้ประเมินความพึงพอใจโดยกลุ่มตัวอย่าง แสดงได้ดังภาพที่ 3.6



ภาพที่ 3.6 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32

3.4 วิธีดำเนินการวิจัยและการเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองและเก็บข้อมูลเพื่อหาคุณภาพและประสิทธิภาพของชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ และเพื่อหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 โดยนำไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคสมุทรปราการ ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 30105-2007 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 30 คน มีขั้นตอนการดำเนินการทดลองดังนี้

1. ยื่นคำร้องต่องานบริหารวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เพื่อออกหนังสือขอความอนุเคราะห์เป็นผู้ทรงคุณวุฒิในการประเมินชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 ประเมินใบงานชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 ประเมินแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และประเมินแบบคุณภาพของชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32

2. ยื่นคำร้องต่องานบริหารวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เพื่อออกหนังสือขอความอนุเคราะห์ต่อผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคสมุทรปราการ ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

3. นำชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 ที่สร้างเสร็จแล้ว เสนอผู้ทรงคุณวุฒิประเมินคุณภาพ

4. นัดหมายกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน อธิบายการใช้ชุดทดลองเพื่อให้ทราบถึงข้อมูลขอบข่ายความสำคัญของเนื้อหา วัตถุประสงค์ คำชี้แจงในการปฏิบัติแต่ละใบงาน และการประเมินผล

5. นำชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 และใบงานการทดลอง ไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง เริ่มจากการสอนทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการทดลองตามใบงานครั้งละ 1 ใบงาน โดยให้กลุ่มตัวอย่างปฏิบัติตามใบงานที่กำหนดร่วมกับชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 ผู้วิจัยบันทึกคะแนนการวัดทักษะการปฏิบัติ โดยใช้แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาคปฏิบัติ เมื่อกลุ่มตัวอย่างปฏิบัติใบงานการทดลองเสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาคทฤษฎีระหว่างการทดลองและบันทึกคะแนนในแต่ละใบงานจนครบ 5 ใบงาน

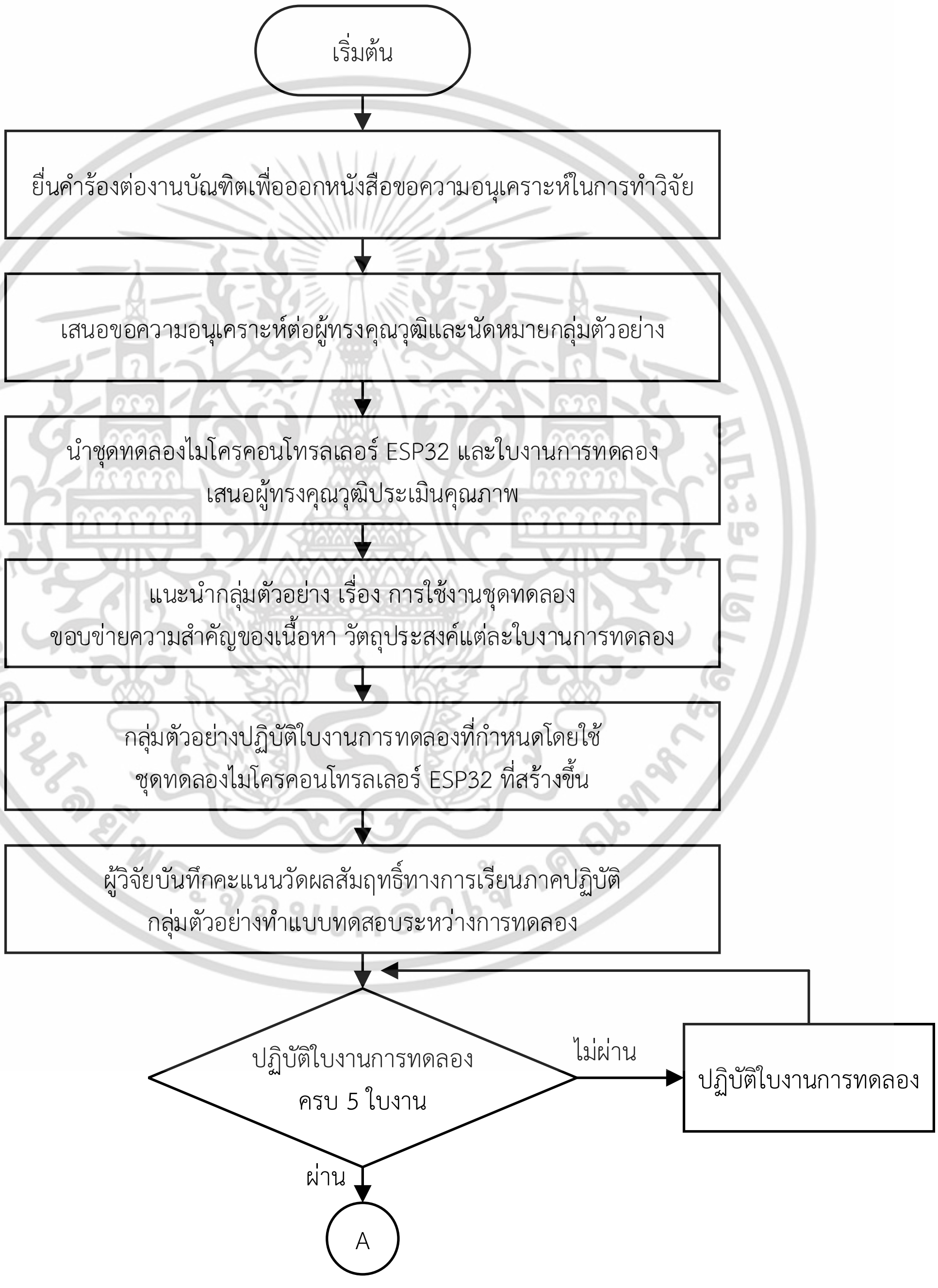
6. เมื่อกลุ่มตัวอย่างปฏิบัติใบงานครบ 5 ใบงานแล้ว ให้กลุ่มตัวอย่างทำการปฏิบัติใบงานรวม ซึ่งเป็นการประยุกต์จากใบงานทั้งหมด พร้อมบันทึกคะแนนการวัดทักษะการปฏิบัติ โดยใช้แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาคปฏิบัติใบงานรวม และทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

7. นำผลจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาคทฤษฎี คะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาคปฏิบัติ หลังจากปฏิบัติครบ 5 ใบงาน และคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาคทฤษฎีใบงานรวม คะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ภาคปฏิบัติใบงานรวม มาวิเคราะห์เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 ตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80

8. นำแบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 และใบงานการทดลอง ให้กลุ่มตัวอย่างตอบแบบสอบถามเพื่อประเมินความพึงพอใจ นำผลที่ได้ไปวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ลำดับขั้นตอนวิธีดำเนินการวิจัยและการเก็บรวบรวมข้อมูล แสดงได้ดังภาพที่ 3.7



ภาพที่ 3.7 ขั้นตอนวิธีดำเนินการวิจัยและการเก็บรวบรวมข้อมูล

ภาพที่ 3.7 (ต่อ)

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาคุณภาพและประสิทธิภาพของชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ และเพื่อหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 ดังนี้

3.5.1 การประเมินคุณภาพของชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32

3.5.1.1 ร้อยละ (Percentage)

3.5.1.2 การวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย (Arithmetic Mean)

3.5.1.3 การวิเคราะห์หาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

3.5.1.4 การวิเคราะห์แบบสอบถาม เพื่อใช้ในการประเมินคุณภาพของชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 ทั้ง 2 ด้าน ได้แก่ ด้านบอร์ดทดลองและด้านเนื้อหาใบงานการทดลอง โดยใช้แบบสอบถามแบบปลายปิด แบบมาตราส่วนประเมินค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ดังนี้

ระดับ 5 หมายถึง คุณภาพของชุดทดลองอยู่ในระดับ ดีมาก

ระดับ 4 หมายถึง คุณภาพของชุดทดลองอยู่ในระดับ ดี

ระดับ 3 หมายถึง คุณภาพของชุดทดลองอยู่ในระดับ ปานกลาง

ระดับ 2 หมายถึง คุณภาพของชุดทดลองอยู่ในระดับ พอใช้

ระดับ 1 หมายถึง คุณภาพของชุดทดลองอยู่ในระดับ ต้องปรับปรุง

และเกณฑ์การจัดระดับคะแนนเฉลี่ยของการประเมินคุณภาพชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32

ค่าเฉลี่ย 4.51 - 5.00 หมายถึง คุณภาพของชุดทดลองอยู่ในระดับ ดีมาก

ค่าเฉลี่ย 3.51 - 4.50 หมายถึง คุณภาพของชุดทดลองอยู่ในระดับ ดี

ค่าเฉลี่ย 2.51 - 3.50 หมายถึง คุณภาพของชุดทดลองอยู่ในระดับ ปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51 - 2.50 หมายถึง คุณภาพของชุดทดลองอยู่ในระดับ พอใช้

ค่าเฉลี่ย 1.00 - 1.50 หมายถึง คุณภาพของชุดทดลองอยู่ในระดับ ต้องปรับปรุง

3.5.2 การประเมินคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.5.2.1 การตรวจสอบหาดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (Index of Congruency : IOC) โดยนำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาตรวจสอบความเที่ยงตรงเนื้อหาของแบบทดสอบ เลือกแบบทดสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป นำไปใช้งาน และแบบทดสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องต่ำกว่า 0.5 เป็นแบบทดสอบที่ไม่มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม นำมาปรับปรุงหรือตัดทิ้ง โดยใช้หลักเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

คะแนน +1 สำหรับข้อคำถามที่มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

คะแนน 0 สำหรับข้อคำถามที่ไม่แน่ใจว่ามีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

คะแนน –1 สำหรับข้อคำถามที่ไม่มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

3.5.2.2 การวิเคราะห์ความยากง่าย (Difficulty) เป็นเครื่องมือวัดที่แสดงว่าข้อสอบนั้นมีความยากง่ายเพียงใด กำหนดเกณฑ์ความยากง่ายของข้อสอบที่จะเลือกมาใช้ให้ครอบคลุมตั้งแต่ระดับยาก ปานกลาง และง่ายอยู่ระหว่าง 0.20 - 0.80 ถ้าข้อใดมีความยากง่ายนอกเหนือจากเกณฑ์นี้ถือเป็นข้อสอบที่ยากมากและง่ายมาก ไม่ควรใช้ แต่ถ้ามีความจำเป็นต้องใช้ข้อสอบนั้นเพื่อให้ครอบคลุมสิ่งที่ต้องการวัด ก็อาจทำได้โดยการปรับปรุงข้อสอบข้อนั้นให้มีความเหมาะสมขึ้น (พรรณี ลีกิจวัฒนะ. 2555 : 206) โดยใช้หลักเกณฑ์การพิจารณาดังนี้

0.81 - 1.00 เป็นข้อสอบง่ายมาก (ปรับปรุงหรือไม่ควรใช้)

0.61 - 0.80 เป็นข้อสอบค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)

0.40 - 0.60 เป็นข้อสอบปานกลาง (ใช้ได้)

0.20 - 0.39 เป็นข้อสอบค่อนข้างยาก (ใช้ได้)

0.00 - 0.19 เป็นข้อสอบที่ยากมาก (ปรับปรุงหรือไม่ควรใช้)

3.5.2.3 การวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) เป็นเครื่องมือที่สามารถจำแนกบุคคลออกเป็นสองกลุ่มที่ต่างกัน ได้แก่ กลุ่มเก่ง-กลุ่มอ่อน กำหนดเกณฑ์อำนาจจำแนกของข้อสอบที่จะเลือกมาไว้ใช้ตั้งแต่ระดับปานกลางขึ้นไปจนถึงระดับสูง และสูงมาก ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป แต่ถ้าต่ำไปเพียงเล็กน้อยและมีความจำเป็นต้องใช้เพื่อให้ครอบคลุมสิ่งที่ต้องการวัดก็อาจจะทำได้โดยการปรับปรุงข้อสอบข้อนั้นให้เหมาะสมขึ้น (พรรณี ลีกิจวัฒนะ. 2555 : 209) โดยใช้เกณฑ์การพิจารณาดังนี้

0.40 - 1.00 เป็นข้อสอบที่มีระดับอำนาจจำแนกสูงมาก (ใช้ได้ดี)

0.30 - 0.39 เป็นข้อสอบที่มีระดับอำนาจจำแนกสูง (ใช้ได้)

0.20 - 0.29 เป็นข้อสอบที่มีระดับอำนาจจำแนกปานกลาง (ใช้ได้)

0.10 - 0.19 เป็นข้อสอบที่มีระดับอำนาจจำแนกต่ำ (ไม่ควรใช้)

0.01 - 0.09 เป็นข้อสอบที่มีระดับอำนาจจำแนกต่ำมาก (ใช้ไม่ได้)

3.5.3 การประเมินความพึงพอใจของชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32

3.5.3.1 ร้อยละ (Percentage)

3.5.3.2 การวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย (Arithmetic Mean)

3.5.3.3 การวิเคราะห์หาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

3.5.3.4 การวิเคราะห์แบบสอบถาม เพื่อใช้ในการประเมินความพึงพอใจที่มีต่อชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 ทั้ง 2 ด้าน ได้แก่ ด้านชุดทดลองและด้านเนื้อหาใบงานการทดลอง โดยใช้แบบสอบถามแบบปลายปิด แบบมาตราส่วนประเมินค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ดังนี้

ระดับ 5 หมายถึง คุณภาพของชุดทดลองอยู่ในระดับ พึงพอใจมากที่สุด

ระดับ 4 หมายถึง คุณภาพของชุดทดลองอยู่ในระดับ พึงพอใจมาก

ระดับ 3 หมายถึง คุณภาพของชุดทดลองอยู่ในระดับ พึงพอใจมากปานกลาง

ระดับ 2 หมายถึง คุณภาพของชุดทดลองอยู่ในระดับ พึงพอใจน้อย

ระดับ 1 หมายถึง คุณภาพของชุดทดลองอยู่ในระดับ พึงพอใจน้อยที่สุด

และเกณฑ์การจัดระดับคะแนนเฉลี่ยของการประเมินความพึงพอใจที่มีต่อชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32

ค่าเฉลี่ย 4.51 - 5.00 หมายถึง ความพึงพอใจอยู่ในระดับ มากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.51 - 4.50 หมายถึง ความพึงพอใจอยู่ในระดับ มาก

ค่าเฉลี่ย 2.51 - 3.50 หมายถึง ความพึงพอใจอยู่ในระดับ ปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51 - 2.50 หมายถึง ความพึงพอใจอยู่ในระดับ น้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00 - 1.50 หมายถึง ความพึงพอใจอยู่ในระดับ น้อยที่สุด

3.6 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

3.6.1 การหาคุณภาพและความพึงพอใจของชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32

3.6.1.1 การหาค่าเฉลี่ย (Mean) ของแบบประเมินใช้สูตร (พรรณี ลีกิจวัฒนะ. 2555 : 245) ดังนี้

$$\overline{X} = \frac{\sum X}{n} \qquad \textbf{(3.1)}$$

เมื่อ $\overline{X}$ คือ ค่าเฉลี่ยของคะแนน

$\sum X$ คือ ผลรวมของคะแนนในชุดข้อมูล

n คือ จำนวนผู้ทรงคุณวุฒิทั้งหมด

3.6.1.2 การหาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation : S.D.) เป็นการวัดการกระจายที่ละเอียด เนื่องจากใช้ข้อมูลทุกค่าในการคำนวณ เป็นการกระจายรอบ ๆ ค่าเฉลี่ย ใช้สูตร (พรรณี ลีกิจวัฒนะ. 2555 : 248) ดังนี้

$$S.D. = \sqrt{\frac{\sum (X - \overline{X})^2}{n - 1}} \qquad \textbf{(3.2)}$$

เมื่อ S.D. คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

X คือ คะแนนของผู้ทรงคุณวุฒิแต่ละชุดข้อมูล

$\overline{X}$ คือ ค่าเฉลี่ยของคะแนนของผู้ทรงคุณวุฒิ

n คือ จำนวนผู้ทรงคุณวุฒิทั้งหมด

3.6.2 การหาคุณภาพของแบบทดสอบ

3.6.2.1 การหาค่าความเที่ยงตรงด้านเนื้อหาของแบบทดสอบ (Index of Congruency : IOC) หรือดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ใช้สูตร (พรรณี ลีกิจวัฒนะ. 2555 : 195) ดังนี้

$$IOC = \frac{\sum R}{n} \qquad \textbf{(3.3)}$$

เมื่อ IOC คือ ดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

$\sum R$ คือ คะแนนรวมในแต่ละรายการจากผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่าน

n คือ จำนวนของผู้ทรงคุณวุฒิ

การพิจารณาตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหาของแบบทดสอบ เลือกแบบทดสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป สามารถนำไปใช้งาน และแบบทดสอบที่มีค่า IOC ต่ำกว่า 0.50 เป็นแบบทดสอบที่ไม่มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม นำมาปรับปรุงหรือตัดทิ้ง

3.6.2.2 การหาค่าความยากง่าย (Difficulty : p) ของแบบทดสอบ กำหนดเกณฑ์ความยากง่ายของแบบทดสอบอยู่ระหว่าง 0.20 - 0.80 ใช้สูตรทางสถิติ (พรรณี ลีกิจวัฒนะ. 2555 : 207) ดังนี้

$$p = \frac{R_H + R_L}{2n} \tag{3.4}$$

เมื่อ p คือ ดัชนีความยากง่ายของแบบทดสอบ

R_H คือ จำนวนผู้ตอบถูกของข้อนั้นในกลุ่มสูง

R_L คือ จำนวนผู้ตอบถูกของข้อนั้นในกลุ่มต่ำ

n คือ จำนวนผู้ตอบในแต่ละกลุ่ม (มีจำนวนเท่ากัน)

3.6.2.3 การหาค่าอำนาจจำแนก (Discrimination : r) คือ คัดเลือกแบบทดสอบข้อที่มีอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป ถือเป็นข้อสอบที่สามารถจำแนกคนเก่งคนอ่อนได้ แล้วแก้ไขปรับปรุงเพิ่มเติมในบางข้อ เพื่อให้สอดคล้องตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ใช้สูตรทางสถิติ (พรรณี ลีกิจวัฒนะ. 2555 : 210) ดังนี้

$$r = \frac{R_H - R_L}{n} \tag{3.5}$$

เมื่อ r คือ ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ

R_H คือ จำนวนผู้ตอบถูกของข้อนั้นในกลุ่มสูง

R_L คือ จำนวนผู้ตอบถูกของข้อนั้นในกลุ่มต่ำ

n คือ จำนวนผู้ตอบในแต่ละกลุ่ม (มีจำนวนเท่ากัน)

3.6.3 การหาประสิทธิภาพของชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32

ผู้วิจัยนำคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบท้ายการทดลองและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมาวิเคราะห์เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 ตามเกณฑ์ 80/80 โดยใช้สูตรทางสถิติ E_1/E_2 (ชัยยงค์ พรหมวงศ์. 2556 : 7 - 19) ดังนี้

$$E_1 = \frac{\left[\frac{\sum X}{N}\right]}{A} \quad \textbf{(3.7)}$$

เมื่อ E_1 คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ได้จากคะแนนของแบบทดสอบระหว่างเรียน คิดเป็นร้อยละ

$\sum X$ คือ คะแนนรวมของนักศึกษาทุกคนที่ได้จากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียน

A คือ คะแนนเต็มของแบบทดสอบระหว่างเรียน

N คือ จำนวนนักศึกษาที่ทำแบบทดสอบทั้งหมด

$$E_2 = \frac{\left[\frac{\sum F}{N}\right]}{B} \quad \textbf{(3.8)}$$

เมื่อ E_2 คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ได้จากคะแนนของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คิดเป็นร้อยละ

$\sum F$ คือ คะแนนรวมของนักศึกษาทุกคนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

B คือ คะแนนเต็มของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

N คือ จำนวนนักศึกษาที่ทำแบบทดสอบทั้งหมด

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยที่มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้าง หาคุณภาพ ประสิทธิภาพของชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 และความพึงพอใจที่มีต่อชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 สำหรับการเรียนการสอนในเนื้อหารายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 30105-2007 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2563 โดยนำไปทดลองกับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคสมุทรปราการ ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับต่อไปนี้

4.1 คุณภาพชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2563

4.2 คุณภาพใบงานการทดลองชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2563

4.3 ประสิทธิภาพชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2563

4.4 ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2563

4.5 ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อใบงานการทดลองชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2563

4.1 คุณภาพชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2563

การวิเคราะห์ผลการประเมินคุณภาพชุดทดลองบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2563 ทำการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน ผลการประเมินมีรายละเอียดดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับคุณภาพชุดทดลองบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2563

ข้อที่	รายการประเมิน	N = 3		ระดับคุณภาพ
		$\bar{X}$	S.D.	
1	เหมาะสมกับระดับผู้เรียน	4.00	0.00	ดี
2	สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียน	4.33	0.58	ดี
3	มีความสะดวกในการเตรียมอุปกรณ์	4.33	0.58	ดี
4	อุปกรณ์การสอนทำให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้	3.67	0.58	ดี
5	อุปกรณ์การสอนทำให้มีประสบการณ์ในการเรียนรู้	4.33	0.58	ดี
6	ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการใช้อุปกรณ์	3.67	0.58	ดี
7	ความเหมาะสมในการจัดตำแหน่งติดตั้งอุปกรณ์	4.33	0.58	ดี
8	มีความสัมพันธ์การใช้งานร่วมกับใบงาน	4.33	0.58	ดี
9	มีความสะดวกในการดำเนินการสอน	4.67	0.58	ดีมาก
10	ความปลอดภัยในขณะทำการทดลอง	4.33	0.58	ดี
11	รูปร่าง ขนาดมีความเหมาะสม	4.67	0.58	ดีมาก
12	มีวิธีการใช้งานไม่ยุ่งยาก ซับซ้อน	4.67	0.58	ดีมาก
13	ความสะดวกในการบำรุงรักษา	4.33	0.58	ดี
14	มีความแข็งแรง	4.33	0.58	ดี
15	ต้นทุนการผลิตกับประโยชน์ที่ได้รับ	4.67	0.58	ดีมาก
	รวม	**4.31**	**0.56**	**ดี**

จากตารางที่ 4.1 คุณภาพชุดทดลองบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2563 ที่ผู้ทรงคุณวุฒิมีความคิดเห็นต่อคุณภาพชุดทดลอง โดยแบ่งตามหัวข้อรายการประเมิน พบว่า ในภาพรวมมีคุณภาพอยู่ในระดับดี ($\bar{X}$ = 4.31, S.D. = 0.56) เมื่อพิจารณาแต่ละรายการ พบว่า รายการประเมินที่มีคุณภาพในระดับดีมาก จำนวน 4 รายการ ดังนี้ มีความสะดวกในการดำเนินการสอน, รูปร่าง ขนาดมีความเหมาะสม, มีวิธีการใช้งานไม่ยุ่งยาก ซับซ้อน และต้นทุนการผลิตกับประโยชน์ที่ได้รับ ($\bar{X}$ = 4.67, S.D. = 0.58) รายการประเมินที่มีคุณภาพในระดับดี จำนวน 11 รายการ ดังนี้ สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียน, มีความสะดวกในการเตรียมอุปกรณ์, อุปกรณ์การสอนทำให้มีประสบการณ์

ในการเรียนรู้, ความเหมาะสมในการจัดตำแหน่งติดตั้งอุปกรณ์, มีความสัมพันธ์การใช้งานร่วมกับใบงาน, ความปลอดภัยในขณะทำการทดลอง, ความสะดวกในการบำรุงรักษา และมีความแข็งแรง ($\bar{X}$ = 4.33, S.D. = 0.58) เหมาะสมกับระดับผู้เรียน ($\bar{X}$ = 4.00, S.D. = 0.00) อุปกรณ์การสอนทำให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ และผู้เรียนมีส่วนร่วมในการใช้อุปกรณ์ ($\bar{X}$ = 3.67, S.D. = 0.58)

4.2 คุณภาพใบงานการทดลองชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2563

การวิเคราะห์ผลการประเมินใบงานการทดลองชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2563 ทำการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน ผลการประเมินมีรายละเอียดดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับคุณภาพของใบงานการทดลองชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2563

ข้อที่	รายการประเมิน	N = 3		ระดับคุณภาพ
		$\bar{X}$	S.D.	
1	ใบงานครอบคลุมวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	4.00	0.00	ดี
2	ใบงานมีความเหมาะสมกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	3.67	0.58	ดี
3	ใบงานมีเนื้อหาถูกต้อง	4.33	0.58	ดี
4	เนื้อหาก่อให้เกิดแรงจูงใจต่อการเรียน	4.00	0.00	ดี
5	ความชัดเจนในการอธิบายลำดับขั้นตอนการทดลองแต่ละขั้น	4.00	0.00	ดี
6	รูปแบบใบงานง่ายต่อการปฏิบัติ	4.33	0.58	ดี
7	ความถูกต้องของรูปวงจร ตารางบันทึกผลการทดลอง	4.67	0.58	ดีมาก
8	ความสะดวกในการบันทึกผลที่ได้จากการทดลอง	3.67	0.58	ดี
9	คำถามท้ายการทดลองครอบคลุมวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	3.33	0.58	ปานกลาง
10	ใบงานมีความเหมาะสมกับผู้เรียน	3.67	0.58	ดี

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

ข้อที่	รายการประเมิน	N = 3		ระดับคุณภาพ
		$\bar{X}$	S.D.	
11	สามารถลดเวลาในการสื่อความหมายให้เข้าใจได้ดี	4.33	0.58	ดี
12	คุณค่าของใบงานการทดลองทางวิชาการ	4.00	0.00	ดี
รวม		**4.00**	**0.53**	**ดี**

จากตารางที่ 4.2 คุณภาพของใบงานการทดลองชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2563 ที่ผู้ทรงคุณวุฒิมีความคิดเห็นต่อคุณภาพใบงานการทดลอง โดยแบ่งตามหัวข้อรายการประเมิน พบว่า ในภาพรวมมีคุณภาพอยู่ในระดับดี ($\bar{X}$ = 4.00, S.D. = 0.53) เมื่อพิจารณาแต่ละรายการ พบว่า รายการประเมินที่มีคุณภาพในระดับดีมาก จำนวน 1 รายการ ดังนี้ ความถูกต้องของรูปวงจร ตารางบันทึกผลการทดลอง ($\bar{X}$ = 4.67, S.D. = 0.58) รายการประเมินที่มีคุณภาพในระดับดี จำนวน 10 รายการ ดังนี้ ใบงานมีเนื้อหาถูกต้อง, รูปแบบใบงานง่ายต่อการปฏิบัติ และสามารถลดเวลาในการสื่อความหมายให้เข้าใจได้ดี ($\bar{X}$ = 4.33, S.D. = 0.58) ใบงานครอบคลุมวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม, เนื้อหาก่อให้เกิดแรงจูงใจต่อการเรียน, ความชัดเจนในการอธิบายลำดับขั้นตอนการทดลองแต่ละขั้น และคุณค่าของใบงานการทดลองทางวิชาการ ($\bar{X}$ = 4.00, S.D. = 0.00) ใบงานมีความเหมาะสมกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม, ความสะดวกในการบันทึกผลที่ได้จากการทดลอง และใบงานมีความเหมาะสมกับผู้เรียน ($\bar{X}$ = 3.67, S.D. = 0.58) รายการประเมินที่มีคุณภาพในระดับปานกลาง จำนวน 1 รายการ ดังนี้ คำถามท้ายการทดลองครอบคลุมวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ($\bar{X}$ = 3.33, S.D. = 0.58)

4.3 ประสิทธิภาพชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2563

ผลการทดลองใช้ชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2563 ตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 กับกลุ่มตัวอย่างเป็นการทดลองที่มีวัตถุประสงค์เพื่อหาประสิทธิภาพชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 โดยทดลองกับนักศึกษาที่ผู้วิจัยได้เลือกด้วยวิธีสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster or Area Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม จำนวน 30 คน เป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคสมุทรปราการ ที่ลงทะเบียนเรียนใน

รายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 30105-2007 ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2563 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 30 คน ได้ผลตามตารางดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.3 ประสิทธิภาพของชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2563

รายการ	จำนวนผู้เรียน	คะแนนเต็ม		คะแนนเฉลี่ย				ร้อยละเฉลี่ย
		ทฤษฎี	ปฏิบัติ	ทฤษฎี		ปฏิบัติ		
				คะแนน	ร้อยละ	คะแนน	ร้อยละ	
คะแนนใบงานการทดลองและคะแนนแบบทดสอบระหว่างการปฏิบัติใบงานการทดลอง (E_1)	30	50 (40%)	60 (60%)	38.80	31.04	50.80	50.80	81.84
คะแนนใบงานรวมและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (E_2)	30	20 (40%)	30 (60%)	15.03	30.06	25.07	50.14	80.20

จากตารางที่ 4.3 ผลปรากฏว่า ชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2563 ที่สร้างขึ้น เมื่อนักศึกษาปฏิบัติใบงานครบ 5 ใบงาน และทำแบบทดสอบระหว่างเรียน มีคะแนนเต็ม 110 คะแนน โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบ่งเป็นคะแนนภาคทฤษฎีมีคะแนนเต็ม 50 คะแนน คิดเป็นเกณฑ์คะแนนร้อยละ 40 ของคะแนนเต็มทั้งหมด คะแนนของนักศึกษาจำนวน 30 คน สามารถทำคะแนนเฉลี่ยได้ 38.80 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 31.04 ส่วนคะแนนภาคปฏิบัติมีคะแนนเต็ม 60 คะแนน คิดเป็นคะแนนร้อยละ 60 ของคะแนนเต็มทั้งหมด คะแนนของนักศึกษาจำนวน 30 คน สามารถทำคะแนนเฉลี่ยได้ 50.80 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 50.80 เมื่อนำคะแนนทั้งภาคทฤษฎีและปฏิบัติมารวมกันได้ค่าคะแนนรวมร้อยละเฉลี่ย 81.84 หลังจากนักศึกษาเรียนครบ 5 ใบงานแล้ว จึงทำการปฏิบัติใบงานรวม และทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีคะแนนเต็มเท่ากับ 50 คะแนน โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบ่งเป็นคะแนนภาคทฤษฎีมีคะแนนเต็ม 20 คะแนน คิดเป็นเกณฑ์คะแนนร้อยละ 40 ของคะแนนเต็มทั้งหมด คะแนนของนักศึกษาจำนวน 30 คน สามารถทำคะแนนเฉลี่ยได้ 15.03 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 30.06 ส่วนคะแนนภาคปฏิบัติมีคะแนนเต็ม 30 คะแนน คิดเป็นคะแนนร้อยละ 60 ของคะแนนเต็มทั้งหมด คะแนนของนักศึกษาจำนวน 30 คน สามารถทำคะแนนเฉลี่ยได้ 25.07 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 50.14 เมื่อนำคะแนนทั้งภาคทฤษฎีและปฏิบัติมารวมกันได้ค่าคะแนนรวมร้อยละเฉลี่ย 80.20 ดังนั้น ชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ หลักสูตร

ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2563 มีประสิทธิภาพ E_1/E_2 เท่ากับ 81.84/80.20 สูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้

4.4 ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2563

การวิเคราะห์ผลความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2563 ทำการประเมินจากนักศึกษาที่ผู้วิจัยได้เลือกด้วยวิธีสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster or Area Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม จำนวน 30 คน เป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคสมุทรปราการ ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 30105-2007 ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2563 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 30 คน ผลการประเมินมีรายละเอียดดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความพึงพอใจที่มีต่อชุดทดลองบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2563

ข้อที่	รายการประเมิน	N = 30		ระดับความพึงพอใจ
		$\bar{X}$	S.D.	
1	อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองแสดงรายละเอียดได้ชัดเจนและเหมาะสมในการทดลอง	4.40	0.50	มาก
2	วัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้มีความแข็งแรง เหมาะสมในการทดลอง	4.73	0.45	มากที่สุด
3	รูปแบบ ขนาดของชุดทดลองมีความเหมาะสมในการทดลอง	4.77	0.43	มากที่สุด
4	มีความเหมาะสมกับเนื้อหาและตรงตามวัตถุประสงค์รายวิชา	4.60	0.50	มากที่สุด
5	ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเข้าใจการปฏิบัติงานจริง	4.23	0.63	มาก
6	มีความสัมพันธ์กับใบงานการทดลอง	4.67	0.48	มากที่สุด
7	มีคุณค่าในทางวิชาการ	4.43	0.50	มาก
8	มีความสะดวกในการเตรียมอุปกรณ์และปลอดภัย	4.87	0.35	มากที่สุด

ตารางที่ 4.4 (ต่อ)

ข้อที่	รายการประเมิน	N = 30		ระดับความพึงพอใจ
		$\bar{X}$	S.D.	
9	สามารถตรวจเช็ค ซ่อมแซม และบำรุงรักษาได้ง่าย	4.67	0.48	มากที่สุด
10	จำนวนชุดทดลองเพียงพอ และเหมาะสมต่อการทดลอง	4.00	0.69	มาก
รวม		**4.54**	**0.56**	**มากที่สุด**

จากตารางที่ 4.4 ความพึงพอใจที่มีต่อชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2563 ที่นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง มีความพึงพอใจที่มีต่อชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2563 โดยแบ่งตามหัวข้อรายการประเมิน พบว่า ในภาพรวมมีระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.54, S.D. = 0.56) เมื่อพิจารณาแต่ละรายการ พบว่า รายการประเมินที่มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด จำนวน 6 รายการ ดังนี้ มีความสะดวกในการเตรียมอุปกรณ์และปลอดภัย ($\bar{X}$ = 4.87, S.D. = 0.35) รูปแบบขนาดของชุดทดลองมีความเหมาะสมในการทดลอง ($\bar{X}$ = 4.77, S.D. = 0.43) วัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้มีความแข็งแรง เหมาะสมในการทดลอง ($\bar{X}$ = 4.73, S.D. = 0.45) มีความสัมพันธ์กับใบงานการทดลอง และสามารถตรวจเช็ค ซ่อมแซม และบำรุงรักษาได้ง่าย ($\bar{X}$ = 4.67, S.D. = 0.48) มีความเหมาะสมกับเนื้อหาและตรงตามวัตถุประสงค์รายวิชา ($\bar{X}$ = 4.60, S.D. = 0.50) รายการประเมินที่มีความพึงพอใจในระดับมาก จำนวน 4 รายการ ดังนี้ มีคุณค่าในทางวิชาการ ($\bar{X}$ = 4.43, S.D. = 0.50) อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองแสดงรายละเอียดได้ชัดเจนและเหมาะสมในการทดลอง ($\bar{X}$ = 4.40, S.D. = 0.50) ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเข้าใจการปฏิบัติงานจริง ($\bar{X}$ = 4.23, S.D. = 0.63) และจำนวนชุดทดลองเพียงพอ และเหมาะสมต่อการทดลอง ($\bar{X}$ = 4.00, S.D. = 0.69)

4.5 ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อใบงานการทดลองชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2563

การวิเคราะห์ผลความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อใบงานการทดลองชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2563 ทำการประเมินจากนักศึกษาที่ผู้วิจัยได้เลือกด้วยวิธีสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster or Area Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม จำนวน 30 คน เป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคสมุทรปราการ ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 30105-2007 ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2563 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 30 คน ผลการประเมินมีรายละเอียดดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.5 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความพึงพอใจที่มีต่อใบงานการทดลองชุดทดลองบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2563

ข้อที่	**รายการประเมิน**	N = 30		**ระดับความพึงพอใจ**
		$\bar{X}$	S.D.	
1	มีเนื้อหาการทดลองครอบคลุมคำอธิบายรายวิชา	4.53	0.51	มากที่สุด
2	ใบงานการทดลองมีความเหมาะสมกับวัตถุประสงค์	4.57	0.50	มากที่สุด
3	กำหนดวิธีการ ขั้นตอนการทดลองที่ชัดเจน	4.67	0.48	มากที่สุด
4	ลำดับขั้นการทดลองมีความเหมาะสมต่อเวลาในการทดลอง	4.60	0.50	มากที่สุด
5	เนื้อหาการทดลองสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้จริง	4.40	0.50	มาก
6	คำถามท้ายการทดลองสอดคล้องกับการทดลอง	4.47	0.51	มาก
7	ช่วยให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้ด้วยตนเอง	4.43	0.50	มาก
8	รูปวงจร ชัดเจนและเข้าใจง่าย สะดวกต่อการทดลอง	4.57	0.50	มากที่สุด
9	มีการบันทึกผลการทดลองที่ถูกต้องและเหมาะสม	4.47	0.51	มาก
10	มีเกณฑ์การประเมินผลที่ชัดเจน	4.60	0.50	มากที่สุด
	รวม	**4.53**	**0.50**	**มากที่สุด**

จากตารางที่ 4.5 ความพึงพอใจที่มีต่อใบงานการทดลองชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2563 ที่

นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง มีความพึงพอใจที่มีต่อใบงานการทดลองชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2563 โดยแบ่งตามหัวข้อรายการประเมิน พบว่า ในภาพรวมมีระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.53, S.D. = 0.50) เมื่อพิจารณาแต่ละรายการ พบว่า รายการประเมินที่มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด จำนวน 6 รายการ ดังนี้ กำหนดวิธีการ ขั้นตอนการทดลองที่ชัดเจน ($\overline{X}$ = 4.67, S.D. = 0.43) ลำดับขั้นการทดลองมีความเหมาะสมต่อเวลาในการทดลอง และมีเกณฑ์การประเมินผลที่ชัดเจน ($\overline{X}$ = 4.60, S.D. = 0.50) ใบงานการทดลองมีความเหมาะสมกับวัตถุประสงค์และรูปวงจร ชัดเจนและเข้าใจง่าย สะดวกต่อการทดลอง ($\overline{X}$ = 4.57, S.D. = 0.50) มีเนื้อหาการทดลองครอบคลุมคำอธิบายรายวิชา ($\overline{X}$ = 4.53, S.D. = 0.51) รายการประเมินที่มีความพึงพอใจในระดับมากจำนวน 4 รายการ ดังนี้ คำถามท้ายการทดลองสอดคล้องกับการทดลอง และมีการบันทึกผลการทดลองที่ถูกต้องและเหมาะสม ($\overline{X}$ = 4.47, S.D. = 0.51) มีความเหมาะสมกับเนื้อหาและตรงตามวัตถุประสงค์รายวิชา ($\overline{X}$ = 4.60, S.D. = 0.50) ช่วยให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้ด้วยตนเอง ($\overline{X}$ = 4.43, S.D. = 0.50) และและเนื้อหาการทดลองสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้จริง ($\overline{X}$ = 4.40, S.D. = 0.50)

จากตารางที่ 4.4 และตารางที่ 4.5 จะเห็นได้ว่า ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อชุดทดลองและใบงานการทดลองชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2563 อยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.53, S.D. = 0.53)

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้าง หาคุณภาพ ประสิทธิภาพของชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 และความพึงพอใจที่มีต่อชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 สำหรับการเรียนการสอนในเนื้อหารายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 30105-2007 สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2563 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ผู้วิจัยได้สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะดังต่อไปนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 วัตถุประสงค์การวิจัย

5.1.1.1 เพื่อสร้างและหาคุณภาพชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32

5.1.1.2 เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32

5.1.1.3 เพื่อศึกษาระดับความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 ที่สร้างขึ้น

5.1.2 สมมติฐานการวิจัย

5.1.2.1 ชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 ที่สร้างขึ้น มีคุณภาพอยู่ในระดับระดับดีขึ้นไป ($\bar{X} \geq 3.5$) โดยประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิ

5.1.2.2 ชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 ที่สร้างขึ้น มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ ที่กำหนด E_1/ E_2 ไม่ต่ำกว่า 80/80

5.1.2.3 ระดับความพึงพอใจของผู้เรียนต่อชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากขึ้นไป ($\bar{X} \geq 3.5$)

5.1.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

5.1.3.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคสมุทรปราการ ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2563 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา จำนวน 3 ห้อง รวมทั้งหมด 80 คน

5.1.3.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคสมุทรปราการ ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 30105-2007 ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2563 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 30 คน ผู้วิจัยใช้วิธีสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster or Area Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม

5.1.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

5.1.4.1 บอร์ดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 สามารถปฏิบัติการทดลองได้ครอบคลุมคำอธิบายในรหัสวิชา 30105-2007 รายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ ประกอบด้วยส่วนประกอบสำคัญ ภาคอินพุตเอาต์พุตพื้นฐาน เช่น LED Display, OLED Display, Digital Input, Analog Input เป็นต้น ภาคเซ็นเซอร์ต่าง ๆ เช่น เซ็นเซอร์วัดค่าแสงด้วย BH1750, เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นด้วย DHT22, เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิด้วย DS18B20, เซ็นเซอร์วัดระยะทาง Ultrasonic, เซ็นเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหว เป็นต้น และภาคขับอุปกรณ์กำลังสูง เช่น ภาคขับด้วยโซลิดสเตตรีเลย์, ภาคขับด้วยรีเลย์, ภาคขับดีซีมอเตอร์, ภาคขับเซอร์โวมอเตอร์ เป็นต้น

5.1.4.2 ใบงานการทดลองชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 มีจำนวนทั้งสิ้น 5 ใบงาน และใบงานรวม ประกอบด้วย ใบงานที่ 1 เรื่อง งานเขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมรีเลย์และขับโหลดไฟฟ้ากระแสสูง ใบงานที่ 2 เรื่องงานเขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อใช้งานเซ็นเซอร์ วัดอุณหภูมิ ความชื้น และค่าแสง ใบงานที่ 3 เรื่อง งานเขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมดีซีมอเตอร์และสเต็ปมอเตอร์ ใบงานที่ 4 เรื่อง งานเขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ ใบงานที่ 5 เรื่อง งานเขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมอุปกรณ์ โดยใช้ Blynk และใบงานรวม เรื่อง การประยุกต์ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในงานสมาร์ทฟาร์ม ซึ่งแต่ละใบงานการทดลองประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ได้แก่ ชื่อใบงาน วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ทฤษฎีพื้นฐานสำหรับการทดลอง ข้อควรระวัง เครื่องมือและอุปกรณ์การทดลอง ลำดับขั้นการทดลอง สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง และคำถามท้ายการทดลอง โดยใบงานสุดท้ายเป็นใบงานเพื่อทดสอบการปฏิบัติการทดลอง

5.1.4.3 แบบประเมินคุณภาพของชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2563

5.1.4.4 แบบประเมินคุณภาพเพื่อหาคุณภาพของใบงานการทดลองชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2563

5.1.4.5 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อใช้สำหรับหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่าง เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวนทั้งหมด 30 ข้อ โดยมีความเที่ยงตรงด้านเนื้อหากับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมมีค่า IOC ระหว่าง 0.70 ถึง 1.00 ค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.20 ถึง 0.80 อำนาจจำแนกมีค่าตั้งแต่ 0.20 ถึง 1.00

5.1.4.6 แบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2563

5.1.4.7 แบบบันทึกคะแนนการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาคปฏิบัติ เพื่อใช้บันทึกผลการปฏิบัติใบงานการทดลองตามเกณฑ์การให้คะแนนระหว่างการปฏิบัติการทดลองตามใบงานการทดลอง

5.1.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลจะทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคสมุทรปราการ ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 30105-2007 ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2563 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 30 คน ผู้วิจัยใช้วิธีสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster or Area Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม โดยกำเนินการทดลองดังนี้

5.1.5.1 นำเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาใบงาน และด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ตรวจสอบเครื่องมือก่อนนำไปใช้

5.1.5.2 แนะนำกลุ่มตัวอย่างเกี่ยวกับการใช้ชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2563 ขอบเขตเนื้อหา วัตถุประสงค์ และชี้แจงรายละเอียดที่สำคัญก่อนการทดลอง

5.1.5.3 ให้กลุ่มตัวอย่างปฏิบัติตามใบงานการทดลองครั้งละ 1 ใบงาน และให้กลุ่มตัวอย่างทดแบบทดสอบระหว่างการทดลองและบันทึกคะแนน จนครบ 30 คน

5.1.5.4 หลักจากปฏิบัติการทดลองใบงานการทดลองจนครบ 5 ใบงานแล้ว ผู้วิจัยให้กลุ่มตัวอย่างทำใบงานทดสอบการรปฏิบัติการทดลองจำนวน 1 ใบงาน และทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและบันทึกคะแนน

5.1.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากการประเมินคุณภาพของผู้ทรงคุณวุฒิ และกลุ่มตัวอย่างมาวิเคราะห์เพื่อหาคุณภาพและประสิทธิภาพของชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2563 มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

5.1.6.1 วิเคราะห์หาคุณภาพของชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2563 ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ โดยใช้ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

5.1.6.2 วิเคราะห์หาคุณภาพของใบงานการทดลองชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2563 ด้านเนื้อหาใบงาน โดยใช้ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

5.1.6.3 วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2563 ตามเกณฑ์ที่กำหนด E_1/ E_2

5.1.6.4 วิเคราะห์หาความพึงพอใจที่มีต่อชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2563 โดยใช้ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

5.1.6.5 วิเคราะห์หาความพึงพอใจที่มีต่อใบงานการทดลองชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2563 โดยใช้ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

5.1.7 สรุปผลการวิจัย

จากการดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนดังกล่าว สามารถสรุปผลการวิจัยได้ ดังนี้

5.1.7.1 คุณภาพของชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2563 ที่สร้างขึ้น จากการประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิ มีคุณภาพอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.31 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.56 เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ สามารถนำไปใช้ประกอบกิจกรรมการเรียนการสอนได้

5.1.7.2 คุณภาพของใบงานการทดลองชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2563 ที่สร้างขึ้น จากการประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิ มีคุณภาพอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.00 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.53 เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ สามารถนำไปใช้ประกอบกิจกรรมการเรียนการสอนได้

5.1.7.3 ประสิทธิภาพของชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2563 ที่สร้างขึ้น จากการทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน วิเคราะห์ข้อมูลปรากฏว่า ชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32

วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2563 มีประสิทธิภาพ E_1/ E_2 เท่ากับ 81.84/80.20

5.1.7.4 ความพึงพอใจที่มีต่อชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 และใบงานการทดลองชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2563 ที่สร้างขึ้น จากการประเมินโดยกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน มีระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.53 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.53 เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

5.2.1 คุณภาพของชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2563 มีคุณภาพอยู่ในระดับดี ($\overline{X}$ = 4.31, S.D. = 0.56) เนื่องจากชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2563 มีความสะดวกในการดำเนินการสอน รูปร่าง ขนาดมีความเหมาะสม มีวิธีการใช้งานไม่ยุ่งยาก ซับซ้อน สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียน มีความสะดวกในการเตรียมอุปกรณ์ ทำให้มีประสบการณ์ในการเรียนรู้ มีความสัมพันธ์การใช้งานร่วมกับใบงาน มีความปลอดภัยในขณะทำการทดลอง มีความสะดวกในการบำรุงรักษา และมีความแข็งแรง แสดงว่าชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2563 สามารถนำไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน สอดคล้องกับ กิตติ หอมนวล ที่ได้รายงานผลการวิจัย ชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมสายพานจำแนกสีและแขนกลจำแนกชนิดวัตถุ วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ผลการวิจัยพบว่า ชุดทดลองมีคุณภาพอยู่ในระดับดี และใบงานการทดลองมีคุณภาพอยู่ในระดับดี ทั้งนี้เนื่องมาจาก ชุดทดลองมีความเหมาะสม รูปแบบใบงาน ง่ายต่อการใช้งาน ช่วยให้เกิดความสะดวกในการทดลอง และสร้างแรงจูงใจต่อการเรียน เนื่องจากผู้เรียนสามารถดำเนินการได้สอดคล้องกับชุดทดลองอย่างเป็นลำดับ ส่วนความถูกต้องชัดเจนของตัวอักษรและรูปภาพ และความชัดเจนในคำอธิบายแต่ละขั้นตอน

5.2.2 ประสิทธิภาพของชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2563 มีประสิทธิภาพ E_1/ E_2 เท่ากับ 81.84/80.20 แสดงว่าชุดทดลองมีประสิทธิภาพผ่านเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ จากผลการหาประสิทธิภาพชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 ที่ E_1 มากกว่า E_2 นั้นผู้วิจัยได้สังเกตว่า 1) ผู้วิจัยมีการวางแผนในการสร้างเครื่องมือเป็นอย่างดี เช่น การสร้างชุดทดลองมีการศึกษารูปแบบการทดลองด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 จากโปรแกรมจำลองผ่านอินเทอร์เน็ตก่อนนำมาสร้างชุดทดลองจริง หลังจากนั้นมีการทดลองใช้งานจริงและหาข้อบกพร่อง ปรับปรุงแก้ไขให้สมบูรณ์อีกครั้ง

แล้วจึงใช้ทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง 2) ผู้เรียนได้รับคำแนะนำการปฏิบัติใบงานการทดลองด้วยชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2563 จากครูผู้สอนอย่างใกล้ชิด นอกจากนี้ ผู้เรียนเป็นนักศึกษาที่เรียนต่อเนื่องจากหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ซึ่งได้เรียนในรายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์มาก่อนแล้ว ส่งผลให้มีประสิทธิภาพในการปฏิบัติการทดลองมีค่าที่สูง สอดคล้องกับ วิชัย นระมาตย์ ที่ได้ทำการวิจัยเรื่อง ชุดทดลองสายอากาศพื้นฐาน วิชาปฏิบัติการวิศวกรรมสายอากาศ ผลการวิจัยพบว่าประสิทธิภาพของชุดทดลอง มีค่าเท่ากับ 82.50/82.00 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 และสอดคล้องกับ จักรพันธุ์ สุทธิสอน ที่ได้ทำการวิจัยเรื่อง ชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR ATMEGA 1280 ผลการวิจัยพบว่า ประสิทธิภาพชุดการสอนมีค่าเท่ากับ 79.78/78.10 และสอดคล้องกับ ณัฐวิชช์ สุขสง ที่ได้ทำการวิจัยเรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอน เรื่องการควบคุมเซอร์โวนิวเมติกส์ด้วย PLC ผลการวิจัยพบว่า ประสิทธิภาพชุดการสอนที่สร้างขึ้นมีค่าเท่ากับ 90.00/83.91 สูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่ตั้งไว้ แสดงว่าชุดการสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพที่จะสามารถนำไปใช้สอนได้

5.2.3 ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดทดลองบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2563 โดยภาพรวมพบว่าผู้เรียนมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด เป็นไปตามสมมติฐาน เนื่องจากชุดทดลองบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ และใบงานการทดลองชุดทดลองบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ มีความสะดวกในการเตรียมอุปกรณ์และปลอดภัย รูปแบบ ขนาดของชุดทดลองมีความเหมาะสมในการทดลอง ชุดทดลองมีความสัมพันธ์กับใบงานการทดลอง และสามารถตรวจเช็ค ซ่อมแซม และบำรุงรักษาได้ง่าย สอดคล้องกับ อนิวรรตน์ พลรักษ์ ที่ได้รายงานผลการวิจัย การสร้างและทดสอบประสิทธิภาพชุดฝึกอบรม เรื่อง ไมโครคอนโทรลเลอร์และการประยุกต์ใช้งานหุ่นยนต์พื้นฐาน ผลการวิจัยพบว่า ผู้เข้ารับการอบรมที่ได้เข้ารับการฝึกอบรมจากชุดฝึกอบรม เรื่อง ไมโครคอนโทรลเลอร์และการประยุกต์ใช้งานหุ่นยนต์พื้นฐาน อยู่ในระดับมากที่สุด

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ข้อเสนอแนะจากการวิจัยครั้งนี้

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สร้างชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2563 จำนวน 10 ชุด จากนั้นนำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน โดยแบ่งเป็นกลุ่ม ๆ ละ 10 คน จึงทำให้ผู้เรียนขาดความต่อเนื่องในการปฏิบัติการทดลอง ส่งผลให้ประสิทธิภาพของชุดทดลองที่ได้ไม่มีความชัดเจนเท่าที่ควร

5.3.2 ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

5.3.1.1 ควรพัฒนาชุดทดลองบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 ให้มีความสอดคล้องเนื้อหาเกี่ยวกับอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (Internet of Things : IoT) มากยิ่งขึ้น เพื่อสร้างแรงจูงใจและเสริมทักษะการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนสามารถพัฒนาการประยุกต์ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์กับงานด้านอื่น ๆ ต่อไปในอนาคต

5.3.1.2 ควรนำชุดทดลองที่พัฒนาขึ้น ทดลองใช้กับสถานศึกษาอื่น ในสภาพแวดล้อมที่ต่างกันออกไป เพื่อเพิ่มความเชื่อมั่นในประสิทธิภาพของชุดทดลอง และจะได้พัฒนาชุดทดลองให้ครอบคลุมเนื้อหารายวิชาต่อไป

บรรณานุกรม

กฤษมันต์ วัฒนาณรงค์. 2557. **นวัตกรรมและเทคโนโลยีเทคนิคศึกษา**. ศูนย์ผลิตตำราเรียน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

กิตติ หอมลำดวน. 2556. “ชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมสายพานจำแนกสีและแขนกลจำแนกชนิดวัตถุ วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง.” ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

จักรพันธุ์ สุทธิสอน. 2558. “ชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR ATMEGA 1280.” ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

จิรวัฒน์ แสงคุณธรรม. 2560. “ชุดฝึกอบรม เรื่องอินเทอร์เน็ตสำหรับสรรพสิ่ง.” ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ชัยยงค์ พรหมวงศ์. 2556. “การทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน.” **วารสารศิลปกรศึกษาศาสตร์วิจัย**. 5(1) : 7 - 19.

ณัฐวิชช์ สุขสง. 2560. “การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอนเรื่องการควบคุมเซอร์โวนิวเมติกส์ด้วย PLC.” ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์ บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าพระนครเหนือ.

บุญชม ศรีสะอาด. 2553. **การวิจัยเบื้องต้น**. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.

ปฏิภาณ สำเนียง. 2556. “ชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2546 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา.” ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ปฏิวัติ อาสาเสน. 2555. “การพัฒนาชุดทดลองการรับส่งข้อมูลกับอุปกรณ์เชื่อมต่อภายนอก PIC Microcontroller 18F4550.” ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์.

พรรณี ลีกิจวัฒนะ. 2555. **วิธีการวิจัยทางการศึกษา**. กรุงเทพฯ : คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

วิชัย นระมาตย์. 2557. “ชุดทดลองสายอากาศพื้นฐาน วิชาปฏิบัติการวิศวกรรมสายอากาศ.” ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

วิระศักดิ์ วัตถุ. 2554. “การพัฒนาชุดทดลอง MCS-51 ผ่านพอร์ต USB.” ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

วีระพล สวัสดิ์วงค์. 2556. “ชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F913.” อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

สนธยา นงนุช. 2560. **การใช้งาน ESP32 เบื้องต้น**. ชลบุรี : ร้านไอโอเอ็กซ์ฮ๊อบ.

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ. 2557. **หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2557 ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม**. กรุงเทพฯ.

สุชิน ชินสีห์. 2548. “การสร้างและศึกษาประสิทธิภาพชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ เรื่อง การรับส่งข้อมูลกับอุปกรณ์เชื่อมต่อภายนอกของ PIC Microcontroller.” ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

สุรพงษ์ พิมพ์อาจเอี่ยม. 2554. “การสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดประลองไมโครคอนโทรลเลอร์.” ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

สุราษฎร์ พรมจันทร์. 2555. **ยุทธวิธีการเรียนการสอนวิชาเทคนิค**. กรุงเทพฯ : คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

อขนิษฐ เครืออนันต์. 2551. “การพัฒนาใบงานปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51.” ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

อนิวรรตน์ พลรักษ์. 2555. “การสร้างและทดสอบประสิทธิภาพชุดฝึกอบรม เรื่อง ไมโครคอนโทรลเลอร์และการประยุกต์ใช้งานหุ่นยนต์พื้นฐาน.” ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
ภาคผนวก ข แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
ภาคผนวก ค การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ
ภาคผนวก ง หนังสือราชการ
ภาคผนวก จ ชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32
ภาคผนวก ฉ ใบงานการทดลอง

ภาคผนวก ก

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- แบบประเมินคุณภาพชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32
- แบบประเมินใบงานการทดลองชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32
- แบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32
- แบบบันทึกคะแนนการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาคปฏิบัติ

แบบประเมินคุณภาพ

ชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 รายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์

คำชี้แจง

แบบประเมินคุณภาพนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินคุณภาพชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 รายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อนำผลการศึกษาไปพัฒนา ปรับปรุง ชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 ให้ตรงกับความต้องการของผู้เรียน คำตอบของท่านจะไม่มีผลกระทบต่อตัวท่านแต่อย่างใด ผู้วิจัยจะนำมาวิเคราะห์และนำเสนอผลการศึกษาในลักษณะภาพรวมเท่านั้น

นายสุรเดช ศิริ
ผู้วิจัย

คำแนะนำในการตอบแบบประเมิน

1. อ่านคำแนะนำในการตอบแบบอย่างละเอียด
2. ให้ท่านคำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับคุณภาพเพียงข้อเดียว ที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน โดยกำหนดเกณฑ์การเลือก 5 ระดับ ดังนี้

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

แบบประเมินคุณภาพของชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์
หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2563

ข้อ	รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ				
		5	4	3	2	1
1	เหมาะสมกับระดับผู้เรียน					
2	สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียน					
3	มีความสะดวกในการเตรียมอุปกรณ์					

ข้อ	รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ				
		5	4	3	2	1
4	อุปกรณ์การสอนทำให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้					
5	อุปกรณ์การสอนทำให้มีประสบการณ์ในการเรียนรู้					
6	ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการใช้อุปกรณ์					
7	ความเหมาะสมในการจัดตำแหน่งติดตั้งอุปกรณ์					
8	มีความสัมพันธ์การใช้งานร่วมกับ ใบงาน					
9	มีความสะดวกในการดำเนินการสอน					
10	ความปลอดภัยในขณะทำการทดลอง					
11	รูปร่าง ขนาดมีความเหมาะสม					
12	มีวิธีการใช้งานไม่ยุ่งยาก ซับซ้อน					
13	ความสะดวกในการบำรุงรักษา					
14	มีความแข็งแรง					
15	ต้นทุนการผลิตกับประโยชน์ที่ได้รับ					

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่น ๆ

....

....

....

....

....

....

ลงชื่อ ....

(..)

ผู้ทรงคุณวุฒิ

แบบประเมินคุณภาพ

ใบงานการทดลองชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 รายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์

คำชี้แจง

แบบประเมินคุณภาพฉบับนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินคุณภาพใบงานการทดลองชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 รายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อนำผลการศึกษาไปพัฒนา ปรับปรุงใบงานการทดลองชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 ให้ตรงกับความต้องการของผู้เรียน คำตอบของท่านจะไม่มีผลกระทบต่อตัวท่านแต่อย่างใด ผู้วิจัยจะนำมาวิเคราะห์และนำเสนอผลการศึกษาในลักษณะภาพรวมเท่านั้น

นายสุรเดช ศิริ
ผู้วิจัย

คำแนะนำในการตอบแบบประเมิน

3. อ่านคำแนะนำในการตอบแบบอย่างละเอียด
4. ให้ท่านคำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับคุณภาพเพียงข้อเดียว ที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน โดยกำหนดเกณฑ์การเลือก 5 ระดับ ดังนี้

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

แบบประเมินคุณภาพของใบงานการทดลองชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32
วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2563

ข้อ	รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ				
		5	4	3	2	1
1	ใบงานครอบคลุมวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม					
2	ใบงานมีความเหมาะสมกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม					

ข้อ	รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ				
		5	4	3	2	1
3	ใบงานมีเนื้อหาถูกต้อง					
4	เนื้อหาก่อให้เกิดแรงจูงใจต่อการเรียน					
5	ความชัดเจนในการอธิบายลำดับขั้นตอนการทดลองแต่ละขั้น					
6	รูปแบบใบงานง่ายต่อการปฏิบัติ					
7	ความถูกต้องของรูปวงจร ตารางบันทึกผลการทดลอง					
8	ความสะดวกในการบันทึกผลที่ได้จากการทดลอง					
9	คำถามท้ายการทดลองครอบคลุมวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม					
10	ใบงานมีความเหมาะสมกับผู้เรียน					
11	สามารถลดเวลาในการสื่อความหมายให้เข้าใจได้ดี					
12	คุณค่าของใบงานการทดลองทางวิชาการ					

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่น ๆ

....

....

....

....

....

....

ลงชื่อ ....

(...)

ผู้ทรงคุณวุฒิ

แบบประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการใช้งาน
ชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 รายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์

คำชี้แจง

แบบประเมินความพึงพอใจฉบับนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการใช้งานชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 รายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อนำผลการศึกษาไปพัฒนา ปรับปรุง ชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 ให้ตรงกับความต้องการของผู้เรียน คำตอบของท่านจะไม่มีผลกระทบต่อตัวท่านแต่อย่างใด ผู้วิจัยจะนำมาวิเคราะห์และนำเสนอผลการศึกษาในลักษณะภาพรวมเท่านั้น

แบบสอบถามมีทั้งหมด 3 ตอน ประกอบด้วย

ตอนที่ 1 สถานภาพทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตอนที่ 2 ความพึงพอใจของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะอื่น ๆ

ตอนที่ 1 ข้อมูลสถานภาพทั่วไป

1) เพศ	❒ ชาย	❒ หญิง	
2) อายุ	❒ 15-17 ปี	❒ 18-20 ปี	❒ 21-23 ปี
3) ระดับชั้น	❒ ปวช.	❒ ปวส.	❒ ทล.บ.
4) สาขาวิชา	❒ ไฟฟ้า		
	❒ อิเล็กทรอนิกส์		
	❒ เทคโนโลยีโทรคมนาคม		
	❒ เครื่องมือวัดและควบคุม		
	❒ แมคคาทรอนิกส์และหุ่นยนต์		
	❒ เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์		
	❒ อื่น ๆ (โปรดระบุ)...		

ตอนที่ 2 ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการใช้งานชุดทดลอง

โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการใช้งานชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ รายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์

5 หมายถึง พึงพอใจมากที่สุด

4 หมายถึง พึงพอใจมาก

3 หมายถึง พึงพอใจปานกลาง

2 หมายถึง พึงพอใจน้อย

1 หมายถึง พึงพอใจน้อยที่สุด

ข้อ	รายการประเมิน	ความพึงพอใจ				
		5	4	3	2	1
1	อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองแสดงรายละเอียดได้ชัดเจนและเหมาะสมในการทดลอง					
2	วัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้มีความแข็งแรง เหมาะสมในการทดลอง					
3	รูปแบบ ขนาดของชุดทดลองมีความเหมาะสมในการทดลอง					
4	มีความเหมาะสมกับเนื้อหาและตรงตามวัตถุประสงค์รายวิชา					
5	ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเข้าใจการปฏิบัติงานจริง					
6	มีความสัมพันธ์กับใบงานการทดลอง					
7	มีคุณค่าในทางวิชาการ					
8	มีความสะดวกในการเตรียมอุปกรณ์และปลอดภัย					
9	การทดลอง					
10	สามารถตรวจเช็ค ซ่อมแซม และบำรุงรักษาได้ง่าย					

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะอื่น ๆ

....

....

....

....

....

....

แบบประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อใบงานการทดลอง
ชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 รายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์

คำชี้แจง

แบบประเมินความพึงพอใจฉบับนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อใบงานการทดลองชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 รายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อนำผลการศึกษาไปพัฒนา ปรับปรุง ใบงานการทดลองชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 ให้ตรงกับความต้องการของผู้เรียน คำตอบของท่านจะไม่มีผลกระทบต่อตัวท่านแต่อย่างใด ผู้วิจัยจะนำมาวิเคราะห์และนำเสนอผลการศึกษาในลักษณะภาพรวมเท่านั้น

แบบสอบถามมีทั้งหมด 3 ตอน ประกอบด้วย

ตอนที่ 1 สถานภาพทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตอนที่ 2 ความพึงพอใจของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะอื่น ๆ

ตอนที่ 1 ข้อมูลสถานภาพทั่วไป

5) เพศ	❒ ชาย	❒ หญิง	
6) อายุ	❒ 15-17 ปี	❒ 18-20 ปี	❒ 21-23 ปี
7) ระดับชั้น	❒ ปวช.	❒ ปวส.	❒ ทล.บ.
8) สาขาวิชา	❒ ไฟฟ้า		
	❒ อิเล็กทรอนิกส์		
	❒ เทคโนโลยีโทรคมนาคม		
	❒ เครื่องมือวัดและควบคุม		
	❒ แมคคาทรอนิกส์และหุ่นยนต์		
	❒ เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์		
	❒ อื่น ๆ (โปรดระบุ)...		

ตอนที่ 2 ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการใบงานการทดลอง

โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อใบงานการทดลอง ชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ รายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์

5 หมายถึง พึงพอใจมากที่สุด

4 หมายถึง พึงพอใจมาก

3 หมายถึง พึงพอใจปานกลาง

2 หมายถึง พึงพอใจน้อย

1 หมายถึง พึงพอใจน้อยที่สุด

ข้อ	รายการประเมิน	ความพึงพอใจ				
		5	4	3	2	1
1	มีเนื้อหาการทดลองครอบคลุมคำอธิบายรายวิชา					
2	ใบงานการทดลองมีความเหมาะสมกับวัตถุประสงค์					
3	กำหนดวิธีการ ขั้นตอนการทดลองที่ชัดเจน					
4	ลำดับขั้นการทดลองมีความเหมาะสมต่อเวลาในการทดลอง					
5	เนื้อหาการทดลองสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้จริง					
6	คำถามท้ายการทดลองสอดคล้องกับการการทดลอง					
7	ช่วยให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้ด้วยตนเอง					
8	รูปวงจร ชัดเจนและเข้าใจง่าย สะดวกต่อการทดลอง					
9	มีการบันทึกผลการทดลองที่ถูกต้องและเหมาะสม					
10	มีเกณฑ์การประเมินผลที่ชัดเจน					

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะอื่น ๆ

....

....

....

....

....

....

แบบบันทึกคะแนนการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาคปฏิบัติ

ชื่อ-สกุล.. รหัสนักศึกษา...

ใบงานการทดลองที่ .... เรื่อง ....

นักศึกษา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิสมุทรปราการ

<u>คำชี้แจง</u> ให้ใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องคะแนนที่ตรงกับการสังเกตของท่าน โดยเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด

ลำดับ	คุณลักษณะที่ต้องการวัด	น้ำหนักคะแนน	คะแนน		
			2	1	0
1	ตรวจสอบบอร์ดทดลองโดยการโปรแกรมจากเครื่องคอมพิวเตอร์ได้	2			
2	ต่อวงจรการทดลองได้ถูกต้องตามลำดับขั้นตอน	3			
3	เขียนโปรแกรมทดสอบได้ถูกต้อง	4			
4	ปรับปรุงแก้ไขโปรแกรมได้ตามคำสั่ง	3			
5	บันทึกผลการทดลองได้ถูกต้อง ครบถ้วน สมบูรณ์	2			
6	สรุปผลการทดลองได้ตรงตามวัตถุประสงค์	2			
7	ปฏิบัติการทดลองได้ตรงตามเวลาที่กำหนด	3			
8	ความเรียบร้อยหลังการปฏิบัติงาน	1			
รวมคะแนน					
รวมคะแนนทั้งหมด		20			

.... ผู้ประเมิน

(...)

........../................./................

เกณฑ์การให้คะแนน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ภาคปฏิบัติ)

1. ตรวจสอบบอร์ดทดลองโดยการโปรแกรมจากเครื่องคอมพิวเตอร์ได้

    2 คะแนน เมื่อ ตรวจสอบบอร์ดทดลองโดยการโปรแกรมจากเครื่องคอมพิวเตอร์ได้

    1 คะแนน เมื่อ ตรวจสอบบอร์ดทดลองโดยการโปรแกรมจากเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยมีการขอคำแนะนำ 1 ครั้ง

    0 คะแนน เมื่อ ตรวจสอบบอร์ดทดลองโดยการโปรแกรมจากเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยมีการขอคำแนะนำ มากกว่า 1 ครั้ง

2. ต่อวงจรการทดลองได้ถูกต้องตามลำดับขั้นตอน

    2 คะแนน เมื่อ ต่อวงจรการทดลองได้ถูกต้องตามลำดับขั้นตอน

    1 คะแนน เมื่อ ต่อวงจรการทดลองได้ถูกต้องตามลำดับขั้นตอน ผิดไม่เกิน 2 ครั้ง

    0 คะแนน เมื่อ ต่อวงจรการทดลองได้ถูกต้องตามลำดับขั้นตอน ผิดเกิน 2 ครั้ง

3. เขียนโปรแกรมทดสอบได้ถูกต้อง

    2 คะแนน เมื่อ เขียนโปรแกรมทดสอบได้ถูกต้อง

    1 คะแนน เมื่อ เขียนโปรแกรมทดสอบได้ ผิดไม่เกิด 2 จุด

    0 คะแนน เมื่อ เขียนโปรแกรมทดสอบได้ ผิดเกิด 2 จุด

4. ปรับปรุงแก้ไขโปรแกรมได้ตามคำสั่ง

    2 คะแนน เมื่อ ปรับปรุงแก้ไขโปรแกรมตามคำสั่งได้ถูกต้อง

    1 คะแนน เมื่อ ปรับปรุงแก้ไขโปรแกรมตามคำสั่ง โดยมีการขอคำแนะนำ 1 ครั้ง

    0 คะแนน เมื่อ ปรับปรุงแก้ไขโปรแกรมตามคำสั่ง โดยมีการขอคำแนะนำมากกว่า 1 ครั้ง

5. บันทึกผลการทดลองได้ถูกต้อง ครบถ้วน สมบูรณ์

    2 คะแนน เมื่อ บันทึกผลการทดลองได้ถูกต้อง ครบถ้วน สมบูรณ์

    1 คะแนน เมื่อ บันทึกผลการทดลองได้ครบถ้วน สมบูรณ์ แต่ยังไม่ถูกต้อง

    0 คะแนน เมื่อ บันทึกผลการทดลองได้ไม่ครบถ้วน สมบูรณ์ และไม่ถูกต้อง

6. สรุปผลการทดลองได้ตรงตามวัตถุประสงค์

    2 คะแนน เมื่อ สรุปผลการทดลองได้ตรงตามวัตถุประสงค์

    1 คะแนน เมื่อ สรุปผลการทดลองได้ใกล้เคียงกับวัตถุประสงค์

    0 คะแนน เมื่อ สรุปผลการทดลองได้ไม่ตรงตามวัตถุประสงค์

7. ปฏิบัติการทดลองได้ตรงตามเวลาที่กำหนด

    2 คะแนน เมื่อ ปฏิบัติการทดลองเสร็จก่อนเวลาที่กำหนด หรือภายในเวลาที่กำหนด

    1 คะแนน เมื่อ ปฏิบัติการทดลองเสร็จหลังเวลาที่กำหนดไม่เกิน 5 – 10 นาที

    0 คะแนน เมื่อ ปฏิบัติการทดลองเสร็จหลังเวลาที่กำหนดเกิน 10 นาที

8. ความเรียบร้อยหลังการปฏิบัติงาน

2 คะแนน เมื่อ เก็บอุปกรณ์และทำความสะอาดความเรียบร้อยหลังการปฏิบัติงาน

1 คะแนน เมื่อ เก็บอุปกรณ์หลังการปฏิบัติงาน แต่ไม่ทำความสะอาด

0 คะแนน เมื่อ ไม่เก็บอุปกรณ์และทำความสะอาดความเรียบร้อยหลังการปฏิบัติงาน

ภาคผนวก ข

แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

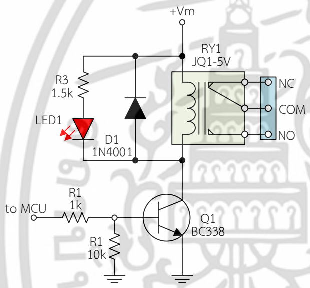
ตาราง ข.1 วิเคราะห์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ข้อคำถาม	ดัชนีความสอดคล้อง	ความยากง่าย	อำนาจจำแนก
	ผู้ทรงคุณวุฒิ	กลุ่มทดลอง 10 คน	
หน่วยที่ 10 งานเขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมรีเลย์และขับโหลดไฟฟ้ากระแสสูง **จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม** 1. อธิบายหลักการทำงานของรีเลย์ได้อย่างถูกต้อง 2. อธิบายวิธีการต่อวงจรรีเลย์และวงจรขับโหลดไฟฟ้ากระแสสูงกับไมโครคอนโทรลเลอร์ได้อย่างถูกต้อง 3. ต่อวงจรรีเลย์กับไมโครคอนโทรลเลอร์ตามที่กำหนดได้อย่างถูกต้อง 4. ต่อวงจรขับโหลดไฟฟ้ากระแสสูงกับไมโครคอนโทรลเลอร์ได้อย่างถูกต้อง 5. เขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมรีเลย์ได้อย่างถูกต้อง 6. เขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์ขับโหลดไฟฟ้ากระแสสูงได้อย่างถูกต้อง			
1. ข้อใดคือ หน้าที่ของรีเลย์ ก. ใช้กำหนดขาเป็น INPUT ข. โหมดการทำงานเป็น INPUT หรือ OUTPUT ค. เป็นสวิตช์แรงดันและกระแสไฟฟ้าสูง ง. กำหนดขาพอร์ตมีสถานะเป็นลอจิกสูงหรือลอจิกต่ำ	1	0.7	0.6
2. รีเลย์เป็นอุปกรณ์ที่ทำงานแบบใด ก. กลไกทางกล ข. แม่เหล็กไฟฟ้า ค. สวิตช์แรงเหวี่ยง ง. สวิตช์แรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง	0.7	0.8	0.4
3. ไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถจ่ายแรงดันและกระแสไฟฟ้าไปขับรีเลย์ได้ประมาณเท่าไร ก. +1V หรือ +5V 50mA ข. +3V หรือ +5V 50mA ค. +1V หรือ +5V 20mA ง. +3V หรือ +5V 20mA	1	0.5	0.6

ตาราง ข.1 (ต่อ)

ข้อคำถาม	ดัชนีความสอดคล้อง	ความยากง่าย	อำนาจจำแนก
	ผู้ทรงคุณวุฒิ	กลุ่มทดลอง 10 คน	
4. ข้อใดคือ หน้าสัมผัส (Contact) ของรีเลย์ ก. หน้าสัมผัสปกติปิด (Normally Closed) ข. หน้าสัมผัสปกติเปิด (Normally Opened) ค. หน้าสัมผัสปกติปิด (Normally Closed) และหน้าสัมผัสปกติเปิด (Normally Opened) ง. หน้าสัมผัสปกติทำงาน (Normally ON) และหน้าสัมผัสปกติไม่ทำงาน (Normally OFF)	0.7	0.7	0.2
5. คุณสมบัติรีเลย์ที่พิมพ์ลงบนตัวถังรีเลย์ว่า 10A 250VAC, 10A 125VAC หมายความว่าอย่างไร ก. ใช้กับไฟกระแสตรงที่แรงดัน 125 ถึง 250V ทนกระแสได้เกิน 10A ข. ใช้กับไฟกระแสตรงที่แรงดัน 125 ถึง 250V ทนกระแสได้ไม่เกิน 10A ค. ใช้กับไฟกระแสสลับที่แรงดัน 125 ถึง 250V ทนกระแสได้เกิน 10A ง. ใช้กับไฟกระแสสลับที่แรงดัน 125 ถึง 250V ทนกระแสได้ไม่เกิน 10A	1	0.6	0.4
6. โซลิดสเตตรีเลย์สำหรับไฟฟ้ากระแสสลับโครงสร้างทำมาจากอุปกรณ์ใด ก. ไทรแอค ข. มอสเฟต ค. ทรานซิสเตอร์ ง. เอสซีอาร์	1	0.5	0.2

ตาราง ข.1 (ต่อ)

ข้อคำถาม	ดัชนีความสอดคล้อง	ความยากง่าย	อำนาจจำแนก
	ผู้ทรงคุณวุฒิ	กลุ่มทดลอง 10 คน	
7. การใช้ทรานซิสเตอร์ขับแบบเดี่ยว เบอร์ 2N3904 มีค่ากระแสคอลเลกเตอร์สูงสุดได้เท่าไร ก. 100mA ข. 200mA ค. 300mA ง. 400mA	0.7	0.7	0.2
8. วงจรขับรีเลย์ 5V ดังรูป ไดโอด D1 ทำหน้าที่อะไร  ก. เปลี่ยนแรงดันไฟกระแสสลับเป็นไฟกระแสตรง ข. ป้องกันแรงดันไฟต้านกลับ ค. ต่อเป็นวงจรรักษาระดับแรงดัน ง. จ่ายไบแอสให้กับแอลอีดี	1	0.7	0.6
9. การต่อใช้งานวงจรขับรีเลย์และวงจรขับโหลดไฟฟ้ากระแสสูงกับไมโครคอนโทรลเลอร์ ต้องต่อใช้งานขาใด ก. ขา UART ข. ขา I^2C ค. ขา GPIO ง. ขา ADC	1	0.7	0.2

ตาราง ข.1 (ต่อ)

ข้อคำถาม	ดัชนีความสอดคล้อง	ความยากง่าย	อำนาจจำแนก
	ผู้ทรงคุณวุฒิ	กลุ่มทดลอง 10 คน	
10. การใช้ไอซีเบอร์ ULN2003 ขับกระแสโหลดได้มากที่สุดเท่าไร ก. 200mA ข. 300mA ค. 400mA ง. 500mA	0.7	0.7	0.2

ตาราง ข.1 (ต่อ)

<table>
<tr><th rowspan="2">ข้อคำถาม</th><th>ดัชนีความสอดคล้อง</th><th>ความยากง่าย</th><th>อำนาจจำแนก</th></tr>
<tr><th>ผู้ทรงคุณวุฒิ</th><th colspan="2">กลุ่มทดลอง 10 คน</th></tr>
<tr><td colspan="4">หน่วยที่ 11 งานเขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อใช้งานเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ ความชื้น และค่าแสง
จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
1. อธิบายหลักการทำงานของอุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิ ความชื้น และค่าแสงได้อย่างถูกต้อง
2. อธิบายวิธีการต่อวงจรตรวจวัดอุณหภูมิ ความชื้น และค่าแสงกับไมโครคอนโทรลเลอร์ได้อย่างถูกต้อง
3. ต่อวงจรใช้งานอุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิ ความชื้น และค่าแสงกับไมโครคอนโทรลเลอร์ตามที่กำหนดได้อย่างถูกต้อง
4. เขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์ใช้งานกับอุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิ ความชื้น และค่าแสงได้อย่างถูกต้อง</td></tr>
<tr><td>1. โมดูล DHT22/AM2302 ใช้สายสัญญาณดิจิทัลเพียงเส้นเดียวในการเชื่อมต่อแบบใด
ก. บิตอนุกรมสองทิศทาง
ข. บิตอนุกรมหนึ่งทิศทาง
ค. บิตผสมสองทิศทาง
ง. บิตขนานหนึ่งทิศทาง</td><td>1</td><td>0.6</td><td>0.4</td></tr>
<tr><td>2. โมดูล DHT22/AM2302 มีคุณสมบัติในการตรวจวัดอุณหภูมิ ความชื้นอยู่ในช่วงใด
ก. อุณหภูมิ -40 ถึง 100 เซลเซียส, ความชื้น 0 ถึง 120%RH
ข. อุณหภูมิ -40 ถึง 100 เซลเซียส, ความชื้น 0 ถึง 100%RH
ค. อุณหภูมิ -40 ถึง 80 เซลเซียส, ความชื้น 0 ถึง 100%RH
ง. อุณหภูมิ -40 ถึง 80 เซลเซียส, ความชื้น 0 ถึง 120%RH</td><td>1</td><td>0.6</td><td>0.4</td></tr>
</table>

ตาราง ข.1 (ต่อ)

ข้อคำถาม	ดัชนีความสอดคล้อง	ความยากง่าย	อำนาจจำแนก
	ผู้ทรงคุณวุฒิ	กลุ่มทดลอง 10 คน	
3. ต่อใช้งานโมดูล DHT22/AM2302 กับไมโครคอนโทรลเลอร์ ต้องต่อใช้งานขาใด ก. ขา UART ข. ขา I^2C ค. ขา GPIO ง. ขา ADC	1	0.8	0.4
4. ต่อใช้งานโมดูล DHT22 กับไมโครคอนโทรลเลอร์ ต้องประกาศใช้ไลบรารีข้อใด ก. #define DHT.h ข. #include <DHT.h> ค. #define DHT22.h ง. #include <DHT22.h>	1	0.7	0.2
5. ต่อใช้งานโมดูล DHT22 ขา Data ควรต่อตัวต้านทานพลูอัปค่าเท่าใด ก. 220Ω - 330Ω ข. 500Ω - 1kΩ ค. 1kΩ - 2kΩ ง. 4.7kΩ - 10kΩ	1	0.4	0.4
6. ต่อใช้งานโมดูล DHT22 กับไมโครคอนโทรลเลอร์ ควรมีระยะห่างไม่เกินเท่าไร ก. 20 เมตร ข. 15 เมตร ค. 10 เมตร ง. 5 เมตร	0.7	0.3	0.6

ตาราง ข.1 (ต่อ)

ข้อคำถาม	ดัชนีความสอดคล้อง	ความยากง่าย	อำนาจจำแนก
	ผู้ทรงคุณวุฒิ	กลุ่มทดลอง 10 คน	
7. ข้อใดคือ Address ของโมดูล BH1750 ก. 0x23, 0x5C ข. 0x23, 0x27 ค. 0x27, 0x3F ง. 0x27, 0x7F	1	0.5	0.2
8. โมดูล BH1750 มีคุณสมบัติในการตรวจวัดค่าแสงอยู่ในช่วงใด ก. 0 – 100 lux ข. 0 – 512 lux ค. 0 – 1023 lux ง. 0 – 65535 lux	1	0.7	0.2
9. ต่อใช้งานโมดูล BH1750 กับไมโครคอนโทรลเลอร์ต้องต่อใช้งานขาใด ก. ขา UART ข. ขา I^{2}C ค. ขา GPIO ง. ขา ADC	1	0.7	0.2
10. ต่อใช้งานโมดูล BH1750 กับไมโครคอนโทรลเลอร์ต้องประกาศใช้ไลบรารีข้อใด ก. #include <DHT.h> ข. #include <LiquidCrystal.h> ค. #include < BH1750.h> ง. #include <SoftwareSerial.h>	0.7	0.6	0.4

ตาราง ข.1 (ต่อ)

ข้อคำถาม	ดัชนีความสอดคล้อง	ความยากง่าย	อำนาจจำแนก
	ผู้ทรงคุณวุฒิ	กลุ่มทดลอง 10 คน	
หน่วยที่ 12 งานเขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมดีซีมอเตอร์และสเต็ปมอเตอร์ **จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม** 1. อธิบายหลักการทำงานของดีซีมอเตอร์และสเต็ปมอเตอร์ได้อย่างถูกต้อง 2. อธิบายวิธีการต่อวงจรควบคุมดีซีมอเตอร์และสเต็ปมอเตอร์กับไมโครคอนโทรลเลอร์ได้อย่างถูกต้อง 3. ต่อวงจรควบคุมดีซีมอเตอร์และสเต็ปมอเตอร์กับไมโครคอนโทรลเลอร์ตามที่กำหนดได้อย่างถูกต้อง 4. เขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมดีซีมอเตอร์และสเต็ปมอเตอร์ได้อย่างถูกต้อง			
1. มอเตอร์ไฟฟ้าหมายถึงข้อใด ก. เครื่องกลไฟฟ้าที่เปลี่ยนพลังงานกลเป็นพลังงานไฟฟ้า ข. เครื่องกลไฟฟ้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล ค. เครื่องกลไฟฟ้าที่เปลี่ยนพลังงานกลเป็นพลังงานแสง ง. เครื่องกลไฟฟ้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานลม	0.7	0.8	0.4
2. กระแสไฟฟ้าในขดลวดสนามแม่เหล็กจะสร้างขั้วแม่เหล็กแบบใด ก. ขั้วสูง ขั้วต่ำ ข. ขั้วซ้าย ขั้วขวา ค. ขั้วเหนือ ขั้วใต้ ง. ขั้วบน ขั้วล่าง	1	0.8	0.4

ตาราง ข.1 (ต่อ)

ข้อคำถาม	ดัชนีความสอดคล้อง	ความยากง่าย	อำนาจจำแนก
	ผู้ทรงคุณวุฒิ	กลุ่มทดลอง 10 คน	
3. ข้อใดคือส่วนประกอบหลักของดีซีมอเตอร์ ก. ขั้วแม่เหล็กเหนือ/ใต้ ข. มอเตอร์ไฟกระแสตรง/มอเตอร์ไฟกระแสสลับ ค. ขดลวดอาร์เมเจอร์/ขดลวดสนามแม่เหล็ก ง. ทุ่นอาร์เมเจอร์/สเตเตอร์	0.7	0.5	0.2
4. หลักการทำงานของดีซีมอเตอร์คือข้อใด ก. กระแสไฟตรงตัดผ่านสนามแม่เหล็ก เกิดทอร์กขึ้นในทิศทางที่เหมาะสม ข. แรงดันไฟตรงตัดผ่านสนามแม่เหล็ก เกิดทอร์กขึ้นในทิศทางที่เหมาะสม ค. กระแสไฟสลับตัดผ่านสนามแม่เหล็ก เกิดทอร์กขึ้นในทิศทางที่เหมาะสม แรงดันไฟสลับตัดผ่านสนามแม่เหล็ก เกิดทอร์กขึ้นในทิศทางที่เหมาะสม	1	0.7	0.2
5. วงจร H-Bridge สามารถควบคุมมอเตอร์ได้อย่างไร ก. ควบคุมความเร็วรอบของมอเตอร์ ข. ควบคุมทิศทางของมอเตอร์ ค. ควบคุมทิศทางและความเร็วรอบของมอเตอร์ ง. ควบคุมการหมุนตามเข็มและทวนเข็มนาฬิกาของมอเตอร์	1	0.8	0.4
6. วงจรขับแบบ H-Bridge ด้วยไอซี TB6612FNG ถ้าต้องการให้มอเตอร์หยุดหมุนต้องกำหนดอย่างไร ก. IN1 = H , IN2 = H ข. IN1 = L , IN2 = L ค. PWM = L ง. STBY = L	1	0.3	0.6

ตาราง ข.1 (ต่อ)

ข้อคำถาม	ดัชนีความสอดคล้อง	ความยากง่าย	อำนาจจำแนก
	ผู้ทรงคุณวุฒิ	กลุ่มทดลอง 10 คน	
7. วงจรขับแบบ H-Bridge ด้วยไอซี TB6612FNG ถ้าต้องการให้มอเตอร์หมุนตามเข็มนาฬิกาต้องกำหนดอย่างไร ก. IN1 = H , IN2 = L ข. IN1 = L , IN2 = H ค. IN1 = L , IN2 = L ง. IN1 = H , IN2 = H	1	0.7	0.6
8. ข้อใดคือหลักการทำงานของสเต็ปมอเตอร์ ก. ทำงานด้วยการการจ่ายไฟเข้าไปทีละขด ข. ทำงานด้วยการกำหนดความถี่ของสัญญาณ ค. ทำงานด้วยการกำหนดแอมพลิจูดของสัญญาณ ง. ทำงานด้วยการกำหนดระดับแรงดันของสัญญาณ	1	0.7	0.2
9. ข้อใด**ไม่ใช่**การควบคุมสเต็ปมอเตอร์ ก. การกระตุ้นเฟสแบบฟลูสเต็ป 1 เฟส ข. การกระตุ้นเฟสแบบฟลูสเต็ป 3 เฟส ค. การกระตุ้นเฟสแบบฟลูสเต็ป 2 เฟส ง. การกระตุ้นเฟสแบบฮาล์ฟสเต็ป	0.7	0.6	0.4
10. ข้อใดคือ บอร์ดสำหรับใช้ขับสเต็ปมอเตอร์ ก. L298N ข. L293D ค. ULN2003 ง. TB6612FNG	0.7	0.6	0.4

ตาราง ข.1 (ต่อ)

ข้อคำถาม	ดัชนีความสอดคล้อง	ความยากง่าย	อำนาจจำแนก
	ผู้ทรงคุณวุฒิ	กลุ่มทดลอง 10 คน	
หน่วยที่ 13 งานเขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ **จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม** 1. อธิบายหลักการทำงานของเซอร์โวมอเตอร์ได้อย่างถูกต้อง 2. อธิบายวิธีการต่อวงจรควบคุมเซอร์โวมอเตอร์กับไมโครคอนโทรลเลอร์ได้อย่างถูกต้อง 3. ต่อวงจรควบคุมเซอร์โวมอเตอร์กับไมโครคอนโทรลเลอร์ตามที่กำหนดได้อย่างถูกต้อง 4. เขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ได้อย่างถูกต้อง			
1. Gear Train หรือ Gearbox ทำหน้าที่อย่างไร ก. เป็นชุดเกียร์เพิ่มแรง ข. เป็นชุดเกียร์ทดแรง ค. เป็นส่วนควบคุมและประมวลผล ง. เป็นส่วนของตัวมอเตอร์	1	0.6	0.4
2. Electronic Control System หมายถึงข้อใด ก. เป็นส่วนที่ควบคุมและประมวลผล ข. เป็นส่วนของตัวมอเตอร์ ค. จุดเชื่อมต่อสายไฟ ง. เซ็นเซอร์ตรวจจับตำแหน่งเพื่อหาค่าองศาในการหมุน	1	0.7	0.2
3. กำหนดความกว้างของสัญญาณพัลส์ไว้ที่ 1.5 ms เซอร์โวมอเตอร์จะหมุนแบบใด ก. ไปทางด้านขวาจนสุด ข. ไปทางด้านซ้ายจนสุด ค. อยู่ที่ตำแหน่งกึ่งกลาง ง. หมุนวนไป 360 องศา	1	0.5	0.2

ตาราง ข.1 (ต่อ)

<table>
<tr><th rowspan="2">ข้อคำถาม</th><th>ดัชนีความสอดคล้อง</th><th>ความยากง่าย</th><th>อำนาจจำแนก</th></tr>
<tr><th>ผู้ทรงคุณวุฒิ</th><th colspan="2">กลุ่มทดลอง 10 คน</th></tr>
<tr><td>4. กำหนดความกว้างของสัญญาณพัลส์ไว้ที่ 2 ms เซอร์โวมอเตอร์จะหมุนแบบใด
ก. ไปทางด้านขวาจนสุด
ข. ไปทางด้านซ้ายจนสุด
ค. อยู่ที่ตำแหน่งกึ่งกลาง
ง. หมุนวนไป 360 องศา</td><td>1</td><td>0.7</td><td>0.2</td></tr>
<tr><td>5. ที่ 1 องศาความกว้างสัญญาณพัลส์เท่ากับ 5.55 µs ที่มุม 55 องศา ความกว้างสัญญาณพัลส์มีค่าเท่าไร
ก. 107.75 µs
ข. 222.75 µs
ค. 249.75 µs
ง. 274.75 µs</td><td>0.7</td><td>0.5</td><td>0.2</td></tr>
<tr><td>6. ฟังก์ชัน Arduino ภายในไลบรารีเซอร์โว (Library Servo) คำสั่ง attach( ) หมายถึง
ก. ฟังก์ชันที่ใช้ควบคุมตำแหน่งให้เซอร์โวมอเตอร์หมุนไปยังตำแหน่งองศาที่กำหนด
ข. ฟังก์ชันอ่านค่าองศาที่สั่งเข้าไปด้วยฟังก์ชัน write( )
ค. ฟังก์ชันที่ใช้ควบคุมตำแหน่งที่ต้องการ
ง. ฟังก์ชันที่ใช้ในการกำหนดขาสัญญาณ</td><td>1</td><td>0.7</td><td>0.2</td></tr>
<tr><td>7. ต้องการควบคุมตำแหน่งให้เซอร์โวมอเตอร์หมุนไปยังองศาที่กำหนด ใช้คำสั่งใด
ก. 0servo.attached( )
ข. servo.write( )
ค. servo.read( )
ง. servo.detach( )</td><td>1</td><td>0.6</td><td>0.8</td></tr>
</table>

ตาราง ข.1 (ต่อ)

ข้อคำถาม	ดัชนีความสอดคล้อง	ความยากง่าย	อำนาจจำแนก
	ผู้ทรงคุณวุฒิ	กลุ่มทดลอง 10 คน	
8. สายเชื่อมต่อเซอร์โวมอเตอร์ประกอบด้วยสายไฟจำนวน 3 เส้น สายสีส้มหมายถึง  ก. สายไฟเลี้ยง 4.8 – 6V ข. สายสัญญาณควบคุม ค. สายกราวด์ ง. สายควบคุมความเร็ว	1	0.5	0.2
9. ไลบรารี #include<Servo.h> คำสั่ง Servo myservo หมายถึง ก. ประกาศใช้งานเซอร์โวมอเตอร์ ข. กำหนดตำแหน่งขาต่อเซอร์โวมอเตอร์ ค. ประกาศตัวแปร myservo แทนเซอร์โวมอเตอร์ ง. ประกาศตัวแปร myservo แทนองศาการหมุนของเซอร์โวมอเตอร์	0.7	0.6	0.8
10. เซอร์โวมอเตอร์นิยมนำมาใช้งานลักษณะใด ก. เครื่องเล่นที่บังคับด้วยคลื่นโทรศัพท์ ข. เครื่องเล่นที่บังคับด้วยคลื่นโทรทัศน์ ค. เครื่องเล่นที่บังคับด้วยคลื่นไมโครเวฟ ง. เครื่องเล่นที่บังคับด้วยคลื่นวิทยุ	0.7	0.7	0.2

ตาราง ข.1 (ต่อ)

ข้อคำถาม	ดัชนีความสอดคล้อง	ความยากง่าย	อำนาจจำแนก
	ผู้ทรงคุณวุฒิ	กลุ่มทดลอง 10 คน	
หน่วยที่ 14 งานเขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมอุปกรณ์ โดยใช้ Blynk **จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม** 1. อธิบายหลักการใช้งานแอปพลิเคชัน Blynk ได้อย่างถูกต้อง 2. เขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมอุปกรณ์ โดยใช้ Blynk ได้อย่างถูกต้อง 3. ประยุกต์ใช้งาน Blynk เพื่อควบคุมอุปกรณ์ได้อย่างถูกต้อง			
1. ข้อใดคือ เครื่องแม่ข่าย (Blynk Server) ของแอปพลิเคชัน Blynk ก. Blynk.cloud ข. Blynk.io ค. Blynk.server ง. Blynk.cc	1	0.7	0.6
2. เวอร์ชัน Blynk App ที่ใช้งานในปัจจุบันคือข้อใด ก. Blynk 1.0 ข. Blynk 1.5 ค. Blynk 2.0 ง. Blynk 2.5	0.7	0.7	0.2
3. Widget Box ชนิดใดเหมาะสำหรับควบคุมองศาการหมุนของเซอร์โวมอเตอร์ ก. Switch ข. Slider ค. Gauge ง. Label	1	0.5	0.2

ตาราง ข.1 (ต่อ)

ข้อคำถาม	ดัชนีความสอดคล้อง	ความยากง่าย	อำนาจจำแนก
	ผู้ทรงคุณวุฒิ	กลุ่มทดลอง 10 คน	
4. Widget Box ชนิดใดเหมาะสำหรับแสดงค่าอุณหภูมิ ความชื้น ก. Switch ข. Slider ค. Gauge ง. Label	1	0.8	0.4
5. แอปพลิเคชัน Blynk 2.0 เวอร์ชันฟรี สามารถสร้าง Device ได้เท่าไร ก. 1 Device ข. 2 Device ค. 3 Device ง. 4 Device	0.7	0.4	0.4
6. แอปพลิเคชัน Blynk 2.0 เวอร์ชันฟรี สามารถสร้าง Widget ได้เท่าไร ก. 10 Widget ข. 20 Widget ค. 30 Widget ง. 50 Widget	0.7	0.5	0.2
7. แอปพลิเคชัน Blynk 2.0 ใช้อะไรเพื่อยืนยันตัวตน ก. Template ID ข. Device Name ค. Email ง. Auth Token	1	0.7	0.2

ตาราง ข.1 (ต่อ)

ข้อคำถาม	ดัชนีความสอดคล้อง	ความยากง่าย	อำนาจจำแนก
	ผู้ทรงคุณวุฒิ	กลุ่มทดลอง 10 คน	
BlynkTimer timer; timer.setInterval(2000L, sendSensor) ; 8. คำสั่งเบื้องต้นมีความหมายตรงกับข้อใด ก. โปรแกรมจะวนทำงานฟังก์ชันชื่อนี้ทุก ๆ เวลาที่กำหนด ข. โปรแกรมจะหน่วงเวลาตามเวลาที่กำหนด4 ค. โปรแกรมจะส่งค่าไปยังฟังก์ชันชื่อนี้ทุก ๆ เวลาที่กำหนด ง. โปรแกรมจะอ่านค่าในฟังก์ชันชื่อนี้ทุก ๆ เวลาที่กำหนด	1	0.6	0.8
9. ข้อใดคือฟังก์ชันสำหรับส่งข้อมูลไปยัง Blynk App ก. Blynk.run(); ข. BLYNK_WRITE(V1) { } ค. Blynk.begin(auth, ssid, pass); ง. Blynk.virtualWrite(virtualPin,Data);	1	0.5	0.2
10. ข้อใดคือฟังก์ชันสำหรับรับข้อมูลไปยัง Blynk App ก. Blynk.run( ) ; ข. BLYNK_WRITE(V1) { } ค. Blynk.begin(auth, ssid, pass) ; ง. Blynk.virtualWrite(virtualPin,Data);	1	0.5	0.6

ภาคผนวก ค

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ตาราง ค.1 วิเคราะห์หาประสิทธิภาพชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 รายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2563

คนที่	แบบทดสอบระหว่างการทดลอง (ใบงานละ 10 ข้อ)					E_1			E_2		
	ใบงานที่ 1	ใบงานที่ 2	ใบงานที่ 3	ใบงานที่ 4	ใบงานที่ 5	รวมคะแนนแบบทดสอบระหว่างการทดลอง (50 คะแนน)	คะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาคปฏิบัติ (60 คะแนน)	รวมคะแนน (110 คะแนน)	คะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาคทฤษฎี (20 คะแนน)	คะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาคปฏิบัติ (30 คะแนน)	รวมคะแนน (50 คะแนน)
1	8	8	7	8	8	39	54	93	17	28	45
2	7	8	8	8	7	38	52	90	14	24	38
3	8	9	8	8	8	41	53	94	16	26	42
4	7	8	8	8	7	38	49	87	14	24	38
5	6	8	7	8	7	36	48	84	14	24	38
6	9	9	8	8	8	42	55	97	17	28	45
7	8	8	8	7	7	38	50	88	14	24	38
8	8	9	9	8	8	42	52	94	16	26	42
9	6	7	8	8	7	36	48	84	14	24	38
10	7	8	8	8	7	38	52	90	16	28	44
11	8	8	8	7	7	38	49	87	14	24	38
12	7	8	7	8	7	37	49	86	14	22	36
13	8	8	8	7	8	39	53	92	16	26	42
14	7	7	8	8	7	37	50	87	13	26	39
15	8	8	7	8	8	39	48	87	15	24	39
16	9	8	9	9	8	43	58	101	18	28	46
17	8	9	7	8	8	40	53	93	16	26	42
18	7	8	7	7	8	37	50	87	14	24	38
19	8	8	8	7	7	38	50	88	14	24	38
20	9	8	8	9	8	42	52	94	16	24	40
21	8	7	8	7	8	38	47	85	14	22	36
22	8	9	8	8	7	40	52	92	16	26	42
23	7	8	7	8	8	38	47	85	14	24	38
24	9	8	7	8	8	40	51	91	15	24	39
25	7	8	8	7	7	37	50	87	14	26	40
26	7	8	7	6	7	35	47	82	13	22	35
27	8	8	8	7	8	39	49	88	15	24	39

ตาราง ค.1 (ต่อ)

คนที่	แบบทดสอบระหว่างการทดลอง (ใบงานละ 10 ข้อ)					E_1			E_2		
	ใบงานที่ 1	ใบงานที่ 2	ใบงานที่ 3	ใบงานที่ 4	ใบงานที่ 5	รวมคะแนนแบบทดสอบระหว่างการทดลอง (50 คะแนน)	คะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาคปฏิบัติ (60 คะแนน)	รวมคะแนน (110 คะแนน)	คะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาคทฤษฎี (20 คะแนน)	คะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาคปฏิบัติ (30 คะแนน)	รวมคะแนน (50 คะแนน)
28	7	8	8	7	8	38	53	91	17	26	43
29	8	9	8	8	7	40	50	90	15	26	41
30	9	8	8	7	9	41	53	94	16	28	44
รวม	**231**	**243**	**233**	**230**	**227**	**1524**	**1164**	**2688**	**451**	**752**	**1203**
ค่าเฉลี่ย						**50.80**	**38.80**	**89.60**	**15.03**	**25.07**	**40.10**

ภาคผนวก ง

หนังสือราชการ

ที่ อว ๗๐๐๔/ต ๑๖๙๑

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
๑ ซอยฉลองกรุง ๑ เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ ๑๐๕๒๐

๑๕ มีนาคม ๒๕๖๕

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินเพื่อการวิจัย

เรียน ดร.ฉันทนา โพธิครูประเสริฐ

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑.แบบทดสอบ
๒.ชุดทดลอง
๓.ใบงาน

ด้วยนายสุรเดช ศิริ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทวิทยานิพนธ์ เรื่อง "ชุดทดลองไมโครคอนโทเลอร์ ESP32" โดยมี รศ.ดร. ปิยะ ศุภวราสุวัฒน์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี พิจารณาแล้วเห็นว่าเป็นผู้มีความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบทดสอบ ชุดทดลอง และใบงานนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัย ของนายสุรเดช ศิริ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรพงษ์ ไพรินทร์)
ผู้ช่วยคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติการแทน
คณบดี

๑๕ มี.ค. ๖๕ เวลา ๑๐:๓๐:๓๘ Non-PKI Server Sign-LN
Signature Code : NgBCA-EIAQg-A1ADU-ANQBF

งานบริหารวิชาการบัณฑิตศึกษา
ส่วนสนับสนุนวิชาการ
โทร ๐๒-๓๒๙-๘๐๐๐ ต่อ ๓๖๙๒
โทรสาร ๐๒-๓๒๙-๘๔๓๖
ติดต่อนักศึกษา โทร ๐๘๑-๐๗๓-๔๕๕๔

ที่ อว ๗๐๐๔/e ๑๖๙๒

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
๑ ซอยฉลองกรุง ๑ เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ ๑๐๕๒๐

๑๕ มีนาคม ๒๕๖๕

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินเพื่อการวิจัย

เรียน นายจิรวัฒน์ นนตระอุดร

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. แบบทดสอบ
๒. ชุดทดลอง
๓. ใบงาน

ด้วยนายสุรเดช ศิริ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "ชุดทดลองไมโครคอนโทรเลอร์ ESP32" โดยมี รศ.ดร. ปิยะ ศุภวราสุวัฒน์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี พิจารณาแล้วเห็นว่าเป็นผู้มีความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบทดสอบ ชุดทดลอง และใบงานนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัย ของ นายสุรเดช ศิริ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรพงษ์ ไพรินทร์)
ผู้ช่วยคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติการแทน
คณบดี

๑๕ มี.ค. ๖๕ เวลา ๑๐:๓๔:๒๗ Non-PKI Server Sign-LN
Signature Code : OQBBA-DcAOA-AyAEY-AQwA1

งานบริหารวิชาการบัณฑิตศึกษา
ส่วนสนับสนุนวิชาการ
โทร ๐๒-๓๒๙-๘๐๐๐ ต่อ ๓๖๙๒
โทรสาร ๐๒-๓๒๙-๘๔๓๖
ติดต่อนักศึกษา โทร ๐๘๑-๐๗๓-๔๕๕๔

บันทึกข้อความ

หน่วยงาน ส่วนสนับสนุนวิชาการ งานบริหารวิชาการบัณฑิตศึกษา โทร. ๓๖๙๒

ที่ อว ๗๐๐๔.๑(๑๑)/e ๑๖๙๐ **วันที่** ๑๕ มีนาคม ๒๕๖๕

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินเพื่อการวิจัย

เรียน ผศ.ดร.ไพบูลย์ พวงวงศ์ตระกูล

ด้วยนายสุรเดช ศิริ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "ชุดทดลองไมโครคอนโทเลอร์ ESP32" โดยมี รศ.ดร. ปิยะ ศุภวราสุวัฒน์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี พิจารณาแล้วเห็นว่าเป็นผู้มีความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบทดสอบ ชุดทดลอง และใบงานนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของ นายสุรเดช ศิริ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น พร้อมกันนี้ได้แนบแบบทดสอบ ชุดทดลองและใบงานมาด้วย

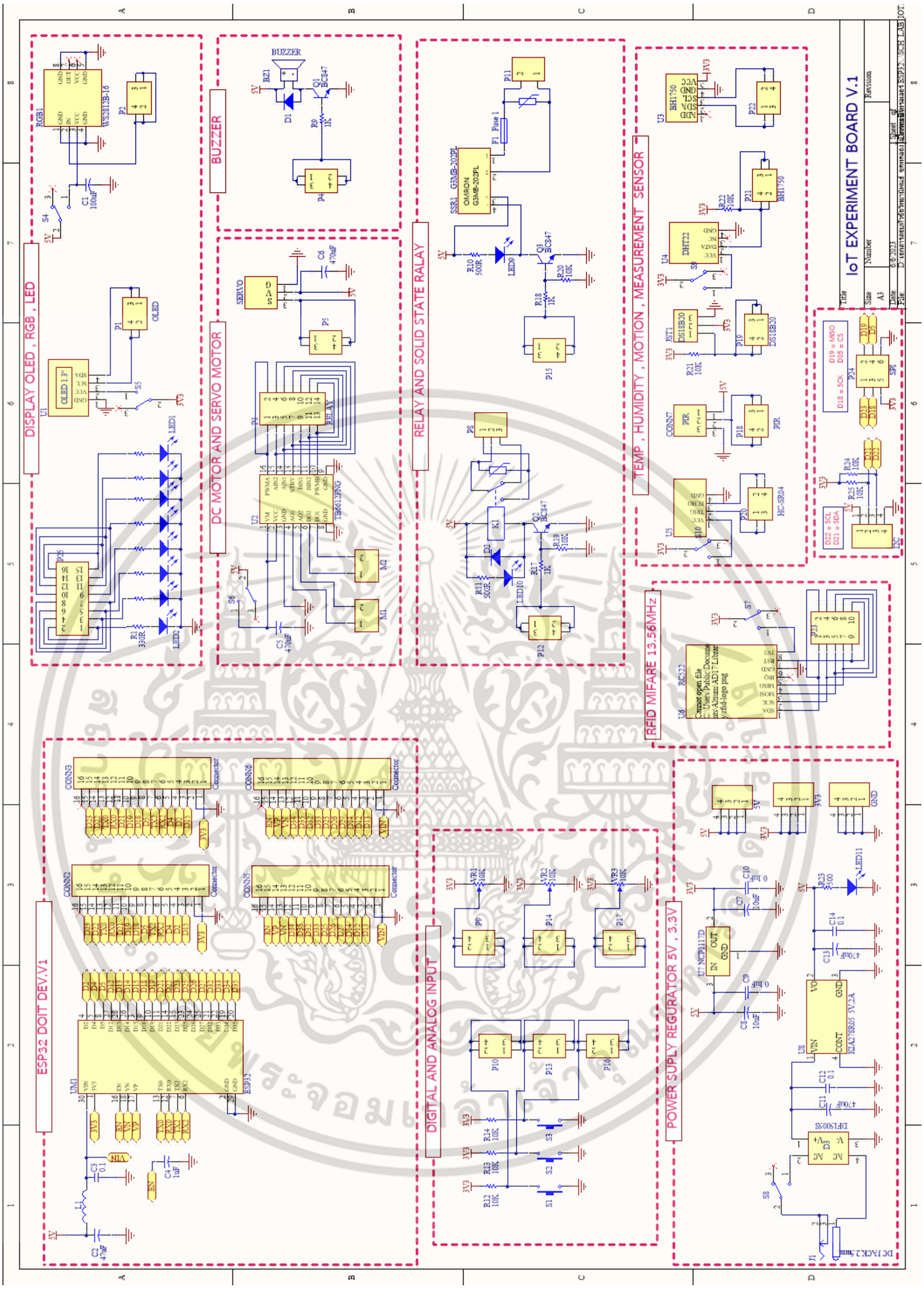
จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรพงษ์ ไพรินทร์)
ผู้ช่วยคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติการแทน
คณบดี

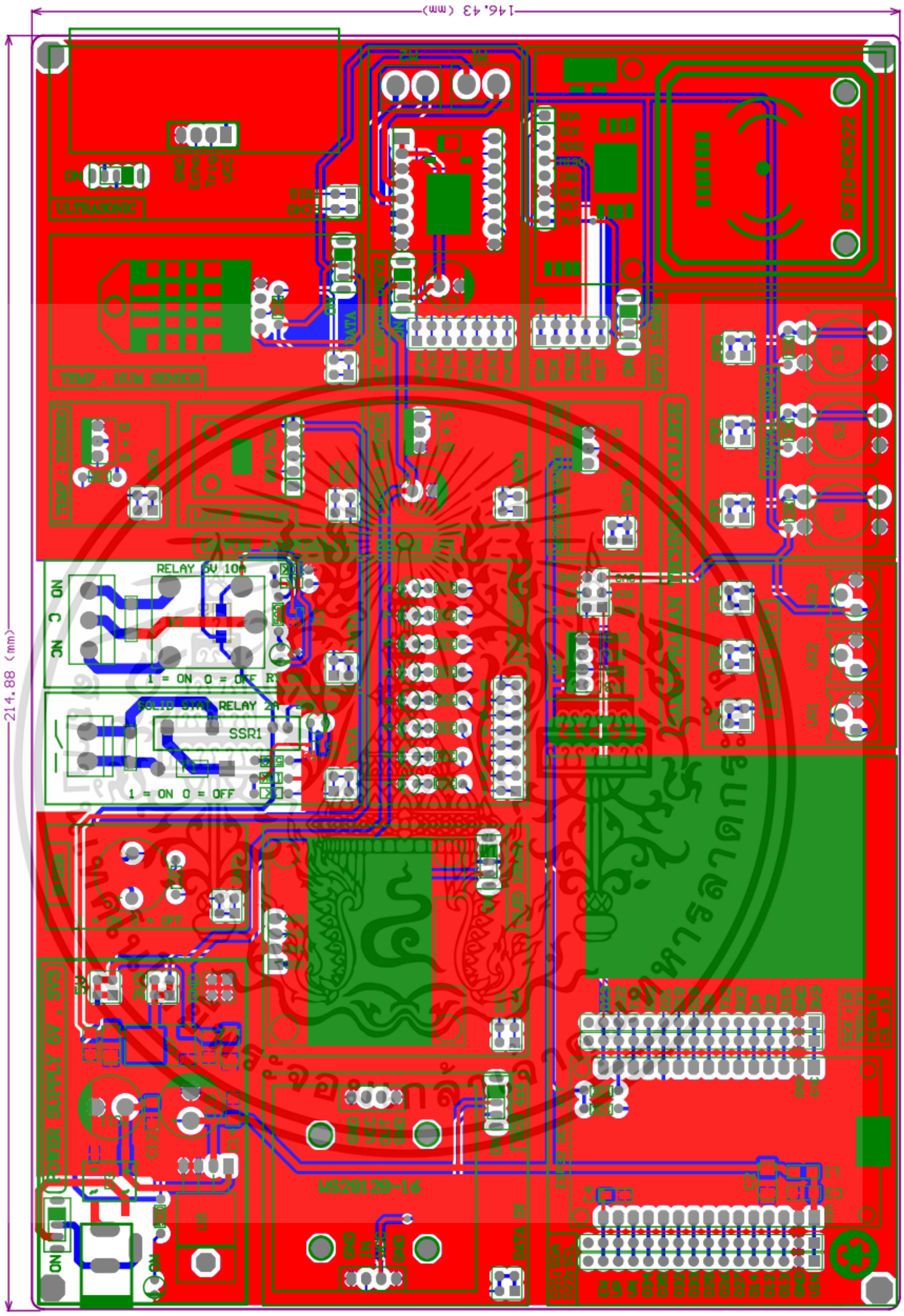
๑๕ มี.ค. ๖๕ เวลา ๑๐:๒๙:๔๖ Non-PKI Server Sign-LN
Signature Code : RAAyA-DYAMg-A5ADQ-ARQA4

ภาคผนวก จ

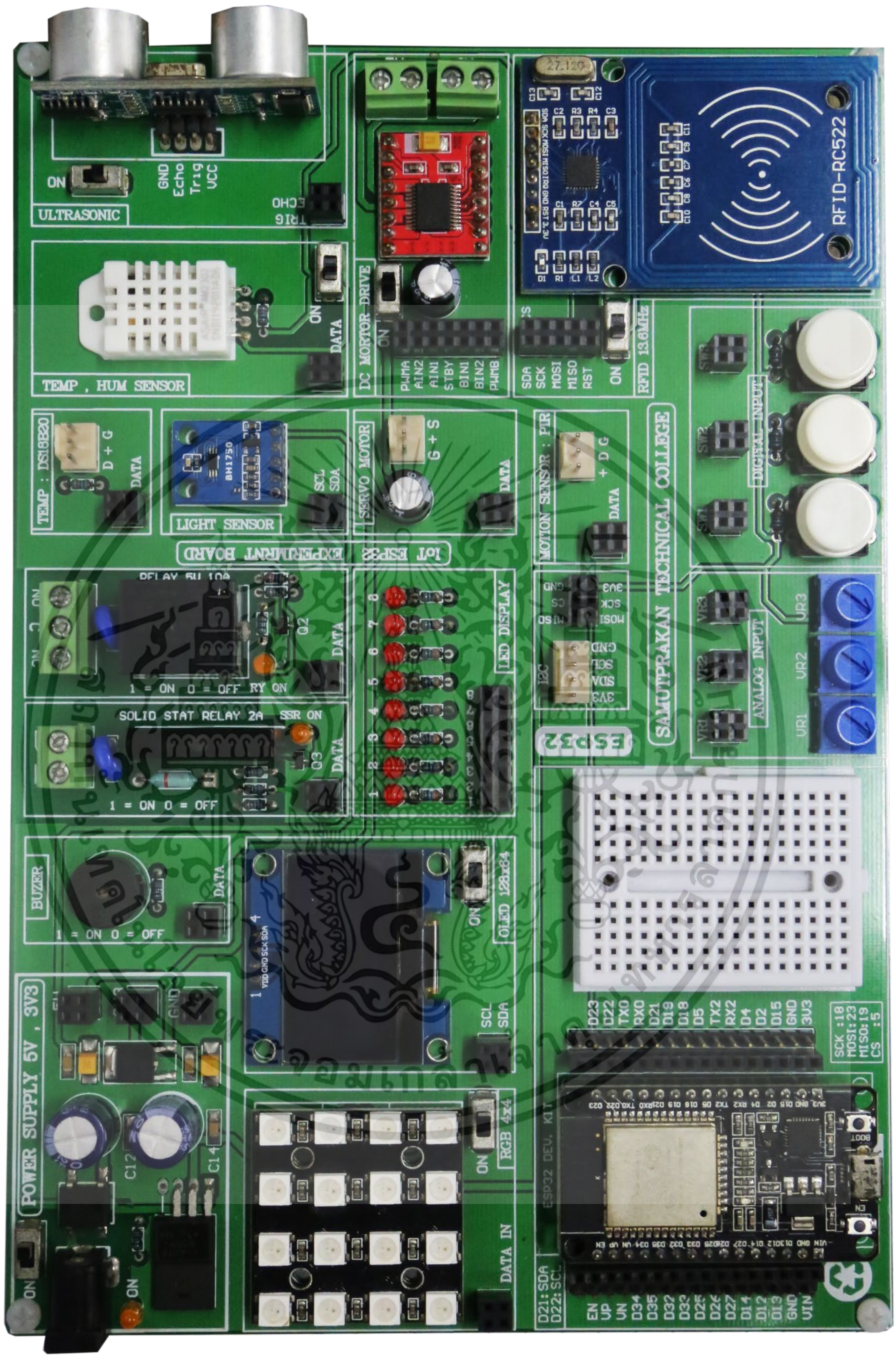
ชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์
หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2563



ภาพที่ ง.1 วงจรชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2563



ภาพที่ ง.2 วงจรพิมพ์ชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2563



ภาพที่ ง.3 ชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2563

ภาคผนวก ฉ

ใบงานการทดลองชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32
วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์
หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2563

ใบปฏิบัติงานหน่วยที่ 1		
รหัสวิชา 3105-2007	**รายวิชา** ไมโครคอนโทรลเลอร์	สอนครั้งที่ 10
เรื่อง งานเขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมรีเลย์และขับโหลดไฟฟ้ากระแสสูง		เวลา 3 ชั่วโมง

คำชี้แจง

ให้นักศึกษาทำการทดลองตามใบปฏิบัติงานหน่วยที่ 1 เรื่อง งานเขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมรีเลย์และขับโหลดไฟฟ้ากระแสสูง ใช้เวลา 180 นาที (10 คะแนน)

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. ต่อวงจรรีเลย์กับไมโครคอนโทรลเลอร์ตามที่กำหนดได้อย่างถูกต้อง
2. เขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมรีเลย์ได้อย่างถูกต้อง
3. ต่อวงจรขับโหลดไฟฟ้ากระแสสูงกับไมโครคอนโทรลเลอร์ได้อย่างถูกต้อง
4. เขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์ขับโหลดไฟฟ้ากระแสสูงได้อย่างถูกต้อง

ทฤษฎีพื้นฐานสำหรับการทดลอง

อุปกรณ์กำลังสูงในที่นี้จะหมายถึง อุปกรณ์ที่ไม่สามารถนำ ESP32 เข้าไปควบคุมตรง ๆ ได้ เช่น มอเตอร์ หลอดไฟกำลังสูง หลอดไฟ 220VAC เครื่องใช้ไฟฟ้าต่าง ๆ เป็นต้น การควบคุมอุปกรณ์ใช้ไฟฟ้าดังกล่าวสามารถทำงานได้ใน 2 โหมด คือ เปิดและปิด สามารถเลือกใช้งานอุปกรณ์ช่วยขับได้ดังนี้

การขับอุปกรณ์ใช้ไฟฟ้าด้วยรีเลย์

รีเลย์ที่มีส่วนประกอบของขดลวดเหนี่ยวนำและหน้าคอนแทค เมื่อเกิดความเหนี่ยวนำขึ้นจะทำให้คอนแทคถูกดึงด้วยสนามแม่เหล็กมาชนกัน ทำให้พลังงานไฟฟ้าสามารถไหลผ่านไปได้ ทั้งนี้ข้อเสียของรีเลย์แบบนี้คือ เมื่อหน้าคอนแทคมีการสัมผัสกันจะทำให้เกิดการอาร์คขึ้น รวมทั้งต้องใช้กระแสไฟฟ้าจำนวนหนึ่งในการจ่ายไปให้ขดลวดเหนี่ยวนำ

ภาพที่ 1.1 โมดูลรีเลย์สำเร็จรูป 1 ช่อง ใช้แรงดัน 5V

รีเลย์แบบขดลวดจะแบ่งย่อยได้ตามหน้าคอนแทคที่มีภายใน สำหรับรีเลย์ที่นิยมใช้มักมีหน้าคอนแทคเดียวและมีขาต่อใช้งานจำนวน 5 ขา คือ ขาขดลวดเหนี่ยวนำ 2 ขา และขาควบคุมอุปกรณ์อื่นจำนวน 3 ขา ขาควบคุมอุปกรณ์อื่นจะแยกได้เป็นขา NC (Normally Close), COM (Common) และ NO (Normally Open) การใช้งานส่วนใหญ่จะใช้ขา NO และ COM

การใช้งานโมดูลรีเลย์สำเร็จรูปจะคำนึงถึงแรงดันไฟฟ้าที่ใช้ขับรีเลย์ และจำนวนรีเลย์ที่ต้องการใช้เป็นหลัก สำหรับ ESP32 ไม่มีโมดูลรีเลย์สำเร็จรูปที่ใช้แรงดันไฟฟ้า 3.3V แต่สามารถใช้รีเลย์สำเร็จรูปที่ใช้แรงดันไฟฟ้า 5V ได้ โดยสามารถดึงแรงดันไฟฟ้า 5V มาจ่ายให้กับโมดูลรีเลย์ได้จากช่อง Vin ของบอร์ด NodeMCU-32S ซึ่งแรงดันไฟฟ้า 5V จะมาจากพอร์ต MicroUSB

การขับอุปกรณ์ใช้ไฟฟ้าด้วยโซลิตสเตตรีเลย์

โซลิตสเตตรีเลย์มักนิยมใช้ในการขับอุปกรณ์ไฟฟ้ากระแสสลับ ข้อดีคือ มีขนาดเล็กและไม่ต้องการไฟเลี้ยงรีเลย์ เนื่องจากตัวรีเลย์นั้นทำมาจากไทรแอค ซึ่งจะใช้ไฟฟ้ากระแสสลับในการขับตัวเอง ทั้งนี้โซลิตสเตตรีเลย์จะมีความสามารถในการรองรับกระแสไฟฟ้าที่ต่ำกว่ารีเลย์แบบขดลวด หากใช้งานกระแสไฟฟ้าใกล้กับกระแสสูงสุดที่รองรับได้ควรติดแผ่นระบายความร้อนเพิ่มเติม

โซลิตสเตตรีเลย์จะมีทั้งแบบสำเร็จรูป นั่นคือเพียงจ่ายสัญญาณควบคุมเข้าไปก็ใช้งานได้เลย และแบบต่อเอง แบบต่อเองนี้จะใช้ไทรแอคมาต่อเป็นวงจรโซลิตสเตตรีเลย์ ซึ่งจะรองรับกระแสไฟฟ้าได้มากกว่า และกรณีต้องการขับอุปกรณ์ใช้กระแสไฟฟ้ามากขึ้น สามารถเปลี่ยนเฉพาะตัวไทรแอคได้

ภาพที่ 1.2 โมดูลโซลิตสเตตรีเลย์ไฟฟ้ากระแสสลับแบบ 1 ช่อง

อุปกรณ์การทดลอง

1. เครื่องคอมพิวเตอร์และโปรแกรม Arduino IDE	1	ชุด
2. สายอัปโหลด MicroUSB	1	เส้น
3. บอร์ดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32	1	บอร์ด
4. หลอดไฟ 220V 50Hz	1	หลอด
5. สายต่อวงจร	1	ชุด

ข้อควรระวัง

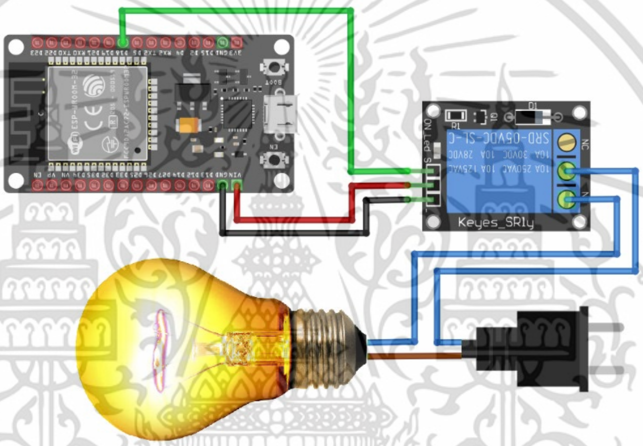
1. ควรระวัง ไม่วางชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 หรืออุปกรณ์ประกอบต่าง ๆ บนโต๊ะโลหะหรือที่วางที่ทำจากโลหะ เพราะอาจเกิดการลัดวงจรของภาคจ่ายไฟได้

2. ไม่ควรต่อสายต่อวงจรบนชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 ทิ้งไว้ ควรถอดสายต่อวงจรออกให้หมดก่อน เพราะผลการทดลองอาจเกิดการผิดพลาดไม่เป็นไปตามทฤษฎีได้

3. ไม่ควรสายอัปโหลดโปรแกรม Micro USB เข้าออกตลอดเวลา เพราะอาจทำให้ภาคจ่ายไฟของชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 เสียหายได้

ลำดับขั้นการทดลอง

1. ต่อวงจรควบคุมหลอดไฟ 220VAC ด้วยรีเลย์ ตามภาพที่ 1.3



ภาพที่ 1.3 วงจรควบคุมการเปิด-ปิด หลอดไฟ 220VAC ด้วยรีเลย์

- ต่อแรงดันไฟบวก 3.3V ของ ESP32 เข้าที่ขา VCC ของโมดูลรีเลย์
- ต่อกราวด์ของ ESP32 เข้าที่ขากราวด์ของโมดูลรีเลย์
- ต่อสายไฟจากขา D18 ของ ESP32 เข้าที่ขา signal ของโมดูลรีเลย์
- ต่อสายไฟจากขา NO ของโมดูลรีเลย์ เข้าที่ขั้วหลอดไฟ 220V
- ต่อสายไฟจากขา COM ของโมดูลรีเลย์ เข้าที่ปลั๊กไฟ 220V
- ต่อสายไฟจากขั้วหลอดไฟ 220VAC เข้าที่ปลั๊กไฟ 220V

2. เขียนโปรแกรมควบคุมการเปิด-ปิด หลอดไฟ 220VAC ด้วยรีเลย์ จากตัวอย่างโปรแกรม Blink โดยกำหนดให้หลอดไฟเชื่อมที่ขา D18 และกำหนดให้หลอดไฟเปิด-ปิด หน่วงเวลา 5 วินาที ดังตัวอย่างโปรแกรมที่ 1.1

ตัวอย่างโปรแกรมที่ 1.1

```
#define lampPin 18
// the setup function
void setup( ) {
    pinMode (lampPin, OUTPUT);
}

// the loop function
void loop( ) {
    digitalWrite (lampPin, HIGH) ;
    delay (5000) ;
    digitalWrite (lampPin, LOW) ;
    delay (5000) ;
}
```

อธิบายโปรแกรม

โปรแกรมส่งลกจิก “1” ไปที่ขา D18 ซึ่งต่อเข้ากับหลอดไฟ 220VAC หน้าคอนแทครีเลย์เปลี่ยนจาก NC มาเป็น NO ทำให้หลอดไฟติดสว่างเป็นเวลา 5000 มิลลิวินาที หรือ 5 วินาที จากนั้นโปรแกรมจะส่งลอจิก “0” ไปที่ขา D18 หน้าคอนแทครีเลย์จะเปลี่ยนจาก NO กลับมาเป็น NC ส่งผลให้หลอดไฟติดเป็นเวลา 5 วินาที โปรแกรมจะเริ่มต้นการทำงานตามวงรอบในฟังก์ชัน loop( ) ใหม่ตลอดเวลา

ผลการทำงานของโปรแกรมตัวอย่างที่ 1.1

....

....

....

....

....

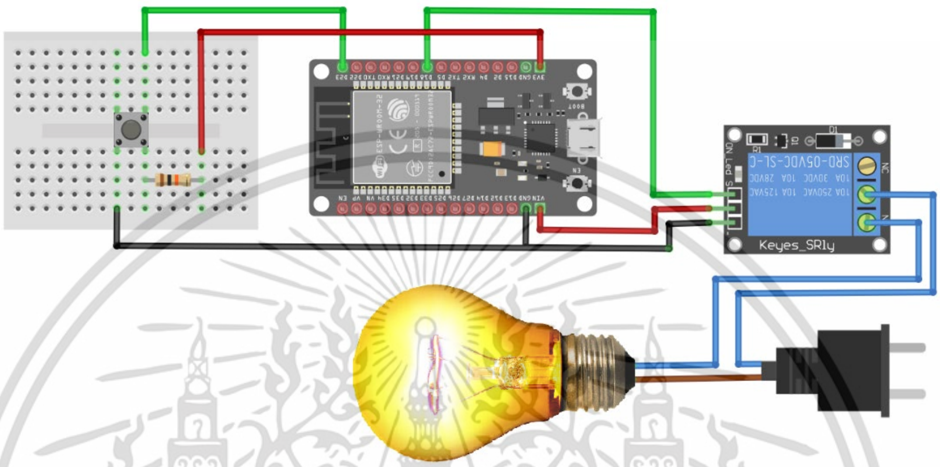
....

....

3. จงเขียนโปรแกรมกดสวิตช์ควบคุมการเปิด-ปิด หลอดไฟ 220VAC ด้วยรีเลย์

<u>เงื่อนไข</u>

- กดสวิตช์หนึ่งครั้งเพื่อเปิดหลอดไฟ
- กดสวิตช์อีกครั้งเพื่อปิดหลอดไฟ
- กดสวิตช์ค้างไว้โปรแกรมต้องไม่ทำงาน



ภาพที่ 1.4 วงจรสวิตช์ควบคุมการเปิด-ปิด หลอดไฟ 220VAC ด้วยรีเลย์

โปรแกรมคำสั่งการกดสวิตช์ควบคุมการเปิด-ปิด หลอดไฟ 220VAC ด้วยรีเลย์

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

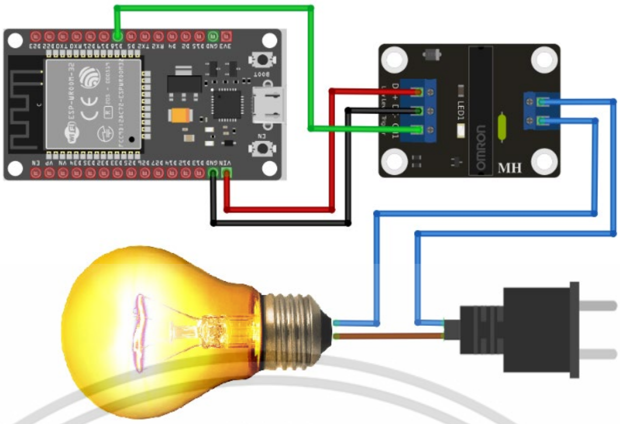
....

....

....

....

4. ต่อวงจรควบคุมหลอดไฟ 220VAC ด้วยโซลิดสเตตรีเลย์ ตามภาพที่ 1.5



ภาพที่ 1.5 วงจรควบคุมหลอดไฟ 220VAC ด้วยโซลิดสเตตรีเลย์

- ต่อแรงดันไฟบวก 5V ของ ESP32 เข้าที่ขา +DC ของโซลิดสเตตรีเลย์
- ต่อกราวด์ของ ESP32 เข้าที่ขา -DC ของโซลิดสเตตรีเลย์
- ต่อสายไฟจากขา D18 ของ ESP32 เข้าที่ขา CH1 ของโซลิดสเตตรีเลย์
- ต่อสายไฟจากขา Output ของโซลิดสเตตรีเลย์ เข้าที่ขั้วหลอดไฟ 220V
- ต่อสายไฟจากขา Output ของโซลิดสเตตรีเลย์ เข้าที่ปลั๊กไฟ 220V
- ต่อสายไฟจากขั้วหลอดไฟ 220VAC เข้าที่ปลั๊กไฟ 220V

5. เขียนโปรแกรมควบคุมการเปิด-ปิด หลอดไฟ 220VAC ด้วยโซลิดสเตตรีเลย์ จากตัวอย่างโปรแกรม Blink โดยกำหนดให้หลอดไฟเชื่อมที่ขา D18 และกำหนดให้หลอดไฟเปิด-ปิด หน่วงเวลา 5 วินาที ดังตัวอย่างโปรแกรมที่ 1.2

ตัวอย่างโปรแกรมที่ 1.2

```
#define lampPin 18
// the setup function
void setup( ) {
    pinMode(lampPin, OUTPUT);
}

```

```
// the loop function
void loop( ) {
    digitalWrite(lampPin, HIGH);
    delay(5000);
    digitalWrite(lampPin, LOW);
    delay(5000);
}
```

อธิบายโปรแกรม

โปรแกรมส่งลกจิก “1” ไปที่ขา D18 ซึ่งต่อเข้ากับหลอดไฟ 220VAC ทำให้หลอดไฟติดสว่างเป็นเวลา 5000 มิลลิวินาที หรือ 5 วินาที ซึ่งจะไม่มีเสียงออกมาจากรีเลย์ เนื่องจากโซลิตสเตตรีเลย์ใช้การควบคุมการไหลของไฟฟ้าโดยตรง ไม่ใช้หน้าคอนแทคในการควบคุมการไหลของไฟฟ้า จากนั้นโปรแกรมจะส่งลอจิก “0” ไปที่ขา D18 ส่งผลให้หลอดไฟติดเป็นเวลา 5 วินาที โปรแกรมจะเริ่มต้นการทำงานตามวงรอบในฟังก์ชัน loop( ) ใหม่ตลอดเวลา

ผลการทำงานของโปรแกรมตัวอย่างที่ 1.2

....

....

....

....

....

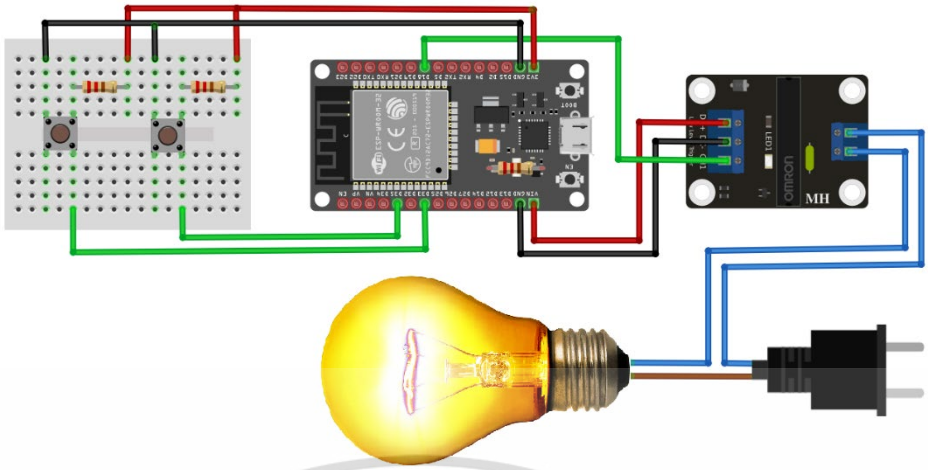
....

....

6. จงเขียนโปรแกรมกดสวิตช์ควบคุมการเปิด-ปิด หลอดไฟ 220VAC ด้วยโซลิตสเตตรีเลย์

<u>เงื่อนไข</u>

- กดสวิตช์ S1 เพื่อเปิดหลอดไฟ
- กดสวิตช์ S2 เพื่อปิดหลอดไฟ
- กดสวิตช์ค้างไว้โปรแกรมต้องไม่ทำงาน



ภาพที่ 1.6 วงจรสวิตช์ควบคุมการเปิด-ปิด หลอดไฟ 220VAC ด้วยโซลิตสเตตรีเลย์

โปรแกรมคำสั่งการกดสวิตช์ควบคุมการเปิด-ปิด หลอดไฟ 220VAC ด้วยโซลิตสเตตรีเลย์

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

7. สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

<table>
<tr><td rowspan="3"></td><td colspan="2">ใบปฏิบัติงานหน่วยที่ 2</td></tr>
<tr><td>รหัสวิชา 3105-2007 รายวิชา ไมโครคอนโทรลเลอร์</td><td>สอนครั้งที่ 11</td></tr>
<tr><td>เรื่อง งานเขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อใช้งานเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ ความชื้น และค่าแสง</td><td>เวลา 3 ชั่วโมง</td></tr>
</table>

คำชี้แจง

ให้นักศึกษาทำการทดลองตามใบปฏิบัติงานหน่วยที่ 2 เรื่อง งานเขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อใช้งานเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ ความชื้น และค่าแสง ใช้เวลา 180 นาที (10 คะแนน)

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. ต่อวงจรใช้งานอุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิ ความชื้น กับไมโครคอนโทรลเลอร์ตามที่กำหนดได้อย่างถูกต้อง
2. เขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์ใช้งานกับอุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิ ความชื้น ได้อย่างถูกต้อง
3. ต่อวงจรใช้งานอุปกรณ์ตรวจวัดค่าแสงกับไมโครคอนโทรลเลอร์ตามที่กำหนดได้อย่างถูกต้อง
4. เขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์ใช้งานกับอุปกรณ์ตรวจวัดค่าแสงได้อย่างถูกต้อง
5. ประยุกต์ใช้งานอุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิ ความชื้น และค่าแสงได้อย่างถูกต้อง

ทฤษฎีพื้นฐานสำหรับการทดลอง

ESP32 มักจะถูกใช้ในงาน IoT (Internet of Things) ซึ่งเป็นงานที่จะนำอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ไปฝังลงในอุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อทำให้อุปกรณ์เหล่านั้นฉลาดมากยิ่งขึ้น โดยส่วนใหญ่แล้วการจะทำให้อุปกรณ์เหล่านั้นฉลาดมากขึ้นจะต้องใช้งานเซ็นเซอร์ในการตรวจวัดเพื่อประมวลผลการทำงานต่าง ๆ รวมถึงในงาน Smart Farm ที่ต้องใช้เซ็นเซอร์เกี่ยวกับอุณหภูมิ ความชื้น และค่าแสง เพื่อควบคุมการเจริญเติบโตของพืช

เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น

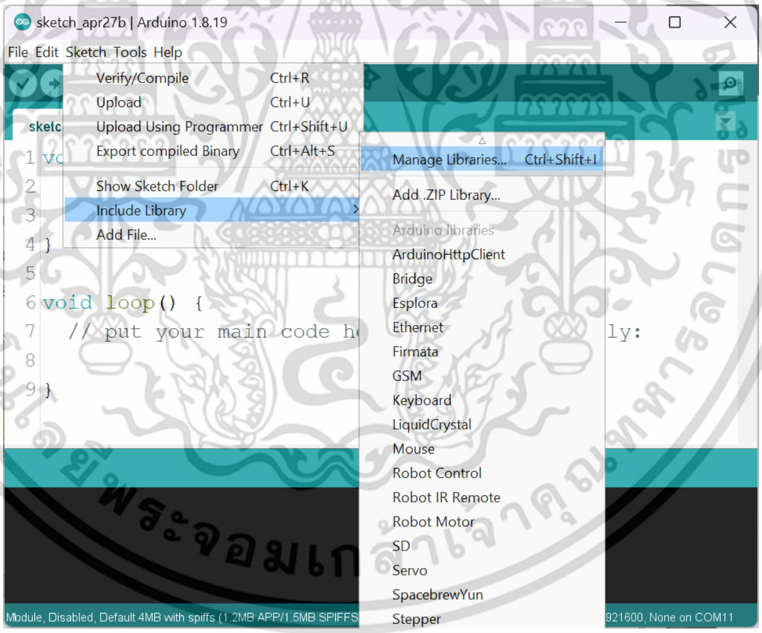
อุปกรณ์เซ็นเซอร์สำหรับวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ (Temperature & Relative Humidity Sensor) เป็นอุปกรณ์ที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้งานทางด้านระบบสมองกลฝังตัวได้หลากหลาย เช่น การวัดและควบคุมอุณหภูมิและความชื้น ระบบบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับอุณหภูมิและความชื้นในห้อง เป็นต้น อุปกรณ์ประเภทนี้แตกต่างกันตามผู้ผลิต ราคา ความแม่นยำ ความละเอียดในการวัด การให้ค่าแบบดิจิทัลหรือแบบแอนะล็อก เป็นต้น

เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิตระกูล DHT จะแบ่งได้หลายรุ่น โดยแต่ละรุ่นจะมีขนาดและความละเอียดในการวัดต่างกัน ในการทดลองจะใช้งานโมดูล DHT22/AM2302 เนื่องจากมีราคาถูก ให้ค่าเป็นแบบดิจิทัล การใช้งานจะใช้สายสัญญาณเพียง 1 เส้น เป็นการสื่อสารแบบอนุกรมใช้โปรโตคอล

พิเศษที่เรียกว่า 1-wire โดยจะใช้ความกว้างของสัญญาณพัลส์เป็นตัวตัดสินลอจิก 1 และลอจิก 0 มีขาออกมาให้ใช้งานจำนวน 4 ขา แต่ใช้จริง 3 ขา แบ่งเป็นขา VCC DATA และ GND

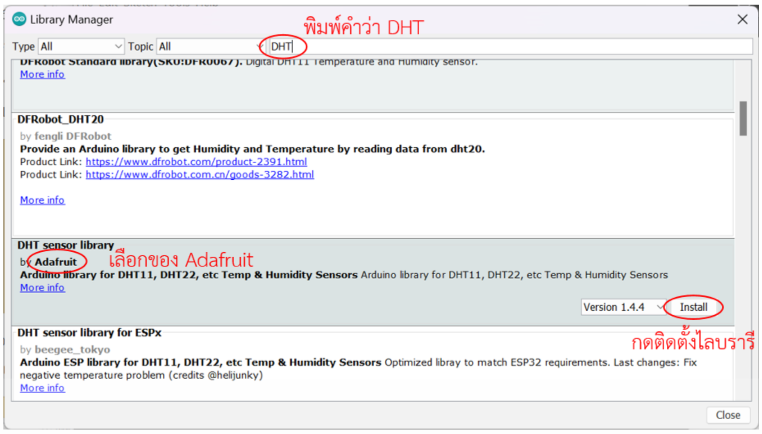
ภาพที่ 2.1 ขาต่อใช้งานต่าง ๆ ของโมดูล DHT22

ในการใช้งาน DHT22 จะมีไลบรารีหลายตัวที่ทำออกมารองรับ สำหรับไลบรารีที่นิยมใช้งานมากที่สุดจะเป็นของ Adafruit สามารถดาวน์โหลดมาใช้งานได้ใน Library Manager ที่มีมาในโปรแกรม Arduino IDE โดยกดไปที่เมนู Sketch > Include Library เลือก Manage Libraries...



ภาพที่ 2.2 การติดตั้งไฟล์ไลบรารีที่มาในโปรแกรม Arduino IDE

จากนั้นรอโปรแกรมอัพเดทรายชื่อไลบรารีซักครู่หนึ่ง ในช่องค้นหาให้พิมพ์ DHT แล้วเลือกที่จัดทำโดย Adafruit จากนั้นให้กดปุ่ม Install เพื่อติดตั้งไลบรารี



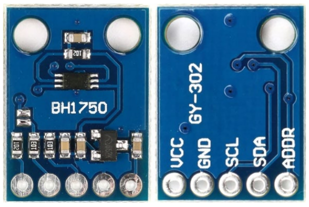
ภาพที่ 2.3 ขั้นตอนการติดตั้งไฟล์ไลบรารี DHT

หลังจากติดตั้งเสร็จเรียบร้อยแล้ว หน้าต่าง Library Manager จะแสดงคำว่า INSTALLED โดยปกติไลบรารีจะถูกติดตั้งไปที่ Documents > Arduino > libraries สามารถปิดหน้าต่าง Library Manager ได้เลย

ภาพที่ 2.4 ไลบรารี DHT ติดตั้งเรียบร้อย

เซ็นเซอร์วัดแสงสว่าง

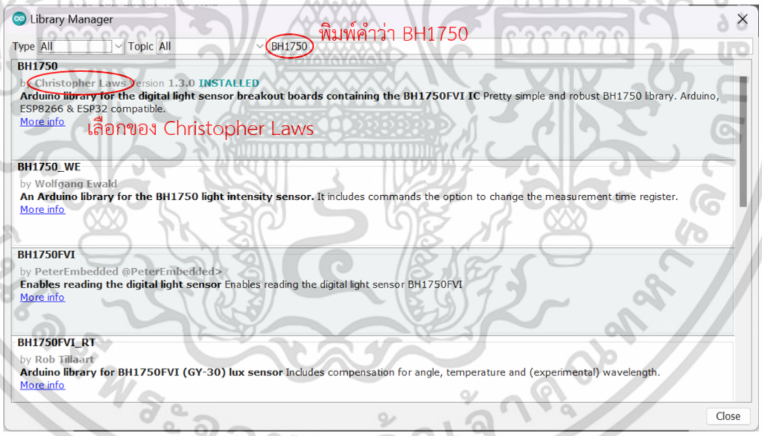
BH1750 เป็นเซ็นเซอร์วัดแสงสว่างที่ผลิตโดย ROHM Semiconductor ใช้การเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ผ่าน I^2C ให้ผลการวัดในหน่วยลักซ์ (Lux) ช่วงข้อมูล 0 - 65535 ทำให้สามารถนำไปใช้งานต่อได้ง่าย ตัวเซ็นเซอร์ภายในใช้โฟโต้ไดโอด และใช้วงจร ADC ค่าความละเอียด 16 บิต สามารถใช้งานได้ที่แรงดันไฟฟ้า 2.4V ถึง 3.6V ใช้กระแสไฟฟ้า 200μA



ภาพที่ 2.5 เซ็นเซอร์วัดแสงสว่าง BH1750 โมดูล GY-302

เซ็นเซอร์วัดแสงสว่าง BH1750 โมดูล GY-302 ที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ จะมีไอซีเร็กกูเลเตอร์แบบ LDO ที่สามารถแปลงแรงดันในช่วง 3.3V ถึง 5V ให้อยู่ที่ 3.3V ได้ ทำให้สามารถใช้งานกับอุปกรณ์ที่ใช้แรงดันไฟฟ้า 5V ได้ นอกจากนี้ตัวโมดูลยังต่อตัวต้านทาน Pull-up มาให้ที่ขา SCL และ SDA มาให้แล้ว ทำให้ไม่ต้องต่อสายเพิ่มเติมอีก นอกจากนี้ยังต่อขาสำหรับเลือก Address ออกมาให้ด้วย ทำให้สามารถใช้งานโมดูล 2 ตัวได้พร้อมกัน

การใช้งาน BH1750 สามารถใช้งานได้ทั้งแบบใช้ไลบรารีและไม่ใช้ไลบรารี โดยไลบรารีสามารถดาวน์โหลดมาใช้งานได้ใน Library Manager ที่มีมาในโปรแกรม Arduino IDE โดยกดไปที่เมนู Sketch > Include Library เลือก Manage Libraries ในช่องค้นหาให้พิมพ์ BH1750 แล้วเลือกที่จัดทำโดย Christopher Laws จากนั้นให้กดปุ่ม Install เพื่อติดตั้งไลบรารี



ภาพที่ 2.6 ขั้นตอนการติดตั้งไฟล์ไลบรารี BH1750

หลังจากติดตั้งเสร็จเรียบร้อยแล้ว หน้าต่าง Library Manager จะแสดงคำว่า INSTALLED โดยปกติไลบรารีจะถูกติดตั้งไปที่ Documents > Arduino > libraries สามารถปิดหน้าต่าง Library Manager ได้เลย

อุปกรณ์การทดลอง

1. เครื่องคอมพิวเตอร์และโปรแกรม Arduino IDE	1	ชุด
2. สายอัปโหลด MicroUSB	1	เส้น
3. บอร์ดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32	1	บอร์ด
4. สายต่อวงจร	1	ชุด

ข้อควรระวัง

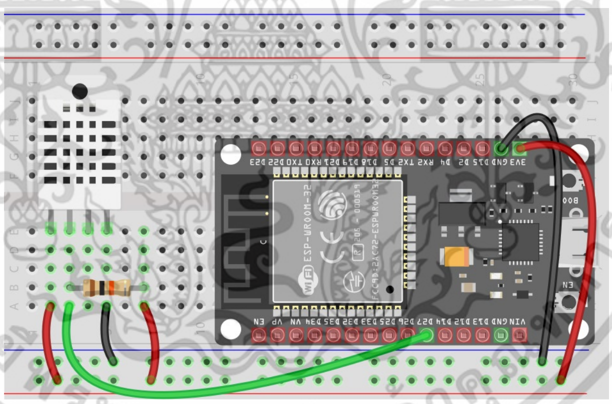
1. ควรระวัง ไม่วางชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 หรืออุปกรณ์ประกอบต่าง ๆ บนโต๊ะโลหะหรือที่วางที่ทำจากโลหะ เพราะอาจเกิดการลัดวงจรของภาคจ่ายไฟได้

2. ไม่ควรต่อสายต่อวงจรบนชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 ทิ้งไว้ ควรถอดสายต่อวงจรออกให้หมดก่อน เพราะผลการทดลองอาจเกิดการผิดพลาดไม่เป็นไปตามทฤษฎีได้

3. ไม่ควรสายอัปโหลดโปรแกรม Micro USB เข้าออกตลอดเวลา เพราะอาจทำให้ภาคจ่ายไฟของชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 เสียหายได้

ลำดับขั้นการทดลอง

1. ต่อวงจรใช้งานโมดูลตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้น DHT22/AM2302 ตามภาพที่ 2.7



ภาพที่ 2.7 วงจรใช้งานโมดูลตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้น DHT22/AM2302

- ต่อแรงดันไฟบวก 3.3V ของ ESP32 เข้าที่ขา VCC ของโมดูล DHT22 ขา 1
- ต่อกราวด์ของ ESP32 เข้าที่ขากราวด์ของโมดูล DHT22 ขา 4
- ต่อสายไฟจากขา D27 ของ ESP32 เข้าที่ขา DATA ของโมดูล DHT22 ขา 2
- ต่อความต้านทาน 10kΩ เป็นตัวต้านทาน Pull-up ให้ขา DATA

2. เขียนโปรแกรมการใช้งานโมดูล DHT22 เพื่อตรวจวัดค่าอุณหภูมิและความชื้น แสดงผลลัพธ์ออกทาง Serial Monitor ดังตัวอย่างโปรแกรมที่ 2.1

ตัวอย่างโปรแกรมที่ 2.1

```
#include "DHT.h"
#define DHTpin 27
#define DHTTYPE DHT22

DHT dht (DHTpin, DHTTYPE);

void setup( ) {
    Serial.begin(115200);
    dht.begin( );
}

void loop( ) {
    float temp = dht.readTemperature( );
    float humid = dht.readHumidity( );

    if (isnan(temp) || isnan(humid)) {
        Serial.println("Failed to read from DHT sensor!");
        return;
    }

    Serial.print("Temperature:  ");
    Serial.print(temp);
    Serial.print(" °C");
    Serial.print("\t ");
    Serial.print("Humidity:  ");
    Serial.print(humid);
    Serial.print(" %RH");
    delay(1000);
}
```

อธิบายโปรแกรม

บรรทัดที่ 1 เรียกใช้ไลบารี DHT.h

บรรทัดที่ 2 ใช้คำสั่ง #define แทนที่ DHTpin ด้วย 27 โดยตรงส่วนนี้ใช้กำหนดขาที่ต่อกับ DATA

บรรทัดที่ 3 ใช้คำสั่ง #define แทนที่ DHTTYPE ด้วย DHT22 โดยตรงส่วนนี้ใช้กำหนดรุ่นของ DHT

บรรทัดที่ 5 ประกาศให้ใช้ไลบรารี DHT ด้วยออปเจค dht และกำหนดขา, รุ่น ในบรรทัดนี้

บรรทัดที่ 9 ใช้คำสั่งเริ่มใช้งาน DHT

บรรทัดที่ 13 อ่านค่าอุณหภูมิในหน่วยองศาเซลเซียส นำมาเก็บลงตัวแปร temp

บรรทัดที่ 14 อ่านค่าความชื้น นำมาเก็บลงตัวแปร humid

บรรทัดที่ 16 - 18 ใช้คำสั่ง if ตรวจสอบค่าว่างในตัวแปร temp และ humid ถ้าว่างจะทำในบรรทัดที่ 17 - 18

บรรทัดที่ 21 - 27 แสดงผลตัวแปรและข้อความต่าง ๆ ไปยัง Serial Monitor

ผลการทำงานของโปรแกรมตัวอย่างที่ 2.1

....

....

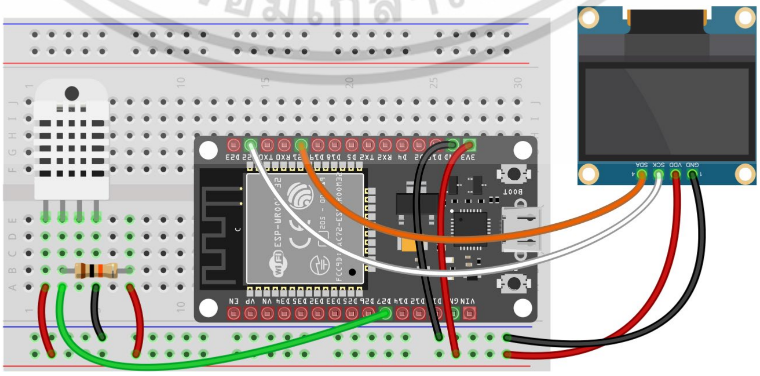
....

....

....

....

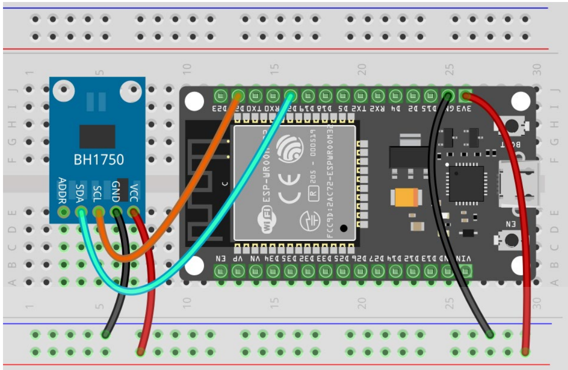
3. จงเขียนการใช้งานโมดูล DHT22 เพื่อตรวจวัดค่าอุณหภูมิและความชื้น แสดงผลลัพธ์ออกทางจอ OLED



ภาพที่ 2.8 วงจรตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้นแสดงผลลัพธ์ทางจอ OLED

โปรแกรมคำสั่งการตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้นแสดงผลลัพธ์ทางจอ OLED

4. ต่อวงจรใช้งานอุปกรณ์ตรวจวัดค่าแสง BH1750 โมดูล GY-302 ตามภาพที่ 2.9



ภาพที่ 2.9 วงจรใช้งานอุปกรณ์ตรวจวัดค่าแสง BH1750 โมดูล GY-302

- ต่อแรงดันไฟบวก 3.3V ของ ESP32 เข้าที่ขา VCC ของ BH1750
- ต่อกราวด์ของ ESP32 เข้าที่ขา GND ของ BH1750
- ต่อสายไฟจากขา D21 ของ ESP32 เข้าที่ขา SDA ของ BH1750
- ต่อสายไฟจากขา D22 ของ ESP32 เข้าที่ขา SCL ของ BH1750

5. เขียนการใช้งาน BH1750 โมดูล GY-302 เพื่อตรวจวัดค่าแสงหน่วยเป็น Lux แสดงผลลัพธ์ออกทาง Serial Monitor ดังตัวอย่างโปรแกรมที่ 2.2

ตัวอย่างโปรแกรมที่ 2.2

```
#include <BH1750.h>
#include <Wire.h>

BH1750 lightMeter;

void setup( ) {
    Serial.begin(115200);
    wire.begin( );
    lightMeter.begin( ) ;
}

void loop( ) {
    float lux = lightMeter.readLightLevel( );
```

```
14      Serial.print("Light:  ");
15      Serial.print(lux);
16      Serial.println(" lx");
17      delay(1000);
18  }
```

อธิบายโปรแกรม

บรรทัดที่ 1 เรียกใช้ไลบรารี BH1750.h

บรรทัดที่ 2 เรียกใช้ไลบรารี Wire.h เพื่อใช้ติดต่อกับอุปกรณ์ผ่าน I^{2}C

บรรทัดที่ 4 ประกาศแทนโมดูล BH1750 ด้วยชื่อ lightMeter

บรรทัดที่ 8 ใช้ฟังก์ชันเริ่มต้นใช้งานการสื่อสารแบบ I^{2}C

บรรทัดที่ 9 ใช้ฟังก์ชันเริ่มต้นใช้งาน lightMeter

บรรทัดที่ 13 อ่านค่าแสงสว่างในหน่วยลักซ์ นำมาเก็บลงตัวแปร lux

บรรทัดที่ 14 - 17 แสดงผลตัวแปรและข้อความต่าง ๆ ไปยัง Serial Monitor

ผลการทำงานของโปรแกรมตัวอย่างที่ 2.2

....

....

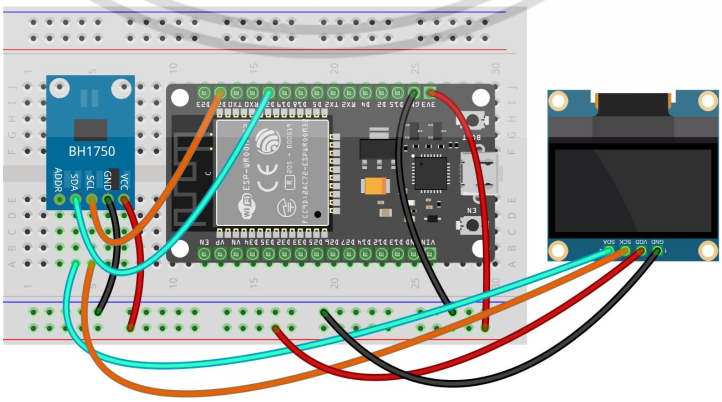
....

....

....

....

6. จงเขียนโปรแกรมการใช้งาน BH1750 โมดูล GY-302 เพื่อตรวจวัดค่าแสง แสดงผลลัพธ์ออกทางจอ OLED



ภาพที่ 2.10 วงจรตรวจวัดค่าแสง แสดงผลลัพธ์ออกทางจอ OLED

โปรแกรมคำสั่งตรวจวัดค่าแสงด้วย BH1750 โมดูล GY-302 แสดงผลลัพธ์ออกทางจอ OLED

7. สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

<table>
<tr><td rowspan="3"></td><td colspan="2">ใบปฏิบัติงานหน่วยที่ 3.1</td></tr>
<tr><td>รหัสวิชา 3105-2007 รายวิชา ไมโครคอนโทรลเลอร์</td><td>สอนครั้งที่ 12</td></tr>
<tr><td>เรื่อง งานเขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมดีซีมอเตอร์</td><td>เวลา 3 ชั่วโมง</td></tr>
</table>

คำชี้แจง

ให้นักศึกษาทำการทดลองตามใบปฏิบัติงานหน่วยที่ 3.1 เรื่อง งานเขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมดีซีมอเตอร์ ใช้เวลา 180 นาที (10 คะแนน)

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. ต่อวงจรใช้งานดีซีมอเตอร์กับไมโครคอนโทรลเลอร์ตามที่กำหนดได้อย่างถูกต้อง
2. เขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมดีซีมอเตอร์ได้อย่างถูกต้อง
3. ประยุกต์ใช้งานดีซีมอเตอร์ได้อย่างถูกต้อง

ทฤษฎีพื้นฐานสำหรับการทดลอง

มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นอุปกรณ์ที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในโรงงานอุตสาหกรรม เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ควบคุมเครื่องจักรกลในงานอุตสาหกรรม มอเตอร์มีหลายแบบหลายชนิดจำเป็นต้องเลือกใช้ให้เหมาะสมกับงาน ดังนั้นจึงต้องทราบถึงความหมายและชนิดของมอเตอร์ไฟฟ้า ตลอดถึงคุณสมบัติการใช้งานของมอเตอร์แต่ละชนิด เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดในการใช้งานของมอเตอร์นั้น ๆ

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (DC Motor) เป็นเครื่องกลไฟฟ้าชนิดหนึ่งที่มีหน้าที่เปลี่ยนพลังงานงานไฟฟ้าไปเป็นพลังงานกล เมื่อได้รับการป้อนพลังงานไฟฟ้าที่เป็นไฟฟ้ากระแสตรงจะทำให้แกนของมอเตอร์หมุน แต่เนื่องจากการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงต้องการกระแสไฟฟ้าในปริมาณสูงกว่าความสามารถที่ไมโครคอนโทรลเลอร์จะจ่ายโดยตรงได้ จึงจำเป็นที่จะต้องมีวงจรขับมอเตอร์ โดยเฉพาะเพื่อทำหน้าที่ขับมอเตอร์ให้ทำงานได้ตามความต้องการ

มอเตอร์ไฟฟ้าแบ่งออกตามชนิดของกระแสไฟฟ้า ได้ 2 ชนิด ดังนี้

- มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ (Alternating Current Motor)
  1) มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับชนิด 1 เฟส
     - สปลิทเฟสมอเตอร์ (Split-Phase motor)
     - คาปาซิเตอร์มอเตอร์ (Capacitor motor)
     - รีพลัชชั่นมอเตอร์ (Repulsion-type motor)
     - ยูนิเวอร์แซลมอเตอร์ (Universal motor)
     - เช็ดเดดโพลมอเตอร์ (Shaded-pole motor)
  2) มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับชนิด 2 เฟส

3) มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับชนิด 3 เฟส

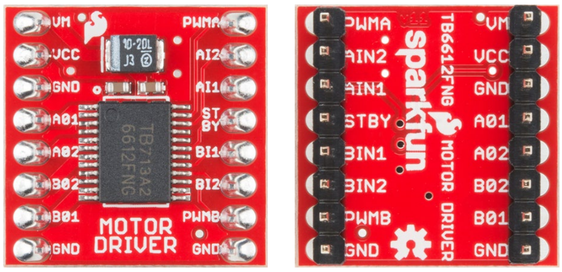
- มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (Direct Current Motor) แบ่งออกเป็น 3 ชนิด ได้แก่
  1) มอเตอร์แบบอนุกรมหรือเรียกว่า ซีรีส์มอเตอร์ (Series Motor)
  2) มอเตอร์แบบขนานหรือเรียกว่า ชันท์มอเตอร์ (Shunt Motor)
  3) มอเตอร์ไฟฟ้าแบบผสมหรือเรียกว่า คอมปาวด์มอเตอร์ (Compound Motor)

ภาพที่ 3.1 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงขนาดเล็กแบบปกติ

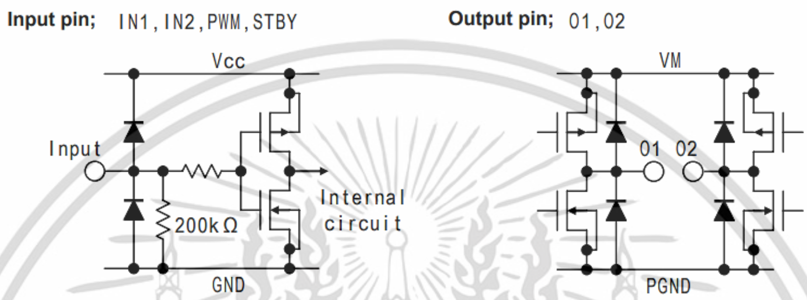
ภาพที่ 3.2 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงขนาดเล็กแบบที่มีชุดเฟืองทดรอบ

การควบคุมการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงนั้น สามารถทำได้ง่ายเพียงป้อนไฟเข้าที่ขั้วมอเตอร์เมื่อต้องการให้มอเตอร์หมุนและเมื่อต้องการให้มอเตอร์หยุดหมุนก็เพียงหยุดการป้อนไฟฟ้า หรือถ้าหากต้องการให้มอเตอร์หมุนกลับทิศทางก็สามารถทาได้โดยการสลับขั้วไฟฟ้าที่จ่ายให้กับมอเตอร์เพียงเท่านี้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงก็จะสามารถหมุนกลับทิศทางได้ในทันที สำหรับวงจรขับ มอเตอร์ที่สามารถควบคุมทิศทางการหมุนได้ประกอบด้วยอุปกรณ์ที่ถูกจัดวางที่มีลักษณะคล้ายตัว H ในภาษาอังกฤษจึงเรียกวงจรขับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงในลักษณะนี้ว่าวงจรขับแบบ H-Bridge

ในการทดลองควบคุมการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงครั้งนี้ จะใช้บอร์ดขับมอเตอร์คู่ TB6612FNG ที่รองรับกระแสได้มากถึง 1.2A (สูงสุดที่ 3.2A)



ภาพที่ 3.3 บอร์ดขับมอเตอร์คู่ TB6612FNG



ภาพที่ 3.4 วงจรขับแบบ H-Bridge ด้วยโมดูลไอซี TB6612FNG

ตารางที่ 3.1 การควบคุมมอเตอร์ด้วยวงจรขับแบบ H-Bridge ด้วยโมดูลไอซี TB6612FNG

Input				Output		
IN1	IN2	PWM	STBY	OUT1	OUT2	Mode
H	H	H/L	H	L	L	Short break
L	H	H	H	L	H	CCW
		L	H	L	L	Short break
H	L	H	H	H	L	CW
		L	H	L	L	Short break
L	L	H	H	OFF (High impedance)		Stop
H\L	H\L	H\L	L	OFF (High impedance)		Standby

อุปกรณ์การทดลอง

1. เครื่องคอมพิวเตอร์และโปรแกรม Arduino IDE	1	ชุด
2. สายอัปโหลด MicroUSB	1	เส้น
3. บอร์ดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32	1	บอร์ด
4. มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	2	ตัว
5. สายต่อวงจร	1	ชุด

ข้อควรระวัง

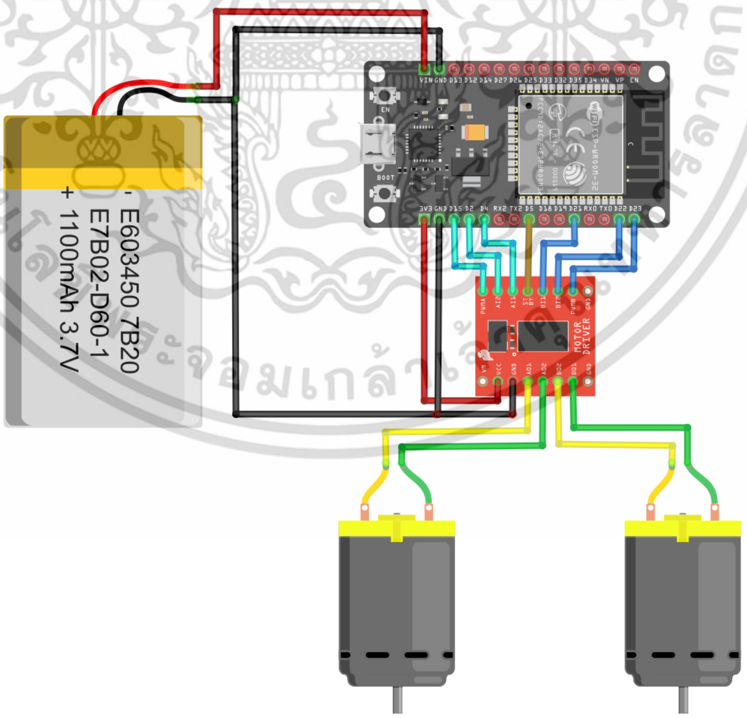
1. ควรระวัง ไม่วางชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 หรืออุปกรณ์ประกอบต่าง ๆ บนโต๊ะโลหะหรือที่วางที่ทำจากโลหะ เพราะอาจเกิดการลัดวงจรของภาคจ่ายไฟได้

2. ไม่ควรต่อสายต่อวงจรบนชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 ทิ้งไว้ ควรถอดสายต่อวงจรออกให้หมดก่อน เพราะผลการทดลองอาจเกิดการผิดพลาดไม่เป็นไปตามทฤษฎีได้

3. ไม่ควรสายอัปโหลดโปรแกรม Micro USB เข้าออกตลอดเวลา เพราะอาจทำให้ภาคจ่ายไฟของชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 เสียหายได้

ลำดับขั้นการทดลอง

1. ต่อวงจรควบคุมการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ด้วยบอร์ด TB6612FNG ตามภาพที่ 3.5



ภาพที่ 3.5 วงจรควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ด้วยบอร์ด TB6612FNG

- ต่อแรงดันไฟบวก 2.2-13.5V (สูงสุด 15V) เข้าที่ขา VM ของบอร์ด TB6612FNG
- ต่อแรงดันไฟบวก 3.3V ของ ESP32 เข้าที่ขา VCC ของบอร์ด TB6612FNG
- ต่อกราวด์ร่วมกัน
- ต่อขา Aout1, Aout2 ของบอร์ด TB6612FNG เข้ามอเตอร์ตัวที่ 1
- ต่อขา Bout1, Bout2 ของบอร์ด TB6612FNG เข้ามอเตอร์ตัวที่ 2
- ต่อขา PWM A ของบอร์ด TB6612FNG เข้าที่ขา 15 ของ ESP32
- ต่อขา INA1 ของบอร์ด TB6612FNG เข้าที่ขา 4 ของ ESP32
- ต่อขา INA2 ของบอร์ด TB6612FNG เข้าที่ขา 2 ของ ESP32
- ต่อขา PWM B ของบอร์ด TB6612FNG เข้าที่ขา 23 ของ ESP32
- ต่อขา INB1 ของบอร์ด TB6612FNG เข้าที่ขา 21 ของ ESP32
- ต่อขา INB2 ของบอร์ด TB6612FNG เข้าที่ขา 22 ของ ESP32
- ต่อขา STBY ของบอร์ด TB6612FNG เข้าที่ขา 5 ของ ESP32

2. เขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ด้วยบอร์ด TB6612FNG ดังตัวอย่างโปรแกรมที่ 3.1

ตัวอย่างโปรแกรมที่ 3.1

```
//motor A connected between A01 and A02
//motor B connected between B01 and B02

int STBY = 5;          //standby

//Motor A
int PWMA = 15;         //Speed control
int AIN1 = 4;          //Direction
int AIN2 = 2;          //Direction

//Motor B
int PWMB = 23;         //Speed control
int BIN1 = 21;         //Direction
int BIN2 = 22;         //Direction

```

```
void setup() {
    pinMode(STBY, OUTPUT);
    pinMode(PWMA, OUTPUT);
    pinMode(AIN1, OUTPUT);
    pinMode(AIN2, OUTPUT);
    pinMode(PWMB, OUTPUT);
    pinMode(BIN1, OUTPUT);
    pinMode(BIN2, OUTPUT);
}

void loop() {
    // clockwise
    move(1, 255, 1);    //motor 1, full speed, cw
    move(2, 255, 1);    //motor 2, full speed, cw
    delay(1000);        //go for 1 second

    stop();             //stop
    delay(500);         //hold for 250ms until move again

    // counter-clockwise
    move(1, 128, 0);    //motor 1, half speed, ccw
    move(2, 128, 0);    //motor 2, half speed, ccw
    delay(1000);

    stop( );
    delay(500);
}

void move(int motor, int speed, int direction) {
    //Move specific motor at speed and direction
    //motor : 0 for B 1 for A
    //speed : 0 is off, and 255 is full speed
    //direction : 0 = counter-clockwise, 1 = clockwise
```

```
    digitalWrite(STBY, HIGH);   //disable standby

    boolean inPin1 = LOW;
    boolean inPin2 = HIGH;

    if(direction == 1){
        inPin1 = HIGH;
        inPin2 = LOW;
    }

    if(motor == 1){
        digitalWrite(AIN1, inPin1);
        digitalWrite(AIN2, inPin2);
        digitalWrite(PWMA, speed);
    }
    else{
        digitalWrite(BIN1, inPin1);
        digitalWrite(BIN2, inPin2);
        digitalWrite(PWMB, speed);
    }
}

void stop(){
    //enable standby
    digitalWrite(STBY, LOW);
}
```

อธิบายโปรแกรม

บรรทัดที่ 4 กำหนดให้ขา STBY ต่อที่ขา 5

บรรทัดที่ 7 กำหนดให้ขาสัญญาณควบคุมความเร็วมอเตอร์ A ต่อที่ขา 15

บรรทัดที่ 8 กำหนดให้ขาสัญญาณลอจิกควบคุมทิศทางมอเตอร์ A (ขา 1) ต่อที่ขา 4

บรรทัดที่ 9 กำหนดให้ขาสัญญาณลอจิกควบคุมทิศทางมอเตอร์ A (ขา 2) ต่อที่ขา 2

บรรทัดที่ 12 กำหนดให้ขาสัญญาณควบคุมความเร็วมอเตอร์ B ต่อที่ขา 23

บรรทัดที่ 13 กำหนดให้ขาสัญญาณลอจิกควบคุมทิศทางมอเตอร์ B (ขา 1) ต่อที่ขา 21

บรรทัดที่ 14 กำหนดให้ขาสัญญาณลอจิกควบคุมทิศทางมอเตอร์ B (ขา 2) ต่อที่ขา 22

บรรทัดที่ 28 เรียกใช้งานฟังก์ชัน move โดยกำหนดให้ มอเตอร์ A หมุนด้วยความเร็วสูงสุด PWM = 255 และหมุนตามเข็มนาฬิกา

บรรทัดที่ 29 เรียกใช้งานฟังก์ชัน move โดยกำหนดให้ มอเตอร์ B หมุนด้วยความเร็วสูงสุด PWM = 255 และหมุนตามเข็มนาฬิกา

บรรทัดที่ 32 เรียกใช้งานฟังก์ชัน stop โดยกำหนดให้ขา STBY เป็น LOW

บรรทัดที่ 36 เรียกใช้งานฟังก์ชัน move โดยกำหนดให้ มอเตอร์ A หมุนด้วยความเร็วครึ่งหนึ่ง PWM = 128 และหมุนทวนเข็มนาฬิกา

บรรทัดที่ 37 เรียกใช้งานฟังก์ชัน move โดยกำหนดให้ มอเตอร์ B หมุนด้วยความเร็วครึ่งหนึ่ง PWM = 128 และหมุนทวนเข็มนาฬิกา

บรรทัดที่ 44 ประกาศฟังก์ชัน move โดยรับค่ามาจำนวน 3 ค่า คือ มอเตอร์, ความเร็วมอเตอร์, ทิศทางการหมุน

บรรทัดที่ 49 กำหนดให้ขา STBY มีค่าเป็น HIGH

บรรทัดที่ 51 - 52 กำหนดให้ขา IN1 มีค่าเป็น LOW และขา IN2 มีค่าเป็น HIGH

บรรทัดที่ 54 - 57 ถ้าค่า direction มีค่าเท่ากับ 1 กำหนดให้ขา IN1 มีค่าเป็น HIGH และขา IN2 มีค่าเป็น LOW

บรรทัดที่ 71 - 74 ประกาศฟังก์ชัน stop โดยกำหนดให้ขา STBY มีค่าเป็น LOW

ผลการทำงานของโปรแกรมตัวอย่างที่ 3.1

....

....

....

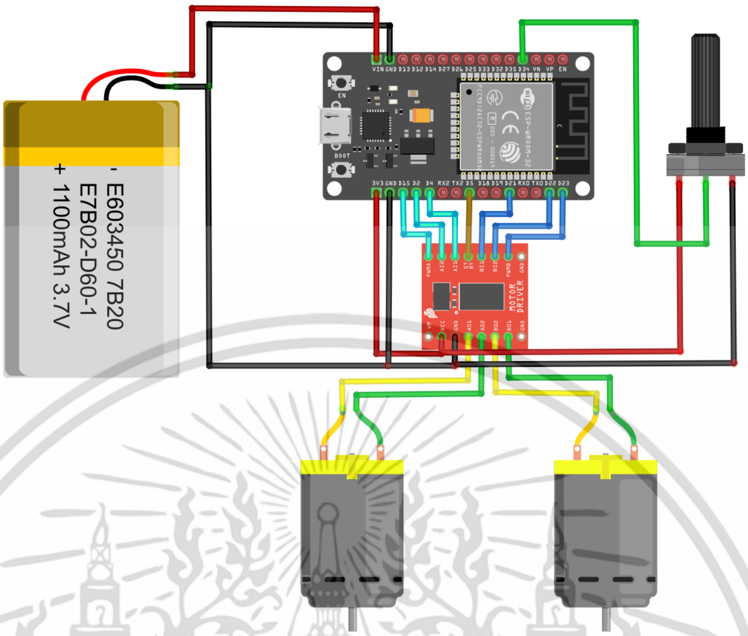
....

....

....

....

3. จงเขียนโปรแกรมปรับความเร็วมอเตอร์ โดยใช้ตัวต้านทานปรับค่าได้ และควบคุมการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ด้วยบอร์ด TB6612FNG



ภาพที่ 3.6 วงจรปรับความเร็วและควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ด้วยบอร์ด TB6612FNG

โปรแกรมคำสั่งปรับความเร็วและควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ด้วยบอร์ด TB6612FNG

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

4. สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....

	ใบปฏิบัติงานหน่วยที่ 3.2	
	รหัสวิชา 3105-2007 **รายวิชา** ไมโครคอนโทรลเลอร์	สอนครั้งที่ 13
	เรื่อง งานเขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมสเต็ปมอเตอร์	เวลา 3 ชั่วโมง

คำชี้แจง

ให้นักศึกษาทำการทดลองตามใบปฏิบัติงานหน่วยที่ 3.2 เรื่อง งานเขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมสเต็ปมอเตอร์ ใช้เวลา 180 นาที (10 คะแนน)

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. ต่อวงจรใช้งานสเต็ปมอเตอร์กับไมโครคอนโทรลเลอร์ตามที่กำหนดได้อย่างถูกต้อง
2. เขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมสเต็ปมอเตอร์ได้อย่างถูกต้อง
3. ประยุกต์ใช้งานสเต็ปมอเตอร์ได้อย่างถูกต้อง

ทฤษฎีพื้นฐานสำหรับการทดลอง

สเต็ปมอเตอร์ เป็นมอเตอร์ที่ขับเคลื่อนด้วยพัลส์ ลักษณะการขับเคลื่อนจะหมุนรอบแกนได้ 360 องศา มีลักษณะไม่ต่อเนื่อง โดยจะหมุนเป็นสเต็ป แต่ละสเต็ปจะหมุนได้ 1, 1.5, 1.8, 2 องศา หรือมากกว่าขึ้นอยู่กับการออกแบบมอเตอร์ การหมุนและหยุดหมุนกำหนดด้วยวงจรควบคุม ลักษณะงานที่นำสเต็ปมอเตอร์ไปใช้จะเป็นงานที่ต้องการตำแหน่งแม่นยำ เช่น ระบบขับเคลื่อนหัวพิมพ์ในเครื่องพิมพ์แบบด็อตแมตทริก (Dot Matrix Printer) ระบบขับเคลื่อนหัวอ่านในเครื่องเล่นซีดีหรือดีวีดี (CD/DVD Player) ระบบขับเคลื่อนตำแหน่งของปากกาใน X-Y PLOTER หรือระบบขับเคลื่อนในงานอุตสาหกรรมที่ต้องการตำแหน่งที่แม่นยำ เป็นต้น

ประเภทของสเต็ปมอเตอร์

ประเภทของสเต็ปมอเตอร์ แบ่งตามรูปแบบการพันขดลวดบนสเตเตอร์ (Stator) จะมีด้วยกัน 2 แบบ คือ

1) แบบไบโพล่าร์ (Bipolar) ในแต่ละขั้วแม่เหล็กบนสเตเตอร์จะมีการพันขดลวดหนึ่งขด บางครั้งอาจเรียกสเต็ปมอเตอร์ประเภทนี้ว่า สเต็ปมอเตอร์แบบ 2 เฟส

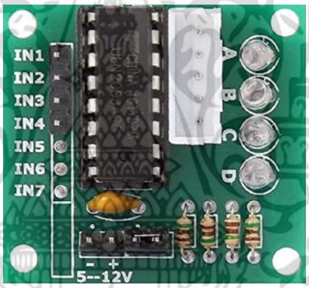
2) แบบยูนิโพล่าร์ (Unipolar) จะมีการพันขดลวด 2 ขด บนสเตเตอร์ แต่ละขดจะแบ่งเป็น 2 เฟส รวมทั้งมอเตอร์จะมีด้วยกัน 4 เฟส จะมีการต่อสายออกมาจากขดลวดแต่ละขดเพื่อจ่ายไฟเลี้ยง ทำให้สเต็ปมอเตอร์แบบนี้มีทั้งแบบ 5 สาย และ 6 สาย ถ้าเป็นแบบ 5 สาย จะเป็นการนำสายไฟเลี้ยงของขดลวดทั้งสองมาต่อรวมกันเป็นสายเดียว สเต็ปมอเตอร์นี้ยังเป็นที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย

ภาพที่ 3.7 สเต็ปมอเตอร์ชนิดต่าง ๆ

บอร์ดขับสเต็ปมอเตอร์

บอร์ดขับสเต็ปมอเตอร์ (Stepper Motor Driver) เป็นตัวที่ใช้ในการขับตัวสเต็ปมอเตอร์ เพื่อให้สามารถทำงานได้ เนื่องจากตัวสเต็ปมอเตอร์เป็นขดลวดที่ต้องใช้กระแสสูง หากต่อเข้ากับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์โดยตรง อาจจะทำให้บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ชำรุดเสียหายได้ และยังไม่สามารถทำให้ตัวสเต็ปมอเตอร์ทำงานได้

บอร์ดสเต็ปมอเตอร์ที่ทดลอง จะใช้ไอซีเบอร์ ULN2003 มีขาต่อใช้งาน A, B, C, D แบบ 4 เฟส และมี LED แสดงสถานะสเต็ปมอเตอร์ทำงาน ดังรูปที่ 3.8



ภาพที่ 3.8 บอร์ดขับสเต็ปมอเตอร์ ไอซีเบอร์ ULN2003

การควบคุมสเต็ปมอเตอร์ แบบ 4 เฟส

ในการควบคุมสเต็ปมอเตอร์เพื่อให้เกิดการหมุน มีวิธีการควบคุมกระแสไฟที่จ่ายให้กับขดลวดสเตเตอร์ในแต่ละเฟสของสเต็ปมอเตอร์ อย่างเป็นลำดับที่แน่นอน โดยถ้าต้องการให้กระแสไหลในเฟสใด ๆ ก็จะทำให้สถานะของเฟสนั้น ๆ เป็นสถานะลอจิก "1" และในการกระตุ้นเฟส ของสเต็ปมีอยู่ด้วยกัน 2 แบบคือ

1) การกระตุ้นเฟสแบบฟลูสเต็ปมอเตอร์ (Full Step Motor) ยังสามารถแบ่งการกระตุ้นเฟสออกได้เป็นอีก 2 วิธีด้วยกัน คือ

1.1) การกระตุ้นเฟสแบบฟลูสเต็ป 1 เฟส (Single Phase Driver) หรือแบบเวฟ จะเป็นการจ่ายกระแสไฟให้กับขดลวดของสเต็ปมอเตอร์ทีละขด โดยจะจ่ายกระแสเรียงตามลำดับกันไป เริ่มจากจ่ายกระแสให้กับขดลวดสเตเตอร์เฟสที่ 1 จากนั้นกระตุ้นเฟสที่ 2 และเฟสที่ 3 ไปเรื่อย ๆ ตามลำดับ จากนั้นก็วนกลับมาที่เฟสที่ 1 อีกครั้งและวนลูปไปเรื่อย ๆ ก็จะทำให้สเต็ปมอเตอร์หมุน

และในทางกลับกันถ้าต้องการให้สเต็ปมอเตอร์หมุนกลับทางก็ต้องกระตุ้น ขดลวดเฟส 4, เฟส 3, เฟส 2 และเฟส 1 ตามลำดับ เนื่องจากการจ่ายกระแสให้กับขดลวดของสเต็ปมอเตอร์ทีละขดจะทำให้กระแสที่ไหลในขดลวดจะไหลในทิศทางเดียวกันทุกขด ลักษณะเช่นนี้จึงทำให้แรงขับของสเต็ปมอเตอร์มีน้อย

สเต็ป	เฟส 1	เฟส 2	เฟส 3	เฟส 4
สเต็ป 1	ON	OFF	OFF	OFF
สเต็ป 2	OFF	ON	OFF	OFF
สเต็ป 3	OFF	OFF	ON	OFF
สเต็ป 4	OFF	OFF	OFF	ON
สเต็ป 5	ย้อนกลับสเต็ป 1			

ภาพที่ 3.9 การกระตุ้นแบบฟลูสเต็ป 1 เฟส

1.2) การกระตุ้นเฟสแบบฟลูสเต็ป 2 เฟส (Two Phase Driver) เป็นการป้อนกระแสให้กับขดลวด 2 ขด ของสเต็ปมอเตอร์พร้อม ๆ กันไป และจะกระตุ้นเรียงถัดกับไปเช่นเดียวกับแบบ 1 เฟส ดังนั้นการกระตุ้นแบบนี้จึงต้องใช้กำลังไฟมากขึ้น และจะทำให้มีแรงบิดของมอเตอร์มากกว่าการกระตุ้นแบบ 1 เฟส

สเต็ป	เฟส 1	เฟส 2	เฟส 3	เฟส 4
สเต็ป 1	ON	ON	OFF	OFF
สเต็ป 2	OFF	ON	ON	OFF
สเต็ป 3	OFF	OFF	ON	ON
สเต็ป 4	ON	OFF	OFF	ON
สเต็ป 5	ย้อนกลับสเต็ป 1			

ภาพที่ 3.10 การกระตุ้นแบบฟลูสเต็ป 2 เฟส

2) การกระตุ้นเฟสแบบฮาล์ฟสเต็ป (Half Step Motor) หรือ One-two Phase Driver คือ การกระตุ้นเฟสแบบฟลูสเต็ป 1 เฟส และ 2 เฟส เรียงลำดับกันไป แรงบิดที่ได้จากการกระตุ้นเฟสแบบนี้จะเพิ่มมากขึ้น เพราะช่วงของสเต็ปมีระยะสั้นลง การกระตุ้นแบบนี้จะต้องมีการกระตุ้นที่เฟสถึง 2 ครั้ง จึงจะได้ระยะของสเต็ปเท่ากับการกระตุ้นเพียงครั้งเดียวของแบบฟลูสเต็ป 2 แบบแรก ความละเอียดของการหมุนตำแหน่ง องศาต่อสเต็ปก็เป็นสองเท่าของแบบแรก ความถูกต้องของตำแหน่งที่กำหนดจึงมีมากขึ้น

สเต็ป	เฟส 1	เฟส 2	เฟส 3	เฟส 4
สเต็ป 1	ON	OFF	OFF	OFF
สเต็ป 2	ON	ON	OFF	OFF
สเต็ป 3	OFF	ON	OFF	OFF
สเต็ป 4	OFF	ON	ON	OFF
สเต็ป 5	OFF	OFF	ON	OFF
สเต็ป 6	OFF	OFF	ON	ON
สเต็ป 7	OFF	OFF	OFF	ON
สเต็ป 8	ON	OFF	OFF	ON
สเต็ป 9	ย้อนกลับสเต็ป 1			

ภาพที่ 3.11 การกระตุ้นแบบฮาล์ฟสเต็ป

อุปกรณ์การทดลอง

1. เครื่องคอมพิวเตอร์และโปรแกรม Arduino IDE 1 ชุด
2. สายอัปโหลด MicroUSB 1 เส้น
3. บอร์ดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 1 บอร์ด
4. บอร์ดขับสเต็ปมอเตอร์ ไอซีเบอร์ ULN2003 1 บอร์ด
5. สเต็ปมอเตอร์ 1 ตัว
6. สวิตช์กดติด-ปล่อยดับ 2 ตัว
7. สายต่อวงจร 1 ชุด

ข้อควรระวัง

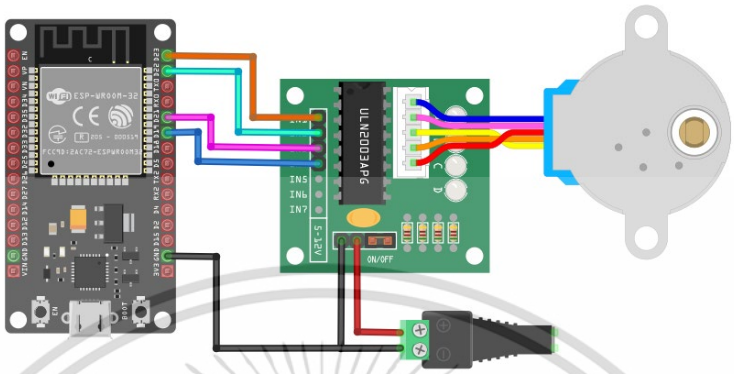
1. ควรระวัง ไม่วางชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 หรืออุปกรณ์ประกอบต่าง ๆ บนโต๊ะโลหะหรือที่วางที่ทำจากโลหะ เพราะอาจเกิดการลัดวงจรของภาคจ่ายไฟได้

2. ไม่ควรต่อสายต่อวงจรบนชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 ทิ้งไว้ ควรถอดสายต่อวงจรออกให้หมดก่อน เพราะผลการทดลองอาจเกิดการผิดพลาดไม่เป็นไปตามทฤษฎีได้

3. ไม่ควรสายอัปโหลดโปรแกรม Micro USB เข้าออกตลอดเวลา เพราะอาจทำให้ภาคจ่ายไฟของชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 เสียหายได้

ลำดับขั้นการทดลอง

1. ต่อวงจรควบคุมการทำงานของสเต็ปมอเตอร์ โดยบอร์ดขับสเต็ปมอเตอร์ ไอซีเบอร์ ULN2003 ตามภาพที่ 3.12



ภาพที่ 3.12 วงจรควบคุมสเต็ปมอเตอร์ ไอซีเบอร์ ULN2003

- ต่อ IN1 เข้าที่ขา 23 ของ ESP32
- ต่อ IN2 เข้าที่ขา 22 ของ ESP32
- ต่อ IN3 เข้าที่ขา 21 ของ ESP32
- ต่อ IN4 เข้าที่ขา 19 ของ ESP32
- ต่อแรงดันไฟตรง 5 - 12V เข้าที่บอร์ดขับสเต็ปมอเตอร์ ไอซีเบอร์ ULN2003

2. เขียนโปรแกรมควบคุมสเต็ปมอเตอร์ ไอซีเบอร์ ULN2003 หมุนแบบฟลูสเต็ป 1 เฟส (Single Phase Driver) ดังตัวอย่างโปรแกรมที่ 3.2

ตัวอย่างโปรแกรมที่ 3.2

```
// Stepping Motor Full-step single phase mode

#define PA 23
#define PB 22
#define PC 21
#define PD 19
int motorSpeed = 10;
char phase[4] = {PA, PB, PC, PD};
byte pattern[4] = {0x01, 0x02, 0x04, 0x08};
void send2port(byte data);
```

```
void setup() {
    for(char i = 0; i<4; i++) {
        pinMode(phase[i], OUTPUT);
    }
}

void loop() {
    for(int i = 0; i<4; i++) {
        send2port(pattern[i]);
        delay(motorSpeed);
    }
}

void send2port(byte data) {
    if (data & 1) {
        digitalWrite(phase[0], HIGH);
    }
    else {
        digitalWrite(phase[0], LOW);
    }
    if (data & 2) {
        digitalWrite(phase[1], HIGH);
    }
    else {
        digitalWrite(phase[1], LOW);
    }
    if (data & 4) {
        digitalWrite(phase[2], HIGH);
    }
    else {
        digitalWrite(phase[2], LOW);
    }

```

```
44      if (data & 8) {
45            digitalWrite(phase[3], HIGH);
46      }
47      else {
48            digitalWrite(phase[3], LOW);
49      }
50  }
```

อธิบายโปรแกรม

บรรทัดที่ 3 กำหนดให้ขา IN1 ต่อที่ขา 23

บรรทัดที่ 4 กำหนดให้ขา IN2 ต่อที่ขา 22

บรรทัดที่ 5 กำหนดให้ขา IN3 ต่อที่ขา 21

บรรทัดที่ 6 กำหนดให้ขา IN4 ต่อที่ขา 19

บรรทัดที่ 8 ประกาศตัวแปรชื่อ phase เป็นตัวแปรอาเรย์ โดยมีสมาชิกเป็น PA, PB, PC และ PD ตามลำดับ

บรรทัดที่ 9 ประกาศตัวแปรชื่อ pattern เป็นตัวแปรอาเรย์ โดยมีสมาชิกเป็น 0x01, 0x02, 0x04 และ 0x08 ตามลำดับ

บรรทัดที่ 12 - 14 ประกาศให้ PA, PB, PC และ PD เป็นเอาต์พุต

บรรทัดที่ 18 - 21 ใช้คำสั่ง for เพื่อชี้ไปยังสมาชิกในตัวแปรอาเรย์ชื่อ pattern แล้วนำค่าที่ได้ไปแอนด์กับค่าในฟังก์ชัน send2port

บรรทัดที่ 24 - 50 ประกาศฟังก์ชัน send2port เพื่อกำหนดการส่งแรงดันไฟไปจ่ายให้กับขดลวดของสเต็ปมอเตอร์ จะเห็นได้ว่า โปรแกรมจะทำการควบคุมการจ่ายแรงดันไฟให้ขา IN1 ก่อน แล้วค่อยไปจ่ายแรงดันไฟให้ IN2, IN3 และ IN4 ตามลำดับ โดยจ่ายไฟทีละขาเพื่อดันแกนสเต็ปมอเตอร์ให้หมุน โดยสเต็ปมอเตอร์จะหมุนตามเข็มนาฬิกา

ผลการทำงานของโปรแกรมตัวอย่างที่ 3.2

....

....

....

....

....

....

....

3. เขียนโปรแกรมควบคุมสเต็ปมอเตอร์ ไอซีเบอร์ ULN2003 หมุนแบบฟลูสเต็ป 2 เฟส (2 Phase Driver) ดังตัวอย่างโปรแกรมที่ 3.3

ตัวอย่างโปรแกรมที่ 3.3

```
// Stepping Motor Full-step 2 phase mode

#define PA 23
#define PB 22
#define PC 21
#define PD 19
int motorSpeed = 10;
char phase[4] = {PA, PB, PC, PD};
byte pattern[4] = {0x03, 0x06, 0x0C, 0x09};
void send2port(byte data);

void setup() {
    for(char i = 0; i<4; i++) {
        pinMode(phase[i], OUTPUT);
    }
}

void loop() {
    for(int i = 0; i<4; i++) {
        send2port(pattern[i]);
        delay(motorSpeed);
    }
}

void send2port(byte data) {
    if (data & 1) {
        digitalWrite(phase[0], HIGH);
    }
```

```
    else {
        digitalWrite(phase[0], LOW);
    }
    if (data & 2) {
        digitalWrite(phase[1], HIGH);
    }
    else {
        digitalWrite(phase[1], LOW);
    }
    if (data & 4) {
        digitalWrite(phase[2], HIGH);
    }
    else {
        digitalWrite(phase[2], LOW);
    }

    if (data & 8) {
        digitalWrite(phase[3], HIGH);
    }
    else {
        digitalWrite(phase[3], LOW);
    }
}
```

ผลการทำงานของโปรแกรมตัวอย่างที่ 3.3

....

....

....

....

....

....

....

....

4. เขียนโปรแกรมควบคุมสเต็ปมอเตอร์ ไอซีเบอร์ ULN2003 หมุนแบบฮาล์ฟสเต็ป (Half step Driver) ดังตัวอย่างโปรแกรมที่ 3.4

ตัวอย่างโปรแกรมที่ 3.4

```
// Stepping Motor Half-step mode

#define PA 23
#define PB 22
#define PC 21
#define PD 19
int motorSpeed = 10;
char phase[4] = {PA, PB, PC, PD};
byte pattern[8] = {0x01, 0x03, 0x02, 0x06, 0x04, 0x0C, 0x08, 0x09};
void send2port(byte data);

void setup() {
    for(char i = 0; i<4; i++) {
        pinMode(phase[i], OUTPUT);
    }
}

void loop() {
    for(int i = 0; i<8; i++) {
        send2port(pattern[i]);
        delay(motorSpeed);
    }
}

void send2port(byte data) {
    if (data & 1) {
        digitalWrite(phase[0], HIGH);
    }
```

```
    else {
        digitalWrite(phase[0], LOW);
    }
    if (data & 2) {
        digitalWrite(phase[1], HIGH);
    }
    else {
        digitalWrite(phase[1], LOW);
    }
    if (data & 4) {
        digitalWrite(phase[2], HIGH);
    }
    else {
        digitalWrite(phase[2], LOW);
    }

    if (data & 8) {
        digitalWrite(phase[3], HIGH);
    }
    else {
        digitalWrite(phase[3], LOW);
    }
}
```

ผลการทำงานของโปรแกรมตัวอย่างที่ 3.4

....

....

....

....

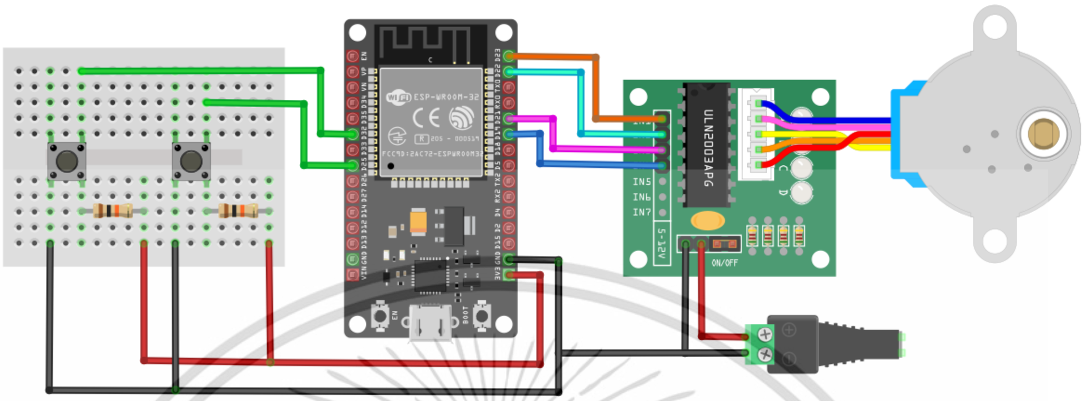
....

....

....

....

5. จงเขียนโปรแกรมควบคุมสเต็ปมอเตอร์ ไอซีเบอร์ ULN2003 โดยให้สวิตช์ A ควบคุมการหมุนตามเข็มนาฬิกา (CW) และให้สวิตช์ B ควบคุมการหมุนทวนเข็มนาฬิกา (CCW) กำหนดให้สเต็ปมอเตอร์หมุนแบบฮาล์ฟสเต็ป (Half step Driver)



ภาพที่ 3.13 วงจรควบคุมการหมุนสเต็ปมอเตอร์แบบทวนเข็มและหมุนตามเข็มนาฬิกา

โปรแกรมคำสั่งควบคุมการหมุนสเต็ปมอเตอร์แบบทวนเข็มและหมุนตามเข็มนาฬิกา

6. สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

	ใบปฏิบัติงานหน่วยที่ 4	
	รหัสวิชา 3105-2007 **รายวิชา** ไมโครคอนโทรลเลอร์	สอนครั้งที่ 14
	เรื่อง งานเขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมเซอร์โวมอเตอร์	เวลา 3 ชั่วโมง

คำชี้แจง

ให้นักศึกษาทำการทดลองตามใบปฏิบัติงานหน่วยที่ 4 เรื่อง งานเขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ ใช้เวลา 180 นาที (10 คะแนน)

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

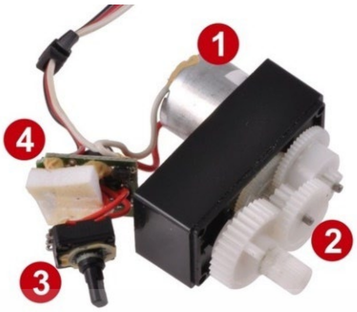
1. ต่อวงจรใช้งานเซอร์โวมอเตอร์กับไมโครคอนโทรลเลอร์ตามที่กำหนดได้อย่างถูกต้อง
2. เขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ได้อย่างถูกต้อง
3. ประยุกต์ใช้งานเซอร์โวมอเตอร์ได้อย่างถูกต้อง

ทฤษฎีพื้นฐานสำหรับการทดลอง

เซอร์โวมอเตอร์ (Servo Motor) เป็นมอเตอร์ที่มีการควบคุมการเคลื่อนที่ (State) ไม่ว่าจะเป็นระยะ ความเร็ว มุมการหมุน โดยใช้การควบคุมแบบป้อนกลับ (Feedback control) เป็นอุปกรณ์ที่สามารถควบคุมเครื่องจักรกล หรือระบบการทำงานนั้น ๆ ให้เป็นไปตามความต้องการ เช่น ควบคุมความเร็ว (Speed) ควบคุมแรงบิด (Torque) ควบคุมตำแหน่ง (Position) ระยะทางในการเคลื่อนที่หรือการหมุน (Position control) ของตัวมอเตอร์ได้ ซึ่งมอเตอร์โดยทั่วไปไม่สามารถควบคุมในลักษณะงานเบื้องต้นได้ โดยให้ผลลัพธ์ตามความต้องการที่มีความแม่นยำสูง

ภาพที่ 4.1 ลักษณะโครงสร้างของเซอร์โวมอเตอร์

ส่วนประกอบภายในของ RC Servo Motor



ภาพที่ 4.2 ส่วนประกอบภายใน RC Servo Motor

หมายเลข 1 คือ ดีซีมอเตอร์

หมายเลข 2 คือ ชุดเฟืองเกียร์ทดแรงมอเตอร์

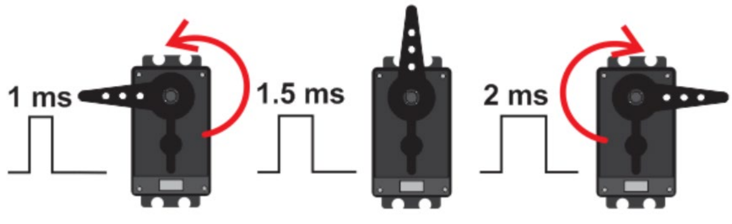
หมายเลข 3 คือ ชุดควบคุมและปรับแต่งให้ค่าเอาต์พุตมีค่าเท่ากับหรือใกล้เคียงกับค่าอินพุต

หมายเลข 4 คือ ส่วนที่ควบคุมและประมวลผล

หลักการทำงานของ RC Servo Motor

เมื่อจ่ายสัญญาณพัลส์เข้ามายัง RC Servo Motor ส่วนวงจรควบคุม (Electronic Control System) ภายในเซอร์โวจะทำการอ่านและประมวลผลค่าความกว้างของสัญญาณพัลส์ที่ส่งเข้ามา เพื่อแปลค่าเป็นตำแหน่งองศาที่ต้องการให้มอเตอร์หมุนเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งนั้น แล้วส่งคำสั่งไปทำการควบคุมให้มอเตอร์หมุนไปยังตำแหน่งที่ต้องการ โดยมี Position Sensor เป็นตัวเซ็นเซอร์คอยวัดค่ามุมที่มอเตอร์กำลังหมุนเป็น Feedback กลับมาให้วงจรควบคุม เปรียบเทียบกับค่าอินพุตเพื่อควบคุมให้ได้ตำแหน่งที่ต้องการอย่างถูกต้องแม่นยำ

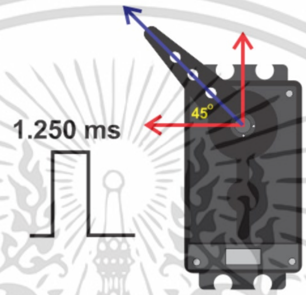
มุมหรือองศา จะขึ้นอยู่กับความกว้างของสัญญาณพัลส์ โดยส่วนมากความกว้างของพัลส์ที่ใช้ใน RC Servo Motor จะอยู่ในช่วง 1-2 ms หรือ 0.5-2.5 ms ตัวอย่างเช่น หากกำหนดความกว้างของสัญญาณพัลส์ไว้ที่ 1 ms เซอร์โวมอเตอร์จะหมุนไปด้านซ้ายจนสุด ในทางกลับกันหากกำหนดความกว้างของสัญญาณพัลส์ไว้ที่ 1.5 ms เซอร์โวมอเตอร์ก็จะหมุนมาอยู่ที่ตำแหน่งตรงกลางพอดี



ภาพที่ 4.3 มุมหรือองศาขึ้นอยู่กับความกว้างของสัญญาณพัลส์

ดังนั้น สามารถกำหนดองศาการหมุนของ RC Servo Motor ได้โดยการเทียบค่า เช่น RC Servo Motor สามารถหมุนได้ 180 องศา โดยที่ 0 องศา ใช้ความกว้างพัลส์เท่ากับ 1,000 μs ที่ 180 องศา ความกว้างของพัลส์เท่ากับ 2,000 μs เพราะฉะนั้น ค่าที่เปลี่ยนไป 1 องศา จะใช้ความกว้างของพัลส์ต่างกัน (2,000 – 1,000)/ 180 เท่ากับ 5.55 μs

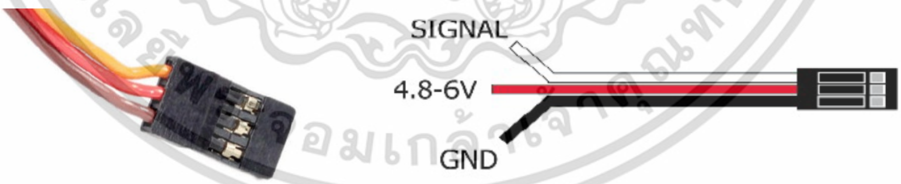
จากการหาค่าความกว้างของพัลส์ที่มุม 1 องศา หากต้องการกำหนดให้ RC Servo Motor หมุนไปที่มุม 45 องศา จะหาค่าพัลส์ที่ต้องการได้จาก 5.55 × 45 เท่ากับ 249.75 μs แต่ที่มุม 0 องศา จะเริ่มที่ความกว้างพัลส์ 1 ms หรือ 1,000 μs เพราะฉะนั้นความกว้างพัลส์ที่ใช้กำหนดให้ RC Servo Motor หมุนไปที่ 45 องศา คือ 1,000 + 249.75 เท่ากับประมาณ 1,250 μs



ภาพที่ 4.4 RC Servo Motor หมุนไปที่ 45 องศา

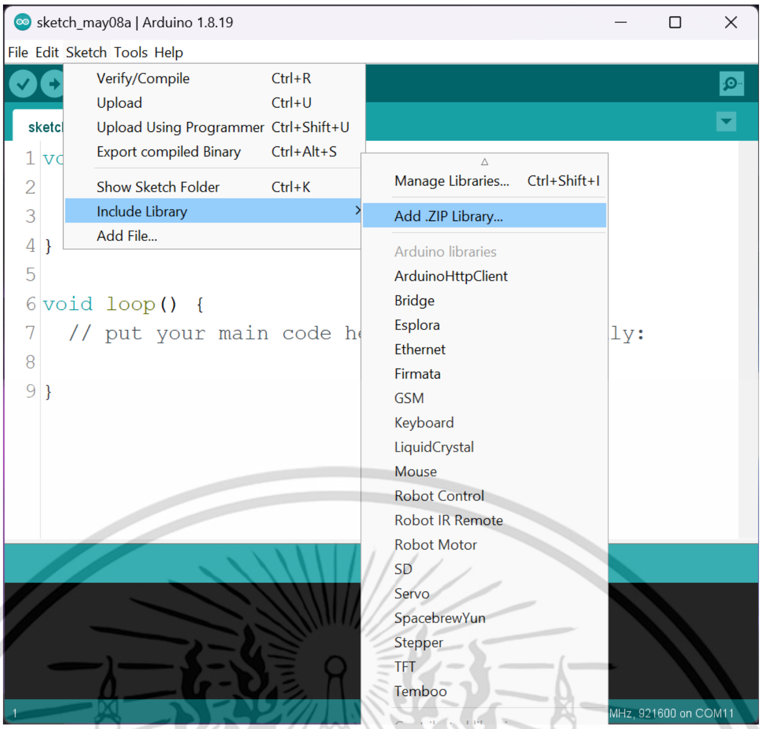
วิธีควบคุม RC Servo Motor ด้วย Arduino IDE

สายไฟของเซอร์โวมอเตอร์มี 3 เส้น ได้แก่ สายกราวด์จะเป็นสีน้ำตาลหรือสีดำ สายไฟเลี้ยงจะเป็นสายสีแดง ส่วนมากจะใช้ไฟเลี้ยง 4.8 – 6V และสายสัญญาณควบคุม Signal จะเป็นสีเหลืองสีขาว หรือสีส้ม เป็นสายที่ใช้คอนโทรลการหมุนเป็นองศาของเซอร์โวมอเตอร์



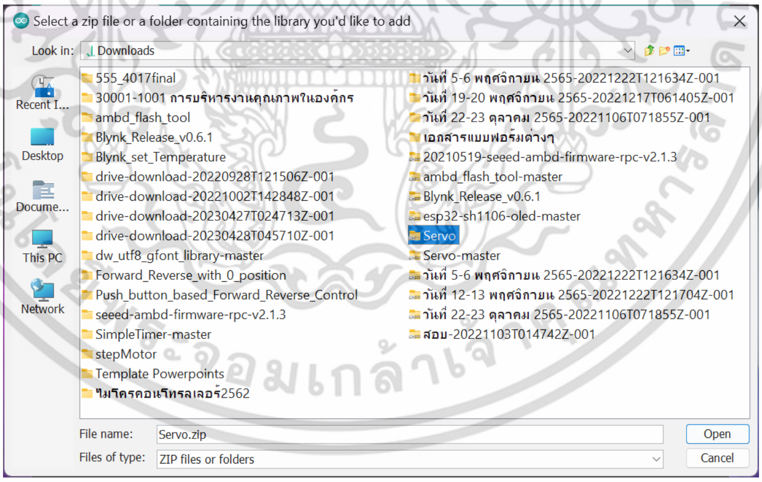
ภาพที่ 4.5 สายต่อใช้งานของเซอร์โวมอเตอร์

การควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ หรือควบคุมองศาในการหมุน Arduino IDE มีไลบรารี Servo.h สำหรับสั่งงาน RC Servo Motor มาให้ใช้งานอยู่แล้ว เป็นฟังก์ชันสำเร็จรูปและใช้งานได้ง่าย ในหน้าเว็บไซต์ https://github.com/PaulStoffregen/PWMServo.git ไลบรารีนี้นิยมใช้กับเซอร์โวที่หมุนได้ 180 องศา การติดตั้งไลบรารีหากเป็นนามสกุล *.zip สามารถทำได้โดยเปิด Arduino IDE ขึ้นมา กดที่เมนู Sketch > Include Library > Add .ZIP Library



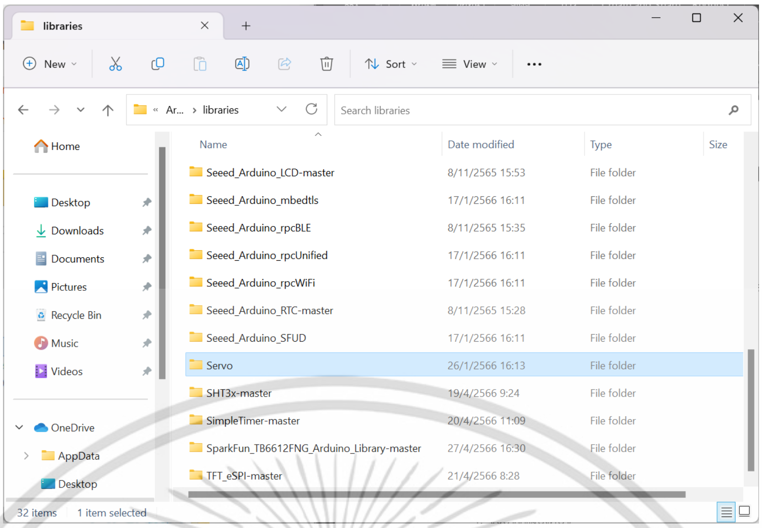
ภาพที่ 4.6 การติดตั้งไลบรารีนามสกุล *.zip

จากนั้นให้เลือกไฟล์ที่โหลดไลบรารีมา แล้วกด Open โดยไม่ต้องแตกไฟล์ zip



ภาพที่ 4.7 ไฟล์ไลบรารีนามสกุล *.zip ที่ดาวน์โหลดไว้

ไลบรารีที่ติดตั้งเสร็จแล้ว จะถูกติดตั้งไปที่ C:\Users\Documents\Arduino\libraries



ภาพที่ 4.8 ไลบรารี Servo ถูกติดตั้งใน Arduino IDE

อุปกรณ์การทดลอง

1. เครื่องคอมพิวเตอร์และโปรแกรม Arduino IDE	1	ชุด
2. สายอัปโหลด MicroUSB	1	เส้น
3. บอร์ดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32	1	บอร์ด
4. เซอร์โวมอเตอร์	1	ตัว
5. สายต่อวงจร	1	ชุด

ข้อควรระวัง

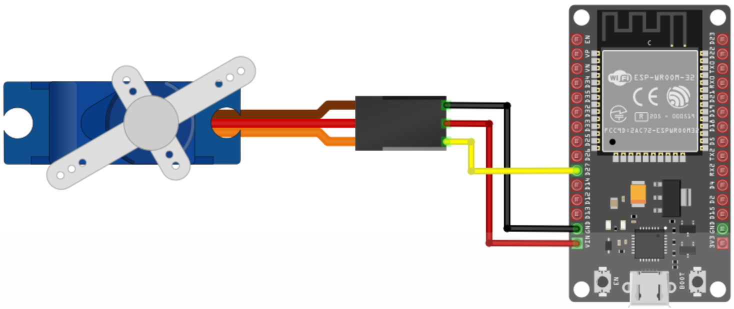
1. ควรระวัง ไม่วางชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 หรืออุปกรณ์ประกอบต่าง ๆ บนโต๊ะโลหะหรือที่วางที่ทำจากโลหะ เพราะอาจเกิดการลัดวงจรของภาคจ่ายไฟได้

2. ไม่ควรต่อสายต่อวงจรบนชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 ทิ้งไว้ ควรถอดสายต่อวงจรออกให้หมดก่อน เพราะผลการทดลองอาจเกิดการผิดพลาดไม่เป็นไปตามทฤษฎีได้

3. ไม่ควรสายอัปโหลดโปรแกรม Micro USB เข้าออกตลอดเวลา เพราะอาจทำให้ภาคจ่ายไฟของชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 เสียหายได้

ลำดับขั้นการทดลอง

1. ต่อวงจรควบคุมการทำงานของเซอร์โวมอเตอร์ ตามภาพที่ 4.9



ภาพที่ 4.9 วงจรควบคุมเซอร์โวมอเตอร์

2. เขียนโปรแกรมควบคุมตำแหน่งเซอร์โวมอเตอร์ ดังตัวอย่างโปรแกรมที่ 4.1

ตัวอย่างโปรแกรมที่ 4.1

```
1  #include <Servo.h>
2  Servo myservo;
3
4  void setup() {
5     myservo.attach(27);
6  }
7
8  void loop() {
9     myservo.write(0);
10    delay(1000);
11    myservo.write(90);
12    delay(1000);
13    myservo.write(180);
14    delay(1000);
15 }
```

อธิบายโปรแกรม

บรรทัดที่ 1 เรียกใช้งานไลบรารี Servo.h

บรรทัดที่ 2 ประกาศตัวแปร myservo แทน servo

บรรทัดที่ 5 กำหนดขาควบคุม servo เป็นขา 27

บรรทัดที่ 9 - 10 สั่งให้เซอร์โวหมุนไปที่ตำแหน่ง 0 องศา และหยุดเป็นเวลา 1 วินาที

บรรทัดที่ 11 - 12 สั่งให้เซอร์โวหมุนไปที่ตำแหน่ง 90 องศา และหยุดเป็นเวลา 1 วินาที

บรรทัดที่ 13 - 14 สั่งให้เซอร์โวหมุนไปที่ตำแหน่ง 180 องศา และหยุดเป็นเวลา 1 วินาที

ผลการทำงานของโปรแกรมตัวอย่างที่ 4.1

....

....

....

....

....

....

....

3. เขียนโปรแกรมควบคุมตำแหน่งเซอร์โวมอเตอร์ แบบ Sweep ดังตัวอย่างโปรแกรมที่ 4.2

ตัวอย่างโปรแกรมที่ 4.2

```
#include <Servo.h>
Servo myservo;
int pos = 0;

void setup() {
   myservo.attach(27);
}

void loop() {
   for (pos = 0; pos < 180; pos += 1) {
        myservo.write(pos);
        delay(20);
   }
   for (pos = 180; pos >= 1; pos -= 1) {
        myservo.write(pos);
        delay(20);
   }
}
```

อธิบายโปรแกรม

บรรทัดที่ 1 เรียกใช้งานไลบรารี Servo.h

บรรทัดที่ 2 ประกาศตัวแปร myservo แทน servo

บรรทัดที่ 3 ประกาศตัวแปรให้ position เริ่มต้นที่ตำแหน่ง 0

บรรทัดที่ 6 กำหนดขาควบคุม servo เป็นขา 27

บรรทัดที่ 10 - 13 กำหนดลูป for ให้ค่า position เริ่มต้นที่ตำแหน่ง 0 และทุก ๆ การทำงานคำสั่งภายในลูป for ค่า position จะเพิ่มค่าขึ้น 1 ค่า จนถึง 180 ก็จะหลุดออกจากลูป ภายในลูปจะกำหนดให้เซอร์โวมอเตอร์หมุนไปยังตำแหน่งมุมตามค่าในตัวแปร pos และหน่วงเวลา 20ms

บรรทัดที่ 14 - 17 กำหนดลูป for ให้ค่า position เริ่มต้นที่ตำแหน่ง 180 และทุก ๆ การทำงานคำสั่งภายในลูป for ค่า position จะลดลงค่าขึ้น 1 ค่า จนถึง 0 ก็จะหลุดออกจากลูป ภายในลูปจะกำหนดให้เซอร์โวมอเตอร์หมุนไปยังตำแหน่งมุมตามค่าในตัวแปร pos และหน่วงเวลา 20ms

ผลการทำงานของโปรแกรมตัวอย่างที่ 4.2

....

....

....

....

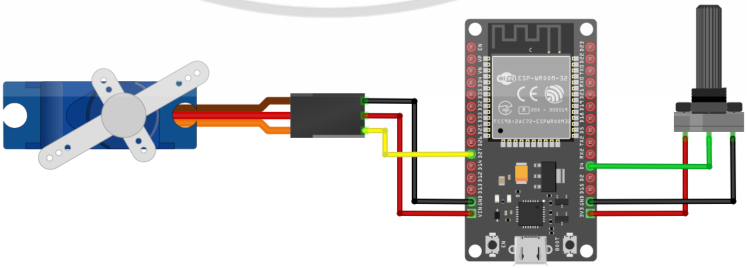
....

....

....

....

4. จงเขียนโปรแกรมควบคุมตำแหน่งเซอร์โวมอเตอร์ตามการหมุนของตัวต้านทานปรับค่าได้



ภาพที่ 4.10 วงจรควบคุมตำแหน่งเซอร์โวมอเตอร์ ด้วยตัวต้านทานปรับค่าได้

โปรแกรมคำสั่งควบคุมการหมุนตำแหน่งเซอร์โวมอเตอร์ ด้วยตัวต้านทานปรับค่าได้

5. สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

	ใบปฏิบัติงานหน่วยที่ 5	
	รหัสวิชา 3105-2007 **รายวิชา** ไมโครคอนโทรลเลอร์	สอนครั้งที่ 15
	เรื่อง งานเขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมอุปกรณ์ โดยใช้ Blynk	เวลา 3 ชั่วโมง

คำชี้แจง

ให้นักศึกษาทำการทดลองตามใบปฏิบัติงานหน่วยที่ 5 เรื่อง งานเขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมอุปกรณ์ โดยใช้ Blynk ใช้เวลา 180 นาที (10 คะแนน)

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

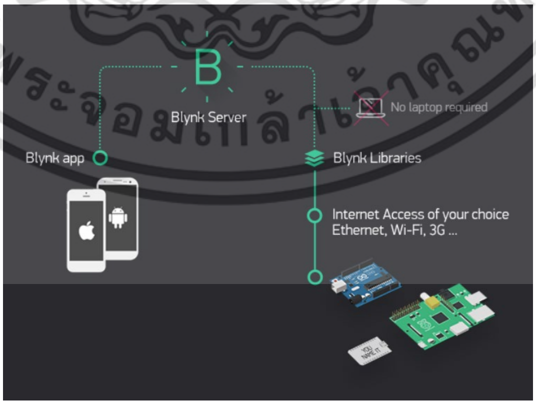
1. เขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมอุปกรณ์ โดยใช้ Blynk ได้อย่างถูกต้อง
2. ประยุกต์ใช้งาน Blynk เพื่อควบคุมอุปกรณ์ได้อย่างถูกต้อง

ทฤษฎีพื้นฐานสำหรับการทดลอง

Blynk Server ถือว่าเป็น IoT Cloud ที่รองรับการติดต่อจาก IoT Node เช่น ESP8266, ESP32, Node MCU, Raspberry PI เป็นต้น หลักจากเชื่อมต่อได้แล้ว ก็สามารถใช้ Blynk App ที่มีทั้งบน Android และ IOS ควบคุมอุปกรณ์ IoT Node ได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว

Blynk Server

Blynk Server ถูกพัฒนามาจากภาษา JAVA สามารถทำงานภายใต้ระบบปฏิบัติการที่หลากหลาย ไม่ว่าจะเป็น Windows, MacOS, Linux โดย Blynk Server พัฒนาเป็นแบบ Open Source ภายใต้ลิขสิทธิ์แบบ GNU General Public License ที่สามารถนำไปใช้งานได้จริง นำไปใช้งานประกอบการสร้างนวัตกรรมต่อยอดเพื่อการค้า แก้ไข ดัดแปลง เผยแพร่ หรือแจกจ่ายได้

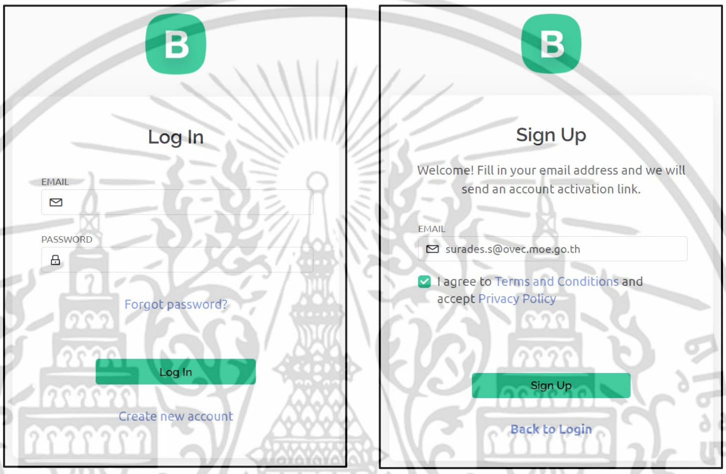


ภาพที่ 5.1 การเชื่อมต่อผ่าน Blynk Server

Blynk Server จะใช้รหัส Token ในการแยกแยะอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อเข้ามามันว่าเป็นตัวไหน รหัสนี้จะได้มาจากการลงทะเบียนใน Blynk App ที่ติดตั้งไว้บนโทรศัพท์มือถือ รหัสนี้เปรียบเสมือนรหัสประจำตัวประชาชน เอาไว้สำหรับยืนยันตัวตนว่าเป็นอุปกรณ์ตัวไหน โดยที่รหัส Token แต่ละตัวจะไม่ซ้ำกัน การใช้งานจะต้องระบุรหัส Token นี้ไว้ในโค๊ด Arduino Sketch แล้วแก้ไขชื่อ SSID กับรหัสผ่าน WiFi จากนั้นอัปโหลดโปรแกรมเข้า IoT Node

ขั้นตอนการสมัครและเปิดใช้งานแอปพลิเคชัน Blynk App

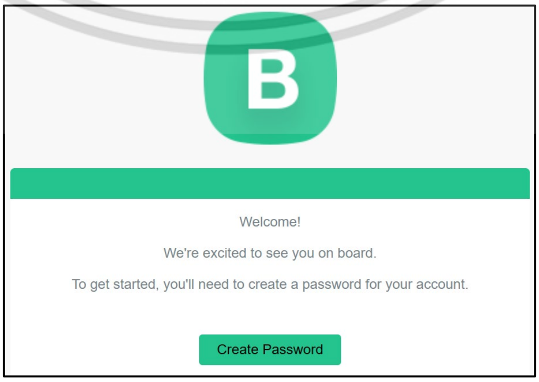
1. ไปที่ Browser พิมพ์ Blynk.cloud จะปรากฏหน้าต่างสำหรับการ Log In เข้าสู่ Blynk ถ้ายังไม่ได้สมัครให้เลือก Create new account



ภาพที่ 5.2 หน้าต่าง Log In เข้าสู่ Blynk

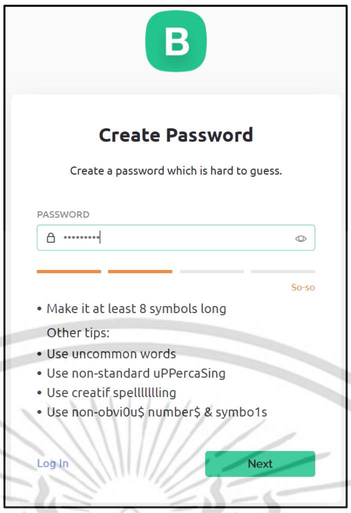
2. ระบุชื่อ Email จากนั้นกดคลิกเพื่อยอมรับข้อกำหนดและเงื่อนไข แล้วกดเลือก Sign Up ระบบจะส่งข้อมูลไปยัง Email ที่ระบุ ให้ตรวจสอบเพื่อดำเนินการต่อ ถ้าไม่พบ Email อาจจะไปอยู่ในจดหมายขยะ

3. เปิด Email ขึ้นมาและคลิก Create Password



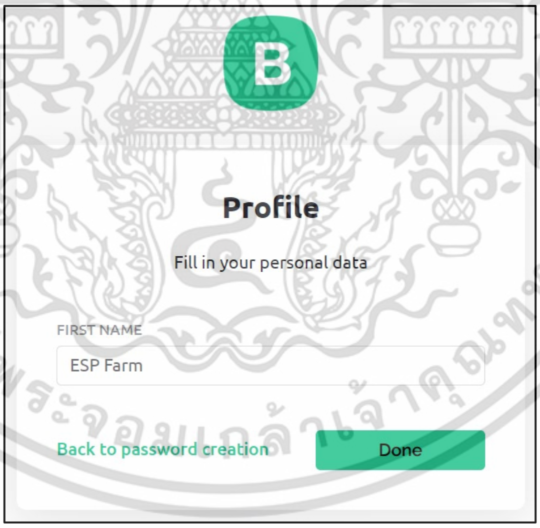
ภาพที่ 5.3 หน้าต่างใน Email เพื่อใช้ในการตั้งค่ารหัสผ่าน

4. ระบุรหัสผ่าน โดยระบบแนะนำว่าควรตั้งให้ยากแก่การคาดเดา จากนั้นคลิก Next เพื่อทำขั้นตอนต่อไป



ภาพที่ 5.4 หน้าต่างการตั้งรหัสผ่าน เพื่อใช้ Log In เข้าสู่ Blynk

5. ระบบจะให้ตั้งชื่อ Profile แล้วกด Done เป็นการเสร็จสิ้นการลงทะเบียน

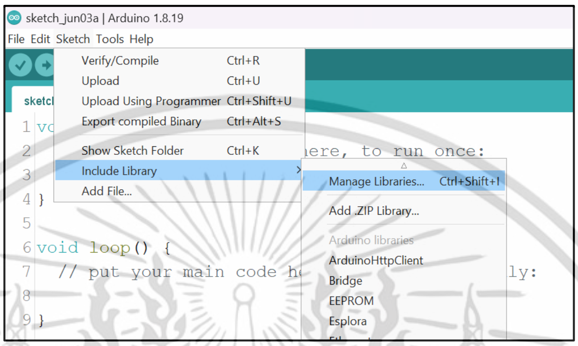


ภาพที่ 5.5 หน้าต่างสำหรับการตั้งชื่อ Profile

ขั้นตอนการติดตั้งไลบรารีเพื่อเชื่อมต่อกับ ESP32

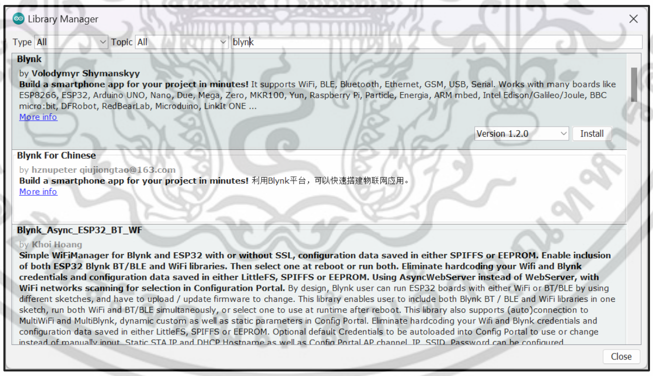
การใช้งานแอปพลิเคชัน Blynk กับ ESP32 จำเป็นต้องติดตั้งไลบรารีบนโปรแกรมที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ ในการทดลองนี้ จะใช้ Arduino IDE 1.8.19 เพื่อให้สามารถเรียกใช้คำสั่งเชื่อมต่อได้

1. เปิดโปรแกรม Arduino IDE ขึ้นมาแล้วไปที่ Sketch > Include Library > Manage Libraries



ภาพที่ 5.6 หน้าต่างสำหรับติดตั้งไลบรารีใน Arduino IDE

2. เปิดหน้าต่าง Manage Libraries ขึ้นมา แล้วพิมพ์คำว่า blynk ลงในช่องค้นหาแล้วรอสักครู่ จากนั้นกด Install ที่ไลบรารี Blynk ตัวแรก



ภาพที่ 5.7 หน้าต่างการติดตั้งไลบรารี Blynk

3. เมื่อติดตั้งเรียบร้อยแล้วจะมีคำว่า INSTALLED ปรากฏขึ้น

4. ไปที่เมนู File > Examples > Blynk > Boards_WiFi > ESP32_WiFi เพื่อดูตัวอย่างการเขียนโปรแกรมการใช้งาน Blynk

อุปกรณ์การทดลอง

1. เครื่องคอมพิวเตอร์และโปรแกรม Arduino IDE	1	ชุด
2. สายอัปโหลด MicroUSB	1	เส้น
3. บอร์ดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32	1	บอร์ด
4. เซอร์โวมอเตอร์	1	ตัว
5. สายต่อวงจร	1	ชุด

ข้อควรระวัง

1. ควรระวัง ไม่วางชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 หรืออุปกรณ์ประกอบต่าง ๆ บนโต๊ะโลหะหรือที่วางที่ทำจากโลหะ เพราะอาจเกิดการลัดวงจรของภาคจ่ายไฟได้

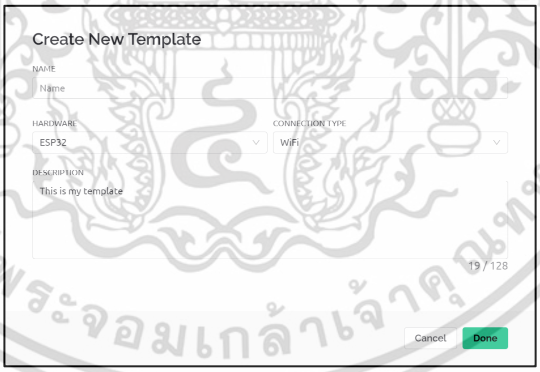
2. ไม่ควรต่อสายต่อวงจรบนชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 ทิ้งไว้ ควรถอดสายต่อวงจรออกให้หมดก่อน เพราะผลการทดลองอาจเกิดการผิดพลาดไม่เป็นไปตามทฤษฎีได้

3. ไม่ควรสายอัปโหลดโปรแกรม Micro USB เข้าออกตลอดเวลา เพราะอาจทำให้ภาคจ่ายไฟของชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 เสียหายได้

ลำดับขั้นการทดลอง

1. สร้าง Device เพื่อใช้งานแอปพลิเคชัน Blynk กับ ESP32

1.1 เริ่มจากไปที่เมนู Templates คลิกที่ New Templates

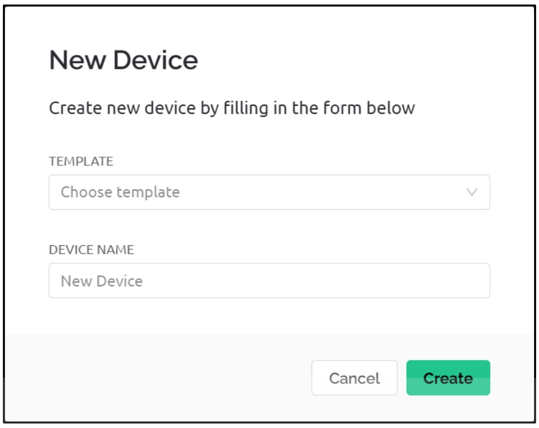


ภาพที่ 5.8 หน้าต่างสำหรับสร้าง Templates

1.2 ตั้งชื่อ Templates เลือกฮาร์ดแวร์เป็น ESP32 และเลือกการเชื่อมต่อผ่าน WiFi จากนั้นคลิก Done

1.3 Blynk Server จะสร้าง Templates ID และ Templates Name ให้ จากนั้นกด Save

1.4 ไปที่เมนู Search แล้วกดคลิก New Device โปรแกรมจะแสดงหน้าต่างให้สร้าง Device จากนั้นให้คลิก From template เลือก Template ที่สร้างขึ้น จากนั้นคลิก Create



ภาพที่ 5.9 หน้าต่างสำหรับสร้าง Device

1.5 โปรแกรมจะสร้างรหัส Token เพื่อใช้ยืนยันตัวตน ให้คลิก Copy to clipboard

ภาพที่ 5.10 หน้าต่างแสดง Template ID, Device Name และ Auth Token

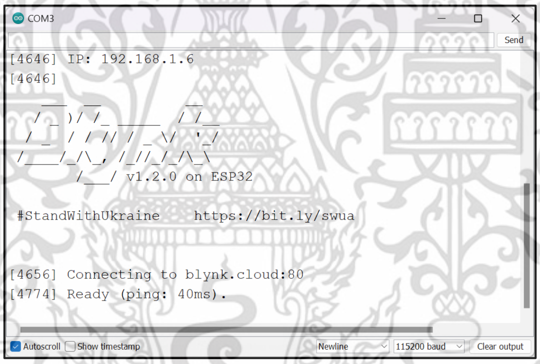
2. เขียนโปรแกรมเชื่อมต่อแอปพลิเคชัน Blynk กับ ESP32 ใส่ค่า Template ID, Device Name และ Auth Token ที่คัดลอกมากจาก Blynk Server ดังตัวอย่างโปรแกรมที่ 5.1

ตัวอย่างโปรแกรมที่ 5.1

```
#define BLYNK_PRINT Serial
#include <WiFi.h>
#include <WiFiClient.h>
#include <BlynkSimpleEsp32.h>

#define BLYNK_TEMPLATE_ID "TMPL642RarcoF"
#define BLYNK_TEMPLATE_NAME "ESP32Farm"
#define BLYNK_AUTH_TOKEN "Sa0gkGYF_SXeLhqR6TAXXYCNWyolLEqy"
```

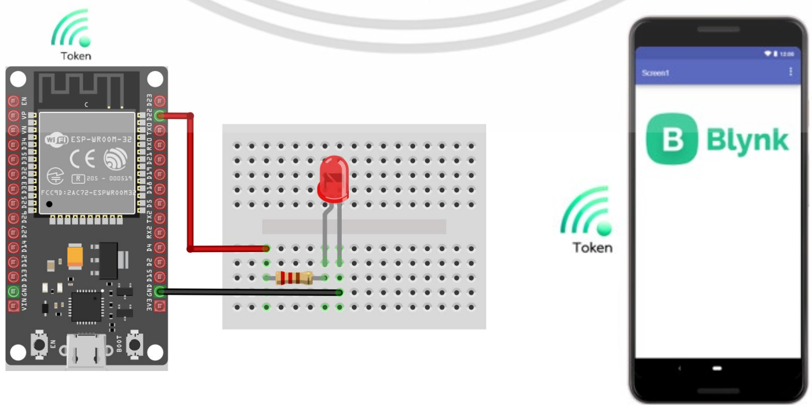
```
char ssid[] = "xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx";
char pass[] = "xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx";

void setup() {
    Serial.begin(115200);
    Blynk.begin(BLYNK_AUTH_TOKEN, ssid, pass);
}
void loop() {
    Blynk.run();
}
```

หลังจากอัปโหลดโปรดแกรมเข้าสู่บอร์ด ESP32 แล้ว ให้เข้าไปดูใน Serial Monitor จะพบว่าบอร์ดทำการเชื่อมต่อ WiFi ตามที่กำหนดไว้แล้ว และแสดงค่า IP ที่ได้รับจาก Router มา จากนั้นเชื่อมต่อไปยัง Blynk Server ถ้าเชื่อมต่อสำเร็จจะแสดงข้อความดังภาพที่ 5.11



ภาพที่ 5.11 หน้าต่างการเชื่อมต่อแอปพลิเคชัน Blynk กับ ESP32

3. เขียนโปรแกรมควบคุมการเปิด-ปิด หลอดไฟ LED ผ่าน Blynk ดังตัวอย่างโปรแกรมที่ 5.12



ภาพที่ 5.12 วงจรควบคุมการเปิด-ปิด หลอดไฟ LED ผ่าน Blynk App

ตัวอย่างโปรแกรมที่ 5.2

```
#define BLYNK_PRINT Serial
#include <WiFi.h>
#include <WiFiClient.h>
#include <BlynkSimpleEsp32.h>

#define BLYNK_TEMPLATE_ID "TMPL642RarcoF"
#define BLYNK_TEMPLATE_NAME "ESP32Farm"
#define BLYNK_AUTH_TOKEN "Sa0gkGYF_SXeLhqR6TAXXYCNWyolLEqy"

#define LED 22
#define SWITCH V0

char ssid [] = "xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx" ;
char pass [] = "xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx" ;

void setup() {
    Serial.begin(115200);
    Blynk.begin(BLYNK_AUTH_TOKEN, ssid, pass);
    pinMode(LED, OUTPUT);
}

BLYNK_WRITE(SWITCH) {
    bool LEDState = param.asInt();
    digitalWrite(LED, LEDState);
}

void loop() {
    Blynk.run();
}
```

อธิบายโปรแกรม

บรรทัดที่ 1 - 4 เรียกใช้งานไลบรารีเชื่อมต่อ Blynk โดยใช้ ESP32

บรรทัดที่ 6 - 8 กำหนดค่า Template ID, Device Name และ Auth Token ที่ได้มาจาก Blynk Server

บรรทัดที่ 10 ประกาศตัวแปร LED เชื่อมต่อ ESP32 ที่ขา 22

บรรทัดที่ 11 กำหนดตัวแปร SWITCH เชื่อมต่อกับ Blynk Dashboard V0

บรรทัดที่ 13 - 14 กำหนดค่า WiFi Name และ WiFi Password

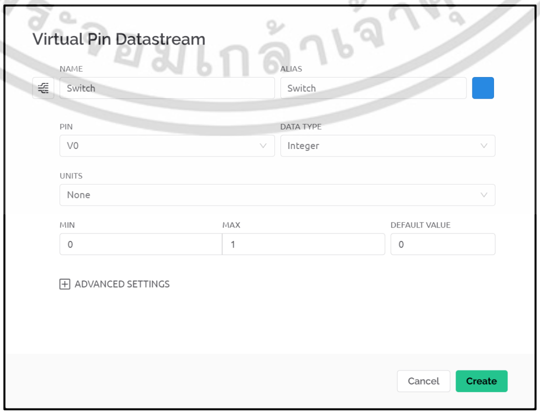
บรรทัดที่ 22 - 25 ฟังก์ชันการรับข้อมูลจาก Blynk

การกำหนดค่าบน Blynk App

3.1 ไปที่เมนู Template > Datastreams คลิกเลือก New Datastream จากนั้นคลิกเลือก Virtual Pin

ภาพที่ 5.13 การสร้าง Datastream

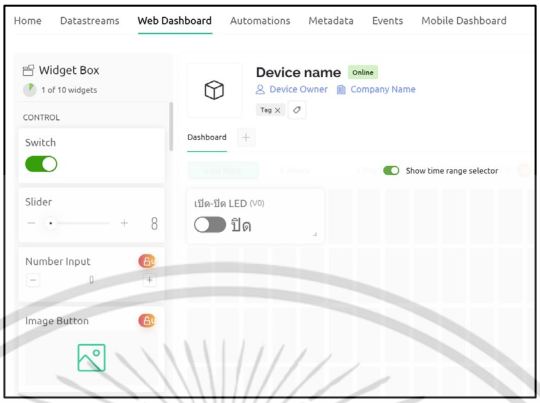
3.2 กำหนดค่า Virtual Pin Datastream ดังภาพที่ 5.14



ภาพที่ 5.14 การกำหนดค่า Virtual Pin

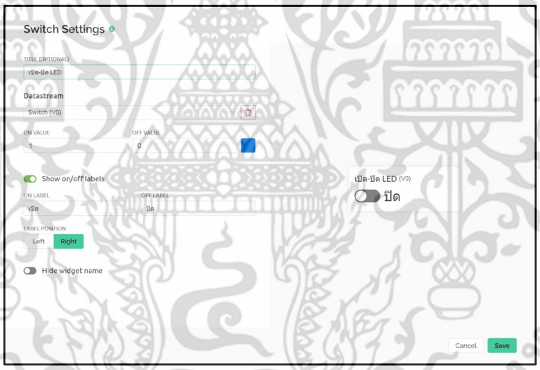
3.3 จากนั้นคลิก Create และคลิก Save and Apply

3.4 ไปที่ Web Dashboard จากนั้น Add new widget โดยเลือกเครื่องมือที่ Widget Box เป็น Switch



ภาพที่ 5.15 การเพิ่ม Widget ในส่วนของ Web Dashboard

3.5 กำหนดค่า Widget Switch ตามภาพที่ 5.16



ภาพที่ 5.16 หน้าต่างกำหนดค่า Widget Switch

ผลการทำงานของโปรแกรมตัวอย่างที่ 5.2

....

....

....

....

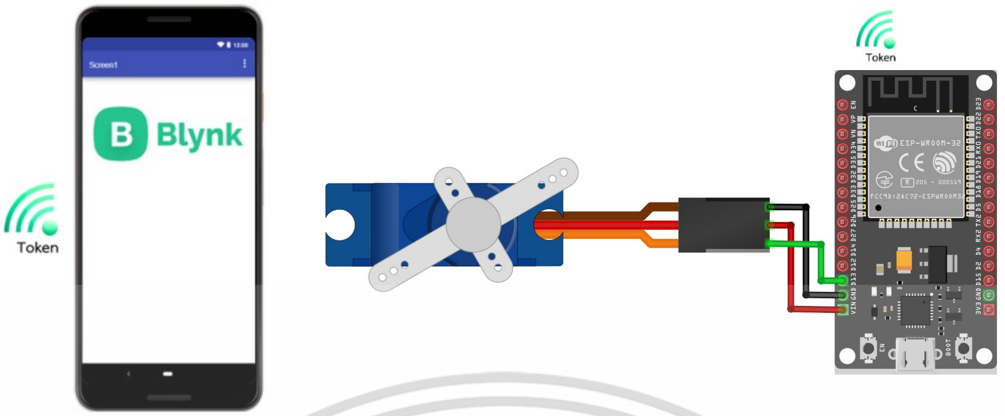
....

....

....

....

4. เขียนโปรแกรมควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ ผ่าน Blynk ดังตัวอย่างโปรแกรมที่ 5.3



ภาพที่ 5.17 วงจรควบคุมตำแหน่งเซอร์โวมอเตอร์ ผ่าน Blynk

ตัวอย่างโปรแกรมที่ 5.3

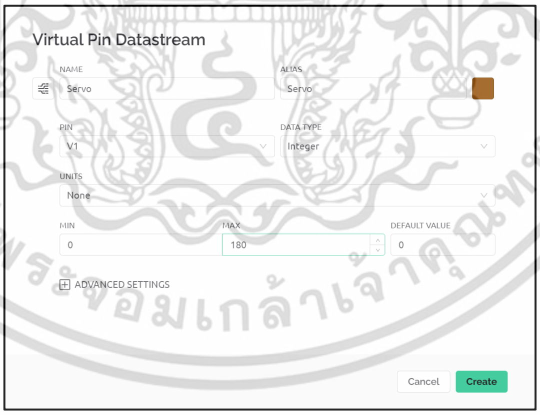
```
#define BLYNK_PRINT Serial
#include <WiFi.h>
#include <WiFiClient.h>
#include <BlynkSimpleEsp32.h>
#include <ESP32Servo.h>
Servo myservo;

#define BLYNK_TEMPLATE_ID "TMPL642RarcoF"
#define BLYNK_TEMPLATE_NAME "ESP32Farm"
#define BLYNK_AUTH_TOKEN "Sa0gkGYF_SXeLhqR6TAXXYCNWyolLEqy"

char ssid[] = "xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx";
char pass[] = "xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx";

void setup() {
    Serial.begin(115200);
    Blynk.begin(BLYNK_AUTH_TOKEN, ssid, pass);
    myservo.attach(13);
}
```

```
BLYNK_WRITE (V0) {
    myservo.write(0);
}
BLYNK_WRITE(V1) {
  myservo.write(param.asInt());
}
BLYNK_WRITE(V2) {
  myservo.write(180);
}

void loop() {
    Blynk.run();
}
```

การกำหนดค่าบน Blynk App

4.1 ไปที่เมนู Template คลิกที่ Device ที่สร้างขึ้น จากนั้นคลิก Datastreams แล้วคลิกที่ Edit คลิก New Datastream เลือกแบบ Virtual Pin

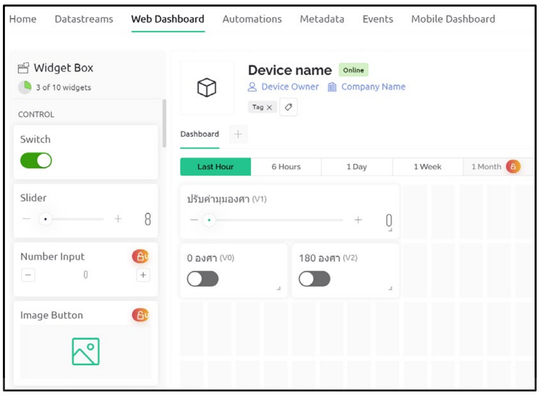
4.2 กำหนดค่า Virtual Pin Datastream ดังภาพที่ 5.18



ภาพที่ 5.18 การกำหนดค่า Virtual Pin เพื่อควบคุมเซอร์โวมอเตอร์

4.3 เมื่อกำหนดค่าเรียบร้อยแล้ว คลิก Save and Apply

4.4 ไปที่ Web Dashboard จากนั้นคลิก Edit ในการกำหนดมุมของเซอร์โวมอเตอร์ ในการทดลองนี้จะใช้ Widget แบบ Slider เพื่อปรับมุมของเซอร์โวมอเตอร์จาก 0 - 180 องศา



ภาพที่ 5.19 การใช้งาน Widget Slider เพื่อควบคุมเซอร์โวมอเตอร์

ผลการทำงานของโปรแกรมตัวอย่างที่ 5.3

....

....

....

....

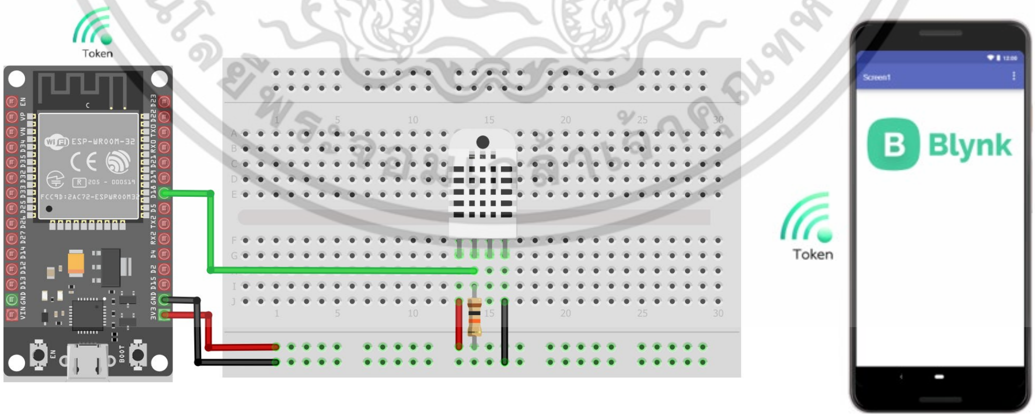
....

....

....

....

5. เขียนโปรแกรมแสดงค่าอุณหภูมิ ความชื้น ผ่าน Blynk ดังตัวอย่างโปรแกรมที่ 5.4



ภาพที่ 5.20 วงจรเชื่อมต่อ ESP32 แสดงค่าอุณหภูมิ ความชื้น ผ่าน Blynk

ตัวอย่างโปรแกรมที่ 5.4

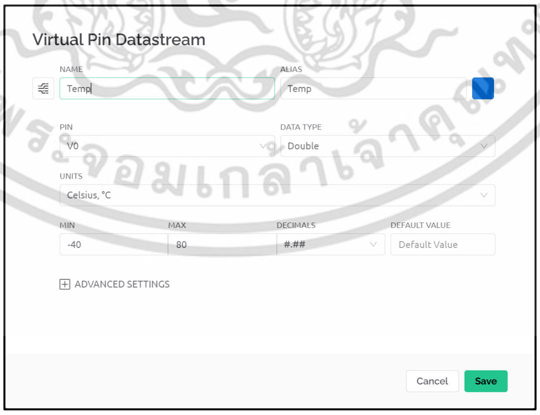
```
#define BLYNK_PRINT Serial
#include <WiFi.h>
#include <WiFiClient.h>
#include <BlynkSimpleEsp32.h>
#include <ESP32Servo.h>
#include "DHT.h"
#define DHTPIN 18
#define DHTTYPE DHT22
DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);

#define BLYNK_TEMPLATE_ID "TMPL642RarcoF"
#define BLYNK_TEMPLATE_NAME "ESP32Farm"
#define BLYNK_AUTH_TOKEN "Sa0gkGYF_SXeLhqR6TAXXYCNWyolLEqy"

char ssid [] = "xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx" ;
char pass [] = "xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx" ;

void setup() {
    Serial.begin(115200);
    Blynk.begin(BLYNK_AUTH_TOKEN, ssid, pass);
    dht.begin();
}

void dhtData() {
    float temp = dht.readTemperature();
    float humid = dht.readHumidity();
    if (isnan(temp) || isnan(humid)) {
        Serial.println("Failed to read from DHT sensor!");
        return;
    }
    Serial.print("Temperature: ");
    Serial.print(temp);
```

```
    Serial.write("\xC2\xB0");       //The Degree symbol
    Serial.print("C");
    Serial.print("\t");
    Serial.print("Humidity: ");
    Serial.print(humid);
    Serial.println("%RH");
    Serial.println();
    Blynk.virtualWrite(V0, temp);
    Blynk.virtualWrite(V1, humid);
}

void loop() {
    dhtData();
    Blynk.run();
}
```

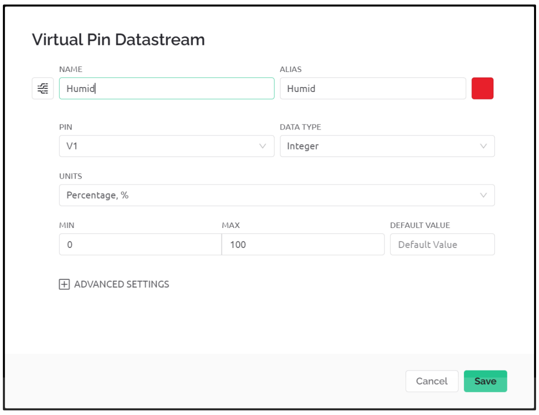
การกำหนดค่าบน Blynk App

5.1 ไปที่เมนู Template คลิกที่ Device ที่สร้างขึ้น จากนั้นคลิก Datastreams แล้วคลิกที่ Edit คลิก New Datastream เลือกแบบ Virtual Pin

5.2 กำหนดค่า Virtual Pin Datastream ดังภาพที่ 5.21 และภาพที่ 5.22



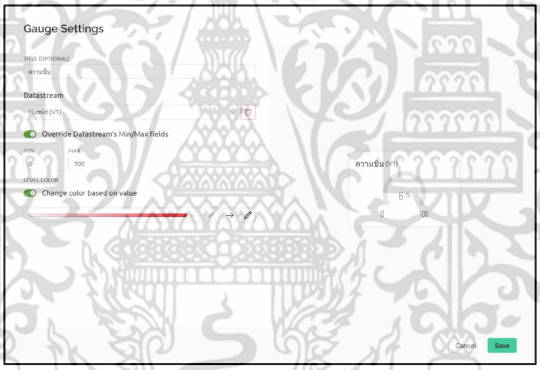
ภาพที่ 5.21 การกำหนดค่า Virtual Pin สำหรับแสดงค่าอุณหภูมิ



ภาพที่ 5.22 การกำหนดค่า Virtual Pin สำหรับแสดงค่าความชื้น

5.3 เมื่อกำหนดค่าเรียบร้อยแล้ว คลิก Save and Apply

5.4 ไปที่ Web Dashboard จากนั้นคลิก Edit ในการแสดงค่าอุณหภูมิ ความชื้น ในการทดลองนี้จะใช้ Widget แบบ Gauge



ภาพที่ 5.23 การใช้งาน Widget Gauge เพื่อแสดงค่าอุณหภูมิ ความชื้น

ผลการทำงานของโปรแกรมตัวอย่างที่ 5.4

....

....

....

....

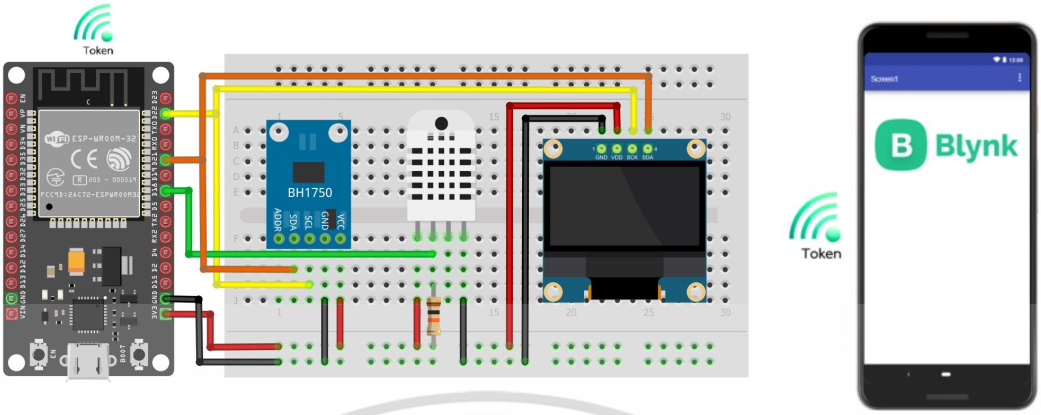
....

....

....

....

6. จงเขียนโปรแกรมเพื่อแสดงค่าอุณหภูมิ ความชื้น และค่าแสง ผ่านจอแสดงผล OLED และ Blynk



ภาพที่ 5.24 วงจรเชื่อมต่อ ESP32 แสดงค่าอุณหภูมิ ความชื้น และค่าแสง ผ่านจอแสดงผล OLED และ Blynk

โปรแกรมคำสั่งแสดงค่าอุณหภูมิ ความชื้น และค่าแสง ผ่านจอแสดงผล OLED และ Blynk

7. สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

	ใบปฏิบัติงานที่ 6		
	รหัสวิชา 3105-2007	**รายวิชา** ไมโครคอนโทรลเลอร์	สอนครั้งที่ 17
	เรื่อง การประยุกต์ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในงานสมาร์ทฟาร์ม		เวลา 3 ชั่วโมง

คำชี้แจง

ให้นักศึกษาทำการทดลองตามใบปฏิบัติงานหน่วยที่ 6 เรื่อง การประยุกต์ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในงานสมาร์ทฟาร์ม ใช้เวลา 180 นาที (10 คะแนน)

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. ต่อวงจรใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์สำหรับในงานสมาร์ทฟาร์มได้อย่างถูกต้อง
2. เขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อประยุกต์ใช้ในงานสมาร์ทฟาร์มได้อย่างถูกต้อง
3. ประยุกต์ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในงานสมาร์ทฟาร์มได้อย่างถูกต้อง

ทฤษฎีพื้นฐานสำหรับการทดลอง

ในโลกที่เทคโนโลยีก้าวหน้าไม่สิ้นสุด การเกษตรก็ต้องแสวงหาสิ่งใหม่ ๆ มารองรับความเปลี่ยนแปลงที่ไม่จบสิ้นของโลกใบนี้ที่มันหมุนไปข้างหน้าอย่างไม่มีหยุด สมาร์ทฟาร์ม (Smart Farm) หรือการเกษตรแบบอัจฉริยะ คือหนึ่งในระบบที่คิดค้นขึ้นมาเพื่อตอบสนองความต้องการของเกษตรกรในยุคดิจิทัล 4.0 โดยเฉพาะ กล่าวถึงเทคโนโลยีนี้ได้ง่าย ๆ ก็คือ เป็นระบบที่น่าเชื่อถือมีทั้งข้อมูลของสภาพภูมิอากาศทั้งในพื้นที่เล็ก ๆ โดยรอบรวมไปจนถึงพื้นที่ในภูมิภาคทั้งหมด (Macroclimate) มาช่วยในการบริหารจัดการพื้นที่เพาะปลูก ทำให้เกษตรกรสามารถปรับตัวและคงอยู่ได้แม้จะมีสภาพอากาศที่เปลี่ยนแปลงไปก็ตาม

ภาพที่ 6.1 แนวคิดในการใช้ IoT ในการบริหารจัดการพื้นที่การเกษตร

สมาร์ทฟาร์ม (Smart Farm) ระบบที่ถูกคิดค้นขึ้นมาเพื่อเป็นตัวช่วยในการบริหารจัดการพื้นที่เพาะปลูก ทำให้เกษตรปรับตัวต่อสภาพอากาศที่เปลี่ยนไปได้ ระบบนี้กำลังเติบโตเป็นอย่างมากทั่วโลกสามารถบริหารจัดการฟาร์มด้วยเทคโนโลยีหลากหลาย เช่น IoT (Internet of Things), หุ่นยนต์, โดรน และโปรแกรมปัญญาประดิษฐ์ (AI) เพื่อเพิ่มปริมาณผลผลิตและคุณภาพของผลิตภัณฑ์

และยังช่วยให้เกิดการใช้แรงงานคนได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุดอีกด้วย การทำงานของระบบสมาร์ทฟาร์มนั้น ระบบจะนำข้อมูลตั้งแต่พื้นที่เล็ก ๆ ครอบคลุมไปจนถึงพื้นที่ระดับภูมิภาค ผ่านเครือข่ายที่ถูกติดตั้งเซ็นเซอร์ตามพื้นที่ ข้อมูลความชื้นทั้งในอากาศและดินของพื้นที่การเกษตร โปรแกรมจะนำมารวมกับข้อมูลของกรมอุตุนิยมวิทยา เพื่อช่วยประมวลผลในการดูแลพื้นที่ได้อย่างแม่นยำ ระบบสมาร์ทฟาร์มนั้น ทำให้เกษตรกรเห็นประโยชน์จากการใช้เทคโนโลยีมาช่วย ไม่ว่าจะเป็นทั้งทางด้านเกษตรกรรม (Agriculture) หรือเกษตรกรรมในน้ำ (Aquaculture) ให้เจ้าของหรือผู้ดูแลฟาร์มเกิดความสะดวกสบาย สามารถแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้อย่างทันท่วงที หรือแม้แต่ใช้เวลาในการบริหารจัดการฟาร์มน้อยกว่าสมัยก่อน

ประโยชน์ของสมาร์ทฟาร์ม

- ช่วยลดความเสี่ยงของการทำการเกษตร เกษตรกรดูข้อมูลค่าออกซิเจน (Dissolved Oxygen ; DO) ค่าพีเอช (pH) อุณหภูมิ และกระแสไฟฟ้าได้แบบเรียลไทม์ (Real-time data) หรือตลอด 24 ชั่วโมง รวมถึงมีระบบการแจ้งเตือนทันทีเมื่อค่าต่าง ๆ ต่ำกว่าค่าที่ตั้งไว้ ให้เกษตรกรสามารถแก้ไขปัญหาได้ทันทีก่อนจะสายเกินไป
- ช่วยเพิ่มความสะดวกสบาย สั่งการต่าง ๆ ผ่านแอปพลิเคชันอย่างง่ายดาย ไม่ว่าจากที่ไหนก็ตาม พร้อมระบบแจ้งเตือนตลอด 24 ชั่วโมง และยังต่อเข้ากับปั๊มน้ำดีและน้ำเสีย รวมถึงเครื่องให้อาหาร และสั่งการเครื่องตีน้ำได้ผ่านแอปพลิเคชัน
- ช่วยประหยัดเวลาและค่าใช้จ่าย สามารถตั้งค่าออกซิเจนไว้ได้ หากค่าออกซิเจนต่ำกว่าที่ตั้งไว้ เครื่องตีน้ำจะทำงานอัตโนมัติ และหากค่าออกซิเจนกลับมาที่ค่าที่ตั้งไว้ เครื่องตีน้ำก็หยุดทำงานอัตโนมัติ ช่วยลดค่าไฟ และยังช่วยลดการจ้างแรงงานคนเพิ่ม โดยเจ้าของฟาร์มสามารถดูค่าคุณภาพน้ำต่าง ๆ ได้เองผ่านแอปพลิเคชันตลอด 24 ชั่วโมง
- ช่วยเพิ่มผลผลิต ใช้ข้อมูลค่าออกซิเจนมาบริหารจัดการ เช่น การพาเชียลกุ้ง การลดหรือเพิ่มการใช้เครื่องตีน้ำ เป็นต้น

เครื่องมือและอุปกรณ์การทดลอง

1. เครื่องคอมพิวเตอร์และโปรแกรม Arduino IDE	1	ชุด
2. สายอัปโหลด MicroUSB	1	เส้น
3. บอร์ดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32	1	บอร์ด
4. เซอร์โวมอเตอร์	1	ตัว
5. หลอดไฟ 220V 50Hz	1	หลอด
6. ปั๊มน้ำแรงดันไฟตรง	1	ตัว
7. สายต่อวงจร	1	ชุด

ข้อควรระวัง

1. ควรระวัง ไม่วางชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 หรืออุปกรณ์ประกอบต่าง ๆ บนโต๊ะโลหะหรือที่วางที่ทำจากโลหะ เพราะอาจเกิดการลัดวงจรของภาคจ่ายไฟได้

2. ไม่ควรต่อสายต่อวงจรบนชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 ทิ้งไว้ ควรถอดสายต่อวงจรออกให้หมดก่อน เพราะผลการทดลองอาจเกิดการผิดพลาดไม่เป็นไปตามทฤษฎีได้

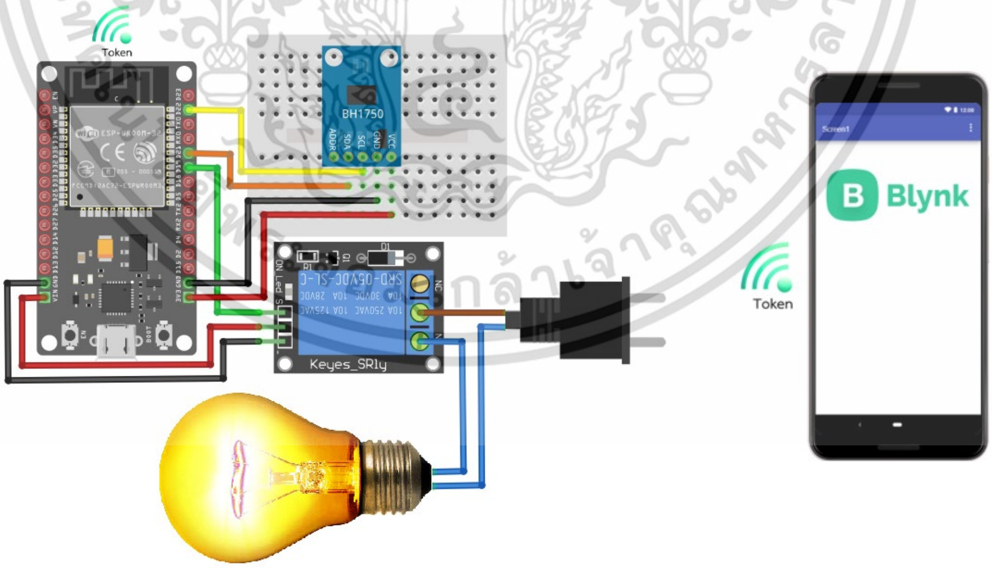
3. ไม่ควรสายอัปโหลดโปรแกรม Micro USB เข้าออกตลอดเวลา เพราะอาจทำให้ภาคจ่ายไฟของชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 เสียหายได้

ลำดับขั้นการทดลอง

1. เขียนโปรแกรมควบคุมการเปิด-ปิด หลอดไฟอัตโนมัติ โดยสามารถแสดงผล และสั่งงานผ่านแอปพลิเคชัน Blynk

<u>เงื่อนไข</u>

- ค่าแสงมีค่าน้อยกว่าที่กำหนด ให้เปิดหลอดไฟอัตโนมัติ และแสดงสถานะการทำงานของหลอดไฟผ่าน Blynk App
- ค่าแสงมีค่ามากกว่าที่กำหนด ให้ปิดหลอดไฟอัตโนมัติ และแสดงสถานะการทำงานของหลอดไฟผ่าน Blynk App
- สั่งเปิด-ปิด หลอดไฟผ่านแอปพลิเคชัน Blynk App
- แสดงค่าแสง ผ่านแอปพลิเคชัน Blynk App



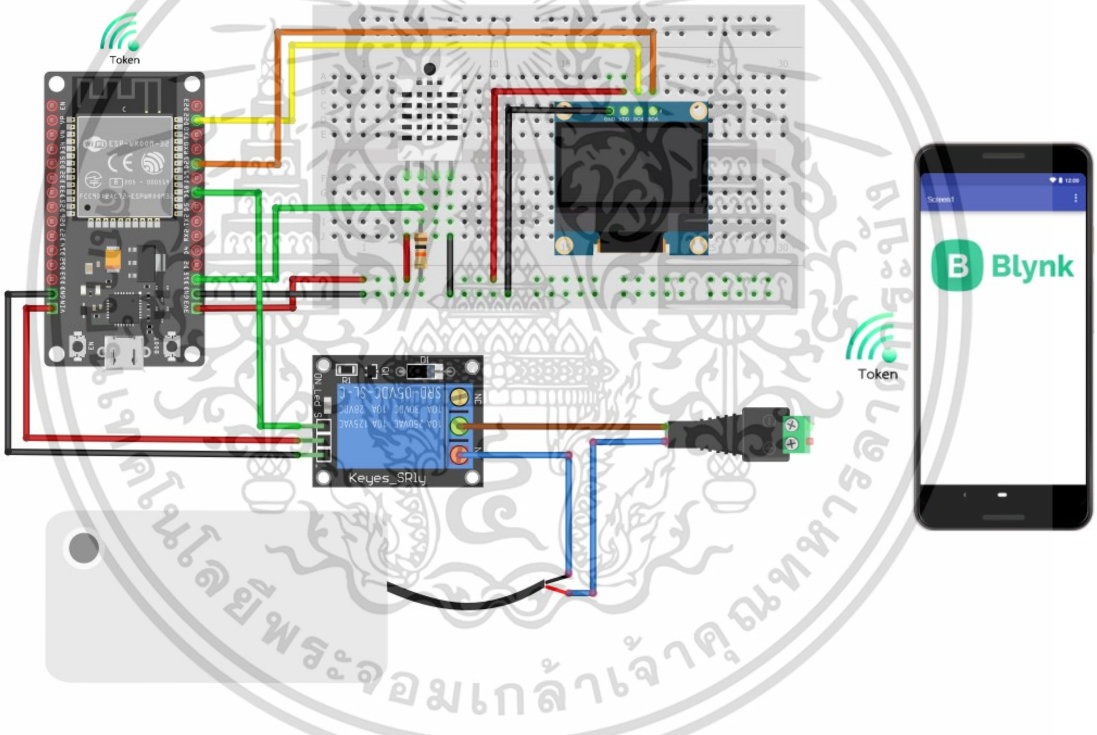
ภาพที่ 6.2 วงจรควบคุมการเปิด-ปิด หลอดไฟ อัตโนมัติ โดยสามารถแสดงผลและสั่งงานผ่านแอปพลิเคชัน Blynk

โปรแกรมคำสั่งควบคุมการเปิด-ปิด หลอดไฟอัตโนมัติ โดยสามารถแสดงผล และสั่งงานผ่านแอปพลิเคชัน Blynk

2. เขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของปั๊มน้ำ โดยสามารถแสดงผลและสั่งงานผ่านแอปพลิเคชัน Blynk

<u>เงื่อนไข</u>

- ค่าอุณหภูมิสูงกว่าที่กำหนด ปั๊มน้ำทำงานอัตโนมัติ และแสดงสถานะการทำงานของปั๊มน้ำผ่าน Blynk App
- ค่าอุณหภูมิต่ำกว่าที่กำหนด ปั๊มน้ำหยุดทำงานอัตโนมัติ และแสดงสถานะการทำงานของปั๊มน้ำผ่าน Blynk App
- สั่งเปิด-ปิด ปั๊มน้ำผ่านแอปพลิเคชัน Blynk App
- สามารถตั้งค่าอุณหภูมิผ่านแอปพลิเคชัน Blynk App
- แสดงค่าอุณหภูมิ ความชื้น ผ่านจอแสดงผล OLED และแอปพลิเคชัน Blynk App



ภาพที่ 6.3 วงจรควบคุมการทำงานปั๊มน้ำ แสดงผลและสั่งงานผ่านแอปพลิเคชัน Blynk

โปรแกรมคำสั่งควบคุมการทำงานปั๊มน้ำ แสดงผลและสั่งงานผ่านแอปพลิเคชัน Blynk

....

....

....

....

....

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นายสุรเดช ศิริ
วัน-เดือน-ปีเกิด	25 มีนาคม พ.ศ. 2526
สถานที่เกิด	เชียงใหม่
ที่อยู่ปัจจุบัน	173 หมู่ 2 ตำบลสบเปิง อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ 50330
ประวัติการศึกษา	ปีการศึกษา 2544 สำเร็จการศึกษา ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยสารพัดช่างเชียงใหม่ ปีการศึกษา 2546 สำเร็จการศึกษา ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคลำพูน ปีการศึกษา 2548 สำเร็จการศึกษา อุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต (อส.บ.) สาขาวิชาเทคโนโลยีโทรคมนาคม สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เชียงราย ปีการศึกษา 2566 สำเร็จการศึกษา ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต (ค.อ.ม.) สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ประวัติการทำงาน	อาจารย์ประจำสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคสมุทรปราการ พ.ศ. 2548 - พ.ศ. 2564 ปัจจุบัน อาจารย์ประจำสาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ วิทยาลัยเทคนิคเชียงใหม่