



## ชุดฝึกอบรมการประยุกต์ใช้งาน ไมโครคอนโทรลเลอร์ MICROCONTROLLER TRAINING KIT

สุนทร ก้องสินธุ์<sup>1</sup> และสันท์ สุขประชา<sup>2</sup>

Soontorn Kongsintu<sup>1</sup> and San Sookpracha<sup>2</sup>

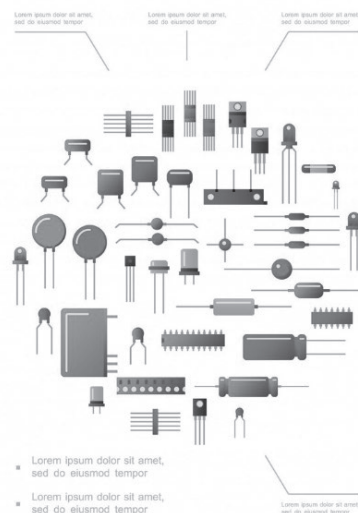
<sup>1</sup>อาจารย์ สาขาวิชาเทคโนโลยีเมคคาทรอนิกส์และหุ่นยนต์

สถาบันการอาชีวศึกษากรุงเทพมหานคร E-mail: soonwa4@gmail.com

<sup>2</sup>อาจารย์ สาขาวิชาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์

สถาบันการอาชีวศึกษากรุงเทพมหานคร E-mail: sanbakery@gmail.com

Received: 2023-07-10 Revised: 2023-11-03 Accepted: 2023-11-04



### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาชุดฝึกอบรมการประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ และ 2) เพื่อหาคุณภาพของชุดฝึกอบรมการประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ในครั้งนี้ประกอบด้วยแผงอุปกรณ์สำหรับการทดลอง ใบงานการทดลอง 7 ใบงาน และแบบประเมินคุณภาพ โดยประเมินคุณภาพจากผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 10 ท่านซึ่งเป็นบุคลากรทางด้านอาชีวศึกษา กลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี จำนวน 30 คน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่า การประเมินคุณภาพ ชุดฝึกอบรมการประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ ด้านใบงานการทดลองมีคุณภาพอยู่ในระดับดี ( $\bar{x} = 4.47$ , S.D. = 0.18) และด้านแผงอุปกรณ์สำหรับการทดลอง มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ( $\bar{x} = 4.52$ , S.D. = 0.14) และในภาพรวมพบว่า ชุดฝึกอบรมการประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์มีคุณภาพอยู่ในระดับดี ( $\bar{x} = 4.49$ , S.D. = 0.04) ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

คำสำคัญ : ชุดฝึกอบรม ดิจิทัล ไมโครคอนโทรลเลอร์

### Abstract

The purposes of this research were 1) to develop a micro-controller application training kit, and, 2) to find out the quality of the micro-controller application training kit. The research tools included a panel of equipment for the experiment, 7 experimental worksheets and a quality assessment form being assessed by 10 experts who were vocational education personnel. The sample group consisted of 30 undergraduate students. The statistics used in data analysis included percentages, means, and standard deviations. The research results found that about the quality assessment, the quality of the experimental worksheets was at a good level ( $\bar{x} = 4.47$ , S.D. = 0.18) and the equipment panels for the experiments were

of good quality ( $\bar{x} = 4.47$ , S.D. = 0.18). The quality was at a very good level ( $\bar{x} = 4.52$ , S.D. = 0.14) and overall it was found that In overall, the quality of the micro-controller application training kit was good ( $\bar{x} = 4.49$ , S.D. = 0.04), which was in line with the set assumptions.

**Keywords :** Training kit, Digital, Micro-controller

## 1. บทนำ

จากแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 13 (พ.ศ. 2566 – 2570) มุ่งสร้างความมั่นคง มั่งคั่ง และยั่งยืนโดยกำหนดยุทธศาสตร์ไทยแลนด์ 4.0 เพื่อมุ่งให้ประเทศก้าวข้ามกับดักรายได้ปานกลาง โดยหมุดหมายที่ 12 ไทยมีกำลังคนสมรรถนะสูง มุ่งเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง ตอบโจทย์การพัฒนาแห่งอนาคต ดังนั้นจึงส่งเสริมให้เกิดนวัตกรรมที่สำคัญ ๆ รวมทั้งการกำเนิดอุตสาหกรรมใหม่ (New S-Curve) และพัฒนากลุ่มอุตสาหกรรมเดิม (First S-Curve) ส่งผลให้ในปี 2561 Thailand Business News [1] ระบุว่าประเทศไทยมีดัชนีการแข่งขันระดับโลกทางด้านทิศทางไปสู่การเติบโตทางเทคโนโลยีในอนาคตอยู่ในอันดับที่ 38 ของโลก โดยเฉพาะอย่างยิ่งอุตสาหกรรมใน “กลุ่มที่ 3 เครื่องมืออัจฉริยะและหุ่นยนต์ ใช้เทคโนโลยีเมคาทรอนิกส์ (Smart Devices & Robotics – Mechatronics)” ที่ “ผลักดันให้ประเทศไทยเป็นผู้นำของอาเซียนด้านระบบอัตโนมัติ หุ่นยนต์อุตสาหกรรม และหุ่นยนต์บริการ”[2] ซึ่งในส่วนของหุ่นยนต์อุตสาหกรรมและระบบอัตโนมัติ จำเป็นต้องมีระบบการควบคุม ระบบการวัด ระบบการแสดงผล และการเก็บข้อมูลค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ เป็นต้น

ซึ่งจากการค้นคว้าข้อมูลระบุว่า ไมโครคอนโทรลเลอร์ คือ อุปกรณ์ควบคุมขนาดเล็ก ซึ่งบรรจุความสามารถที่คล้ายคลึงกับระบบคอมพิวเตอร์ โดยในไมโครคอนโทรลเลอร์ได้รวมเอาซีพียู, หน่วยความจำ และพอร์ต ซึ่งเป็นส่วนประกอบหลักสำคัญของระบบคอมพิวเตอร์เข้าไว้ด้วยกัน ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นอุปกรณ์ที่ได้รับความนิยมในอุตสาหกรรมหลายระบบ เช่น อุตสาหกรรมหุ่นยนต์/AI อุตสาหกรรมยานยนต์ อุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ เป็นต้น

กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม มีภารกิจหลักที่สำคัญในการพัฒนากำลังคนของประเทศ เล็งเห็นถึงปัญหาและผลกระทบดังกล่าว และเห็นความจำเป็นเร่งด่วนที่จะต้องเป็นกลไกหลักของประเทศในการพัฒนาทักษะกำลังคนของประเทศ (Re Skill/Up Skill/New Skill) เพื่อการมีงานทำและเตรียมความพร้อมรองรับการทำงานในอนาคตหลังวิกฤตการระบาดของไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19) เพื่อให้สามารถสร้างงาน สร้างอาชีพ ด้วยตนเอง รวมทั้งเพิ่มทักษะขั้นสูงและการทำงานสมัยใหม่ให้กับกำลังคนในภาคอุตสาหกรรม และ SME [3] จากการค้นคว้าผู้วิจัยพบว่า การพัฒนาทักษะทางด้านดิจิทัลและไมโครคอนโทรลเลอร์นั้น เป็นทักษะที่สำคัญในการพัฒนาทักษะกำลังคนของประเทศ (Re Skill/Up Skill/New Skill) เพื่อจะตอบสนองอุตสาหกรรมในกลุ่มที่ 3 เครื่องมืออัจฉริยะและหุ่นยนต์ ซึ่งมีประโยชน์ต่อกลุ่มอุตสาหกรรมในหลายๆ ด้าน และจะตอบโจทย์การมีงานทำของและเตรียมความพร้อมรองรับการทำงานใน



อนาคตหลังวิกฤตการระบาดของไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19) เพื่อให้สามารถสร้างงาน สร้างอาชีพ ได้ด้วยตนเอง

จากความสำคัญและปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยจึงสนใจพัฒนาชุดฝึกอบรมการประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อใช้สอนฝึกอบรมผู้ที่สนใจการประยุกต์ใช้งานวงจรดิจิทัลพื้นฐาน การสื่อสารข้อมูลไมโครคอนโทรลเลอร์กับอุปกรณ์อินพุตและเอาต์พุต รวมถึงการประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อให้ผู้สนใจเรียนรู้มีความรู้ มีทักษะและสามารถประยุกต์ใช้งานได้

## 2. วัตถุประสงค์การวิจัย

- 2.1 เพื่อพัฒนาชุดฝึกอบรมการประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์
- 2.2 เพื่อหาคุณภาพของชุดฝึกอบรมการประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์

## 3. สมมติฐานของการวิจัย (ถ้ามี)

- 3.1 ชุดฝึกอบรมการประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ที่พัฒนาขึ้นใช้อบรมได้อย่างมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80
- 3.2 ชุดฝึกอบรมการประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพค่าเฉลี่ยมากกว่า 3.50 ขึ้นไป

## 4. กรอบแนวคิด

### 4.1 กรอบแนวคิดด้านชุดฝึกอบรมการประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์

ผู้วิจัยประยุกต์ใช้กรอบแนวคิด ขั้นตอนที่ 1, 2, 3 และ 4 ของวัลลภ จันทรตระกูล [4] มาเป็นแนวทางพัฒนาชุดฝึกอบรมการประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยมีลำดับขั้นตอน ดังนี้

- 4.1.1 การกำหนดขอบข่ายเนื้อหา
- 4.1.2 การกำหนดเนื้อหาและวัตถุประสงค์
- 4.1.3 การออกแบบ และสร้างชุดทดลอง
- 4.1.4 การทดลองใช้ชุดทดลอง
- 4.1.5 การหาประสิทธิภาพ
- 4.1.6 การวัดผลสัมฤทธิ์

### 4.2 กรอบแนวคิดด้านวงจรดิจิทัลและไมโครคอนโทรลเลอร์

ผู้วิจัยได้ศึกษาเนื้อหาและฟังก์ชันการทำงานต่าง ๆ ของระบบดิจิทัลและไมโครคอนโทรลเลอร์จากหนังสือปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ ARM Cortex-M3 กับ STM32 [6] ซึ่งเป็นหนังสือเกี่ยวกับไมโครคอนโทรลเลอร์ มาประยุกต์ใช้เป็นกรอบแนวคิดการสร้างชุดฝึกอบรมการประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนฮาร์ดแวร์ (Hardware) มีเนื้อหาและชิ้นส่วนอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ ที่สร้างขึ้นเป็นบอร์ดทดลอง รวมถึงอุปกรณ์ต่อพ่วงเชื่อมต่อกับระบบสมองกลฝังตัวรวมในบอร์ดเดียวกัน ส่วนซอฟต์แวร์ (Software) โปรแกรมชุดคำสั่งโดยการเขียนโปรแกรมบนคอมพิวเตอร์ด้วยภาษา C ผ่านโปรแกรม STM32 Cube IDE

## 5. วิธีการดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยชุดฝึกอบรมการประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์มีรายละเอียดดังนี้

### 5.1 ขอบเขตด้านเนื้อหา

ผู้วิจัยเริ่มต้นศึกษาและวิเคราะห์หลักสูตรรายวิชาในหลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิตปริญญาตรี (ต่อเนื่อง) และสำรวจหัวข้อต่างๆ สิ่งใหม่ ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการประยุกต์ ใช้งานของไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อกำหนดหัวข้อเรื่อง และรายละเอียดของหลักสูตรฝึกอบรมดังมีรายละเอียดตามแผนผังปะการัง (ดังภาพที่ 1)



ภาพที่ 1 แผนผังปะการัง

จากนั้นให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ประเมินน้ำหนักความสำคัญของเนื้อหาและนำมาสร้างเป็นตารางวิเคราะห์หลักสูตรฝึกอบรม เขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเพื่อเป็นแนวทางในการสร้างใบเนื้อหาและออกแบบสร้างชุดทดลอง กำหนดกิจกรรม การฝึกอบรมและสื่อการฝึกอบรมให้เหมาะสมกับเนื้อหา โดยเครื่องมือที่ใช้สำหรับการวิจัยครั้งนี้ มี 3 ส่วนดังนี้

#### 5.1.1 เอกสารการฝึกอบรม

เอกสารประกอบชุดฝึกอบรมที่พัฒนาขึ้น มีดังต่อไปนี้

(ก) คู่มือวิทยากร เป็นชุดเอกสารที่จัดเตรียมไว้สำหรับวิทยากรในการจัดการฝึกอบรม โดยมีรายละเอียดของคู่มือวิทยากรประกอบด้วย แผนการฝึกอบรม ใบเนื้อหา ใบงานการทดลอง แบบทดสอบท้ายหน่วยเรียน และคู่มือการใช้งาน

(ข) คู่มือสำหรับผู้เรียน เป็นชุดเอกสารที่จัดเตรียมไว้สำหรับผู้เข้ารับการฝึกอบรม เพื่อใช้ในการจัดการฝึกอบรม มีทั้งหมด 7 หน่วย โดยมีรายละเอียดของคู่มือประกอบด้วย แผนการฝึกอบรม ใบเนื้อหา ใบงาน และคู่มือการใช้งานประกอบการฝึกอบรม



5.1.2 การสร้างสื่อประกอบการฝึกอบรมจะพิจารณาให้เหมาะสมกับเนื้อหา และสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เลือกสื่อที่เหมาะสมกับระดับของผู้เข้ารับการฝึกอบรม และกิจกรรมการฝึกอบรมใช้งานได้สะดวก เก็บรักษาง่ายและมีความเหมาะสมกับสภาพการจัดการฝึกอบรม ประกอบด้วยดังต่อไปนี้

(ก) โปรแกรมนำเสนอเพาเวอร์พอยต์ สำหรับใช้ประกอบการฝึกอบรมมีทั้งหมด 7 หน่วย

(ข) ชุดทดลองเป็นสื่อการสอนที่ช่วยอธิบายการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ ที่ประยุกต์สร้างขึ้นมา เพื่อใช้ประกอบการฝึกอบรมด้านปฏิบัติ เพื่อให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมเข้าใจ หลักการและการทำงานของไมโคร คอนโทรลเลอร์ และช่วยเพิ่มจินตนาการของผู้เข้ารับการฝึกอบรม

### 5.1.3 แบบทดสอบ

เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรม การสร้างแบบทดสอบ ผู้วิจัย ได้ทำการออกข้อสอบตามตารางวิเคราะห์หลักสูตรที่ได้จากการให้น้ำหนักคะแนนความสำคัญของเนื้อหาและพฤติกรรม จากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน จำนวน 80 ข้อ เป็นข้อสอบแบบปรนัย 4 ตัว เลือก เมื่อออกข้อสอบเสร็จแล้ว ให้ผู้เชี่ยวชาญประเมิน IOC ด้านความตรงเชิงเนื้อหา เหลือจำนวน 60 ข้อ และปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญเสร็จแล้วนำไปทดลองใช้กับกลุ่มทดลอง เพื่อวิเคราะห์หาคุณภาพของชุดข้อสอบ

## 5.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการหาคุณภาพ คือ ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 10 ท่าน ที่มีวุฒิการศึกษา ไม่ต่ำกว่าปริญญาตรี สาขาวิชาไฟฟ้าหรืออิเล็กทรอนิกส์และมีประสบการณ์ด้านวงจรดิจิทัล และไมโครคอนโทรลเลอร์ไม่ต่ำกว่า 5 ปี โดยเป็นการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองใช้ คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี จำนวน 30 คน โดยเป็นการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

## 5.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยพัฒนาทักษะการประยุกต์ใช้งานด้านวงจรดิจิทัลและไมโครคอนโทรลเลอร์ เป็นการวิจัยเชิงทดลองโดยเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้

5.3.1 ชุดฝึกอบรมการประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ ประกอบด้วยบอร์ดทดลองที่สามารถรองรับการทำงานตามใบงานการทดลอง จำนวน 7 ใบงาน พร้อมทั้งโปรแกรมสำหรับการทดลอง

5.3.2 แบบประเมินคุณภาพชุดฝึกอบรมการประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยแบ่งเป็น

- 1) แบบประเมินคุณภาพด้านใบงานการทดลอง
- 2) แบบประเมินคุณภาพด้านบอร์ดทดลอง

เกณฑ์การแปลความหมาย เพื่อจัดระดับคะแนนเฉลี่ย ผู้วิจัยใช้เกณฑ์ในการวิเคราะห์ตามแนวคิดของ Best John W.[10] มีรายละเอียดดังนี้

|                       |         |                    |
|-----------------------|---------|--------------------|
| ค่าเฉลี่ย 4.50 - 5.00 | หมายถึง | ระดับคุณภาพดีมาก   |
| ค่าเฉลี่ย 3.50 - 4.49 | หมายถึง | ระดับคุณภาพดี      |
| ค่าเฉลี่ย 2.50 - 3.49 | หมายถึง | ระดับคุณภาพปานกลาง |
| ค่าเฉลี่ย 1.50 - 2.49 | หมายถึง | ระดับคุณภาพแย่     |
| ค่าเฉลี่ย 0.50 - 1.49 | หมายถึง | ระดับคุณภาพแย่มาก  |

#### 5.4 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยได้ศึกษาการเรียนการสอนประเภทชุดฝึกอบรม และศึกษาเนื้อหาสำหรับการทดลองที่เหมาะสมโดยพิจารณาจากงานวิจัย บทความ รวมถึงเอกสารที่เกี่ยวข้อง[2], [4]-[9] เรื่อง วงจรดิจิทัลและไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยสามารถนำมาสรุปหัวข้อที่มีความถี่การอ้างอิงมาก มาใช้เป็นหัวข้อในการสร้างเนื้อหาการทดลอง แสดงได้ดังตารางที่ 1 ดังนี้

ตารางที่ 1 หัวข้อและจำนวนครั้งที่ถูกอ้างอิงในงานวิจัย

| ลำดับ | หัวข้อ                                                                 | จำนวนครั้งที่ถูกอ้างอิง |
|-------|------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| 1     | ลอจิกเกตพื้นฐาน                                                        | 7                       |
| 2     | วงจรแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิทัล<br>วงจรแปลงสัญญาณดิจิทัลเป็นแอนะล็อก | 6                       |
| 3     | เซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์                                               | 5                       |
| 4     | อุปกรณ์อินพุตและเอาต์พุต                                               | 4                       |
| 5     | การสื่อสารข้อมูล                                                       | 3                       |
| 6     | ระบบควบคุม                                                             | 2                       |
| 7     | การประยุกต์ใช้งานด้านวงจรดิจิทัลและไมโครคอนโทรลเลอร์                   | 1                       |

##### 5.4.1 วิเคราะห์เนื้อหา

สืบค้นทางหนังสือปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ ARM Cortex-M3 กับ STM32[6] เพื่อจัดลำดับการเรียนรู้ให้ผู้เรียนบรรลุตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดได้เนื้อหาที่สำคัญได้ การแนะนำเกี่ยวกับการลงโปรแกรมซอฟต์แวร์และอุปกรณ์ในการพัฒนา การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ STM32 วงจรดิจิทัลพื้นฐาน การสื่อสารข้อมูลอุปกรณ์อินพุตและเอาต์พุต รวมถึงการประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์



5.4.2 การสร้างใบงานการทดลองและการสร้างบอร์ดทดลอง มีลำดับขั้นตอน รายละเอียดดังต่อไปนี้ เนื้อหาเบื้องต้น กำหนดจุดประสงค์ของใบงาน ขั้นตอนการทดลอง คำถาม ท้ายการทดลอง การบันทึกผลการทดลอง ได้ใบงานจำนวน 7 ใบงาน และการสร้างบอร์ดทดลอง โดยใช้ตัวประมวลผล ARM Cortex-M3 รุ่น STM32 และซอฟต์แวร์สำหรับการทดลอง ที่สอดคล้อง กับใบงาน เพื่อให้มีความสะดวกในการทดลอง สามารถเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานได้ ต้นทุนต่ำ มีความสวยงาม พกพาได้สะดวก มีความปลอดภัยและมีความคงทนต่อการใช้งาน

5.4.3 การสร้างแบบประเมินคุณภาพชุดฝึกอบรมการประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ ออกแบบและสร้างแบบประเมินคุณภาพชุดฝึกอบรมการประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยใช้ประเมินแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ

- 5 หมายถึง ระดับ คุณภาพดีมาก
- 4 หมายถึง ระดับ คุณภาพดี
- 3 หมายถึง ระดับ คุณภาพปานกลาง
- 2 หมายถึง ระดับ คุณภาพแย่
- 1 หมายถึง ระดับ คุณภาพแย่มาก

## 5.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บข้อมูลเพื่อหาคุณภาพชุดฝึกอบรมการประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ มีลำดับขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้

5.5.1 นัดหมายกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 10 ท่าน เพื่อชี้แจงวัตถุประสงค์ และเกณฑ์การประเมินคุณภาพของชุดฝึกอบรมการประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ สองด้าน คือ ด้านใบงานการทดลอง และด้านบอร์ดทดลอง

5.5.2 วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ เพื่อนำมาสรุปผลคุณภาพชุดฝึกอบรมการประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์

## 5.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

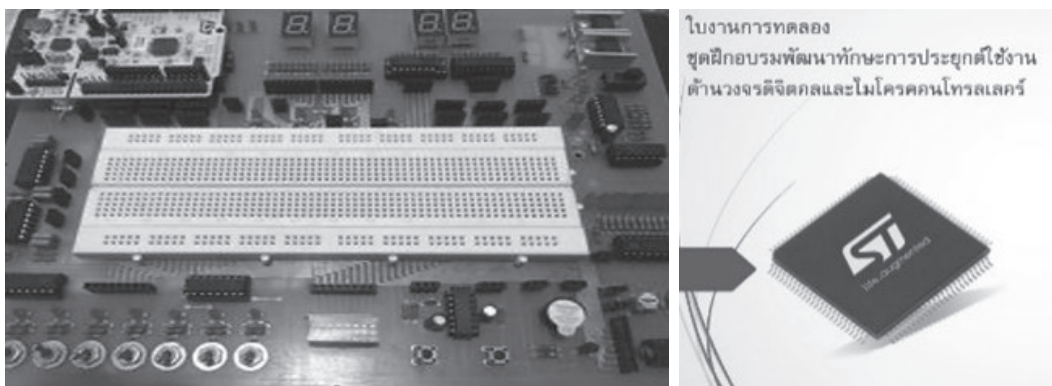
วิเคราะห์ข้อมูลหาคุณภาพของชุดฝึกอบรมการประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ ทั้งด้านใบงานการทดลองและด้านบอร์ดทดลอง โดยใช้ค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

## 6. ผลการวิจัย

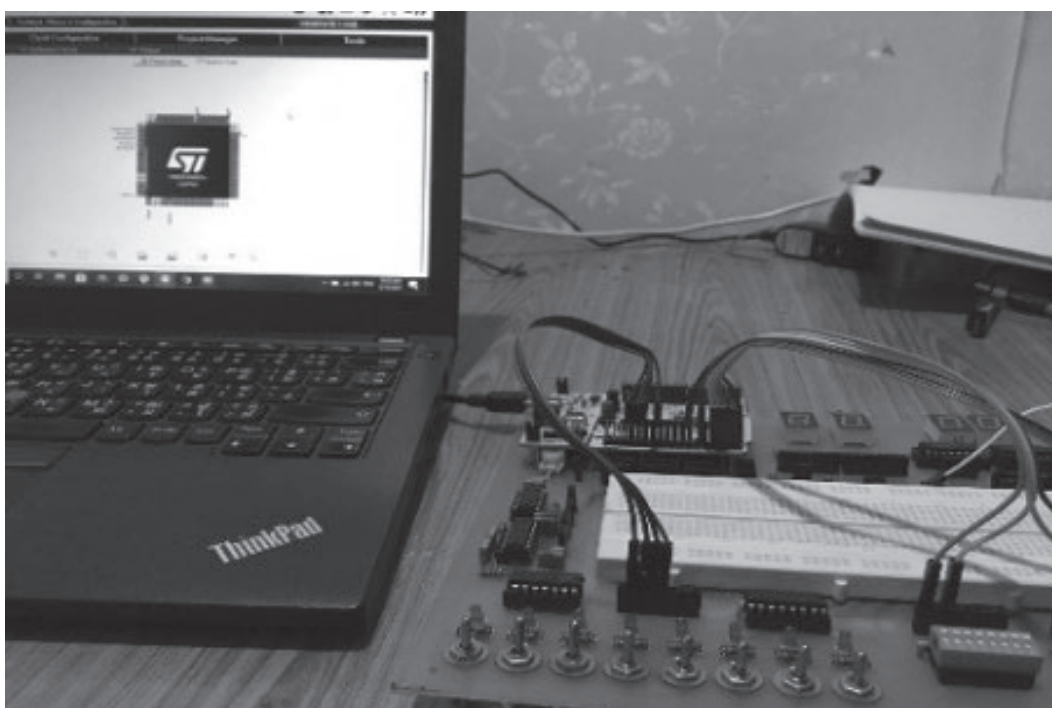
ผลการวิจัยเพื่อพัฒนาและหาคุณภาพของชุดฝึกอบรมการประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ มีรายละเอียดดังนี้

6.1 ชุดฝึกอบรมการประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น ประกอบด้วย สองส่วน ได้แก่ แผงอุปกรณ์สำหรับการทดลอง ซึ่งผู้วิจัยออกแบบให้มีความยืดหยุ่นในการทดลอง มีอุปกรณ์ให้ใช้งานอย่างครอบคลุมเนื้อหา มีความสะดวก และปลอดภัย เน้นให้ผู้เรียนสามารถลงมือปฏิบัติด้วยตนเองได้ และใบงานการทดลองจำนวน 7 ใบงาน ซึ่งใช้เป็นแนวทางในการปฏิบัติงาน มีเนื้อหาสาระสำคัญที่ผ่านการวิเคราะห์และจัดลำดับการเรียนรู้ที่เหมาะสม ผลลัพธ์การพัฒนา

ชุดฝึกอบรมการประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ ดังแสดงในภาพที่ 2 การเชื่อมต่อบอร์ดทดลองกับคอมพิวเตอร์ ดังแสดงในภาพที่ 3



ภาพที่ 2 แผงอุปกรณ์สำหรับการทดลองและหน้าปกใบงานการทดลอง



ภาพที่ 3 การเชื่อมต่อแผงอุปกรณ์สำหรับการทดลองกับคอมพิวเตอร์



ตารางที่ 2 คุณภาพของชุดฝึกอบรมการประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ด้านใบงานการทดลอง

| รายการประเมิน                           | $\bar{x}$ | S.D. | ระดับคุณภาพ |
|-----------------------------------------|-----------|------|-------------|
| 1. ความเหมาะสมของใบงานการทดลอง          | 4.50      | 0.57 | ดีมาก       |
| 2. ความหมายของวัตถุประสงค์              | 4.50      | 0.57 | ดีมาก       |
| 3. ความถูกต้องของเนื้อหา                | 4.75      | 0.50 | ดีมาก       |
| 4. ความเหมาะสมของลำดับขั้นตอนการปฏิบัติ | 4.25      | 0.50 | ดี          |
| 5. ความชัดเจนในคำอธิบายแต่ละขั้นตอน     | 4.50      | 0.57 | ดีมาก       |
| 6. รูปแบบใบงานง่ายต่อการใช้งาน          | 4.50      | 0.57 | ดีมาก       |
| 7. ความถูกต้องของตัวอักษรและรูปภาพ      | 4.25      | 0.50 | ดี          |
| 8. ความเหมาะสมของคำถามและคำตอบ          | 4.50      | 0.57 | ดีมาก       |
| 9. สร้างแรงจูงใจต่อการเรียนรู้          | 4.75      | 0.50 | ดีมาก       |
| 10. มีความครอบคลุมต่อเนื้อหาในการอบรม   | 4.25      | 0.50 | ดี          |
| ค่าเฉลี่ยรวม                            | 4.47      | 0.18 | ดี          |

จากตารางที่ 2 พบว่า ชุดฝึกอบรมการประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ด้านใบงานการทดลอง มีคุณภาพโดยรวมในระดับดี ( $\bar{x} = 4.47$ , S.D. = 0.18)

## 6.2 คุณภาพของชุดฝึกอบรมการประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์

1) ผลการประเมินคุณภาพของชุดฝึกอบรมการประยุกต์ ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ด้านใบงานการทดลองและด้าน แผนอุปกรณ์สำหรับการทดลอง โดยผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 10 ท่าน แสดงได้ดังตารางที่ 3 และ ตารางที่ 4 ตามลำดับ

ตารางที่ 3 คุณภาพของชุดฝึกอบรมการประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ด้านแผนอุปกรณ์สำหรับการทดลอง

| รายการประเมิน                           | $\bar{x}$ | S.D. | ระดับคุณภาพ |
|-----------------------------------------|-----------|------|-------------|
| 1. ขนาดความเหมาะสมของชุดฝึกฯ            | 4.50      | 0.57 | ดีมาก       |
| 2. รูปร่างของชุดฝึกฯ ก่อให้เกิดแรงจูงใจ | 4.50      | 0.57 | ดีมาก       |
| 3. ความเหมาะสมของตำแหน่งอุปกรณ์         | 4.25      | 0.50 | ดี          |
| 4. ความแข็งแรงของชุดฝึกฯ                | 4.50      | 0.57 | ดีมาก       |
| 5. ความสะดวกในการดูแลรักษาและซ่อมบำรุง  | 4.50      | 0.57 | ดีมาก       |
| 6. ความสัมพันธ์ของชุดฝึกฯต่อใบงาน       | 4.50      | 0.57 | ดีมาก       |
| 7. ความปลอดภัยในขณะที่ทำการทดลอง        | 4.75      | 0.50 | ดีมาก       |

| รายการประเมิน                               | $\bar{X}$   | S.D.        | ระดับคุณภาพ  |
|---------------------------------------------|-------------|-------------|--------------|
| 8. ความสะดวกในการติดตั้งใช้งานเพื่อการทดลอง | 4.50        | 0.57        | ดีมาก        |
| 9. ความเหมาะสมของวัสดุที่นำมาใช้ทำชุดฝึกฯ   | 4.75        | 0.50        | ดีมาก        |
| 10. คุณค่าทางวิชาการของชุดฝึกฯ              | 4.50        | 0.57        | ดีมาก        |
| <b>ค่าเฉลี่ยรวม</b>                         | <b>4.52</b> | <b>0.14</b> | <b>ดีมาก</b> |

จากตารางที่ 3 พบว่า ชุดฝึกอบรบการประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ด้านแผงอุปกรณ์สำหรับการทดลอง มีคุณภาพโดยรวมในระดับดีมาก ( $\bar{X} = 4.52$  , S.D. = 0.14)

2) ผลการประเมินคุณภาพของชุดฝึกอบรบการประยุกต์ ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์โดยรวม โดยผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 10 ท่าน ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 คุณภาพของชุดฝึกอบรบการประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์โดยรวม

| รายการประเมิน                   | $\bar{X}$   | S.D.        | ระดับคุณภาพ |
|---------------------------------|-------------|-------------|-------------|
| 1. ด้านใบงานการทดลอง            | 4.47        | 0.18        | ดี          |
| 2. ด้านแผงอุปกรณ์สำหรับการทดลอง | 4.52        | 0.14        | ดีมาก       |
| <b>ค่าเฉลี่ยรวม</b>             | <b>4.49</b> | <b>0.04</b> | <b>ดี</b>   |

จากตารางที่ 4 ชุดฝึกอบรบการประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์โดยรวม มีคุณภาพในระดับดี ( $\bar{X} = 4.49$  , S.D. = 0.04 )

3) ผลการหาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรบการประยุกต์ ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์โดยนำไปทดลองใช้กับนักศึกษาระดับปริญญาตรี จำนวน 30 คน ดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 แสดงการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรบการประยุกต์ ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์

| รายการประเมิน               | คะแนนเต็ม | เฉลี่ย | ร้อยละ |
|-----------------------------|-----------|--------|--------|
| ใบงานการทดลอง/แบบทดสอบ (E1) | 70        | 58.05  | 82.97  |
| แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ (E2)  | 60        | 49.28  | 82.13  |

จากตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรบการประยุกต์ ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ที่สร้างขึ้น และนำไปทดลองใช้กับนักศึกษาระดับปริญญาตรี จำนวน 30 คน พบว่า มีประสิทธิภาพที่ระดับ 82.97/82.13 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 และเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้



## 7. สรุปผลและอภิปรายผล

### 7.1 สรุปผลการวิจัย

ผลการหาคุณภาพของชุดฝึกอบรมการประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ที่สร้างขึ้น โดยภาพรวมอยู่ในเกณฑ์ระดับดี ( $\bar{x} = 4.49$ , S.D. = 0.04) ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ โดยด้านใบงานการทดลองของชุดฝึกอบรมการประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ มีคุณภาพในระดับดี ( $\bar{x} = 4.47$ , S.D. = 0.18) และด้านแผนอุปกรณ์สำหรับการทดลองมีคุณภาพระดับดีมาก ( $\bar{x} = 4.52$ , S.D. = 0.14)

ผลการพัฒนาชุดฝึกอบรมการประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ที่สร้างขึ้น ประกอบด้วย แผนอุปกรณ์สำหรับการทดลองและใบงานการทดลองสำหรับใช้งานร่วมกับแผนอุปกรณ์สำหรับการทดลอง สามารถใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์ทั้ง 7 ใบงานการทดลอง ดังแสดงภาพที่ 3 โดยการออกแบบแผนอุปกรณ์สำหรับการทดลองวัสดุและสายต่อวงจรมีขนาดที่เหมาะสมสามารถพกพาได้สะดวก ส่วนใบงานการทดลองทั้ง 7 ใบงาน ได้รวมเป็นเล่มเพื่อสะดวกในการจัดเก็บและการใช้งาน โดยมีประสิทธิภาพอยู่ที่ระดับ 82.97/82.13 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 และเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

### 7.2 อภิปรายผลการวิจัย

ด้านใบงานการทดลองที่ใช้ในการอบรมการประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ มีคุณภาพในระดับดี ( $\bar{x} = 4.47$ , S.D. = 0.18) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของสิทธิชัย อินทร์มั่ง [11] ที่ได้วิจัยชุดฝึกอบรมอิเล็กทรอนิกส์แบบสไลด์ มีคุณภาพของชุดฝึกอบรมอิเล็กทรอนิกส์แบบสไลด์ ได้ผลการประเมินด้านใบงานการทดลองอยู่ที่ระดับดี ( $\bar{x} = 4.35$ , S.D. = 0.26) และผู้วิจัยได้วิเคราะห์เนื้อหาที่มีความจำเป็นในการเริ่มเรียนรู้และสามารถประยุกต์ใช้งานที่ไม่ซับซ้อนได้ ให้ความสำคัญของขนาดและความคมชัดของรูปภาพในใบงานการทดลอง เพราะเป็นสิ่งสำคัญที่จะทำให้ผู้ทดลองเข้าใจถึงวิธีการทดลองได้มากขึ้นกว่าการอ่านตัวหนังสือ โดยก่อนที่ผู้วิจัยจะแทรกภาพลงในใบงานการทดลอง ต้องปรับแนวหรือขอบของหน้ากระดาษให้เหมาะสมกับแนวหรือขอบของรูปภาพก่อน เพื่อให้รูปภาพติดแน่นจากการแทรกภาพและการบีบขนาดของรูปภาพ และมีการแจ้งจุดประสงค์แต่ละใบงานอย่างชัดเจน อย่างไรก็ตามในรายการที่ได้คะแนนเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ เนื้อหาที่มีความสอดคล้องกับเทคโนโลยีที่มีการใช้ในภาคอุตสาหกรรม และภาษาที่ใช้ถูกต้อง ชัดเจน สื่อความหมายและเข้าใจได้ง่าย เนื่องจากผู้วิจัยต้องการให้ผู้เรียนเข้าใจได้ง่าย มีความรู้ทักษะที่ไม่ซับซ้อนมาก จึงทำให้จำนวนใบงานการประยุกต์ใช้งานไม่สามารถครอบคลุมได้ทุกอุตสาหกรรม และภาษาที่ใช้ในใบงานการทดลองบางประเด็นอาจไม่ชัดเจนหรือบางส่วนใช้ภาษาที่ไม่ตรงกับการบัญญัติศัพท์ทางวิศวกรรม อาจจะทำให้เข้าใจความหมายที่คลาดเคลื่อนได้ จึงทำให้ได้ค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด โดยผู้วิจัยจะทำการปรับปรุงแก้ไขก่อนนำไปทดลองใช้ต่อไป

ชุดฝึกอบรมการประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ที่สร้างขึ้นด้านแผนอุปกรณ์สำหรับการทดลองมีคุณภาพระดับดีมาก ( $\bar{x} = 4.52$ , S.D. = 0.14) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของจิรวัฒน์ แสงคุณธรรม [12] ที่ได้วิจัยชุดฝึกอบรมเรื่องอินเทอร์เนตสำหรับสรรพสิ่ง มีคุณภาพของชุดฝึก

อบรมเรื่องอินเทอร์เน็ตสำหรับสรรพสิ่ง ได้ผลการประเมินด้านแผนอุปกรณ์สำหรับการทดลองอยู่ที่ระดับดี ( $\bar{x} = 4.44$ , S.D. = 0.63) และผู้วิจัยได้เลือกวัสดุและอุปกรณ์ขนาดเล็กและมีความแข็งแรงทำให้แผนอุปกรณ์สำหรับการทดลองที่สร้างขึ้นให้น้ำหนักเบา มีขนาดเหมาะสมและออกแบบให้มีลักษณะเป็นกล่องแบบมีที่มือจับ สามารถเคลื่อนย้ายได้ง่ายมีความสะดวกของทั้งผู้สอนและผู้เรียนหรือผู้ใช้งาน มีความปลอดภัยในการใช้

จากผลการประเมินคุณภาพชุดฝึกอบรมการประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 10 ท่าน ในภาพรวมมีคุณภาพในระดับดี ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของสุวิทย์ อัฐกุลชัย [5] ที่ได้วิจัยเรื่องชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ARM Cortex M0 โปรแกรมโดย MATLAB Simulink คุณภาพของชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ARM Cortex M0 โปรแกรมโดย MATLAB Simulink ได้ผลการประเมินด้านชุดทดลองอยู่ในระดับดีมาก ( $\bar{x} = 4.74$ , S.D. = 0.30) และด้านใบงานการทดลองอยู่ในระดับดีมาก ( $\bar{x} = 4.96$ , S.D. = 0.04) ซึ่งเป็นการวิจัยเพื่อพัฒนาชุดทดลองที่มีคุณภาพเช่นเดียวกันและสอดคล้องกับสมมติฐานที่กำหนด เป็นการสนับสนุนได้ว่าการนำชุดฝึกอบรมการประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ ที่ได้จากวิจัยในครั้งนี้สามารถนำไปใช้ทดลองการสอนปฏิบัติได้ต่อไป

### 7.3 ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปประยุกต์ใช้

ต้องมีการอธิบายใบงาน และการใช้ชุดทดลองก่อนที่จะให้นักศึกษาปฏิบัติตามใบงาน และให้ความรู้ข้อควรระวัง และความปลอดภัยของการใช้ชุดฝึกอบรมการประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์

ในการปฏิบัติการทดลองตามใบงานเพื่อได้ผลการทดลองที่ดีควรใช้ชุดฝึก 1 คนต่อชุด ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป ควรมีการวิจัยเพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรมการประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ ตระกูล อื่นๆ เป็นที่ได้รับค่านิยมในขณะนั้น

### เอกสารอ้างอิง

- [1] Boris Sullivan. (2018). [Online]. Thailand ranks 38th in revamped Global Competitiveness Index. [Retrieved February 22, 2021]. from [https:// bit.ly/3bf1Jdi](https://bit.ly/3bf1Jdi)
- [2] สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) (2560). Thailand 4.0 โมเดลขับเคลื่อนประเทศไทยสู่ความมั่นคง มั่งคั่ง และยั่งยืน. (รายงานการวิจัย). กรุงเทพฯ: กองบริหารงานวิจัยและประกันคุณภาพการศึกษา
- [3] กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม. (2563). [ออนไลน์]. โครงการพัฒนาทักษะกำลังคนของประเทศหรือ Re-skill, Up-Skill, และ New-skill. [ค้นเมื่อ 22 กุมภาพันธ์ 2564]. จาก <https://www.mhesi.go.th/index.php/news/1628-mou-19-covid-19-8-14.html>



- [4] วัลลภ จันทรตระกูล. (2543). สื่อการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- [5] สุวิทย์ อัฐกุลชัย. (2560). ชุดทดลองไมโครคอนโทรล เลอร์ ARM Cortex M0 โปรแกรมโดย MATLAB Simu link. วิทยาลัยพณิชยการอุตสาหกรรมพาณิชย์ สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
- [6] นคร รักดีชาติ. (2553). ปฏิบัติการไมโครคอนโทรล เลอร์ ARM Cortex-M3 กับ STM32. กรุงเทพฯ: อินโนเวติฟ แอ็กเพอริเม้น.
- [7] ชีรวัฒน์ ประกอบผล. (2554). ดิจิทัลอิเล็กทรอนิกส์. กรุงเทพฯ : Top Publishing.
- [8] ไพฑูรย์ บุญใส. (2551). การสร้างและทดสอบประสิทธิภาพชุดอบรม เรื่อง การออกแบบ PCB ด้วยโปรแกรม Protel DXP 2004. วิทยาลัยพณิชยการอุตสาหกรรมพาณิชย์ สาขาวิชาไฟฟ้า. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
- [9] บริษัท เอสที อิเล็กทรอนิกส์ จำกัด. (2563). [ออนไลน์]. ตัวอย่างระบบที่พัฒนา. [ค้นเมื่อ 22 กุมภาพันธ์ 2564]. จาก [https://www.st.com/content/st\\_com/en/search.html?q=STM32F429-t=tools-page=1](https://www.st.com/content/st_com/en/search.html?q=STM32F429-t=tools-page=1)
- [10] Best John W. (1997). Research in Education. 3rd ed. Englewood Cliffs. New Jersey: Prentice Hall, Inc.
- [11] สิทธิชัย อินทร์มั่ง. (2558). ชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสไลด์. วิทยาลัยพณิชยการอุตสาหกรรมพาณิชย์ สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
- [12] จีรวัฒน์ แสงคุณธรรม. (2560). ชุดฝึกอบรมเรื่องอินเทอร์เน็ตสำหรับสรรพสิ่ง.วิทยาลัยพณิชยการอุตสาหกรรมพาณิชย์ สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง