

สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม
เรื่อง การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino

LEARNING MEDIA BY AUGMENTED REALITY
ON USING ARDUINO MICROCONTROLLER



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร
คณะครุศาสตรบัณฑิตและเทคโนโลยี
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2563

KMITL-2020-ED-M-231-033

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LEARNING MEDIA BY AUGMENTED REALITY
ON USING ARDUINO MICROCONTROLLER



A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF
MASTER OF SCIENCE IN INDUSTRIAL EDUCATION
IN ELECTRICAL COMMUNICATIONS ENGINEERING
FACULTY OF INDUSTRIAL EDUCATION AND TECHNOLOGY
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
2020

KMITL-2020-ED-M-231-033

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



COPYRIGHT 2020

FACULTY OF INDUSTRIAL EDUCATION AND TECHNOLOGY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ใช้ได้เห็นว่าไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์

สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง
การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino

นักศึกษา

นางสาวกัลย์สุดา ดีบาศ

รหัสประจำตัว

62603095

ปริญญา

ครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชา

สาขาวิชา

วิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร

พ.ศ.

2563

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

รองศาสตราจารย์ ดร.ปิยะ ศุภวาราสวัสดิ์

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino ที่มีคุณภาพ 2) หาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino 3) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม และกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยคือ นักศึกษาหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาครุศาสตรวิศวกรรม (5 ปี) ชั้นปีที่ 3 แขนงวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะครุศาสตรอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาเทคโนโลยีฮาร์ดแวร์เพื่อการสื่อสาร รหัสวิชา 03376610 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 ด้วยการเลือกแบบเจาะจงให้มีคุณสมบัติใกล้เคียงกัน โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม จัดเป็นกลุ่มควบคุม 18 คน และกลุ่มทดลอง 18 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino 2) แบบประเมินคุณภาพของสื่อการเรียนรู้ 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจำนวน 50 ข้อ ซึ่งมีค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.67 - 1.00 ค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.23 - 0.80 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.20 - 0.60 และค่าความเชื่อถือได้เท่ากับ 0.89 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบค่าทีชนิดสองกลุ่มเป็นอิสระต่อกัน

ผลการวิจัยพบว่า 1) สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino มีคุณภาพด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X}=4.61$, $S=0.49$) และด้านเทคนิคการผลิตสื่ออยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X}=4.73$, $S=0.45$) 2) สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino มีประสิทธิภาพ (E_1/E_2) เท่ากับ 81.89/81.12 ซึ่งไม่ต่ำกว่าเกณฑ์ 80/80 3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino สูงกว่านักศึกษาที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Learning Media by Augmented Reality on Using Arduino Microcontroller
Student	Miss Kalsuda Tibkard
Student ID.	62603095
Degree	Master of Science in Industrial Education
Program	Electrical Communication Engineering
Year	2020
Thesis Advisor	Assoc. Prof. Dr. Piya Supavarasuwat

ABSTRACT

The purposes of this research were 1) to develop a quality learning media by Augmented Reality on using Arduino microcontroller, 2) to determine the efficiency of learning media by Augmented Reality on using Arduino microcontroller, and 3) to compare posttest achievement scores of students learning with learning media by Augmented Reality on using Arduino microcontroller and those undertaking traditional learning. The samples in this research were 3rd year bachelor degree students, major telecommunication engineering who study Hardware Technology for Communications in second semester of the academic year 2019 by purposive sampling method and divided into 2 group were the 18 people of control group and the 18 people of experimental group. Instruments of this research were 1) learning media by Augmented Reality on using Arduino microcontroller, 2) the questionnaire for evaluation the quality of learning media, and 3) the 50 achievement tests of learning media with the IOC between 0.67 - 1.00, the degree of difficulty at 0.23 - 0.80, the degree of discrimination at 0.20 - 0.60 and reliability coefficient at 0.89. The statistics of this research were arithmetic mean, stand deviation and pooled variance t-test.

The results of this research revealed that : 1) The quality content was evaluated by the experts and found in a very good level ($\bar{X}=4.61$, $S = 0.49$) and the quality of media development technique was also found in a very good level ($\bar{X} = 4.73$, $S = 0.45$) 2) The efficiency (E_1/E_2) of the learning media was found at 81.89/81.12. 3) The achievement of students after learning with learning media by Augmented Reality on using Arduino microcontroller was found higher than the achievement of those undertaking traditional at a statistically significant level of .05.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ดี เนื่องด้วยความอนุเคราะห์จาก รศ.ดร.ปิยะ ศุภวราสุวัฒน์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ ช่วยเหลือ และช่วยตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องจนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้อย่างสมบูรณ์ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ขอขอบพระคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ทุกท่าน ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ ตรวจสอบ แก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ในขั้นตอนสุดท้ายจนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความถูกต้องสมบูรณ์ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา และด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ที่ได้กรุณาช่วยเหลือให้คำแนะนำและตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ของเครื่องมือวิจัยในครั้งนี้ เพื่อปรับปรุงให้มีคุณภาพและมีความเหมาะสมต่อการวิจัย และขอขอบใจนักศึกษาลัทธิศรัทธาธรรมบัณฑิต สาขาวิชาครุศาสตร์วิศวกรรม (5 ปี) ชั้นปีที่ 3 แผนกวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ให้ความร่วมมือในการเป็นกลุ่มตัวอย่างให้ผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลในการวิจัยนี้ได้เป็นอย่างดี

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่ บิดาและมารดาของผู้วิจัย และผู้มีพระคุณทุกท่านด้วยความเคารพยิ่ง หากมีข้อผิดพลาดประการใด ผู้วิจัยขออภัยมา ณ ที่นี้ด้วย

กัลย์สุตา ดีบภาส

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VI
สารบัญภาพ.....	VIII
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	3
1.3 สมมติฐานของการวิจัย.....	3
1.4 กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	3
1.5 ขอบเขตของการวิจัย.....	4
1.6 คำนิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย.....	4
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	7
2.1 สังเขปรายวิชาเทคโนโลยีฮาร์ดแวร์เพื่อการสื่อสาร.....	7
2.2 การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino.....	9
2.3 เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม.....	12
2.4 หลักการออกแบบและสร้างสื่อ.....	15
2.5 การหาคุณภาพเครื่องมือวัด.....	18
2.6 การทดสอบประสิทธิภาพของสื่อการสอน.....	26
2.7 การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	35
2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	38
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	45
3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	45
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	46
3.3 การดำเนินการวิจัย.....	46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	57
3.5 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	58
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	61
4.1 ผลการประเมินคุณภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino.....	61
4.2 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino.....	64
4.3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยสื่อการเรียนรู้ ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino กับนักศึกษาที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ.....	65
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	67
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	67
5.2 อภิปรายผลการวิจัย.....	67
5.3 ข้อเสนอแนะ.....	69
บรรณานุกรม.....	70
ภาคผนวก.....	72
ภาคผนวก ก หนังสือราชการประกอบการดำเนินการวิจัย.....	73
ภาคผนวก ข แบบประเมินคุณภาพ.....	85
ภาคผนวก ค ผลการวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้อง ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อถือได้ของแบบทดสอบ.....	91
ภาคผนวก ง แบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน.....	104
ภาคผนวก จ ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ.....	137
ภาคผนวก ฉ ตัวอย่างสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino.....	145
ประวัติผู้เขียน.....	154

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 แผนการเรียนรู้วิชาเทคโนโลยีฮาร์ดแวร์เพื่อการสื่อสาร.....	8
2.2 หน่วยการเรียนรู้และวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม.....	9
2.3 คุณสมบัติของบอร์ด Arduino แต่ละรุ่น.....	10
2.4 รายละเอียดของบอร์ด Arduino Uno R3.....	12
2.5 เกณฑ์การแปลความหมายค่าความยากง่าย (p).....	21
2.6 เกณฑ์การแปลความหมายค่าอำนาจจำแนก (r).....	23
2.7 เกณฑ์การแปลความหมายค่าความเชื่อถือได้.....	24
3.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	57
4.1 ผลการประเมินคุณภาพของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา.....	61
4.2 ผลการประเมินคุณภาพของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ.....	63
4.3 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม เรื่อง การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino.....	65
4.4 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยสื่อการเรียนรู้ ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino กับนักศึกษาที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ.....	65
ค.1 ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิกับความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ เชิงพฤติกรรมของแบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้.....	92
ค.2 ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิกับความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ เชิงพฤติกรรมของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	94
ค.3 ค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกของแบบทดสอบท้ายหน่วยที่ 1.....	96
ค.4 ค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกของแบบทดสอบท้ายหน่วยที่ 2.....	96
ค.5 ค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกของแบบทดสอบท้ายหน่วยที่ 3.....	97
ค.6 ค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกของแบบทดสอบท้ายหน่วยที่ 4.....	97
ค.7 ค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกของแบบทดสอบท้ายหน่วยที่ 5.....	98
ค.8 ค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	98
ค.9 ค่าความยากง่ายรายข้อเพื่อคำนวณค่าผลรวมของผลคูณของสัดส่วนผู้ตอบถูก และผู้ตอบผิดในแต่ละข้อ	100
ค.10 ค่าคะแนนของผู้ทดสอบและค่าคะแนนกำลังสองเพื่อใช้คำนวณความแปรปรวน.....	102

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
จ.1 ผลการประเมินคุณภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino ด้านเนื้อหา.....	138
จ.2 ผลการประเมินคุณภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ.....	139
จ.3 คะแนนจากการทำแบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้ของกลุ่มตัวอย่างที่เรียนรู้ด้วยสื่อการ เรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino.....	140
จ.4 คะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่างที่เรียนรู้ด้วย สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino.....	140
จ.5 ค่าคะแนนและค่าคะแนนกำลังสองของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมเพื่อใช้ในการคำนวณ ค่าความแปรปรวน.....	141
จ.6 ผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณเปรียบเทียบคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่างที่เรียนรู้ด้วยสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม กับกลุ่มที่เรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบปกติ.....	143

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 บอร์ด Arduino รุ่นต่างๆ ที่ผลิตออกมาจำหน่าย.....	10
2.2 บอร์ด Arduino Uno R3.....	11
3.1 ขั้นตอนการสร้างสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งาน ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino.....	49
3.2 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินคุณภาพสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino.....	52
3.3 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้.....	54
3.4 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การใช้งาน ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino.....	56
ฉ.1 ตัวอย่างปกหนังสือสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งาน ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino.....	146
ฉ.2 ตัวอย่างหนังสือสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งาน ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino หน่วยที่ 1.....	147
ฉ.3 ตัวอย่างหนังสือสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งาน ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino หน่วยที่ 2.....	148
ฉ.4 ตัวอย่างหนังสือสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งาน ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino หน่วยที่ 3.....	149
ฉ.5 ตัวอย่างหนังสือสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งาน ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino หน่วยที่ 4.....	150
ฉ.6 ตัวอย่างหนังสือสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งาน ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino หน่วยที่ 5.....	151
ฉ.7 ตัวอย่าง AR แสดงส่วนประกอบของบอร์ด Arduino Uno R3.....	152
ฉ.8 ตัวอย่าง AR แสดงการทำงานของแอลอีดี 7 ส่วน แบบแคโทดร่วมเข้ากับพอร์ต.....	152
ฉ.9 ตัวอย่าง AR การต่อวงจรแอนะล็อกอินพุตควบคุมแอลอีดี.....	153
ฉ.10 ตัวอย่าง AR แสดงผลการทำงานการควบคุมแอลอีดีด้วยสวิตช์.....	153

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในสังคมปัจจุบันได้เล็งเห็นและตระหนักถึงความสำคัญของการนำเทคโนโลยีมาเป็นส่วนหนึ่งในชีวิตประจำวัน โดยเฉพาะด้านเทคโนโลยีสารสนเทศที่เข้ามามีบทบาทในวงการศึกษา มากยิ่งขึ้น ครูหรือผู้สอนในยุคปัจจุบันจึงต้องมีการปรับตัวให้เข้ากับการเรียนรู้ ให้เท่าทันยุคสมัย ที่เปลี่ยนแปลงไป ทั้งนี้ยังต้องพัฒนาทักษะด้านต่างๆ อย่างต่อเนื่อง การนำเทคโนโลยีมาใช้ในการ กระบวนการเรียนการสอนนั้น จะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง สามารถเรียนรู้ได้ ทุกเวลาตามความต้องการ ช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้อย่างกว้างขวาง ได้เห็นและได้สัมผัสกับสิ่งที่ เรียนมากยิ่งขึ้น และมีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาสื่อการสอนให้มีคุณค่าสะดวกต่อการใช้งานมากขึ้น และช่วยเพิ่มโอกาสทางการศึกษาของผู้เรียนให้มากขึ้น ตามที่พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 ในหมวด 9 มาตรา 64 ได้กำหนดไว้ว่า รัฐต้องส่งเสริมและสนับสนุนให้มีการผลิต และพัฒนาแบบเรียน ตำรา หนังสือทางวิชาการ สื่อสิ่งพิมพ์อื่น วัสดุอุปกรณ์ และเทคโนโลยีเพื่อ การศึกษาอื่น และมาตรา 66 ได้กำหนดไว้ว่า ผู้เรียนมีสิทธิได้รับการพัฒนาขีดความสามารถในการใช้ เทคโนโลยีเพื่อการศึกษาในโอกาสแรกที่ทำได้ เพื่อให้มีความรู้และทักษะเพียงพอที่จะใช้เทคโนโลยี เพื่อการศึกษาในการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองได้อย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต (พระราชบัญญัติการศึกษา แห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 : 37-38) การจัดการเรียนรู้และการ ออกแบบกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ จำเป็นต้องอาศัยวิธีการสอนและวิธีการเรียนรู้ หลายวิธีผสมผสานเข้าด้วยกันโดยคำนึงถึงสภาพผู้เรียน ความถนัด ความสนใจ สิ่งแวดล้อมและ ความต้องการเป็นหลัก ซึ่งเป็นกระบวนการต้นในการจัดการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพ โดยใช้ ทักษะการจัดการของผู้สอนและผู้เรียนที่เกื้อกูลกันผู้สอนต้องวิเคราะห์สาระสำคัญของการเรียนรู้ เลือกวิธีการเรียนการสอนที่เหมาะสม และให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติจนเกิดผลการเรียนรู้ที่เป็นประโยชน์ สามารถนำไปใช้ชีวิตจริงได้ (จรรุวรรณ กาฬภักดี และ พินันทา ฉัตรวัฒนา. 2556 : 311)

เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (Augmented Reality) เป็นการนำระบบความเป็นจริงเสริม มาผนวกกับเทคโนโลยีภาพเพื่อสร้างสิ่งที่เสมือนจริงให้กับผู้ใช้ ปัจจุบันเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ถูกนำมาประยุกต์ใช้ในงานด้านต่างๆ มากมาย ทางด้านการศึกษาเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ถูกนำไปใช้สำหรับการพัฒนาสื่อการเรียนรู้ตั้งแต่ระดับชั้นอนุบาลจนถึงระดับมหาวิทยาลัย (จรรุวรรณ กาฬภักดี และ พินันทา ฉัตรวัฒนา. 2556 : 311) การนำเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมมาจัด การเรียนรู้ เป็นอีกมิติหนึ่งทางด้านการศึกษา ทำให้ผู้เรียนมีความสนใจใฝ่รู้ อยากรู้ อยากเห็น เรียนรู้ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สิ่งใหม่ สร้างประสบการณ์ที่แปลกใหม่ และมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ได้เพิ่มมากขึ้น เกิดปฏิสัมพันธ์ เชื่อมโยงเข้าสู่ห้องเรียน เกิดการเรียนรู้ด้วยสังคมหรือการร่วมกันเรียนรู้ (วิวัฒน์ มีสุวรรณ. 2554 : 119) จากการศึกษาเทคโนโลยีต่างๆ ที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมถือเป็นหนึ่งใน เทคโนโลยีที่น่าสนใจและเหมาะกับการนำมาประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนอย่างยิ่ง เนื่องจาก สามารถเปลี่ยนภาพนิ่งหรือวัตถุต้นแบบให้แปรเปลี่ยนเป็นภาพเคลื่อนไหว ภาพสามมิติ วิดีโอ อีกทั้ง สามารถป้อนขั้นตอนการเรียนรู้และประยุกต์ใช้งานให้แปรเปลี่ยนไปตามเนื้อหาของแต่ละวิชาได้ง่าย การนำไปใช้งานกับผู้เรียนก็มีความสะดวก เนื่องจากเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมนั้นสามารถ ใช้งานผ่านคอมพิวเตอร์ หรือโทรศัพท์มือถือ ทำให้เกิดปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้ได้ทันที (ศนญา สีก่อม. 2559 : 1-2)

การเรียนการสอนรายวิชาเทคโนโลยีฮาร์ดแวร์เพื่อการสื่อสาร รหัสวิชา 03376610 เป็น วิชาบังคับในหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาครุศาสตร์วิศวกรรม (หลักสูตรปรับปรุง พุทธศักราช 2559) คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง จากการสัมภาษณ์อาจารย์ผู้สอนและผู้เรียนที่ผ่านการเรียนวิชาเทคโนโลยี ฮาร์ดแวร์เพื่อการสื่อสารมาแล้ว พบว่า การเรียนการสอนที่ผ่านมาผู้เรียนมักจะมีปัญหาทางด้าน การทำความเข้าใจต่อคำสั่งและในเนื้อหาในบางหน่วยการเรียนรู้ ทำให้มีความเข้าใจไม่ตรงกัน ผู้เรียน มองไม่เห็นภาพการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino ผู้เรียนขาดทักษะในการต่อวงจรและ การเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino ซึ่งการเรียนการสอน ในปัจจุบันผู้สอนยังใช้วิธีการสอนแบบบรรยายหน้าชั้นเรียนเป็นส่วนใหญ่ โดยผู้สอนได้ทำการสาธิต วิธีการเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino ยกตัวอย่างการประยุกต์ใช้งาน รวมถึง การใช้อุปกรณ์จริงในการเรียนการสอน แต่เนื่องจากเป็นจัดการเรียนการสอนให้กับผู้เรียนกลุ่มใหญ่ จึงทำให้การเรียนการสอนนั้นขาดความทั่วถึง ซึ่งผู้เรียนแต่ละบุคคลจะมีพื้นฐานในการทำ ความเข้าใจในเนื้อหาที่แตกต่างกันออกไป จึงส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนไม่ดีเท่าที่ควร

ผู้วิจัยได้เล็งเห็นถึงความสำคัญในการนำเทคโนโลยีเข้ามามีบทบาทในการเรียนการสอน จึงได้มีแนวคิดที่จะนำเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมมาประยุกต์ใช้ในการแก้ไขปัญหาในการเรียน การสอนตามที่ได้กล่าวมาข้างต้น จึงได้พัฒนาเป็นสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino เพื่อใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนในรายวิชาเทคโนโลยี ฮาร์ดแวร์เพื่อการสื่อสาร เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เกิดความรู้ความเข้าใจของเนื้อหาไปในทิศทาง เดียวกัน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนได้มีทักษะในการต่อวงจรและ การเขียนโปรแกรม เพื่อควบคุมการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino เพื่อให้กิจกรรม การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น และส่งผลให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดียิ่งขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino ที่มีคุณภาพ
2. เพื่อหาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino
3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino และกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติ

1.3 สมมติฐานของงานวิจัย

1. สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino ที่พัฒนาขึ้น มีคุณภาพในระดับดีขึ้นไป ($\bar{X} \geq 3.50$)
2. ประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino เป็นไปตามเกณฑ์ E_1/E_2 ไม่ต่ำกว่า 80/80
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino ไม่น้อยกว่านักศึกษาที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1.4 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย

ในการทำวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้กรอบแนวความคิดแบบ ADDIE (ADDIE Model) ของ Seels, B. & Glasgow, Z. (อ้างใน จิรดา บุญอารยะกุล. 2542) มาประยุกต์ใช้ในการสร้างสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino โดยมีรายละเอียดและลำดับขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. การวิเคราะห์ (A: Analysis)
2. การออกแบบ (D: Design)
3. การพัฒนา (D: Development)
4. การทดลองใช้ (I: Implementation)
5. การประเมินผล (E: Evaluation)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือ นักศึกษาหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาครุศาสตรวิศวกรรม (5 ปี) ชั้นปีที่ 3 แขนงวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะครุศาสตรอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชา 03376610 เทคโนโลยีฮาร์ดแวร์เพื่อการสื่อสาร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 36 คน

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาครุศาสตรวิศวกรรม (5 ปี) ชั้นปีที่ 3 แขนงวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะครุศาสตรอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชา 03376610 เทคโนโลยีฮาร์ดแวร์เพื่อการสื่อสาร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 ด้วยการเลือกแบบเจาะจง ให้มีคุณสมบัติใกล้เคียงกัน แบ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างจำนวน 2 กลุ่ม จัดเป็นกลุ่มควบคุม 18 คน และกลุ่มทดลอง 18 คน

2. ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

ตัวแปรต้น ได้แก่ สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino

ตัวแปรตาม ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาในกลุ่มตัวอย่าง ที่เรียนรู้ด้วยสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino

3. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino ประกอบด้วยหน่วยการเรียนรู้ดังต่อไปนี้

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 การใช้งานพอร์ตดิจิตอลอินพุตและเอาต์พุต

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 การเชื่อมต่อกับแอลอีดี 7 ส่วน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 การเชื่อมต่อกับภาคแสดงผลแบบผลึกเหลว

หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 การใช้งานพอร์ตแอนะล็อกอินพุตและเอาต์พุต

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย

1. สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม หมายถึง สื่อการเรียนรู้ที่มีการนำแอปพลิเคชันโทรศัพท์มือถือระบบ Android หรือระบบ iOS มาใช้เป็นสื่อในการเรียนการสอน เรื่องเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino ที่สามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง มีการนำเสนอข้อมูลที่เป็นข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว วิดีโอ

2. คุณภาพ หมายถึง ผลที่ได้จากการประเมินสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino ของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino ของกลุ่มตัวอย่าง

4. แบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้ หมายถึง เครื่องมือที่ใช้สำหรับการประเมินความรู้ของผู้เรียนหลังจากเรียนจบแต่ละหน่วยการเรียนรู้ เพื่อนำไปหาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino

5. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง เครื่องมือที่ใช้สำหรับการประเมินผลทางการเรียน เป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อใช้สำหรับหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่าง คะแนนที่ตอบถูกเป็น 1 คะแนน และข้อที่ตอบผิดหรือตอบมากกว่าหนึ่งตัวเลือกในข้อเดียวกันเป็น 0

6. ประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้ หมายถึง อัตราส่วนของประสิทธิภาพของกระบวนการระหว่างเรียนต่อประสิทธิภาพของผลลัพธ์ โดยได้จากการเรียนรู้ของผู้เรียนที่เรียนด้วยสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดคือ E_1/E_2 ไม่ต่ำกว่า 80/80

E_1 หมายถึง ประสิทธิภาพของกระบวนการ ซึ่งคำนวณได้จากร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของผลการเรียนรู้ที่ได้จากการทำแบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้หลังจากเรียนจบแต่ละหน่วยการเรียนรู้ ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80

E_2 หมายถึง ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ซึ่งคำนวณได้จากร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของผลการเรียนรู้ที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจากเรียนครบทุกหน่วยการเรียนรู้ ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80

7. ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา หมายถึง ผู้ที่มีความรู้ ความชำนาญทางด้านการใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์และอิเล็กทรอนิกส์ โดยมีประสบการณ์ไม่น้อยกว่า 5 ปี

8. ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ หมายถึง ผู้ที่มีความรู้ ความชำนาญทางด้านเทคโนโลยีการศึกษาและเทคนิคการผลิตสื่อ โดยมีประสบการณ์ไม่น้อยกว่า 5 ปี

9. กลุ่มควบคุม หมายถึง นักศึกษาที่เป็นกลุ่มตัวอย่างที่ลงทะเบียนเรียนวิชาเทคโนโลยีฮาร์ดแวร์เพื่อการสื่อสาร ที่ผู้สอนดำเนินการสอนด้วย การบรรยาย การอธิบาย การอภิปราย การยกตัวอย่าง และการต่ออุปกรณ์ตามที่กำหนดไว้ในแผนการสอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10. กลุ่มทดลอง หมายถึง นักศึกษาที่เป็นกลุ่มตัวอย่างที่เรียนด้วยสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การดำเนินการวิจัยในครั้งนี้เป็นการพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

- 2.1 สังเขปรายวิชาเทคโนโลยีฮาร์ดแวร์เพื่อการสื่อสาร
- 2.2 การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino
- 2.3 เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม
- 2.4 หลักการออกแบบและสร้างสื่อ
- 2.5 การหาคุณภาพเครื่องมือวัดและประเมินผล
- 2.6 การทดสอบประสิทธิภาพของสื่อการสอน
- 2.7 การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- 2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 สังเขปรายวิชาเทคโนโลยีฮาร์ดแวร์เพื่อการสื่อสาร

รายวิชาเทคโนโลยีฮาร์ดแวร์เพื่อการสื่อสาร เป็นวิชาบังคับในหลักสูตรครุศาสตร์ อดิศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาครุศาสตร์วิศวกรรม (หลักสูตรปรับปรุง พุทธศักราช 2559) คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง มีรายละเอียดดังนี้

ชื่อวิชา	เทคโนโลยีฮาร์ดแวร์เพื่อการสื่อสาร HARDWARE TECHNOLOGY FOR COMMUNICATIONS
รหัสวิชา	03376610
ระดับ	ปริญญาตรี
เวลาเรียน	3 คาบ/สัปดาห์
จำนวนหน่วยกิต	3 หน่วยกิต

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาทฤษฎีในหัวข้อ สถาปัตยกรรมและการทำงานของไมโครโปรเซสเซอร์และไมโครคอนโทรลเลอร์ การจัดสรรหน่วยความจำและการเชื่อมต่อ การเชื่อมต่อกับอุปกรณ์อินพุต-เอาต์พุตและอุปกรณ์ต่างๆ การออกแบบและสร้างอุปกรณ์ควบคุมต่างๆ ที่ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน่วยประมวลผล การโปรแกรมและการทดสอบหาข้อผิดพลาด การทำต้นแบบอย่างรวดเร็ว และการนำไปใช้ในงานควบคุมด้านโทรคมนาคม

ตารางที่ 2.1 แผนการเรียนรู้วิชาเทคโนโลยีฮาร์ดแวร์เพื่อการสื่อสาร

ลำดับที่	เรื่องที่	ชื่อเรื่อง	จำนวนชั่วโมง
1	1	ระบบคอมพิวเตอร์	3
2	2	ไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR	3
3	3	พื้นฐานภาษาซี	3
4	4	การเขียนโปรแกรมภาษาซี	3
5	5	ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino	3
6	6	การใช้งานพอร์ตดิจิตอลอินพุตและเอาต์พุต	3
7	6	การใช้งานพอร์ตดิจิตอลอินพุตและเอาต์พุต (ต่อ)	3
8	-	สอบกลางภาคเรียน	-
9	7	การใช้งานพอร์ตการสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม	3
10	8	การเชื่อมต่อกับแอลอีดี 7 ส่วน	3
11	8	การเชื่อมต่อกับแอลอีดี 7 ส่วน (ต่อ)	3
12	9	การเชื่อมต่อกับภาคแสดงผลแบบผลึกเหลว	3
13	10	การใช้งานพอร์ตแอนะล็อกอินพุตและเอาต์พุต	3
14	11	การขยายพอร์ตด้วยไอซี 74HC595	3
15	12	การประยุกต์ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์	3
16	12	การประยุกต์ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ (ต่อ)	3
17	-	สอบปลายภาคเรียน	-
รวม			45

จากตารางที่ 2.1 ผู้วิจัยได้ทำการเลือกเนื้อหา มาพัฒนาเป็นสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino โดยจัดเป็นหน่วยการเรียนรู้ดังต่อไปนี้

- หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino
- หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 การใช้งานพอร์ตดิจิตอลอินพุตและเอาต์พุต
- หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 การเชื่อมต่อกับแอลอีดี 7 ส่วน
- หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 การเชื่อมต่อกับภาคแสดงผลแบบผลึกเหลว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 การใช้งานพอร์ตแอนะล็อกอินพุตและเอาต์พุต
ซึ่งมีการออกแบบและร่างวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 หน่วยการเรียนรู้และวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

หน่วยการเรียนรู้	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (ผู้เรียนสามารถ)
หน่วยที่ 1 ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino	1. อธิบายส่วนประกอบของบอร์ด Arduino UNO R3 ได้
	2. อธิบายโครงสร้างของโปรแกรม Arduino ได้
	3. บอกวิธีการใช้โปรแกรม Arduino IDE ได้
หน่วยที่ 2 การใช้งานพอร์ตดิจิทัล อินพุตและเอาต์พุต	1. อธิบายการทำงานของคำสั่งควบคุมพอร์ตดิจิทัลได้
	2. อธิบายการเชื่อมต่อแอลอีดีเข้ากับพอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์ได้
	3. อธิบายการเชื่อมต่อสวิตช์เข้ากับพอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์ได้
	4. เขียนคำสั่งควบคุมพอร์ตดิจิทัลอินพุตและเอาต์พุตได้
	5. เขียนโปรแกรมควบคุมพอร์ตดิจิทัลอินพุตและเอาต์พุตได้
หน่วยที่ 3 การเชื่อมต่อกับแอลอีดี 7 ส่วน	1. อธิบายหลักการทำงานของแอลอีดี 7 ส่วนได้
	2. อธิบายการควบคุมแอลอีดี 7 ส่วนในการแสดงผลได้
	3. เขียนคำสั่งควบคุมแอลอีดี 7 ส่วนได้
หน่วยที่ 4 การเชื่อมต่อกับ ภาคแสดงผล แบบผลึกเหลว	1. อธิบายคุณสมบัติของภาคแสดงผลแบบผลึกเหลวได้
	2. อธิบายการทำงานของคำสั่งการควบคุมภาคแสดงผลแบบผลึกเหลวได้
	3. อธิบายการเชื่อมต่อภาคแสดงผลแบบผลึกเหลวได้
	4. เขียนโปรแกรมควบคุมภาคแสดงผลแบบผลึกเหลวได้
หน่วยที่ 5 การใช้งานพอร์ต แอนะล็อกอินพุตและ เอาต์พุต	1. อธิบายการใช้พอร์ตแอนะล็อกของบอร์ด Arduino ได้
	2. อธิบายการเชื่อมต่อตัวต้านทานปรับค่าได้เข้ากับพอร์ตแอนะล็อกของ บอร์ด Arduino ได้
	3. เขียนคำสั่งควบคุมพอร์ตแอนะล็อกอินพุตและเอาต์พุตได้
	4. เขียนโปรแกรมควบคุมพอร์ตแอนะล็อกอินพุตและเอาต์พุตได้

2.2 การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino

2.2.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino

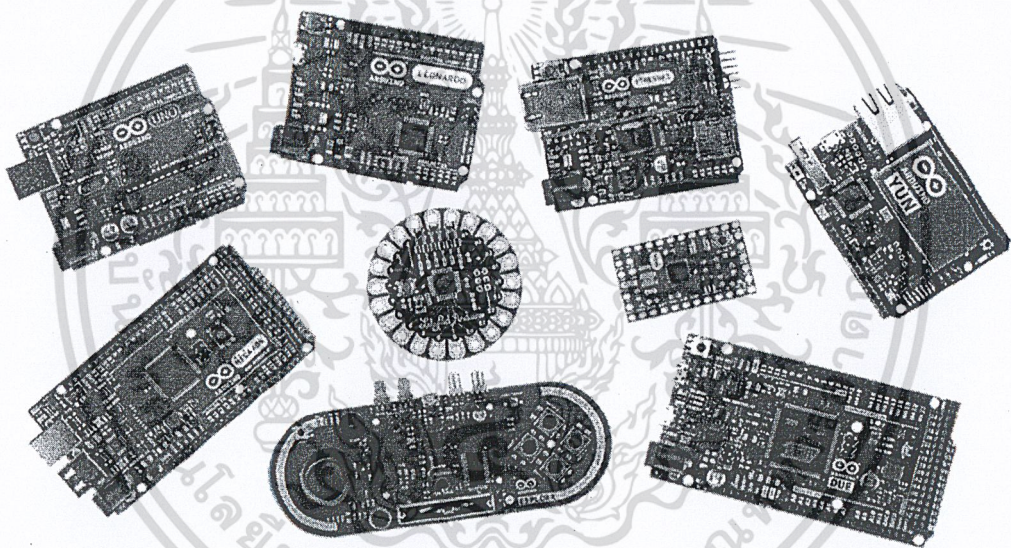
ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนของฮาร์ดแวร์
และส่วนของซอฟต์แวร์ โดยส่วนของฮาร์ดแวร์ Arduino Board ได้ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AVR ของบริษัท ATMEL เป็นหน่วยประมวลผลกลางหลักมีการโปรแกรมบูตโหลดเตอร์ (Bootloader) ไว้ในตัวบอร์ด Arduino เรียบร้อยแล้ว เพื่อให้ง่ายต่อการใช้งานในการพัฒนาโปรแกรมต่างๆ สำหรับ ส่วนซอฟต์แวร์ Arduino ใช้ภาษา C/C++ เป็นหลัก มีชื่อเรียกว่า Arduion IDE โดยมีรูปแบบการ เขียนคำสั่งควบคุมการทำงานที่ถูกกำหนดขึ้นมาเป็นมาตรฐานเดียวกัน (ปิยะ ศุภวาราสวัสดิ์ และ วินัย ใจกล้า. 2559 : 53)

2.2.2 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino

บอร์ด Arduino มีผู้พัฒนาและนำออกมาจำหน่ายโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR ของบริษัท ATMEL เป็นหน่วยประมวลผลกลาง ในปัจจุบันมีมากกว่า 20 รุ่น ดังตัวอย่างที่แสดงใน ภาพที่ 2.1 ซึ่งแต่ละรุ่นจะมีลักษณะที่แตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับการนำไปใช้งาน ในตารางที่ 2.3 แสดง คุณสมบัติของบอร์ด Arduino ในแต่ละรุ่น โดยรุ่นที่เป็นพื้นฐาน ได้แก่ Arduino Uno R3



ภาพที่ 2.1 บอร์ด Arduino รุ่นต่างๆ ที่ผลิตออกมาจำหน่าย
ที่มา : ปิยะ ศุภวาราสวัสดิ์ และ วินัย ใจกล้า (2559 : 54)

ตารางที่ 2.3 คุณสมบัติของบอร์ด Arduino แต่ละรุ่น

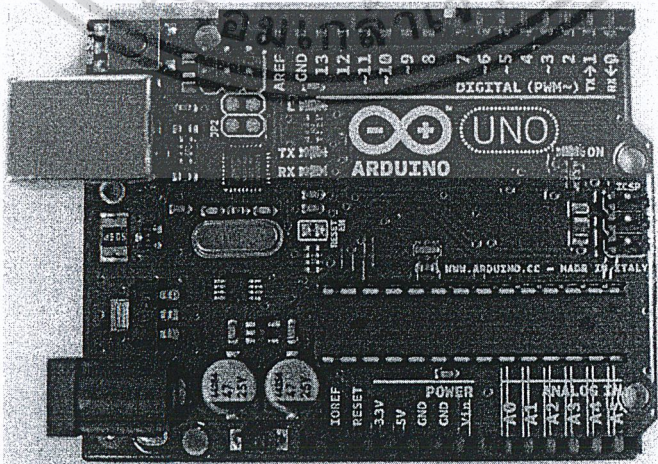
Board	Microcontroller	Clock Speed	Flash Memory	SRAM	EEPROM
Arduino UNO R3	ATmega328	16 MHz	32 KB	2 KB	1 KB
Arduino Leonardo	ATmega32u4	16 MHz	32 KB	2.5 KB	1 KB
Arduino DUE	AT91SAM3X8E	84 MHz	512 KB	96 KB	-

ตารางที่ 2.3 (ต่อ)

Board	Microcontroller	Clock Speed	Flash Memory	SRAM	EEPROM
Arduino YUN	ATmega32u4	16 MHz	32 KB	2.5 KB	1 KB
Arduino Mega ADK	ATmega2560	16 MHz	256 KB	8 KB	4 KB
Arduino Ethernet	ATmega328	16 MHz	32 KB	2 KB	1 KB
Arduino Mega 2560	ATmega2560	16 MHz	256 KB	8 KB	4 KB
Arduino BT (Bluetooth)	ATmega328	16 MHz	32 KB	2 KB	1 KB
Arduino Micro	ATmega32u4	16 MHz	32 KB	2.5 KB	1 KB
Arduino Pro Mini	ATmega168	8 MHz	16 KB	1 KB	512 Bytes
Arduino Pro	ATmega328	16 MHz	32 KB	2 KB	1 KB
Arduino Mini	ATmega328	16 MHz	32 KB	2 KB	1 KB
Arduino Nano	ATmega328	16 MHz	32 KB	2 KB	1 KB
Arduino Fio	ATmega328P	8 MHz	32 KB	2 KB	1 KB
Arduino Robot	ATmega32u4	16 MHz	32 KB	2.5 KB	1 KB
Arduino Esplora	ATmega32u4	16 MHz	32 KB	2.5 KB	1 KB
LilyPad Arduino USB	ATmega32u4	8 MHz	32 KB	2.5 KB	1 KB
LilyPad Arduino	ATmega168V	8 MHz	16 KB	1 KB	512 Bytes
LilyPad Arduino	ATmega328V	8 MHz	16 KB	1 KB	512 Bytes

2.2.3 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Uno R3

บอร์ด Arduino Uno R3 เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์รุ่นมาตรฐานที่ง่ายต่อการศึกษา และเรียนรู้ ลักษณะภายนอกของบอร์ด แสดงดังภาพที่ 2.2



ภาพที่ 2.2 บอร์ด Arduino Uno R3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.4 รายละเอียดของบอร์ด Arduino Uno R3

คุณสมบัติ	รายละเอียด
1. ระดับแรงดันที่ทำงาน	5V
2. ระดับแรงดันอินพุต (แนะนำ)	7-12V
3. ระดับแรงดันอินพุต (จำกัดไว้)	6-20V
4. จำนวนขาสัญญาณอินพุต/เอาต์พุตแบบดิจิทัล	14 ขา รองรับเอาต์พุตแบบ PWM 6 ขา
5. จำนวนขาสัญญาณอินพุตแบบแอนะล็อก	6 ขา
6. กระแสไฟตรงต่อขา	40 mA
7. กระแสไฟตรงสำหรับขา 3.3 V	50 mA
8. หน่วยความจำโปรแกรม (Flash Memory)	32 KB (ATmega328)
9. หน่วยความจำแบบ SRAM	2 KB (ATmega328)
10. หน่วยความจำแบบ EEPROM	1 KB (ATmega328)
11. ความถี่สัญญาณนาฬิกา	16 MHz

ในการพัฒนาโปรแกรมเพื่อควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino จะมีการพัฒนาหลักๆ อยู่ 2 ส่วน คือ การเขียนโปรแกรมและการทดสอบการทำงานของโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นกับอุปกรณ์จริง โดยโปรแกรมที่นำมาใช้พัฒนาเป็นโปรแกรมที่แจกจ่ายให้ใช้งานฟรีจากผู้ผลิต Arduino

2.3 เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม

2.3.1 แนวคิดหลักของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม

เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (Augmented Reality : AR) คือ การพัฒนาเทคโนโลยีที่ผสมเอาโลกแห่งความเป็นจริงและความเสมือนจริงเข้าด้วยกันผ่านซอฟต์แวร์และอุปกรณ์เชื่อมต่อต่างๆ เช่น เว็บแคม คอมพิวเตอร์ หรืออุปกรณ์อื่นที่เกี่ยวข้อง ซึ่งภาพเสมือนจริงนั้นจะแสดงผลผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ หน้าจอโทรศัพท์มือถือ บนเครื่องฉายภาพ หรือบนอุปกรณ์แสดงผลอื่นๆ โดยภาพเสมือนจริงที่ปรากฏขึ้นจะมีปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้ได้ทันที ทั้งในลักษณะที่เป็นภาพนิ่ง สามมิติ ภาพเคลื่อนไหว หรืออาจจะเป็นสื่อที่มีเสียงประกอบ ขึ้นอยู่กับการออกแบบสื่อแต่ละรูปแบบว่าให้ออกมาแบบใด โดยกระบวนการภายในของเทคโนโลยีเสมือนจริง ประกอบด้วย 3 กระบวนการ (จารุวรรณ กาฬภักดี และ พินันทา ฉัตรวัฒนา. 2561 : 311-313) ได้แก่

- 1. การวิเคราะห์ภาพ (Image Analysis) เป็นขั้นตอนการค้นหา Marker จากภาพที่ได้จากกล้อง แล้วสืบค้นจากฐานข้อมูล (Marker Database) ที่มีการเก็บข้อมูลขนาดและรูปแบบของ Marker เพื่อนำมาวิเคราะห์รูปแบบของ Marker

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การคำนวณค่าตำแหน่งเชิง 3 มิติ (Pose Estimation) ของ Marker เทียบกับกล้อง
3. กระบวนการสร้างภาพสองมิติ จากโมเดลสามมิติ (3D Rendering) เป็นการเพิ่มข้อมูลเข้าไปในสภาพ โดยใช้ค่าตำแหน่งเชิง 3 มิติ ที่คำนวณได้จนได้ภาพเสมือนจริง

2.2.2 องค์ประกอบหลักของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม

องค์ประกอบหลักของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ประกอบด้วย

1. AR Code หรือตัว Marker ใช้ในการกำหนดตำแหน่งวัตถุ
2. Eye หรือกล้องวิดีโอ กล้องเว็บแคม กล้องโทรศัพท์มือถือ หรือตัวจับ Sensor อื่นๆ ใช้มองตำแหน่งของ AR Code แล้วส่งข้อมูลเข้า AR Engine
3. AR Engine เป็นตัวส่งข้อมูลที่สามารถผ่านเข้าซอฟต์แวร์หรือส่วนประมวลผล เพื่อแสดงเป็นภาพต่อไป
4. Display หรือจอแสดงผล เพื่อให้เห็นผลข้อมูลที่ AR Engine ส่งมาให้ในรูปแบบของภาพหรือวิดีโอหรือ อีกวิธีหนึ่งสามารถรวมกล้อง AR Engine และจอภาพเข้าด้วยกันในอุปกรณ์เดียว เช่น โทรศัพท์มือถือ

2.2.3 ประเภทของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม

เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. Location Based ใช้งานผ่าน Smart Phone ที่มีเข็มทิศในตัว
2. Marker หรือ Image Based ใช้งานผ่านคอมพิวเตอร์ด้วยการเขียน Code รหัสในการใช้งานเพื่อให้เกิดเป็น 3D ในรูปแบบต่าง ๆ ประกอบด้วย

2.1 AR Marker คือ ส่วนที่กำหนดมุมมองและตำแหน่งในการวางวัตถุเสมือนให้กับคอมพิวเตอร์

2.2 กล้อง Web Cam หรือกล้องแสดงภาพจริง ทำการจับภาพ AR Marker เพื่อส่งให้คอมพิวเตอร์ประมวลผล

2.3 เครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งบรรจุโปรแกรมที่ทำการวิเคราะห์หา AR Marker จากนั้นเลือกนำวัตถุเสมือนที่ตรงกับ AR Marker

2.4 หน้าจอแสดงผล ทำหน้าที่แสดงผลสิ่งแวดล้อมในเวลาจริง และวัตถุเสมือนที่คอมพิวเตอร์ได้วางขึ้นไว้มาแสดง

3. Object Based ใช้งานผ่านอุปกรณ์สื่อสารโดยการส่งเข้ากับวัตถุที่กำหนด หลักการทำงานของ Object Based ทำได้โดยการสร้าง Code ไว้ในเครื่องคอมพิวเตอร์ จากนั้นใช้ Application ส่งเข้าไปที่วัตถุที่ต้องการก็จะเกิดภาพตามที่เรากำหนดไว้

2.2.4 บทบาทของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม

ในปัจจุบันเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมได้เข้ามามีบทบาทให้หลายด้านดังนี้ (วิวัฒน์ มีสุวรรณ. 2554 : 121-122)

1. ด้านการเกมและความบันเทิง

เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสามารถนำมาใช้เพื่อเสริมสร้างการเล่นเกมและความบันเทิง โดยเฉพาะเกมที่มีรูปแบบเล่นตามบทบาท หรือเกมอาร์พีจี (Role playing game : RPG) สามารถพัฒนาระบบให้ผู้เล่นมีความรู้สึกเหมือนอยู่ในสภาพแวดล้อมจริง ผู้เล่นเกิดความรู้สึกเป็นส่วนหนึ่งในเกมและความบันเทิงรูปแบบต่างๆ ได้อย่างเสมือนจริง รับรู้ได้ว่าเป็นส่วนหนึ่งหรือเป็นตัวละครในเกม สำหรับด้านความบันเทิง เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสนับสนุนการนำเสนอสินค้า การแสดงละคร การโต้ตอบขององค์กรธุรกิจ

2. ด้านการศึกษา

เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสามารถนำมาประยุกต์ใช้ร่วมกับเทคโนโลยีอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องในการศึกษา ให้ข้อมูลสาระที่ด้านการศึกษากับผู้เรียนได้ทันที ผู้เรียนได้สัมผัสประสบการณ์ใหม่ในมิติที่เสมือนจริง ผู้เรียนเกิดกระบวนการร่วมกันเรียนรู้ รูปแบบการเรียนรู้ปรับเปลี่ยนเป็นโลกเสมือนผลงานโลกจริงมากขึ้น เข้าใจลึกซึ้งในสิ่งที่ต้องการเรียนรู้

3. ด้านการรักษาความปลอดภัยและการป้องกันประเทศ

การนำเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมมาใช้งานด้านการทหาร โดยเฉพาะอย่างยิ่ง Office of Naval Research and Defense Advanced Research Projects Agency หรือ DARPA ประเทศสหรัฐอเมริกา เป็นกลุ่มผู้บุกเบิกการนำเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมมาใช้ในการฝึกให้กับทหาร ให้เกิดการเรียนรู้เกี่ยวกับสภาพแวดล้อมของพื้นที่ ข้อมูลต่างๆ ในพื้นที่รบ สามารถนำมาใช้ฝึกการเคลื่อนไหวของกองกำลัง และวางแผนการเคลื่อนกำลังของทหารในฝ่ายเดียวกันและศัตรูในพื้นที่สงครามเสมือนจริง และเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมยังมีบทบาทสำคัญในการบังคับใช้กฎหมาย และหน่วยงานข่าวกรอง ซึ่งจะช่วยให้เจ้าหน้าที่ตำรวจสามารถสร้างมุมมองที่สมบูรณ์ในรายละเอียดเกี่ยวกับข้อมูลพื้นที่ลาดตระเวน

4. ด้านการแพทย์

เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสามารถนำมาใช้ทางด้านศัลยกรรมทางระบบประสาทสัมผัส การรับรู้ ส่งผลให้การดำเนินการผ่าตัดที่มีความเสี่ยงเกิดขึ้นน้อยลงได้ และมีประสิทธิภาพมากขึ้น เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมยังสามารถใช้ร่วมกับอุปกรณ์ทางการแพทย์อื่น ๆ เช่น เครื่อง X-ray หรือ MRI เพื่อให้แพทย์ได้วินิจฉัยทางการแพทย์ หรือการตัดสินใจสมบูรณ์มากขึ้น นอกจากนี้ทางด้านสุขภาพจิต เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเป็นเครื่องมือสำคัญในด้านสุขภาพจิตที่สามารถช่วยให้ผู้ป่วยสามารถเอาชนะสถานการณ์ที่ท้าทายที่เป็นอุปสรรคทางการรับรู้และเรียนรู้ของผู้ป่วย เช่น การกลัวความสูง การสนทนาในที่สาธารณะ ความสัมพันธ์กับเพศตรงข้าม เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ด้านธุรกิจ

เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสามารถนำมาใช้ในงานที่เกี่ยวกับงานอาคารและสิ่งก่อสร้างอื่นๆ เป็นประโยชน์ต่อการบริหารจัดการโครงการก่อสร้าง การเก็บข้อมูลภาคสนาม โดยเฉพาะทีมงานสำรวจทางธรณีวิทยา สามารถทำงานผ่านเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมได้ ซึ่งระบบจะสามารถนำภาพความจริงเสมือนผสมผสานกับโลกจริงที่ได้ ทับซ้อนกันระหว่างวัตถุเสมือนจริงของงานก่อสร้างหรือวัสดุต่างๆ ที่ต้องการออกแบบและตรวจสอบความถูกต้องที่แน่นอนกับภาพจริงที่เกิดขึ้นของพื้นที่ก่อสร้าง ช่วยให้วางแผนการตัดสินใจก่อสร้างได้อย่างเหมาะสม

2.4 การออกแบบและสร้างสื่อ

ในการทำวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ยึดกรอบแนวความคิดแบบ ADDIE (ADDIE Model) ของ Seels, B. & Glasgow, Z. (อ้างใน จิตตา บุญอารยะกุล. 2542)

ADDIE คือ กระบวนการออกแบบระบบการเรียนการสอน โดยมีขั้นตอนการออกแบบตามรูปแบบ ADDIE Model โดยอาศัยหลักของวิธีการระบบ (System Approach) ซึ่งเป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไปว่าสามารถนำไปใช้ออกแบบและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ได้เป็นอย่างดี ไม่ว่าจะเป็น CAI/CBT, WBI/WBT หรือ e-Learning เป็นกระบวนการพัฒนารูปแบบการสอนที่เน้นออกแบบการเรียนการสอนและนักพัฒนาการฝึกอบรมนิยมใช้กันเพื่อการวิเคราะห์, การออกแบบ, การพัฒนา, การดำเนินการให้เป็นผล และการประเมินผลของปัจจัยและกิจกรรมการเรียนรู้

การออกแบบการสอนมุ่งหมายเพื่อวิธีการสอนที่ยึดถือผู้เรียนเป็นศูนย์กลางมากกว่าวิธีการที่ยึดถือผู้สอนเป็นศูนย์กลาง จนกระทั่งการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพเกิดขึ้นเป็นกระบวนการออกแบบการสอนที่กระทำวนซ้ำใหม่ ในที่ผลของการประเมินผลเพื่อพัฒนาของแต่ละขั้นตอนที่ชี้แนะให้นักออกแบบการสอนพิจารณากลับไปขั้นตอนก่อนหน้าผลิตผลขั้นสุดท้ายของขั้นตอนหนึ่งๆ เป็นผลิตผลเริ่มต้นของขั้นตอนต่อไปซึ่ง ADDIE Model (Richey. 1986 : 96 และ Seels and Glasgow. 1997 : 9) ได้มีลำดับการพัฒนาเป็น 5 ขั้นตอน ซึ่งประกอบด้วย

1. การวิเคราะห์ (A: Analysis)
2. การออกแบบ (D: Design)
3. การพัฒนา (D: Development)
4. การทดลองใช้ (I: Implementation)
5. การประเมินผล (E: Evaluation)

ซึ่งแต่ละขั้นตอนเป็นแนวทางที่มีลักษณะที่ยืดหยุ่นเพื่อให้สามารถนำไปสร้างเป็นเครื่องมือได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยรอดเดอริค ซิมส์ (Roderic Sims) แห่งมหาวิทยาลัยซิดนีย์ (University

of Technology Sydney) ได้นำรูปแบบ ADDIE มาปรับปรุงขั้นตอนให้เป็นขั้นตอนการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ โดยครอบคลุมสาระสำคัญในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ทั้งหมด

ขั้นที่ 1 การวิเคราะห์ (A: Analysis)

ในขั้นนี้เป็นการทำความเข้าใจปัญหาการเรียนการสอนเป้าหมายของรูปแบบการสอนและวัตถุประสงค์ที่จะสร้างขึ้นตลอดจนสภาพแวดล้อมการเรียนรู้และความรู้พื้นฐานและทักษะของผู้เรียนที่จำเป็นต้องมีโดยพิจารณาจากคำถามเพื่อการวิเคราะห์ดังนี้

1. ใครคือกลุ่มเป้าหมายและเขาต้องมีคุณลักษณะอย่างไร
2. ระบุพฤติกรรมใหม่ที่คาดหวังว่าจะเกิดขึ้นกับผู้เรียน
3. มีข้อจำกัดในการเรียนรู้ที่มีอยู่อะไรบ้าง
4. อะไรที่เป็นทางเลือกสำหรับการเรียนรู้ที่มีอยู่บ้าง
5. หลักการสอนที่พิจารณาเป็นแบบไหน อย่างไร
6. มีช่วงเวลาการพัฒนาเป็นอย่างไร

ขั้นที่ 2 การออกแบบ (D: Design)

ขั้นตอนการออกแบบประกอบด้วย การสร้างจุดประสงค์การเรียนรู้กำหนดเครื่องมือวัดประเมินผล แบบฝึกหัด เนื้อหา วางแผนการสอน และเลือกสื่อการสอนขั้นตอนการออกแบบควรจะทำอย่างเป็นระบบและมีเฉพาะเจาะจง โดยความเป็นระบบนี้ หมายถึง ตรรกะมีระเบียบแบบแผนของการจำแนก การพัฒนา และการประเมินแผนยุทธวิธีที่วางไว้เพื่อให้บรรลุเป้าหมายสำหรับความเฉพาะเจาะจงหมายถึงแต่ละองค์ประกอบของการออกแบบรูปแบบการสอนจะต้องเอาใจใส่ทุกรายละเอียด ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

1. การออกแบบ Courseware (การออกแบบบทเรียน) ซึ่งจะประกอบด้วยส่วนต่างๆ ได้แก่ วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เนื้อหา แบบทดสอบก่อนบทเรียน (Pre-test) สื่อ กิจกรรม วิธีการนำเสนอ และแบบทดสอบหลังบทเรียน (Post-test)

2. การออกแบบผังงาน (Flowchart) และการออกแบบบทดำเนินเรื่อง (Storyboard)

3. การออกแบบหน้าจอภาพ (Screen Design) การออกแบบหน้าจอภาพหมายถึง การจัดพื้นที่ของจอภาพเพื่อใช้ในการนำเสนอเนื้อหา ภาพ และส่วนประกอบอื่น ๆ สิ่งที่ต้องพิจารณา มีดังนี้

- 3.1 การกำหนดความละเอียดภาพ (Resolution)

- 3.2 การจัดพื้นที่แต่ละหน้าจอภาพในการนำเสนอ

- 3.3 การเลือกรูปแบบและขนาดของตัวอักษรทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ

- 3.4 การกำหนดสี ได้แก่ สีของตัวอักษร (Font Color) สีของฉากหลัง (Background)

สีของส่วนอื่น ๆ

- 3.5 การกำหนดส่วนอื่น ๆ ที่เป็นสิ่งอำนวยความสะดวกในการใช้บทเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นที่ 3 การพัฒนา (D: Development)

ขั้นตอนการพัฒนา คือ ขั้นตอนที่ผู้ออกแบบสร้างส่วนต่าง ๆ ที่ได้ออกแบบไว้ในขั้นของการออกแบบ ซึ่งครอบคลุมการสร้างเครื่องมือวัดประเมินผล การสร้างแบบฝึกหัด การสร้างเนื้อหา และการพัฒนาโปรแกรมสำหรับสื่อการสอน เมื่อเรียบร้อยแล้วจะทำการทดสอบเพื่อหาข้อผิดพลาดเพื่อนำผลไปปรับปรุงแก้ไข จุดมุ่งหมายของขั้นตอนนี้คือ สร้างแผนการสอนและสื่อของบทเรียนในระหว่างขั้นตอนนี้คุณจะต้องพัฒนาการสอน และสื่อทั้งหมดที่ใช้ในการสอน และเอกสารสนับสนุนต่าง ๆ สิ่งเหล่านี้อาจจะประกอบด้วย ฮาร์ดแวร์ (เช่น เครื่องมือสถานการณ์จำลอง) และซอฟต์แวร์ (เช่น บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน) ประกอบด้วยรายละเอียดแต่ละส่วน ดังนี้

1. การเตรียมการ เกี่ยวกับองค์ประกอบดังนี้
 - 1.1 การเตรียมข้อความ
 - 1.2 การเตรียมภาพ
 - 1.3 การเตรียมเสียง
 - 1.4 การเตรียมโปรแกรมจัดการบทเรียน
2. การสร้างบทเรียน หลังจากได้เตรียมข้อความ ภาพ เสียง และส่วนอื่น เรียบร้อยแล้ว ขั้นต่อไปเป็นการสร้างบทเรียน โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์จัดการเพื่อเปลี่ยน story board ให้กลายเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
3. การสร้างเอกสารประกอบการเรียนหลังจากสร้างบทเรียนเสร็จเรียบร้อยแล้วในขั้นต่อไปจะเป็นการตรวจสอบและทดสอบความสมบูรณ์ขั้นต้นของบทเรียน
4. ผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนการพัฒนา มีดังนี้
 - 4.1 วัสดุประกอบการเรียน (Adjunct Materials)
 - 4.2 ตัวบทเรียน ประกอบด้วยข้อความ กราฟิก ภาพเคลื่อนไหว เสียง วิดีทัศน์ และการมีปฏิสัมพันธ์ รวมทั้งเอกสารประกอบบทเรียน
 - 4.3 โปรแกรมการจัดการบทเรียน

ขั้นที่ 4 การทดลองใช้ (I: Implementation)

ในขั้นตอนการดำเนินการนี้ หมายถึง ขั้นของการสอนโดยอาจจะเป็นรูปแบบชั้นเรียน การฝึกอบรม หรือห้องทดลอง หรือรูปแบบการเรียนการสอนที่ใช้คอมพิวเตอร์ โดยจุดมุ่งหมายของขั้นตอนนี้คือการสอนอย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล จะต้องให้การส่งเสริมความเข้าใจของผู้เรียน สนับสนุนการเรียนรู้ของผู้เรียนตามวัตถุประสงค์ต่าง ๆ ที่ตั้งไว้ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ติดตั้งบทเรียน (Installation)
2. จัดตารางเวลาพร้อมปรับหลักสูตร (Scheduling and Syllabus Adjustment)
3. ลงทะเบียนเรียนและบริหารบทเรียน (Enrollment and Administration)
4. ปฐมนิเทศผู้เรียน (Orientation)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. วางแผนการสนับสนุนจากผู้สอน (Instructor Plans Facilitation)
6. จัดสิ่งสนับสนุนบทเรียน (Facilitation of Course)
7. ผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนการทดลองใช้ มีดังนี้
 - 7.1 บัญชีรายชื่อชั้นเรียน (Class Roster)
 - 7.2 การเรียนการสอน (Instructional)
 - 7.3 แผนการสนับสนุนจากผู้สอน (Instructor's Facilitation Plan)

ขั้นที่ 5 การประเมินผล (E: Evaluation)

ขั้นการประเมินผลประกอบด้วยสองส่วน คือ การประเมินผลรูปแบบ (Formative) และการประเมินผลในภาพรวม (Summative) การประเมินผลรูปแบบคือการนำเสนอในแต่ละขั้นของ ADDIE Process ซึ่งเป็นการประเมินผลเพื่อพัฒนา และการประเมินผลในภาพรวมจะทำเมื่อการสอนเสร็จสิ้น เพื่อประเมินผลประสิทธิภาพการสอนทั้งหมดข้อมูลจากการประเมินผลรวมโดยปกติมักจะถูกใช้เพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับรูปแบบการสอน มีรายละเอียดดังนี้

- 1 จัดทำเอกสารโครงการ (Documenting Project)
- 2 ทดสอบบทเรียน (Testing)
- 3 ปรับบทเรียนให้ใช้งานได้ (Validation)
- 4 ประเมินผลกระทบ (Conducting Impact Evaluation)
- 5 ผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนการประเมินผล มีดังนี้

5.1 เอกสารโครงการ (Documentation) ได้แก่ บันทึกข้อมูลด้านเวลา (Record Time Data) รายงานผู้ใช้บทเรียนและผู้ควบคุม (Trainees and Supervisors Report) และ ผลสรุปของข้อคำถามบทเรียน (Course Review Question Results) เป็นต้น

5.2 คุณภาพของบทเรียน (Quality) ได้แก่ ประสิทธิภาพ (Efficiency) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน (Effectiveness) และความพึงพอใจ (Satisfaction) เป็นต้น

5.3 รายงานผลกระทบของบทเรียน (Impact Evaluation Report) บุคลากรที่เกี่ยวข้องในขั้นตอนนี้ ได้แก่ ผู้จัดการโครงการ ผู้ออกแบบระบบการสอน ผู้ประเมินโครงการ โปรแกรมเมอร์ และผู้เชี่ยวชาญ

2.5 การหาคุณภาพเครื่องมือวัดและประเมินผล

ผู้วิจัยได้ทำการหาคุณภาพของเครื่องมือวัด ก่อนที่จะนำเครื่องมือวัดไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย ซึ่งประกอบด้วย ความเที่ยงตรง ความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และความเชื่อถือได้ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.1 ความเที่ยงตรง

ความเที่ยงตรง (Validity) คือ คุณสมบัติของเครื่องมือที่สามารถวัดค่าหรือลักษณะของสิ่งที่ต้องการวัดได้ถูกต้องตรงตามวัตถุประสงค์และสถานการณ์ที่กำหนดไว้ ความเที่ยงตรงของเครื่องมือวัดมีหลายชนิด ได้แก่ ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง ความเที่ยงตรงตามสภาพ และความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์ (พรณี ลีกิจวัฒน์. 2558 : 194)

2.5.1.1 ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา

ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) หมายถึง คุณสมบัติของเครื่องมือที่วัดได้ถูกต้องตรงประเด็นและครอบคลุมเนื้อหาสาระของสิ่งที่ต้องการจะวัด ตามที่กำหนดไว้ การตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา เป็นการพิจารณาว่ารายการสิ่งที่วัดในเครื่องมือนี้มีความถูกต้องตรงประเด็น และครอบคลุมเนื้อหาสาระของสิ่งที่ต้องการวัดเพียงใด ผู้พิจารณาอาจเป็นผู้วิจัยหรือผู้สร้างเครื่องมือเอง หรืออาจให้ผู้ทรงคุณวุฒิ หรือผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับสิ่งที่จะวัดเป็นผู้พิจารณา โดยมีการแนบรายละเอียดของเนื้อหาที่ต้องการวัดไปพร้อมกับตัวเครื่องมือด้วย จำนวนผู้ทรงคุณวุฒิหรือผู้เชี่ยวชาญควรมีหลายคน อาจมีประมาณ 3-5 คน

วิธีการพิจารณาของผู้ทรงคุณวุฒิหรือผู้เชี่ยวชาญอาจจำแนกออกเป็น 2 วิธี

1. วิธีการหาความสอดคล้องของผู้ทรงคุณวุฒิเป็นคำร้อยละ

เป็นวิธีที่นิยมใช้การคำนวณค่าที่ได้จากความสอดคล้องของผู้ทรงคุณวุฒิในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับ

1.1 ความครอบคลุมเนื้อหา

1.2 ความสอดคล้องระหว่างเนื้อหาที่แตกเป็นหมวด หน่วยย่อยๆ

1.3 ความสอดคล้องระหว่างเนื้อหา จุดมุ่งหมาย และน้ำหนัก

วิธีการหาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา คือ การให้ผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณารายการโครงสร้างแล้วสรุปผลตามประเด็นในข้อ 1.1 1.2 และ 1.3 ว่ามีผู้ทรงคุณวุฒิร้อยละเท่าไรที่มีความเห็นตรงกัน ซึ่งโดยทั่วไปแล้วควรมีผู้ทรงคุณวุฒิอย่างน้อยร้อยละ 50 ขึ้นไป ที่มีความเห็นชอบตรงกันจึงจะถือว่าผ่านการตรวจสอบความเที่ยงตรง

2. วิธีหาดัชนีความสอดคล้อง (index of congruency : IOC)

เป็นวิธีการที่ให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาข้อคำถามแล้วลงความเห็นเป็นรายข้อว่า ข้อคำถามนั้นๆ สามารถใช้วัดตัวแปรที่ศึกษาได้หรือไม่ แล้วตอบโดยการให้คะแนน ซึ่งมีค่าที่เป็นไปได้ค่า 3 ค่า คือ +1, 0, -1 โดยการให้คะแนนแต่ละค่ามีเงื่อนไข ดังนี้

+1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามนั้นสามารถวัดตัวแปรที่ศึกษาได้

0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อคำถามนั้นสามารถวัดตัวแปรที่ศึกษาได้

-1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามนั้นไม่สามารถวัดตัวแปรที่ศึกษาได้

น้ำหนักของผู้เชี่ยวชาญไปคำนวณค่า IOC เป็นรายข้อโดยใช้สูตรดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$IOC = \frac{\sum R}{n}$$

(2.1)

เมื่อ	IOC	แทน	ดัชนีความสอดคล้อง
	$\sum R$	แทน	ผลรวมของคะแนนรายข้อตามดุลยพินิจของผู้เชี่ยวชาญ
	n	แทน	จำนวนของผู้เชี่ยวชาญ

ค่า IOC มีค่าที่เป็นทศนิยมไม่เกิน 1.00 ทั้งทางบวกและทางลบ ถ้า IOC มีค่าสูงสุดคือ 1.00 หมายความว่ามีความเที่ยงตรงสูงสุด เนื่องจากผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นสอดคล้องตรงกันทุกท่านว่าข้อคำถามนั้นสามารถใช้วัดตัวแปรที่ศึกษาได้ ถ้า IOC มีค่าสูงคือใกล้ 1.00 หมายความว่ามีความเที่ยงตรงสูง เนื่องจากผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นสอดคล้องกันเป็นส่วนใหญ่ว่าข้อคำถามนั้นสามารถใช้วัดตัวแปรที่ศึกษาได้ ข้อคำถามที่จะเลือกไว้ใช้ควรมีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป ถ้าข้อใดมีค่า IOC ไม่ถึงเกณฑ์ 0.50 แต่ถ้ามีความจำเป็นที่จะต้องใช้ข้อคำถามนั้นเพื่อให้ครอบคลุมสิ่งที่ต้องการวัด ก็อาจทำได้โดยการปรับปรุงข้อคำถามนั้นให้เหมาะสมขึ้น และอาจขอให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินใหม่จนกว่าจะผ่านเกณฑ์

การตรวจสอบความเที่ยงตรงโดยการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC นี้ ผู้วิจัยจำเป็นต้องส่งแบบตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ซึ่งมีลักษณะเป็นแบบฟอร์มการให้คะแนนข้อคำถามแต่ละข้อแนบไปกับตัวเครื่องมือวัดด้วย นอกจากนี้ควรมีหนังสือขอความอนุเคราะห์ พร้อมคำชี้แจงสำหรับผู้เชี่ยวชาญว่าผู้วิจัยมีความประสงค์ให้ตรวจสอบเพื่ออะไร ตลอดจนเค้าโครงการวิจัย และนโยบายศัพท์ของตัวแปรที่ต้องการแนบไปด้วย เมื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจให้คะแนนแล้วจึงนำคะแนนมาหาคำนวนตามสูตรข้างต้น

2.5.2 ความยากง่าย

ความยากง่าย (Difficulty) คือ คุณสมบัติของเครื่องมือวัดที่แสดงว่าข้อสอบนั้นมีความยากง่ายเพียงใด ถ้ามีผู้ทำถูกมากก็เป็นข้อสอบง่าย ถ้ามีผู้ทำถูกน้อยก็จะเป็นข้อสอบยาก การหาค่าความยากง่ายเป็นวิธีการตรวจสอบคุณภาพแบบทดสอบวัดพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย และเป็นแบบทดสอบในระบบอิงกลุ่ม มีลักษณะการวิเคราะห์เป็นรายข้อ ค่าความยากง่ายของข้อสอบโดยทั่วไปนิยมคิดคำนวณเป็นค่าสัดส่วน (proportion : p) ของจำนวนผู้ตอบถูกจากจำนวนของผู้ตอบทั้งหมดในข้อนั้น ซึ่งเป็นตัวเลขทศนิยมที่มีค่าไม่เกิน 1.00 ดังนั้นถ้าข้อสอบใดมีค่าความยากง่ายเท่ากับ 0.50 แสดงว่าเป็นข้อสอบที่มีความยากง่ายปานกลาง คือ มีผู้ตอบถูกร้อยละ 50 หรือครึ่งหนึ่งของผู้ตอบทั้งหมดในข้อนั้น ถือว่าเป็นข้อสอบที่มีคุณภาพดีมากในแง่ของความยากง่าย แต่ถ้าข้อใดมีค่าความยากง่ายเข้าใกล้ 1.00 แสดงว่าเป็นข้อสอบที่ง่ายเกินไป แต่ถ้าข้อใดมีค่าความยากง่ายใกล้ 0.00 แสดงว่าเป็นข้อสอบที่ยากเกินไป ไม่ควรนำมาใช้ (พรณี ลิกิจวัฒน์. 2558 : 205)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าความยากง่ายที่อยู่ในรูปของค่าร้อยละหรือสัดส่วนโดยทั่วไปมีความหมาย ดังแสดงในตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 เกณฑ์การแปลความหมายค่าความยากง่าย (p)

ค่าความยากง่าย		ระดับความยากง่าย	การนำไปใช้
ร้อยละ (%)	สัดส่วน (p)		
81 - 100	0.81 – 1.00	ง่ายมาก	ไม่ควรใช้
61 - 80	0.61 – 0.80	ง่าย	ใช้ได้
40 - 60	0.40 – 0.60	ปานกลาง	ใช้ได้ดี
20 - 39	0.20 – 0.39	ยาก	ใช้ได้
0 - 19	0.00 – 0.19	ยากมาก	ไม่ควรใช้

ข้อสอบที่จะคัดเลือกมาใช้ในการบ่งชี้กลุ่มควรเป็นข้อสอบที่มีความยากง่ายอยู่ในระดับปานกลาง คือ มีค่า p ตั้งแต่ 0.40 – 0.60 แต่ในทางปฏิบัติมักกำหนดเกณฑ์ความยากง่ายของข้อสอบที่จะเลือกมาในช่วงกว้างขวางขึ้น คือครอบคลุมตั้งแต่ระดับยาก ปานกลาง และง่าย คือ มีค่า p ตั้งแต่ 0.20 – 0.80 ถ้าข้อใดมีความยากง่ายนอกเหนือจากเกณฑ์นี้ถือเป็นข้อที่ยากมากและง่ายมากตามลำดับ ไม่ควรนำไปใช้ แต่ถ้ามีความจำเป็นต้องใช้ข้อสอบข้อนั้น เพื่อให้ครอบคลุมสิ่งที่ต้องการวัดก็อาจทำได้ โดยการปรับปรุงข้อสอบข้อนั้นให้มีความเหมาะสมขึ้น

2.5.2.1 วิธีการหาความยากง่ายของข้อสอบปรนัย (แบบผิดให้ 0 ถูกให้ 1)

วิธีการหาความยากง่ายของข้อสอบปรนัยที่นิยมใช้มี 2 วิธี คือ เทคนิค 27% และเทคนิค 50% ขึ้นอยู่กับความมากน้อยของจำนวนผู้เข้าสอบ

1. การหาความยากง่ายโดยใช้เทคนิค 27%

ใช้กับข้อสอบที่มีการให้คะแนนแบบ 0 และ 1 คือ ผิดให้ 0 ถูกให้ 1 และมีผู้เข้าสอบจำนวนมากคือตั้งแต่ 100 คนขึ้นไป

ตัวเลข 27% หมายถึง ค่าร้อยละของจำนวนผู้ตอบที่มีคะแนนรวมทั้งฉบับสูงที่สุด (กลุ่มสูง) 27% และที่มีคะแนนรวมทั้งฉบับต่ำที่สุด (กลุ่มต่ำ) 27% ของจำนวนผู้ตอบทั้งหมดที่เหลืออีก 46% เป็นกลุ่มกลางๆ

เทคนิค 27% เป็นเทคนิคที่ใช้ในการหาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของข้อสอบเป็นรายข้อ โดยนำข้อมูลของผู้ตอบมาใช้เป็นบางส่วน คือใช้เฉพาะข้อมูลของกลุ่มสูง 27% และกลุ่มต่ำ 27% ส่วนข้อมูลของกลุ่มกลางๆ 46% ไม่ได้นำมาใช้

การหาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) โดยเทคนิค 27% นี้ ไม่ต้องคิดคำนวณค่า p และค่า r โดยตรง แต่ใช้การเปิดหาค่าจากตารางวิเคราะห์ข้อสอบ (Item Analysis Table) ซึ่งเป็นตารางสำเร็จรูปของ Chung-Teh Fan

วิธีใช้ตารางวิเคราะห์ข้อสอบของ Chung-Teh Fan นี้ ก่อนจะเปิดหาค่า p และค่า r จะต้องมีการหาค่าสัดส่วนของผู้ตอบถูกในกลุ่มสูง (P_H) และสัดส่วนของผู้ตอบถูกในกลุ่มต่ำ (P_L) ของแต่ละข้อเสียก่อน แล้วจึงนำค่าทั้งสองนี้ไปใช้ในการหาค่า p และค่า r จากตาราง

ดังนั้นในกรณีที่ต้องการหาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของข้อสอบโดยใช้เทคนิค 27% นี้ จะต้องมีการตรวจข้อสอบของผู้เข้าสอบทุกคน แล้วนำมาจัดเรียงตามคะแนนรวมทั้งฉบับจากคะแนนสูงไปหาต่ำ แล้วจึงตัดตอนเอามาเฉพาะข้อมูลของผู้ตอบกลุ่มสูง 27% และกลุ่มต่ำ 27% นั่นคือถ้ามีผู้เข้าสอบจำนวน 100 คน ก็ตัดตอนเอามาเฉพาะข้อมูลของผู้ตอบที่ได้คะแนนสูงสุดลงมาถึงคนที่ 27 (ตั้งแต่ลำดับที่ 1-27) และที่ได้คะแนนต่ำสุดขึ้นมาถึงคนที่ 74 (ลำดับที่ 74-100) มาใช้ในการคำนวณค่า (P_H) และ (P_L) ของแต่ละข้อ แล้วจึงนำค่าทั้งสองไปเปิดตารางวิเคราะห์ข้อสอบของ Chung-Teh Fan

2. การหาความยากง่ายโดยใช้เทคนิค 50%

ใช้กับข้อสอบที่มีการให้คะแนนแบบ 0 และ 1 คือ ผิดให้ 0 ถูกให้ 1

ตัวเลข 50% หมายถึง ค่าร้อยละของผู้ตอบกลุ่มสูง 50% และกลุ่มต่ำ 50% นั่นคือมีการแบ่งผู้ตอบออกเป็น 2 กลุ่มเท่า ๆ กันตามลำดับคะแนน มักใช้ในกรณีที่มีผู้เข้าสอบจำนวนน้อย เช่น ประมาณ 20-30 คน หลักการคำนวณหาค่าความยากง่าย (p) คือการหาสัดส่วนของผู้ตอบถูกของแต่ละข้อ เป็นการนำจำนวนของผู้ตอบถูกทั้งสองกลุ่มรวมกันหารด้วยจำนวนผู้ตอบทั้งในกลุ่มสูงและในกลุ่มต่ำรวมกัน

เขียนเป็นสูตรในการคำนวณค่าความยากง่ายของข้อสอบแต่ละข้อได้ดังนี้

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

(2.2)

เมื่อ	p	แทน	ค่าความยากง่าย
	R _H	แทน	จำนวนผู้ตอบถูกของข้อนั้นในกลุ่มสูง
	R _L	แทน	จำนวนผู้ตอบถูกของข้อนั้นในกลุ่มต่ำ
	n	แทน	จำนวนผู้ตอบในแต่ละกลุ่ม (ซึ่งมีจำนวนเท่ากัน)

ในกรณีที่มีผู้เข้าสอบมากกว่า 30 คนแต่ไม่ถึง 100 คนอาจปรับจากเทคนิค 50% เป็น 33% ก็ได้คือใช้ข้อมูลของผู้ตอบกลุ่มสูง 33% และกลุ่มต่ำ 33% และคิดคำนวณหาค่าความยากง่าย (p) ทำนองเดียวกับเทคนิค 50%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.3 อำนาจจำแนก

อำนาจจำแนก (Discrimination) คือ คุณสมบัติของเครื่องมือวัดที่สามารถจำแนกบุคคลออกเป็นสองกลุ่มที่ต่างกัน เช่น กลุ่มเก่ง-กลุ่มอ่อน ในเรื่องที่เป็นความรู้ความสามารถหรือแบ่งออกเป็น กลุ่มบวก-กลุ่มลบ กลุ่มสูง-กลุ่มต่ำ ในเรื่องที่เป็นความรู้สึกเช่นเจตคติ การหาอำนาจจำแนกใช้ในการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือวัดประเภทแบบทดสอบและแบบวัดเจตคติ มีลักษณะเป็นการวิเคราะห์รายข้อ (พรณี ลีกิจวัطنะ. 2558 : 209)

ค่าอำนาจจำแนกอยู่ในรูปของสัดส่วนโดยทั่วไปมีความหมายดังแสดงในตารางที่ 2.6

ตารางที่ 2.6 เกณฑ์การแปลความหมายค่าอำนาจจำแนก (r)

ค่าอำนาจจำแนก (r)	ระดับอำนาจจำแนก	การนำไปใช้
0.40 – 1.00	สูงมาก	ใช้ได้ดี
0.30 – 0.39	สูง	ใช้ได้
0.20 – 0.29	ปานกลาง	ใช้ได้
0.10 – 0.19	ต่ำ	ไม่ควรใช้
0.01 – 0.09	ต่ำมาก	ใช้ไม่ได้
0.00	ไม่มี	ใช้ไม่ได้
-1.00 - -0.01	กลับทิศทาง	ใช้ไม่ได้

ข้อสอบที่จะคัดเลือกมาใช้ควรเป็นข้อที่มีอำนาจจำแนกอยู่ในระดับสูง คือมีค่า r ตั้งแต่ 0.30 ขึ้นไป แต่ในทางปฏิบัติมักกำหนดเกณฑ์อำนาจจำแนกของข้อสอบที่จะเลือกมาใช้ตั้งแต่ระดับปานกลางขึ้นไปจนถึงระดับสูงและสูงมาก คือมีค่าตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไปข้อที่มีอำนาจจำแนกต่ำกว่านี้ คือมีค่า r ต่ำกว่า 0.20 โดยปกติจะไม่นำมาใช้ แต่ถ้าต่ำไปเพียงเล็กน้อยและมีความจำเป็นต้องใช้เพื่อให้ครอบคลุมสิ่งที่ต้องการวัด ก็อาจทำได้โดยการปรับปรุงข้อสอบข้อนั้นให้เหมาะสมขึ้น

2.5.3.1 วิธีการหาอำนาจจำแนกของข้อสอบปรนัย (แบบผิดให้ 0 ถูกให้ 1)

วิธีการหาอำนาจจำแนกของแบบข้อสอบแบบปรนัยที่นิยมใช้มี 2 วิธีคือเทคนิค 27% และเทคนิค 50%

1. การหาอำนาจจำแนกโดยใช้เทคนิค 27%

ใช้กับข้อสอบที่มีการให้คะแนนแบบ 0 และ 1 คือ ผิดให้ 0 ถูกให้ 1 และมีผู้เข้าสอบจำนวนมากคือตั้งแต่ 100 คนขึ้นไป สามารถหาค่าอำนาจจำแนก (r) โดยการเปิดหาค่าจากตารางวิเคราะห์ข้อสอบของ Chung-Teh Fan

2. การหาอำนาจจำแนกโดยใช้เทคนิค 50%

ใช้กับข้อสอบที่มีการให้คะแนนแบบ 0 และ 1 คือ ผิดให้ 0 ถูกให้ 1 และมีผู้เข้าสอบจำนวนน้อย เช่น ประมาณ 20-30 คน หลักการคิดคำนวณหาอำนาจจำแนก (r) คือ การหาความสัมพันธ์ของผลต่างระหว่างจำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มสูงกับกลุ่มต่ำของแต่ละข้อ เป็นการนำจำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มสูงตั้งลบด้วยจำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มต่ำ แล้วนำผลต่างที่ได้รับมาหารด้วยจำนวนผู้ตอบ 1 กลุ่ม เขียนเป็นสูตรในการคำนวณหาอำนาจจำแนกของข้อสอบแต่ละข้อได้ดังนี้

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

(2.3)

- เมื่อ
- r

แทน

ค่าอำนาจจำแนก
- R_H

แทน

จำนวนผู้ตอบถูกของข้อนั้นในกลุ่มสูง
- R_L

แทน

จำนวนผู้ตอบถูกของข้อนั้นในกลุ่มต่ำ
- n

แทน

จำนวนผู้ตอบในแต่ละกลุ่ม (ซึ่งมีจำนวนเท่ากัน)

ในกรณีที่ผู้เข้าสอบมากกว่า 30 คน แต่ไม่ถึง 100 คนอาจปรับจากเทคนิค 50% เป็น 33% ก็ได้ คือใช้ข้อมูลของผู้ตอบกลุ่มสูง 33% และกลุ่มต่ำ 33% และคิดคำนวณหาอำนาจจำแนก (r) โดยใช้สูตรทำนองเดียวกับเทคนิค 50%

2.5.4 ความเชื่อถือได้

ความเชื่อถือได้ (Reliability) คือ คุณสมบัติของเครื่องมือที่สามารถวัดได้คงที่หรือสม่ำเสมอ ความเชื่อถือได้ของเครื่องมือวัดอาจจำแนกออกเป็น 3 ลักษณะ คือ ความเชื่อถือได้แบบความคงที่ ความเชื่อถือได้แบบความเท่าเทียมกัน และความเชื่อถือได้แบบความสอดคล้องภายใน คำว่าความเชื่อถือได้ในบางตำราอาจเรียกว่า ความเที่ยง หรือความเชื่อมั่น การหาความเชื่อถือได้แต่ละแบบเป็นการคำนวณค่าความเชื่อถือได้ ซึ่งเป็นตัวเลขที่อยู่ในรูปทศนิยม มีค่าไม่เกิน 1.00 การแปลความหมายค่าความเชื่อถือได้อาจใช้เกณฑ์ ดังนี้ (พรรณี ลีกิจวัฒน์. 2558 : 199)

ตารางที่ 2.7 เกณฑ์การแปลความหมายค่าความเชื่อถือได้

ความเชื่อถือได้	ระดับความเชื่อถือได้	การนำไปใช้
0.80 – 1.00	สูงมาก	ใช้ได้ดี
0.70 – 0.79	สูง	ใช้ได้
0.50 – 0.69	ปานกลาง	พอใช้
0.30 – 0.49	ต่ำ	ไม่ควรใช้
ต่ำกว่า 0.30	ต่ำมาก	ใช้ไม่ได้

2.5.4.1 ความเชื่อถือได้แบบความคงที่ (Stability)

ความเชื่อถือได้แบบความคงที่ คือ คุณสมบัติของเครื่องมือที่สามารถวัดได้คงที่ไม่ว่าจะวัดกี่ครั้ง (ในกรณีสิ่งที่วัดคงที่) ตรวจสอบได้โดยวิธีการวัดซ้ำ (test-retest method) คือ นำเครื่องมือไปใช้วัดกับกลุ่มเดียวกันสองครั้งในเวลาห่างกันพอสมควร แล้วนำข้อมูลที่ได้จากการวัดทั้งสองครั้งมาหาความสัมพันธ์กัน โดยวิธีหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบ Pearson สำหรับข้อมูลระดับสูง ถ้าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีค่าสูง หมายความว่ามีความเชื่อถือได้สูง

2.5.4.2 ความเชื่อถือได้แบบความเท่าเทียมกัน (Equivalence)

ความเชื่อถือได้แบบความเท่าเทียมกัน คือ คุณสมบัติของเครื่องมือที่สามารถวัดได้เท่าเทียมกันระหว่างเครื่องมือหลายชุด ตรวจสอบได้โดยวิธีการใช้แบบทดสอบคู่ขนาน (parallel form method) คือ ต้องมีเครื่องมือสองชุดที่ใช้วัดสิ่งเดียวกันและมีลักษณะเช่นเดียวกัน นำเครื่องมือสองชุดนี้ไปใช้วัดกับกลุ่มเดียวกันในเวลาพร้อมๆกัน แล้วนำข้อมูลที่ได้จากการวัดทั้งสองชุดมาหาความสัมพันธ์กัน โดยวิธีหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบ Pearson สำหรับข้อมูลระดับสูง ถ้าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีค่าสูง หมายความว่ามีความเชื่อถือได้สูง

ความเชื่อถือได้แบบความคงที่และความเชื่อถือได้แบบความเท่าเทียมกัน เป็นการหาความเชื่อได้ที่ต้องมีการวัดสองครั้งกับกลุ่มเดียวกัน ซึ่งอาจจะไม่สะดวกในการดำเนินงานจึงไม่ค่อยเป็นที่นิยมใช้เท่ากับการหาความเชื่อถือได้แบบความสอดคล้องภายใน ซึ่งใช้การวัดเพียงครั้งเดียว

2.5.4.3 ความเชื่อถือได้แบบความสอดคล้องภายใน (Internal Consistency)

ความเชื่อถือได้แบบความสอดคล้องภายใน คือ คุณสมบัติของเครื่องมือที่มีความสม่ำเสมอสอดคล้องกันภายในเครื่องมือชุดเดียว ตรวจสอบได้โดยการนำเครื่องมือไปใช้วัดเพียงครั้งเดียวกับกลุ่มเดียว และมีวิธีการหาความเชื่อถือได้หลายวิธี ได้แก่ วิธีแบ่งครึ่ง ซึ่งมีหลายสูตร ได้แก่ สูตรของ Guttman สูตรของ Spearman Brown และสูตรของ Hoyt วิธีของ Kuder Richardson วิธีของ Cronbach และวิธีของ Kendall ซึ่งผู้วิจัยได้เลือกใช้วิธีการหาความเชื่อได้ของ Kuder Richardson ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. วิธีของ Kuder-Richardson

เป็นวิธีการหาความเชื่อถือได้แบบความสอดคล้องภายใน โดยทำการวัดเพียงครั้งเดียว แล้วนำคะแนนมาวิเคราะห์ โดยใช้สูตรของ Kuder-Richardson ซึ่งมี 2 สูตร คือ KR 20 และ KR 21 ใช้กับเครื่องมือวัดที่มีการให้คะแนนแบบ 0 และ 1 คือ ผิดให้ 0 ถูกให้ 1

สูตร KR 20 เป็นสูตรดั้งเดิม ซึ่งจะต้องมีการหาสัดส่วนของผู้ตอบถูกและผู้ตอบผิดของแต่ละข้อ

สูตร KR 21 เป็นสูตรที่ดัดแปลงจากสูตร KR 20 คำนวณสะดวกกว่าสูตร KR 20 ไม่ต้องหาสัดส่วนของผู้ตอบถูกและผู้ตอบผิดของแต่ละข้อ แต่ใช้เฉพาะกรณีที่มีความยากง่ายของข้อ

คำถามแต่ละข้อเท่าๆกัน ซึ่งหาได้ยากจึงมีโอกาสน้อย ผู้วิจัยจึงเลือกใช้สูตร KR 20 ซึ่งมีรายละเอียดมีดังนี้

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

(2.3)

เมื่อ	r _{tt}	แทน	ค่าความเชื่อถือได้ของเครื่องมือวัด
	k	แทน	จำนวนข้อของเครื่องมือวัด
	Σ	แทน	ผลรวม
	p	แทน	สัดส่วนของผู้ตอบถูกในแต่ละข้อ
	q	แทน	สัดส่วนของผู้ตอบผิดในแต่ละข้อ
	S ²	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับ

2.6 การทดสอบประสิทธิภาพของสื่อการสอน

การผลิตสื่อหรือชุดการสอนนั้น ก่อนนำไปใช้จริงจะต้องนำสื่อการสอนที่ผลิตขึ้นไปทดสอบประสิทธิภาพ เพื่อดูว่าสื่อการสอนทำให้ผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นหรือไม่ มีประสิทธิภาพในการช่วยให้กระบวนการเรียนการสอนดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพเพียงใด มีความสัมพันธ์กับผลลัพธ์หรือไม่ และผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนจากสื่อการสอนในระดับใด ดังนั้นผู้ผลิตสื่อการสอนจำเป็นจะต้องนำสื่อการสอนไปหาคุณภาพ เรียกว่า การทดสอบประสิทธิภาพ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์. 2556 : 7-18) มีรายละเอียดดังนี้

2.6.1 ความหมายของการทดสอบประสิทธิภาพ

2.6.1.1 ความหมายของการทดสอบประสิทธิภาพ

การทดสอบประสิทธิภาพของสื่อหรือชุดการสอน หมายถึง การหาคุณภาพของสื่อหรือชุดการสอน โดยพิจารณาตามขั้นตอนของการพัฒนาสื่อหรือชุดการสอนแต่ละขั้น ตรงกับภาษาอังกฤษว่า “Developmental Testing”

Developmental Testing คือ การทดสอบคุณภาพตามพัฒนาการของการผลิตสื่อหรือชุดการสอนตามลำดับขั้นเพื่อตรวจสอบคุณภาพของแต่ละองค์ประกอบของต้นแบบชิ้นงานให้ดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ

สำหรับการผลิตสื่อและชุดการสอน การทดสอบประสิทธิภาพ หมายถึง การนำสื่อหรือชุดการสอนไปทดสอบด้วยกระบวนการสองขั้นตอน คือ การทดสอบประสิทธิภาพใช้เบื้องต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Try Out) และทดสอบประสิทธิภาพสอนจริง (Trial Run) เพื่อหาคุณภาพของสื่อตามขั้นตอนที่กำหนดใน 3 ประเด็น คือ การทำให้ผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้น การช่วยให้ผู้เรียนผ่านกระบวนการเรียนและทำแบบประเมินสุดท้ายได้ดี และการทำให้ผู้เรียนมีความพึงพอใจ นำผลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขก่อนที่จะผลิตออกมาเผยแพร่เป็นจำนวนมาก

1. การทดสอบประสิทธิภาพใช้เบื้องต้น เป็นการนำสื่อหรือชุดการสอนที่ผลิตขึ้นเป็นต้นแบบ (Prototype) แล้วไปทดสอบประสิทธิภาพใช้ตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ในแต่ละระบบเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพของสื่อหรือชุดการสอนให้เท่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และปรับปรุงจนถึงเกณฑ์

2. การทดสอบประสิทธิภาพสอนจริง หมายถึง การนำสื่อหรือชุดการสอนที่ได้ทดสอบประสิทธิภาพใช้และปรับปรุงจนได้คุณภาพถึงเกณฑ์แล้วของแต่ละหน่วย ทุกหน่วยในแต่ละวิชาไปสอนจริงในชั้นเรียนหรือในสถานการณ์การเรียนรู้ที่แท้จริงในช่วงเวลาหนึ่ง อาทิ 1 ภาคการศึกษาเป็นอย่างน้อย เพื่อตรวจสอบคุณภาพเป็นครั้งสุดท้ายก่อนนำไปเผยแพร่และผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก

การทดสอบประสิทธิภาพทั้งสองขั้นตอนจะต้องผ่านการวิจัยเชิงวิจัยและพัฒนา (Research and Development : R&D) โดยต้องดำเนินการวิจัยในขั้นทดสอบประสิทธิภาพเบื้องต้นและอาจทดสอบประสิทธิภาพซ้ำในขั้นทดสอบประสิทธิภาพใช้จริงด้วยก็ได้เพื่อประกันคุณภาพของสถาบันการศึกษาทางไกลนานาชาติ

2.6.2 การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ

2.6.2.1 ความหมายของเกณฑ์

เกณฑ์ (Criterion) เป็นขีดกำหนดที่จะยอมรับว่า สิ่งใดหรือพฤติกรรมใดมีคุณภาพและหรือปริมาณที่จะรับได้

การตั้งเกณฑ์ต้องตั้งไว้ครั้งแรกครั้งเดียวเพื่อจะปรับปรุงคุณภาพให้ถึงเกณฑ์ขั้นต่ำที่ตั้งไว้ จะตั้งเกณฑ์การทดสอบประสิทธิภาพไว้ต่างกันไม่ได้ เช่น เมื่อมีการทดสอบประสิทธิภาพแบบเดียวตั้งเกณฑ์ไว้ 60/60 แบบกลุ่มตั้งไว้ 70/70 ส่วนของแบบสนามตั้งไว้ 80/80 ถือว่าเป็นการตั้งเกณฑ์ที่ไม่ถูกต้อง เนื่องจากเกณฑ์ที่ตั้งไว้เป็นเกณฑ์ต่ำสุด ดังนั้นหากการทดสอบคุณภาพของสิ่งใดหรือพฤติกรรมใดได้ผลสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 หรืออนุโลมให้มีความคลาดเคลื่อนต่ำหรือสูงกว่าค่าประสิทธิภาพที่ตั้งไว้เกิน 2.5 ต้องปรับเกณฑ์ขึ้นไปอีกหนึ่งขั้น แต่หากได้ค่าต่ำกว่าค่าประสิทธิภาพที่ตั้งไว้ ต้องปรับปรุงและนำไปทดสอบประสิทธิภาพใช้หลายครั้งในภาคสนามจนได้ค่าถึงเกณฑ์ที่กำหนด

2.6.2.2 ความหมายของเกณฑ์ประสิทธิภาพ

เกณฑ์ประสิทธิภาพ หมายถึง ระดับประสิทธิภาพของสื่อหรือชุดการสอนที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม เป็นระดับที่ผลิตสื่อหรือชุดการสอนจะพึงพอใจว่า หากสื่อหรือชุดการสอนมีประสิทธิภาพถึงระดับนั้นแล้ว สื่อหรือชุดการสอนนั้นก็มีความค่าที่จะนำไปสอนผู้เรียน และคุ้มค่าการลงทุนผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก

การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพกระทำได้โดยการประเมินผลพฤติกรรมของผู้เรียน 2 ประเภท คือ พฤติกรรมต่อเนื่อง (กระบวนการ) กำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น $E_1 = \text{Efficiency of Process}$ (ประสิทธิภาพของกระบวนการ) และพฤติกรรมสุดท้าย (ผลลัพธ์) กำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น $E_2 = \text{Efficiency of Product}$ (ประสิทธิภาพของผลลัพธ์)

1. ประเมินพฤติกรรมต่อเนื่อง (Transitional Behavior) คือประเมินผลต่อเนื่องซึ่งประกอบด้วยพฤติกรรมย่อยของผู้เรียน เรียกว่า “กระบวนการ” (Process) ที่เกิดจากการประกอบกิจกรรมกลุ่ม ได้แก่ การทำโครงการ หรือทำรายงานเป็นกลุ่ม และรายงานบุคคล ได้แก่ งานที่มอบหมาย และกิจกรรมอื่นใดที่ผู้สอนกำหนดไว้

2. ประเมินพฤติกรรมสุดท้าย (Terminal Behavior) คือประเมินผลลัพธ์ (Product) ของผู้เรียน โดยพิจารณาจากการสอบหลังเรียนและการสอบไล่

ประสิทธิภาพของสื่อหรือชุดการสอนจะกำหนดเป็นเกณฑ์ที่ผู้สอนคาดหวังว่าผู้เรียนจะเปลี่ยนพฤติกรรมเป็นที่พึงพอใจ โดยกำหนดให้ผลเฉลี่ยของคะแนนการทำงานและการประกอบกิจกรรมของผู้เรียนทั้งหมดต่อร้อยละของผลการประเมินหลังเรียนทั้งหมด นั่นคือ $E_1/E_2 = \text{ประสิทธิภาพของกระบวนการ/ประสิทธิภาพของผลลัพธ์}$

2.6.3 วิธีการคำนวณประสิทธิภาพ

วิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพ กระทำได้ 2 วิธี คือ โดยใช้สูตรและโดยการคำนวณธรรมดา

2.6.3.1 วิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพโดยใช้สูตร กระทำได้โดยใช้สูตรต่อไปนี้
สูตรที่ 1 การคำนวณค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1)

$$E_1 = \frac{\sum X}{N} \times 100 \tag{2.5}$$

เมื่อ	E_1	แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการ
	$\sum X$	แทน คะแนนรวมของแบบทดสอบท้ายหน่วย
	N	แทน จำนวนผู้เรียน
	A	แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบท้ายหน่วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สูตรที่ 2 การคำนวณหาประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2)

$$E_2 = \frac{\sum F}{N} \times 100 \quad (2.6)$$

เมื่อ	E_2	แทน ประสิทธิภาพของผลลัพธ์
	$\sum F$	แทน คะแนนรวมของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
	N	แทน จำนวนผู้เรียน
	B	แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การคำนวณหาประสิทธิภาพโดยใช้สูตรดังกล่าวข้างต้น กระทำได้โดยการนำคะแนนรวมแบบฝึกปฏิบัติ หรือผลงานในขณะประกอบกิจกรรมกลุ่ม/เดี่ยว และคะแนนสอบหลังเรียน มาเข้าตารางแล้วจึงคำนวณหาค่า E_1/E_2

2.6.3.2 วิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพโดยใช้วิธีการคำนวณโดยไม่ใช้สูตร

หากจำสูตรไม่ได้หรือไม่อยากใช้สูตรผู้ผลิตสื่อหรือชุดการสอนสามารถใช้วิธีการคำนวณธรรมดาหาค่า E_1 และ E_2 ได้ ด้วยวิธีการคำนวณธรรมดา ดังนี้

สำหรับ E_1 คือ ค่าประสิทธิภาพของงานและแบบฝึกปฏิบัติ กระทำได้โดยการนำคะแนนงานทุกชิ้นของผู้เรียนในแต่ละกิจกรรม แต่ละคนมารวมกัน แล้วหาค่าเฉลี่ยและเทียบส่วนโดยเป็นร้อยละ

สำหรับค่า E_2 คือ ประสิทธิภาพผลลัพธ์ของการประเมินหลังเรียนของแต่ละสื่อหรือชุดการสอน กระทำได้โดยการเอาคะแนนจากการสอบหลังเรียนและคะแนนจากงานสุดท้ายของผู้เรียนทั้งหมดรวมกันหาค่าเฉลี่ยแล้วเทียบส่วนร้อยละ เพื่อหาค่าร้อยละ

2.6.4 ขั้นตอนการทดสอบประสิทธิภาพ

เมื่อผลิตสื่อหรือชุดการสอนขึ้นเป็นต้นแบบแล้ว ต้องนำสื่อหรือชุดการสอนไปทดสอบหาประสิทธิภาพ ตามขั้นตอนต่อไปนี้

2.6.4.1 การทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว (1 : 1) เป็นการทดสอบประสิทธิภาพ

ที่ผู้สอน 1 คน ทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอนกับผู้เรียน 1-3 คน โดยใช้เด็กอ่อน ปานกลาง และเด็กเก่ง ระหว่างทดสอบประสิทธิภาพให้จับเวลาในการประกอบกิจกรรม สังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนว่า หงุดหงิด ทำหน้าฉงน หรือทำท่าทางไม่เข้าใจหรือไม่ ประเมินการเรียนรู้จากกระบวนการ คือ กิจกรรมหรือภารกิจและงานที่มอบให้ทำ และทดสอบหลังเรียน นำคะแนนมา

คำนวณหาประสิทธิภาพ หากไม่ถึงเกณฑ์ต้องปรับปรุงเนื้อหาสาระ กิจกรรมระหว่างเรียนและเอกสารเป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบทดสอบหลังเรียนให้ดีขึ้น โดยปกติคะแนนที่ได้จากการทดสอบประสิทธิภาพแบบเดียวนี้นี้จะได้คะแนนต่ำกว่าเกณฑ์มาก แต่ไม่ต้องวิตกเมื่อปรับปรุงแล้วจะสูงขึ้นมาก ก่อนนำไปทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม ทั้งนี้ E_1/E_2 ที่ได้จะมีค่าประมาณ 60/60

2.6.4.2 การทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม (1 : 10) เป็นการทดสอบประสิทธิภาพที่ผู้สอน 1 คน ทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอนกับผู้เรียน 6-10 คน (ละผู้เรียนที่เก่งปานกลาง และอ่อน) ระหว่างทดสอบประสิทธิภาพให้จับเวลาในการประกอบกิจกรรม สังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนว่า หงุดหงิด ทำหน้าฉงน หรือทำท่าทางไม่เข้าใจหรือไม่ หลังจากทดสอบประสิทธิภาพให้ประเมินการเรียนรู้จากกระบวนการ คือ กิจกรรมหรือภารกิจและงานที่มอบให้ทำและประเมินผลลัพธ์คือการทดสอบหลังเรียน และงานสุดท้ายที่มอบให้ผู้เรียนทำส่งก่อนสอบประจำหน่วยให้นำคะแนนมาคำนวณหาประสิทธิภาพ หากไม่ถึงเกณฑ์ต้องปรับปรุงเนื้อหาสาระ กิจกรรมระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนให้ดีขึ้น คำนวณหาประสิทธิภาพแล้วปรับปรุง ในคราวนี้คะแนนของผู้เรียนจะเพิ่มขึ้นอีกเกือบเท่าเกณฑ์โดยเฉลี่ยจะห่างจากเกณฑ์ประมาณ 10% นั่นคือ E_1/E_2 ที่ได้จะมีค่าประมาณ 70/70

2.6.4.3 การทดสอบประสิทธิภาพภาคสนาม (1 : 100) เป็นการทดสอบประสิทธิภาพที่ผู้สอน 1 คน ทดสอบประสิทธิภาพสื่อการสอนกับผู้เรียนทั้งชั้น ระหว่างทดสอบประสิทธิภาพให้จับเวลาในการประกอบกิจกรรม สังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนว่า หงุดหงิด ทำหน้าฉงน หรือทำท่าทางไม่เข้าใจหรือไม่ หลังจากทดสอบประสิทธิภาพภาคสนามแล้วให้ประเมินการเรียนรู้จากกระบวนการ คือ กิจกรรมหรือภารกิจและงานที่มอบให้ทำและทดสอบหลังเรียน นำคะแนนมาคำนวณหาประสิทธิภาพ หากไม่ถึงเกณฑ์ต้องปรับปรุงเนื้อหาสาระ กิจกรรมระหว่างเรียน และแบบทดสอบหลังเรียนให้ดีขึ้น แล้วนำไปทดสอบประสิทธิภาพภาคสนามซ้ำกับผู้เรียนต่างกลุ่ม อาจทดสอบประสิทธิภาพ 2-3 ครั้ง จนได้ค่าประสิทธิภาพถึงเกณฑ์ขั้นต่ำ

ผลลัพธ์ที่ได้จากการทดสอบประสิทธิภาพภาคสนามควรใกล้เคียงกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ หากต่ำกว่าเกณฑ์ไม่เกิน 2.5% ให้ยอมรับว่าสื่อการสอนมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ หากค่าที่ได้ต่ำกว่าเกณฑ์มากกว่า -2.5 ให้ปรับปรุงและทดสอบประสิทธิภาพภาคสนามซ้ำ หากสูงกว่าเกณฑ์ไม่เกิน +2.5 ให้ยอมรับว่าสื่อการสอนมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ หากค่าที่ได้สูงกว่าเกณฑ์เกิน +2.5 ให้ปรับเกณฑ์ขึ้นไปอีกหนึ่งขั้น ตามค่าประสิทธิภาพที่ทดสอบประสิทธิภาพได้

2.6.5 การเลือกผู้เรียนมาทดสอบประสิทธิภาพสื่อการสอน

ผู้เรียนที่ผู้สอนจะเลือกมาทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน ควรเป็นตัวแทนของผู้เรียนที่เราจะนำสื่อหรือชุดการสอนนั้นไปใช้ ดังนั้น จึงควรพิจารณาประเด็นต่อไปนี้

2.6.5.1 สำหรับการทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว (1 : 1) เป็นการทดสอบประสิทธิภาพ ครู 1 คน ต่อเด็ก 1-3 คน ให้ทดสอบประสิทธิภาพกับเด็กอ่อนเสียก่อน ทำการปรับปรุง

แล้วนำไปทดสอบประสิทธิภาพกับเด็กปานกลาง และนำไปทดสอบประสิทธิภาพกับเด็กเก่ง อย่างไรก็ตามหากเวลาไม่อำนวยและสภาพการณ์ไม่เหมาะสม ก็ให้ทดสอบประสิทธิภาพกับเด็กอ่อนหรือเด็กปานกลาง โดยไม่ต้องทดสอบประสิทธิภาพกับเด็กเก่งก็ได้ แต่การทดสอบประสิทธิภาพกับเด็กทั้งสามระดับจะเป็นการสะท้อนธรรมชาติการเรียนรู้ที่แท้จริง ที่เด็กเก่ง กลาง อ่อนจะได้ช่วยเหลือกัน เพราะเด็กอ่อนบางคนอาจจะเก่งในเรื่องที่เด็กเก่งทำไม่ได้

2.6.5.2 สำหรับการทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม (1 : 10) เป็นการทดสอบประสิทธิภาพที่ครู 1 คนทดสอบประสิทธิภาพกับเด็ก 6-10 คน โดยให้มีผู้เรียนคละกันทั้งเด็กเก่ง ปานกลาง เด็กอ่อน ห้ามทดสอบประสิทธิภาพกับเด็กอ่อนล้วน หรือเด็กเก่งล้วน ขณะทำการทดสอบประสิทธิภาพ ผู้สอนจะต้องจับเวลาด้วยว่ากิจกรรมแต่ละกลุ่มใช้เวลาเท่าไร ทั้งนี้เพื่อให้ทุกกลุ่มกิจกรรมใช้เวลาใกล้เคียงกัน โดยเฉพาะการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ที่กำหนดให้ใช้เวลาเท่ากัน คือ 10 - 15 นาที สำหรับระดับประถมศึกษาและ 15 - 20 นาที สำหรับระดับมัธยมศึกษา

2.6.5.3 สำหรับการทดสอบประสิทธิภาพภาคสนาม (1 : 100) เป็นการทดสอบประสิทธิภาพที่ใช้ครู 1 คน กับผู้เรียนทั้งชั้น กับผู้เรียน 30-40 คน (หรือ 100 คน สำหรับสื่อหรือชุดการสอนรายบุคคล) ชั้นเรียนที่เลือกมาทดสอบประสิทธิภาพจะต้องมีผู้เรียนคละกันทั้งเก่งและอ่อน ไม่ควรเลือกห้องเรียนที่มีเด็กเก่ง หรือเด็กอ่อนล้วน

สัดส่วนที่ถูกต้องในการกำหนดจำนวนผู้เรียนที่มีระดับความสามารถแตกต่างกัน ควรยึดจำนวนจากการแจกแจงปกติ ที่จำแนกผู้เรียนเป็น 5 กลุ่ม คือ ผู้เรียนเก่งมาก (เหรียญเพชร) ร้อยละ 1.37 (1 คน) ผู้เรียนเก่ง (เหรียญเงิน) ร้อยละ 14.63 (15 คน) ผู้เรียนปานกลาง (เหรียญเงิน) ร้อยละ 68 (68 คน) ผู้เรียนอ่อน (เหรียญทองแดง) ร้อยละ 14.63 (15 คน) และผู้เรียนอ่อนมาก (เหรียญตะกั่ว) ร้อยละ 1.37 (1 คน)

เมื่อยึดการแจกแจงปกติเป็นเกณฑ์กำหนดจำนวนผู้เรียนที่จะนำมาทดสอบประสิทธิภาพสื่อและชุดการสอน ก็จะได้ผู้เรียนเก่งประมาณร้อยละ 16 ผู้เรียนปานกลางร้อยละ 68 และผู้เรียนอ่อนร้อยละ 16

เนื่องจากการทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน ต้องใช้สถานที่ในการจัดกิจกรรมและใช้เวลามากกว่า สำหรับการทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยวและแบบกลุ่ม ควรใช้เวลานอกชั้นเรียนหรือแยกผู้เรียนมาเรียนต่างหากจากห้องเรียน อาจเป็นห้องประชุมของโรงเรียน โรงอาหารหรือสนามได้หรือไม่ก็ได้ ส่วนการทดสอบประสิทธิภาพแบบสนามควรใช้ห้องเรียนจริง แต่ผู้เรียนที่ใช้ทดสอบประสิทธิภาพต้องสุ่มผู้เรียนแต่ละระดับมาจากหลายห้องเรียนในโรงเรียนเดียวกันหรือต่างโรงเรียน เพื่อให้ได้สัดส่วนจำนวนตามการแจกแจงปกติ ในกรณีที่ไม่สามารถหาผู้เรียนตามสัดส่วนการแจกแจงปกติได้ ผู้ทดสอบประสิทธิภาพอาจสุ่มแบบเจาะจง โดยใช้ห้องเรียนใดห้องเรียนหนึ่งทำการทดสอบประสิทธิภาพ แต่จะต้องระบุไว้ในข้อจำกัดของการวิจัยในบทนำและ

นำไปอภิปรายผลในบทสุดท้าย เพราะค่าประสิทธิภาพที่ได้แม้จะถึงเกณฑ์ที่กำหนดก็ถึงอย่างมีเงื่อนไข เพราะกลุ่มตัวอย่างมิได้สะท้อนสัดส่วนที่แท้จริงตามการแจกแจงปกติ

2.6.6 ข้อควรคำนึงในการทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน

เพื่อให้การทดสอบประสิทธิภาพของสื่อหรือชุดการสอนได้ผลการทดสอบที่คุ้มค่า มีสิ่งให้ผู้ทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอนควรคำนึงถึง ดังนี้

2.6.6.1 การเลือกผู้เรียนเข้าร่วมการทดสอบประสิทธิภาพ ควรเลือกผู้เรียนที่เป็นตัวแทนของผู้เรียนที่ใช้สื่อหรือชุดการสอน ตามแนวทางการสุ่มตัวอย่างที่ถูกต้อง

2.6.6.2 การเลือกเวลาและสถานที่ทดสอบประสิทธิภาพ ควรหาสถานที่และเวลาที่ปราศจากเสียงรบกวน ไม่ร้อนอบอ้าว และควรทดสอบประสิทธิภาพในเวลาที่ยุ่เรียนไม่หิวกระหาย ไม่รีบร้อนกลับบ้าน หรือไม่ต้องพะวักพะวนไปเข้าเรียนในชั้นอื่น

2.6.6.3 การชี้แจงวัตถุประสงค์และวิธีการทดสอบ ต้องชี้แจงให้ผู้เรียนทราบถึงวัตถุประสงค์ของการทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอนและการจัดห้องเรียนแบบศูนย์การเรียนรู้ หากผู้เรียนไม่คุ้นเคยกับวิธีการใช้สื่อหรือชุดการสอน

2.6.6.4 การรักษาสถานการณ์ตามความเป็นจริง สำหรับการทดสอบประสิทธิภาพภาคสนามในชั้นเรียนจริง ต้องรักษาสภาพการณ์ให้เหมือนที่เป็นอยู่ในห้องเรียนทั่วไป เช่น ต้องใช้ครูเพียงคนเดียว ห้ามคนอื่นเข้าไปช่วย ผู้สังเกตการณ์ต้องอยู่ห่างๆ ไม่เข้าไปช่วยเหลือเด็ก ต้องปล่อยให้ครูผู้ทดสอบประสิทธิภาพสอนแก้ปัญหาด้วยเอง หากจำเป็นต้องได้รับความช่วยเหลือก็ให้ครูผู้สอนเป็นผู้บอกให้เข้าไปช่วย มิฉะนั้นการทดสอบประสิทธิภาพสอนก็ไม่สะท้อนสถานการณ์จริงที่มีคนสอนเพียงคนเดียว

2.6.6.5 ดำเนินการสอนตามขั้นตอน ไม่ว่าจะเป็นการทดลองแบบเดี่ยว แบบกลุ่ม และภาคสนาม หลังจากชี้แจงให้ผู้เรียนทราบเกี่ยวกับสื่อชุดการสอน และวิธีการสอนแล้วครูจะต้องดำเนินการสอนตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ในแต่ละระบบการสอน

1. สำหรับการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ ดำเนินตามขั้นตอน 5 ขั้นตอน คือ

1.1 สอบก่อนเรียน

1.2 นำเข้าสู่บทเรียน

1.3 ให้ผู้เรียนทำกิจกรรมกลุ่ม

1.4 สรุปบทเรียน (ครูสรุปเองหรือให้ผู้เรียนช่วยกันสรุปก็ได้ ทั้งนี้ต้องดูตามที่กำหนดไว้ในแผนการสอน)

1.5 สอบหลังเรียน

2. สำหรับการสอนแบบอิงประสบการณ์ มี 7 ขั้นตอน คือ

2.1 ประเมินก่อนเผชิญประสบการณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 2.2 ปฐมนิเทศ
- 2.3 เฉติญประสพการณหลัก ประสพการณรอง ตามภารกิจ และงานที่กาหนด
- 2.4 รายงานความก้าวหน้าการเฉติญประสพการณหลักและรอง
- 2.5 รายงานผลสุดท่าย
- 2.6 สรุปการเฉติญประสพการณ
- 2.7 ประเมินหลังเฉติญประสพการณ
3. สำหรับการสอนทางอิเล็กทรอนิกส์ ดำเนินตามขั้นตอน 7 ขั้นตอน คือ
 - 3.1 สอบกอนเรียน
 - 3.2 ศึกษาประมวลการสอน แผนกิจกรรม และเส้นทางการเรียน (Course Syllabus, Course Bulletin and Learning Route)
 - 3.3 ศึกษาเนื้อหาสาระที่กาหนดให้แบบออนไลันบน website หรือออฟไลันในซีดีหรือตำรา คือจากแหล่งความรู้ที่กาหนดให้
 - 3.4 ให้ผู้เรียนทำกิจกรรมเดี่ยว (Individual Assignment) และกิจกรรมกลุ่มร่วมมือ (Collaborative Group)
 - 3.5 ส่งงานที่มอบหมาย (Submission of Assignment)
 - 3.6 สรุปบทเรียน (ครูสรุปเอง หรือให้ผู้เรียนช่วยกันสรุปก็ได้ ทั้งนี้ต้องดูตามที่กาหนดไว้ในแผนการสอน
 - 3.7 สอบลหลังเรียน
4. สำหรับการสอนแบบบรรยายดำเนินตามขั้นตอน 5 ขั้นตอน คือ
 - 4.1 สอบกอนเรียน
 - 4.2 นำเข้าสู่บทเรียน
 - 4.3 ให้ผู้เรียนทำกิจกรรมกลุ่ม
 - 4.4 สรุปบทเรียน (ครูสรุปเองหรือให้ผู้เรียนช่วยกันสรุปก็ได้ ทั้งนี้ต้องดูตามที่กาหนดไว้ในแผนการสอน)
 - 4.5 สอบลหลังเรียน

2.6.7 บทบาทของครูขณะกำลังทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน

2.6.7.1 บทบาทของครูในขณะที่ทดสอบแบบเดี่ยวและแบบกลุ่ม

ในขณะที่กำลังทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน ครูควรปฏิบัติดังนี้

1. ต้องคอยสังเกตและบันทึกพฤติกรรมของผู้เรียนอย่างใกล้ชิด เพื่อดูว่าผู้เรียนทำหน้างาน เจียบหรือสงสัยประการใด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. สังเกตและปฏิสัมพันธ์ (Interaction Analysis) ของผู้เรียน โดยใช้แบบสังเกต ปฏิสัมพันธ์ที่มีผู้พัฒนาขึ้นแล้ว เช่น Flanders Interaction Analysis (FIA), Brown Interaction Analysis (BIA), Chaiyong Interaction Analysis (CIA)

3. พยายามรักษาสุขภาพจิต ไม่คาดหวัง หรือเครียดกับความเห็นที่ท่วมท้น ในการผลิตชุดการสอน หรือเครียดกับการเกรงว่า ผลการทดสอบประสิทธิภาพจะไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ เกรงว่าจะไม่ได้รับความร่วมมือจากผู้เรียน

4. สร้างบรรยากาศอบอุ่นและเป็นกันเองครูต้องเป็นกันเองกับผู้เรียน เวลาสอบ ก่อนเรียนยิ้มแย้มแจ่มใส สร้างบรรยากาศที่ผู้เรียนจะแสดงออกเสรี ไม่ทำหน้าเคร่งขรึมจนผู้เรียนกลัว

5. ต้องชี้แจงว่าการสอบครั้งนี้ไม่มีผลต่อการสอบไล่ปกติของผู้เรียนแต่ประการใด

6. ปลอ่ยให้ผู้เรียนศึกษาและประกอบกิจกรรมจากสื่อหรือชุดการสอนตาม ธรรมชาติ โดยทำทิวาครูไม่ได้สนใจจับผิดผู้เรียนด้วยการทำที่ทำงาน หรืออ่านหนังสือ

7. หากสังเกตว่าผู้เรียนคนใดมีปัญหาระหว่างการทดสอบ อย่าให้ความสนใจเป็นพิเศษ แต่ให้บันทึกพฤติกรรมไว้เพื่อจำมาซักถามและพูดคุยกับผู้เรียนในภายหลัง

2.6.7.2 บทบาทของครูภาคสนามกับผู้เรียนทั้งชั้น

1. ปฏิบัติตามข้อเสนอแนะที่นำเสนอทั้ง 7 ข้อ

2. ครูต้องพยายามอธิบายประเด็นต่างๆ กับผู้เรียนอย่างชัดเจน

3. เมื่อบอกให้ผู้เรียนลงมือประกอบกิจกรรมแล้ว ครูต้องหยุดพูดเสียงดัง หาก ประสงค์จะประกาศอะไรต้องรอจนเปลี่ยนกลุ่ม หรือไปพูดกับผู้เรียนคนนั้นหรือกลุ่มนั้น ด้วยเสียงที่พอได้ยินเฉพาะครูกับผู้เรียนครูต้องไม่พูดมากโดยไม่จำเป็น

4. ขณะที่ผู้เรียนประกอบกิจกรรม ครูจะต้องเดินไปตามกลุ่มต่างๆ เพื่อสังเกต พัฒนาการของผู้เรียนดูการทำงานของสมาชิกในกลุ่ม ความเป็นผู้นำ ผู้ตาม และอาจให้ความช่วยเหลือ ผู้เรียนกลุ่มใดหรือคนใดที่มีปัญหา แต่ไม่ควรไปนั่งเฝ้ากลุ่มใดกลุ่มหนึ่งโดยเฉพาะ เพราะจะทำให้ ผู้เรียนอึดอัด เครียด หรือบางคนอาจแสดงพฤติกรรมเชิงเพื่ออวดครู

5. เมื่อจะให้ผู้เรียนเปลี่ยนกลุ่ม ครูควรชี้แจงให้ผู้เรียนเดินช้าๆ ไม่ต้องรีบเร่ง และ ให้หัวหน้าเก็บสื่อการสอนใส่ซองไว้ให้เรียบร้อยก่อนเปลี่ยนไปกลุ่มอื่นๆ ห้ามหยิบชิ้นส่วนใดติดมือไป ยกเว้น “แบบฝึกปฏิบัติ” หรือ “กระดาษคำตอบ” ประจำตัวของผู้เรียนเอง

6. การเปลี่ยนกลุ่มกระทำได้ 3 วิธี คือ

6.1 เปลี่ยนพร้อมกันทุกกลุ่มหากทำกิจกรรมเสร็จพร้อมกัน

6.2 กลุ่มใดเสร็จก่อนให้ไปทำงานในกลุ่มสำรอง

6.3 หากมี 2 กลุ่มทำเสร็จพร้อมกันก็ให้เปลี่ยนกันทันที

7. หลังจากการทดสอบประสิทธิภาพสิ้นสุดลง ขอให้แสดงความชื่นชมที่ผู้เรียนให้ ความร่วมมือ และประสบความสำเร็จในการเรียนจากสื่อหรือชุดการสอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. หากทำได้ให้แจ้งผลการทดสอบหลังเรียนให้ผู้เรียนทราบเพื่อให้ประสบการณ์ที่เป็นความสำเร็จ

2.6.8 สิ่งที่ควรปฏิบัติหลังทดสอบประสิทธิภาพ

เมื่อทำการทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอนเสร็จแล้ว ครูผู้สอนและสมาชิกในกลุ่มฝึกปฏิบัติผลิตสื่อหรือชุดการสอน ควรปฏิบัติดังต่อไปนี้

2.6.8.1 นำผลงานและแบบฝึกปฏิบัติของผู้เรียนมาตรวจ โดยการให้คะแนนกิจกรรมทุกชนิดแล้วหาค่าเฉลี่ยและทำเป็นร้อยละ

2.6.8.2 นำผลการสอบหลังเรียนมาหาค่าเฉลี่ยและทำเป็นค่าร้อยละ

2.6.8.3 นำผลการสอบก่อนเรียนและหลังเรียนมาเขียนแผนภูมิเปรียบเทียบเพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการบรรยายผลการสอน และจัดนิทรรศการ (หากมี)

2.6.8.4 นำสื่อการสอน ซึ่งมีบัตรคำสั่ง บัตรสรุปเนื้อหา บัตรกิจกรรม ภาพชุด ฯลฯ มาปรับปรุงแก้ไขให้ดีขึ้น

2.6.9 การยอมรับหรือไม่ยอมรับประสิทธิภาพ

เมื่อทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอนภาคสนามแล้ว เทียบค่า E_1/E_2 ที่หาได้จากสื่อหรือชุดการสอนกับ E_1/E_2 ที่ตั้งเกณฑ์ไว้ เพื่อดูว่าจะยอมรับประสิทธิภาพหรือไม่ การยอมรับประสิทธิภาพให้ถือค่าความแปรปรวน 25–5% นั่นคือประสิทธิภาพของสื่อหรือชุดการสอน ไม่ควรต่ำกว่าเกณฑ์เกิน 5% แต่โดยปกติกำหนดไว้ 2.5% เช่นตั้งเกณฑ์ประสิทธิภาพไว้ 90/90 เมื่อทดสอบประสิทธิภาพ 1:100 แล้ว สื่อหรือชุดการสอนนั้นมีประสิทธิผล 87.5/87.5 จึงสามารถยอมรับได้ว่าสื่อหรือชุดการสอนนั้นมีประสิทธิภาพ

การยอมรับประสิทธิภาพของสื่อหรือชุดการสอนมี 3 ระดับ คือ

1. สูงกว่าเกณฑ์
2. เท่าเกณฑ์
3. ต่ำกว่าเกณฑ์ แต่ยอมรับว่ามีประสิทธิภาพ

2.7 การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.7.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Achievement Test) หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ความสามารถของบุคคลในด้านวิชาการ ซึ่งเป็นผลจากการเรียนรู้ในเนื้อหาสาระและตามวัตถุประสงค์ของวิชาหรือเนื้อหาที่สอบนั้น โดยทั่วไปจะวัดผลสัมฤทธิ์ในวิชาต่างๆ ที่เรียนในโรงเรียน วิทยาลัย มหาวิทยาลัย หรือสถาบันการศึกษาต่างๆ (บุญชม ศรีสะอาด: 2560 : 56)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.2 การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แนวความคิดในการวัดที่นิยมกัน ได้แก่ การเขียนแบบทดสอบตามการจัดประเภทของจุดประสงค์ทางการศึกษาด้านพุทธิพิสัย (Cognitive) ของบลูม (Benjamin S. Bloom) และคณะ ซึ่งจำแนกจุดประสงค์ทางการศึกษาด้านพุทธิพิสัย ออกเป็น 6 ประเภท ได้แก่

1. ความรู้ (Knowledge)
2. ความเข้าใจ (Comprehension)
3. การนำไปใช้ (Application)
4. การวิเคราะห์ (Analysis)
5. การสังเคราะห์ (Synthesis)
6. การประเมินค่า (Evaluation)

งานวิจัยทางการศึกษาและพฤติกรรมศาสตร์จำนวนมาก ที่ใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ เป็นเครื่องมือในการรวบรวมข้อมูล และแบบทดสอบดังกล่าวมักจะเป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ (Multiple Choice) ทั้งนี้เนื่องจากเป็นแบบทดสอบที่มีข้อดี มีความเหมาะสมหลายประการ เช่น สามารถตรวจให้คะแนนได้ง่ายและรวดเร็ว ถ้าได้ครอบคลุมเนื้อหาสาระต่างๆ ภายในเวลาที่จำกัด สามารถวิเคราะห์และปรับปรุงให้มีคุณภาพดีเป็นมาตรฐาน เป็นต้น การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ เพื่อใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลจะต้องมีการวางแผนอย่างดี เพื่อที่จะให้ได้แบบทดสอบที่เป็นมาตรฐาน สามารถเก็บรวบรวมข้อมูลได้อย่างเที่ยงตรง คะแนนที่วัดมามีความเชื่อมั่นสูง การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ สามารถดำเนินตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. วิเคราะห์จุดประสงค์และเนื้อหาวิชา

ขั้นแรกจะต้องทำการวิเคราะห์ดูว่ามีหัวข้อเนื้อหาใดบ้างที่ต้องการให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ และที่จะต้องวัด แต่ละหัวข้อเหล่านั้นต้องการผู้เขียนเกิดพฤติกรรมหรือสมรรถภาพอะไร ต้องมีการกำหนดออกมาให้ชัดเจน

2. กำหนดพฤติกรรมย่อยที่จะออกข้อสอบ

จากขั้นแรก พิจารณาต่อไปว่าจะวัดพฤติกรรมย่อยอะไรบ้างอย่างละเอียด ข้อ พฤติกรรมย่อย ดังกล่าว คือจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมนั่นเอง เมื่อกำหนดจำนวนข้อที่ต้องการเสร็จแล้ว ต่อมาพิจารณาว่าจะต้องออกข้อสอบเกินไว้หัวข้อละกี่ข้อ ควรออกเกินไว้ไม่ต่ำกว่า 25% ทั้งนี้ เนื่องจากหลังจากที่นำไปทดลองใช้ และวิเคราะห์หาคุณภาพของข้อสอบรายข้อแล้ว จะตัดข้อที่มีคุณภาพไม่เข้าเกณฑ์ออก ข้อสอบที่เหลือจะได้ไม่น้อยกว่าจำนวนที่ต้องการ

3. กำหนดรูปแบบของข้อคำถามและศึกษาวิธีเขียนข้อสอบ

ทำการพิจารณาและตัดสินใจว่าจะใช้ข้อคำถามรูปแบบใด ศึกษาวิธีเขียนข้อสอบ เช่น ศึกษาหลักในการเขียนข้อคำถามแบบนั้นๆ ศึกษาวิธีเขียนข้อสอบเพื่อวัดจุดประสงค์ต่างๆ ศึกษาเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เทคโนโลยีในการเขียนข้อสอบ เพื่อที่จะได้นำมาใช้ในการเขียนข้อสอบของตน

4. เขียนข้อสอบ

ลงมือเขียนข้อสอบตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม และใช้รูปแบบเทคนิคการเขียนข้อสอบตามที่ได้ศึกษาในขั้นตอนที่ 3

5. ตรวจทานข้อสอบ

นำข้อสอบที่ได้เขียนไว้ มาพิจารณาทบทวนอีกครั้งหนึ่ง โดยพิจารณาความถูกต้องตามหลักวิชา พิจารณาว่าแต่ละข้อวัดพฤติกรรมย่อยหรือจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ต้องการได้หรือไม่ ภาษาที่ใช้เขียนต้องมีความชัดเจน เข้าใจง่ายหรือไม่ ตัวถูกตัวลวงเหมาะสมเข้าเกณฑ์หรือไม่ ทำการปรับปรุงให้เหมาะสมยิ่งขึ้น

6. ให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความเที่ยงตรงตามเนื้อหา

นำจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของข้อสอบแต่ละข้อที่วัดแต่ละจุดประสงค์ไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดผลและด้านเนื้อหา จำนวนไม่ต่ำกว่า 3 คน พิจารณารายข้อสอบแต่ละข้อวัดตามจุดประสงค์ที่ระบุไว้นั้นได้หรือไม่

7. พิมพ์แบบทดสอบฉบับทดลอง

นำข้อสอบทั้งหมดที่ผ่านการพิจารณาว่าเหมาะสมเข้าเกณฑ์ในขั้นตอนที่ 6 มาจัดพิมพ์เป็นแบบทดสอบ มีคำชี้แจงเกี่ยวกับแบบทดสอบ วิธีตอบ จัดวางรูปแบบการพิมพ์ให้เหมาะสม

8. ทดลองใช้ วิเคราะห์คุณภาพ และปรับปรุง

นำเอาแบบทดสอบไปทดลองสอบกับที่คล้ายกับกลุ่มตัวอย่างจริง โดยทำการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน นำเอาผลการสอบทั้งสองครั้งมาวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบรายข้อ คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกเข้าเกณฑ์ตามจำนวนที่ต้องการ และหาค่าความเชื่อมั่น

9. พิมพ์แบบทดสอบฉบับจริง

นำข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกที่เข้าเกณฑ์ จากผลการวิเคราะห์ในขั้นตอนที่ 8 มาพิมพ์เป็นแบบทดสอบฉบับจริงต่อไป โดยเน้นรูปแบบการพิมพ์ที่ประณีต มีความถูกต้อง มีคำชี้แจงที่ละเอียดแจ่มชัด ผู้อ่านเข้าใจง่าย ซึ่งหลักในการเขียนข้อสอบแบบเลือกตอบมีรายละเอียดดังนี้

9.1 ควรถามในเรื่องที่มีคุณค่าต่อการวัด

9.2 เขียนตอนนำหรือตอนถามให้อยู่ในรูปของคำถาม

9.3 ตัวคำถามมีความหมายแจ่มชัด

9.4 คำตอบที่ถูกต้องเป็นคำตอบที่ถูกต้องตามหลักวิชาจริงๆ

9.5 คำตอบที่ถูกต้องกับคำตอบที่ผิดไม่แตกต่างกันจนเห็นชัดเจนไป

9.6 แต่ละข้อจะต้องมีคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9.7 ตัวคำตอบที่ถูกต้อง จะต้องไม่มีลักษณะรูปแบบแตกต่างจากตัวลวงอื่นๆ อย่างเห็นได้ชัด

9.8 ตัวควรจะเป็นคำตอบที่มีคุณค่าสำหรับเป็นตัวลวง

9.9 ตัวเลือกไม่ก้ำก๋ายกัน

9.10 ใช้ตัวเลือกปลายเปิดให้เหมาะสม

9.11 เรียงลำดับตัวเลือกที่เป็นตัวเลข

9.12 ไม่ใช่คำฟุ่มเฟือย

9.13 มีตัวเลือก 4 หรือ 5 ตัว

9.14 กรณีใช้คำถามแบบปฏิเสธ ควรใช้ให้เหมาะสมและขีดเส้นใต้หรือพิมพ์ตัวใหญ่หรือตัวหนาตรงปฏิเสธนั้น

9.15 ออกให้เป็นรูปภาพถ้าสามารถทำได้

9.16 ไม่ควรให้ตัวเลือกใดตัวเลือกหนึ่งมีโอกาสถูกบ่อยจนเกินไป

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

พัชรภรณ์ ชันสมบัติ (2561 : บทคัดย่อ) วิจัยเรื่องสื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่อง การต่อวงจรไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์บนแผงทดลอง การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาหาคุณภาพสื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง 2) หาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง 3) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนด้วยสื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง 4) ศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนที่เรียนด้วยสื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาครุศาสตร์ วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ผ่านการเรียนวิชาการปฏิบัติงานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น โดยเลือกแบบเจาะจง จำนวน 30 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย สื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง แบบประเมินคุณภาพสื่อการเรียนรู้อุปกรณ์แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของสื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง ซึ่งมีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.30 - 0.77 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.20 - 0.67 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.94 และแบบประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ยค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าประสิทธิภาพ ค่าความเชื่อมั่น และ t-test

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการวิจัยพบว่า 1) คุณภาพของสื่อการเรียนรู้ประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา อยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.54$, S.D. = 0.36) และด้านเทคนิคการผลิตสื่ออยู่ในระดับดี ($\bar{X} = 3.90$, S.D. = 0.37) 2) สื่อการเรียนรู้มีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.95/83.65 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยสื่อการเรียนรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 4) ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อสื่อการเรียนรู้ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.26$, S.D. = 0.85)

เฉลิมชัย วิโรจน์วรรณ และ อนุมาศ แสงสว่าง (2560 : บทคัดย่อ) วิจัยเรื่องการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสานโลกจริง (Augmented Reality : AR) เพื่อพัฒนาสื่อการเรียนรู้ เรื่อง ฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบที่ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสานโลกจริง เพื่อใช้ในการเรียนรู้เรื่องฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์ และหาความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อระบบ โดยระบบที่พัฒนาขึ้นจะช่วยให้อาจารย์ผู้สอนมีรูปแบบในการเรียนการสอนที่ทันสมัยดึงดูดใจผู้เรียน ในการพัฒนาระบบได้นำเอาเทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสานโลกจริง (Augmented Reality) มาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาระบบ เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาระบบประกอบด้วยโปรแกรม Blender เพื่อสร้างโมเดล 3 มิติ โปรแกรม Unity 3D และโปรแกรม Matoria ผลการพัฒนาและประเมินความพึงพอใจด้วยแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อระบบจากผู้เชี่ยวชาญ 5 คน และอาจารย์ผู้สอน 20 คน จากคณะเทคโนโลยีสารสนเทศมหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ พบว่า ค่าเฉลี่ยความพึงพอใจที่มีต่อระบบ จากผู้เชี่ยวชาญอยู่ในระดับดีมาก โดยมีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจ 4.33 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.06 ในส่วนของอาจารย์ผู้สอน ค่าเฉลี่ยความพึงพอใจที่มีต่อระบบอยู่ในระดับดีมาก โดยมีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจ 4.46 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.03 ซึ่งสามารถสรุปได้ว่า สื่อการเรียนรู้นี้ช่วยกระตุ้นความสนใจ และเพิ่มความเข้าใจให้แก่ผู้เรียนตอบสนองการเรียนรู้ของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี

ดวงกมล อังอำนวยศิริ (2559 : บทคัดย่อ) วิจัยเรื่องสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง การใช้งานมัลติมีเตอร์ การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง การใช้งานมัลติมีเตอร์ที่มีคุณภาพ 2) หาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง การใช้งานมัลติมีเตอร์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักศึกษาหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาครุศาสตร์วิศกรรม ชั้นปีที่ 1 คณะครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาครุศาสตร์วิศกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จำนวน 32 คน ซึ่งใช้วิธีสุ่มอย่างง่ายโดยการจับสลากแบบรายห้อง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ 1) สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง การใช้งานมัลติมีเตอร์ 2) ใบงานการทดลอง 5 ใบงาน 3) แบบประเมินคุณภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง การใช้งานมัลติมีเตอร์ 4) แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 5) แบบบันทึกคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาคปฏิบัติ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการวิจัยพบว่า 1) สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง การใช้งาน มัลติมีเตอร์ ประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.57$, S.D. = 0.58) และ ด้านเทคนิคการผลิตสื่ออยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.61$, S.D. = 0.33) 2) สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยี ภาพเสมือนจริง เรื่อง การใช้งานมัลติมีเตอร์ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.88/82.38 ซึ่งสูงกว่า เกณฑ์ 80/80

ศณฎา สีก่อม (2559 : บทคัดย่อ) วิจัยเรื่องสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยี ภาพเสมือนจริง วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มีคุณภาพ 2) หาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้ ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์และ 3) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนรู้ระหว่างกลุ่มตัวอย่างที่เรียนด้วยสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์กับกลุ่มที่เรียนด้วยการสอนปกติ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทำวิจัย คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 3 สาขาวิชาครุศาสตร์วิศวกรรม แขนงวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ (03376308) ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 โดยเลือก แบบเจาะจง ได้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 2 กลุ่มการเรียนรู้ซึ่งจัดเป็นกลุ่มทดลอง 18 คน และกลุ่มควบคุม 18 คน รวม 36 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพ เสมือนจริง แบบประเมินคุณภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง และแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริงวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์

ผลการวิจัยพบว่า 1) สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริงวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ ประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.56$, S.D. = 0.38) และด้านเทคนิค การผลิตสื่ออยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.70$, S.D. = 0.32) 2) สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพ เสมือนจริง วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ มีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.78/82.10 สูงกว่าเกณฑ์ 80/80 3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพ เสมือนจริง สูงกว่าการเรียนจากการสอนปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .01

ณัฐพล รอทอง (2559 : บทคัดย่อ) วิจัยเรื่องการพัฒนาและหาประสิทธิภาพชุดการสอน เรื่อง หุ่นยนต์เดลต้าร่วมกับเทคโนโลยีความเสมือนจริง โดยใช้วิธีการจัดการเรียนการสอนแบบ สืบเสาะหาความรู้ การวิจัยการพัฒนาและหาประสิทธิภาพชุดการสอนในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาชุดการสอน เรื่อง หุ่นยนต์เดลต้า โดยการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกันเทคโนโลยีเสมือนจริง เป็นส่วนหนึ่งของรายวิชาหุ่นยนต์อุตสาหกรรม 2) เพื่อหาประสิทธิภาพ ชุดการสอน 3) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มตัวอย่าง 4) เพื่อเปรียบเทียบความคงทน ในการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยแบ่งเป็น กลุ่มทดลองเป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 4 สาขาวิชาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์จำนวน 12 คน และกลุ่มควบคุมเป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 4 สาขาวิชา เครื่องมือวัดและควบคุมจำนวน 12 คน การทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง จะใช้เอกสารประกอบการสอน เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่บนอินเทอร์เน็ต

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ และผู้สอนเดียวกัน โดยกลุ่มทดลองจะใช้สื่อเทคโนโลยีเสมือนจริงและดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ส่วนกลุ่มควบคุมใช้สื่อการสอนแบบภาพสไลด์ และดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนแบบบรรยาย

ผลการวิจัยพบว่า ผู้เชี่ยวชาญมีความพึงพอใจต่อชุดการสอนอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.65$) ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดการสอนอยู่ที่ระดับมาก ($\bar{X} = 4.42$) ประสิทธิภาพของชุดการสอนระหว่างกระบวนการ E_1 คิดเป็นร้อยละ 89.59 ส่วนของคะแนนหลังบทเรียน E_2 คิดเป็นร้อยละ 70.28 ผลการเรียนรู้ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มควบคุม และความคงทนการเรียนรู้ของกลุ่มตัวอย่างไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ชนินทร์ หนูฤทธิ์ (2559 : บทคัดย่อ) วิจัยเรื่องการพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม สำหรับรายวิชาทฤษฎีและคำนวณช่างยนต์ การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริมสำหรับรายวิชาทฤษฎีและคำนวณช่างยนต์บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ 2) ทาคุณภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม สำหรับรายวิชาทฤษฎีและคำนวณช่างยนต์ บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ 3) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนด้วยสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม สำหรับรายวิชาทฤษฎีและคำนวณช่างยนต์ บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ของกลุ่มตัวอย่าง และ 4) ศึกษาความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างหลังใช้สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม สำหรับรายวิชาทฤษฎีและคำนวณช่างยนต์ บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 2 ที่ลงทะเบียนรายวิชาทฤษฎีและคำนวณช่างยนต์ สาขาวิชาเครื่องกล ภาควิชาเครื่องกล วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ จำนวน 30 คน คัดเลือกด้วยวิธีแบบเจาะจง และให้กลุ่มตัวอย่างนำสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริมที่พัฒนาขึ้นไปเรียนรู้ด้วยตนเอง

ผลการวิจัยพบว่า สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม สำหรับรายวิชาทฤษฎีและคำนวณช่างยนต์ บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ มีคุณภาพที่ผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาที่ระดับดี ($\bar{X} = 4.42$) และด้านเทคนิคการผลิตสื่อที่ระดับดี ($\bar{X} = 4.45$) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่าง คะแนนหลังเรียนสูงกว่าคะแนนก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างหลังใช้สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริมที่พัฒนาขึ้น อยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.11$, S.D. = 0.59)

ศักดิ์รินทร์ พุ่มพุกษ์ (2559 : บทคัดย่อ) วิจัยเรื่องการพัฒนาหนังสือความจริงเสริม วิชาการกระจายเสียงและแพร่ภาพ สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี คณะนิเทศศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาและหาประสิทธิภาพหนังสือความจริงเสริม

วิชาการกระจายเสียงและแพร่ภาพ สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี คณะนิเทศศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อีสเทิร์นเอเชีย 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยหนังสือความจริงเสริม วิชาการกระจายเสียงและแพร่ภาพ สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี คณะนิเทศศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย และ 3) ศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาระดับปริญญาตรี คณะนิเทศศาสตร์ ที่มีต่อหนังสือความจริงเสริม วิชาการกระจายเสียงและแพร่ภาพ สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี คณะนิเทศศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน ได้มาโดยวิธีเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ หนังสือความจริงเสริม วิชาการกระจายเสียงและแพร่ภาพ แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน และแบบประเมินความพึงพอใจของผู้เรียน สถิติที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ค่าเฉลี่ยและการทดสอบค่าที (t-test) แบบ dependent

ผลการวิจัยพบว่า หนังสือความจริงเสริม วิชาการกระจายเสียงและแพร่ภาพ มีคุณภาพด้านสื่อในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.52 และด้านเนื้อหาอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.93 และมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์เท่ากับ 81.50/82.83 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 14.60 มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 17.57 การทดสอบค่าทีมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อหนังสือความจริงเสริมอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.63

สุภาพร เสือเริก (2558 : บทคัดย่อ) วิจัยเรื่องการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง คอมพิวเตอร์พื้นฐาน ด้วยเทคโนโลยีโลกเสมือนจริง การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ คือ 1) เพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเรื่องคอมพิวเตอร์พื้นฐานด้วยเทคโนโลยีโลกเสมือนจริง 2) เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ และ 3) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียที่พัฒนาขึ้น เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้เลือกกลุ่มตัวอย่างจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 1 จำนวน 50 คน จากการเลือกแบบเจาะจง มาทำการทดสอบบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง คอมพิวเตอร์พื้นฐาน ด้วยเทคโนโลยีโลกเสมือน โดยการทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน และได้ให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาและด้านเทคนิค

ผลการวิจัยพบว่า 1) รูปแบบของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง คอมพิวเตอร์พื้นฐาน ด้วยเทคโนโลยีโลกเสมือนจริง ประกอบด้วย 3 หน่วยการเรียนรู้ แต่ละหน่วยการเรียนรู้ประกอบด้วย ส่วนนำของแอปพลิเคชันแต่ละหัวข้อ และบทเรียนในการส่องมาร์คเกอร์ 2) ประสิทธิภาพของบทเรียนที่พัฒนามีค่าเท่ากับ 2.33 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ของเมกุยแกนส์ และ 3) คะแนนสอบหลังเรียนของนักเรียนสูงกว่าคะแนนสอบก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สรุปได้ว่า สามารถนำบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง คอมพิวเตอร์พื้นฐาน ด้วยเทคโนโลยีโลกเสมือน ไปใช้กับกลุ่มเป้าหมายได้

ณัฐฐาน นิธิภัทรณ์นิโชค (2558 : บทคัดย่อ) วิจัยเรื่องบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบหมุนเวียนโลหิต ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบหมุนเวียนโลหิต ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง 2) เพื่อหาประสิทธิภาพบทเรียนที่พัฒนาขึ้น 3) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทเรียนที่พัฒนาขึ้น 4) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนที่พัฒนาขึ้น กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของโรงเรียนเซนต์คาเบรียล เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร จำนวน 450 คน และกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพสื่อจำนวน 30 คน โดยการสุ่มแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย 1) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบหมุนเวียนโลหิต ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง 2) แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน 3) แบบประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ผลการวิจัยพบว่า 1) บทเรียนที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วยบทเรียน 3 บทประกอบด้วยระบบย่อยอาหาร ระบบไหลเวียนเลือด และระบบหายใจ 2) ประสิทธิภาพของบทเรียนมีค่า 1.98 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 1.00 ของเมกุยแกนส์ 3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนด้วยบทเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 4) ความพึงพอใจต่อบทเรียนของผู้เรียนอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.53$, S.D. = 0.57)

วิวัฒน์ มีสุวรรณ (2556 : บทคัดย่อ) วิจัยเรื่องการพัฒนารูปแบบชุดการเรียนการสอนร่วมกับเทคโนโลยีโลกเสมือนผลงานโลกจริง การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์คือ 1) เพื่อศึกษาองค์ประกอบชุดสื่อการเรียนการสอนร่วมกับเทคโนโลยีโลกเสมือนผลงานโลกจริง 2) เพื่อพัฒนาชุดสื่อการเรียนการสอนด้วยเทคโนโลยีโลกเสมือนผลงานโลกจริงตามองค์ประกอบที่ศึกษา 3) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนและหลังเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยชุดสื่อการเรียนการสอนด้วยเทคโนโลยีโลกเสมือนผลงานโลกจริง 4) ศึกษาความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อชุดสื่อการเรียนการสอนด้วยเทคโนโลยีโลกเสมือนผลงานโลกจริง ในการดำเนินการวิจัยผู้วิจัยได้พัฒนารูปแบบชุดสื่อการเรียนการสอนร่วมกับเทคโนโลยีโลกเสมือนผลงานโลกจริงขึ้น โดยผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญและนำชุดสื่อการเรียนการสอนร่วมกับเทคโนโลยีโลกเสมือนผลงานโลกจริง ไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นผู้เรียนชั้นประถมศึกษาชั้นปีที่ 4 โรงเรียนวังอิทก จังหวัดพิษณุโลกจำนวน 10 คน

ผลการวิจัยพบว่า 1) รูปแบบการชุดการเรียนการสอนร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนผลงานโลกจริง อยู่ในเกณฑ์เหมาะสมซึ่งประกอบด้วย คู่มือครู คู่มือนักเรียน เนื้อหาบทเรียน การทดสอบ สื่อเทคโนโลยีโลกเสมือนผลงานโลกจริง การนำเสนอภาพ 3 มิติ รูปแบบของ Marker และคุณลักษณะอื่นๆ ของชุดการเรียนการสอน 2) ผลการพัฒนาชุดสื่อการเรียนการสอนด้วยเทคโนโลยีโลกเสมือนผลงานโลกจริงตามองค์ประกอบที่ศึกษา มีผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุดในทุกองค์ประกอบ 3) ผลของการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่างที่เรียนด้วยชุดการเรียนการสอนร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนผลงานโลกจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4) กลุ่มตัวอย่างมีความคิดเห็นในการเรียนด้วยชุดการเรียนการสอนร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนผลงานโลกจริง พบว่า ผู้เรียนมีความรู้สึกชอบ แปลกใหม่ และน่าสนใจในการเรียน ขณะที่เรียนรู้ผู้เรียนเรียนด้วยความสนุกสนานและเพลิดเพลิน ได้รับความรู้ เนื้อหาที่น่าสนใจมีความน่าสนใจ มีประโยชน์ และไม่ยากเกินไป ได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเอง มีความเป็นอิสระในการเลือกเนื้อหาในการเรียนรู้ รูปภาพที่น่าสนใจมีลักษณะคล้ายกับของจริง ขนาดของรูปภาพมองเห็นได้ง่ายเหมาะสมกับจอภาพคอมพิวเตอร์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยในครั้งนี้เป็นการพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino โดยมีรายละเอียดตามหัวข้อดังต่อไปนี้

- 3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
- 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 3.3 การดำเนินการวิจัย
- 3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล
- 3.5 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1 ประชากร

ประชากร คือ นักศึกษาหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาครุศาสตร์ วิศวกรรม (5 ปี) ชั้นปีที่ 3 แขนงวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชา 03376610 เทคโนโลยีฮาร์ดแวร์เพื่อการสื่อสาร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 36 คน

3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาครุศาสตร์ วิศวกรรม (5 ปี) ชั้นปีที่ 3 แขนงวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชา 03376610 เทคโนโลยีฮาร์ดแวร์เพื่อการสื่อสาร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 ด้วยการเลือกแบบเจาะจง โดยให้มีคุณสมบัติใกล้เคียงกัน ประกอบด้วยนักศึกษาที่มีผลการเรียนสูง ปานกลาง และ ต่ำ แบ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างจำนวน 2 กลุ่ม จัดเป็นกลุ่มควบคุม 18 คน และกลุ่มทดลอง 18 คน

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

1. สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino
2. แบบประเมินคุณภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิ แบ่งเป็น 2 ด้าน ดังนี้
 - 2.1 แบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิ
 - 2.2 แบบประเมินคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิ
3. แบบทดสอบทางการเรียน
 - 3.1 แบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้
 - 3.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino

3.3 การดำเนินการวิจัย

ในการทำวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยดังนี้

- 3.3.1 สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino มีขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้
 1. ศึกษาทฤษฎี หลักการการออกแบบและสร้างสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม
 2. ศึกษาและวิเคราะห์สังเขปรายวิชา เพื่อกำหนดขอบเขต ลำดับขั้นตอนการเรียนรู้ และรายละเอียดเนื้อหาที่ผู้เรียนต้องศึกษา
 3. วิเคราะห์เนื้อหาและกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของเนื้อหาแต่ละหน่วยการเรียนรู้ โดยเรียงลำดับขั้นตอนการเรียนรู้จากง่ายไปหายาก
 4. ออกแบบต้นร่างสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino โดยวางโครงร่างของสื่อตามเนื้อหาและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
 5. สร้างแบบต้นร่างสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. นำต้นร่างสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

7. ดำเนินการสร้างสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino ตามต้นร่างและคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

8. นำสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino ที่ทำการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์แล้ว ไปทดลองใช้กับนักศึกษา 3 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาครุศาสตร์วิศวกรรมแขนงวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ที่เคยผ่านการเรียนวิชาเทคโนโลยีฮาร์ดแวร์เพื่อการสื่อสารโดยเลือกนักศึกษาที่เก่ง ปานกลาง และอ่อน อย่างละ 1 คน โดยใช้วิธีเลือกแบบเจาะจง สังเกตพร้อมบันทึกพฤติกรรมของผู้เรียนไว้ เพื่อหาข้อบกพร่องและนำไปปรับปรุงแก้ไข โดยทำการปรับขนาดของรูปที่แสดงการต่อวงจรให้มีขนาดใหญ่ขึ้น และใช้สีของสายต่อวงจรให้แตกต่างกันอย่างชัดเจนยิ่งขึ้น

9. นำสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino ที่ปรับปรุงในขั้นต้นไปทดลองใช้กับนักศึกษา 6 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาครุศาสตร์วิศวกรรม แขนงวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ที่เคยผ่านการเรียนวิชาเทคโนโลยีฮาร์ดแวร์เพื่อการสื่อสารโดยเลือกนักศึกษาที่เก่ง ปานกลาง และอ่อน อย่างละ 2 คน โดยใช้วิธีเลือกแบบเจาะจง สังเกตพร้อมบันทึกพฤติกรรมของผู้เรียนไว้ เพื่อหาข้อบกพร่องและนำไปปรับปรุงแก้ไข โดยทำการปรับขนาดของการแสดงผลให้มีขนาดใหญ่ขึ้น

10. นำสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความเหมาะสม

11. นำสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino ที่สร้างขึ้น ให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา จำนวน 3 ท่าน และผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ จำนวน 3 ท่าน ทำการประเมินคุณภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino โดยมีรายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิดังต่อไปนี้

ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา

(1) ผศ.ดร.ไพบุลย์ พวงวงศ์ตระกูล

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(2) ผศ.สุชิน อาจหาญ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

(3) ผศ.ดร.วรวิทย์ สมหา

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

(1) รศ.อรรถพร ฤทธิเกิด

รองศาสตราจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

(2) ผศ.ดร.ทองศักดิ์ โสวจิตตาทกุล

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

(3) อาจารย์ดวงกมล อังอำนวยศิริ

อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมหุ่นยนต์และอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะ

คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino ผลที่ได้ปรากฏว่า คุณภาพด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดีมาก โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.61 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.49 และด้านเทคนิคการผลิตสื่ออยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.73 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.45 (รายละเอียดในภาคผนวก จ. ตารางที่ จ.1 - จ.2)

12. ปรับปรุงแก้ไขสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino ตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิทั้งด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ โดยสรุปข้อควรปรับปรุงแก้ไขได้ดังนี้

ด้านเนื้อหา ควรปรับปรุงเนื้อหาให้มีความครบถ้วนสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น และควรจัดเรียงลำดับเนื้อหาจากง่ายไปหายาก

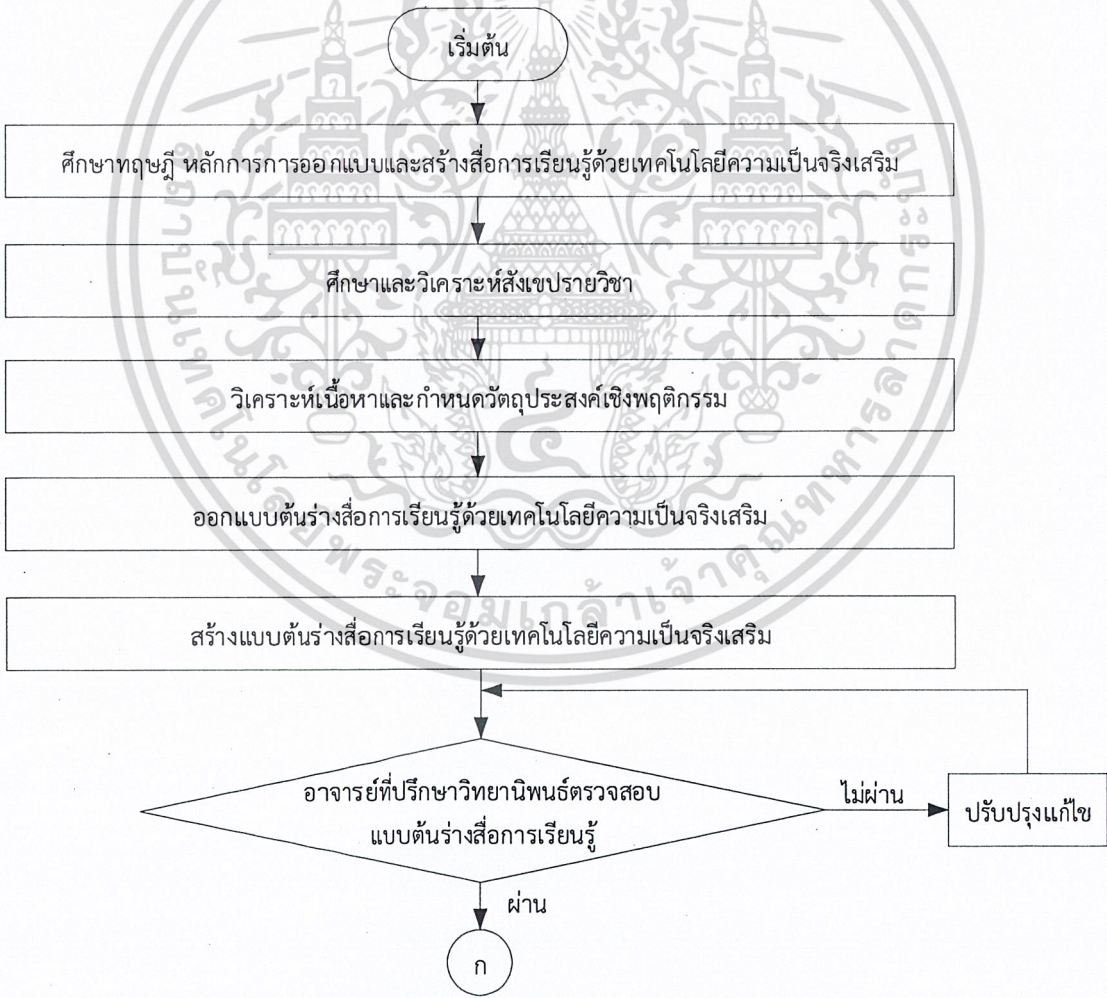
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ควรปรับความคมชัดของรูปภาพ ควรปรับขนาดของรูปภาพจน
ให้มองเห็นได้ง่ายยิ่งขึ้น ควรปรับความคมชัดของวิดีโอ ควรปรับตัวอักษรให้มีขนาดใหญ่อ่านได้ง่าย
ยิ่งขึ้น และควรปรับขนาดปุ่ม next และ back ให้มีขนาดใหญ่และกดได้ง่ายยิ่งขึ้น

13. นำสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งานไมโคร
คอนโทรลเลอร์ Arduino ที่ปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้ว เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
เพื่อทำการตรวจสอบอีกครั้ง

14. ได้สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งานไมโคร
คอนโทรลเลอร์ Arduino เพื่อนำไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นกลุ่มทดลอง จำนวน 18 คน
เพื่อทดสอบหาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้

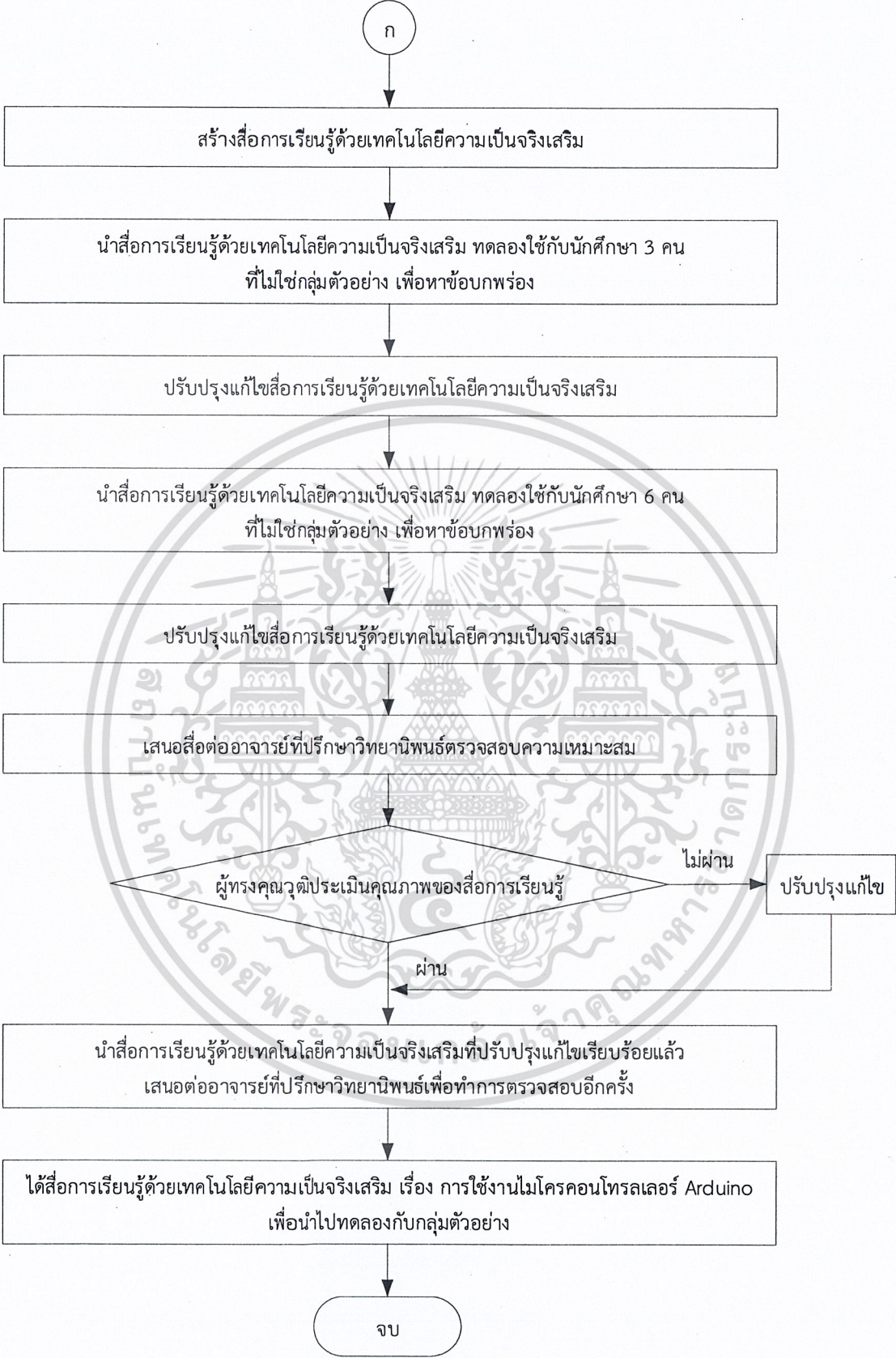
ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งาน
ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino ซึ่งมีรายละเอียดตามภาพที่ 3.1 ดังนี้



ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการสร้างสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งาน

ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.1 (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 แบบประเมินคุณภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิ

ผู้วิจัยได้สร้างแบบประเมินคุณภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino โดยแบ่งแบบประเมินออกเป็น 2 ด้าน คือ แบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาและแบบประเมินคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อ โดยได้ดำเนินการสร้างแบบประเมิน ตามขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาวิธีการสร้างแบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อจากตำราและเอกสารที่เกี่ยวข้อง
2. กำหนดวัตถุประสงค์และหัวข้อของแบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ
3. สร้างแบบประเมินคุณภาพ สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาและผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ตามแบบวัดเจตคติด้วยวิธีของลิเคิร์ต (Likert Scale) (บุญจันทร์ สีสันต์, 2560 : 80) แบบประเมินแต่ละด้านจะมีช่องระดับความคิดเห็นให้ผู้ทรงคุณวุฒิเลือกประเมิน ซึ่งแบ่งออกเป็น 5 ระดับ ดังนี้

- 5 หมายถึง ดีมาก
- 4 หมายถึง ดี
- 3 หมายถึง ปานกลาง
- 2 หมายถึง พอใช้
- 1 หมายถึง ควรปรับปรุง

เมื่อผู้ทรงคุณวุฒิทำการประเมินคุณภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยจะนำคะแนนที่ได้จากการตอบแบบประเมินคุณภาพมาคำนวณหาค่าเฉลี่ยเพื่อประเมินระดับคุณภาพของสื่อ โดยมีเกณฑ์การแปลความหมายค่าเฉลี่ยคุณภาพของสื่อตามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ ดังนี้

- 4.50 - 5.00 มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก
- 3.50 - 4.49 มีคุณภาพอยู่ในระดับดี
- 2.50 - 3.49 มีคุณภาพอยู่ในระดับปานกลาง
- 1.50 - 2.49 มีคุณภาพอยู่ในระดับพอใช้
- 1.00 - 1.49 มีคุณภาพอยู่ในระดับควรปรับปรุง

4. นำแบบประเมินคุณภาพสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบ และนำไปปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ได้แบบประเมินคุณภาพสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino สำหรับให้ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินคุณภาพของสื่อการเรียนรู้ เพื่อให้สื่อการเรียนรู้มีคุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแบบประเมินคุณภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino โดยมีรายละเอียดแสดง ดังภาพที่ 3.2 ดังนี้



ภาพที่ 3.2 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินคุณภาพสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino

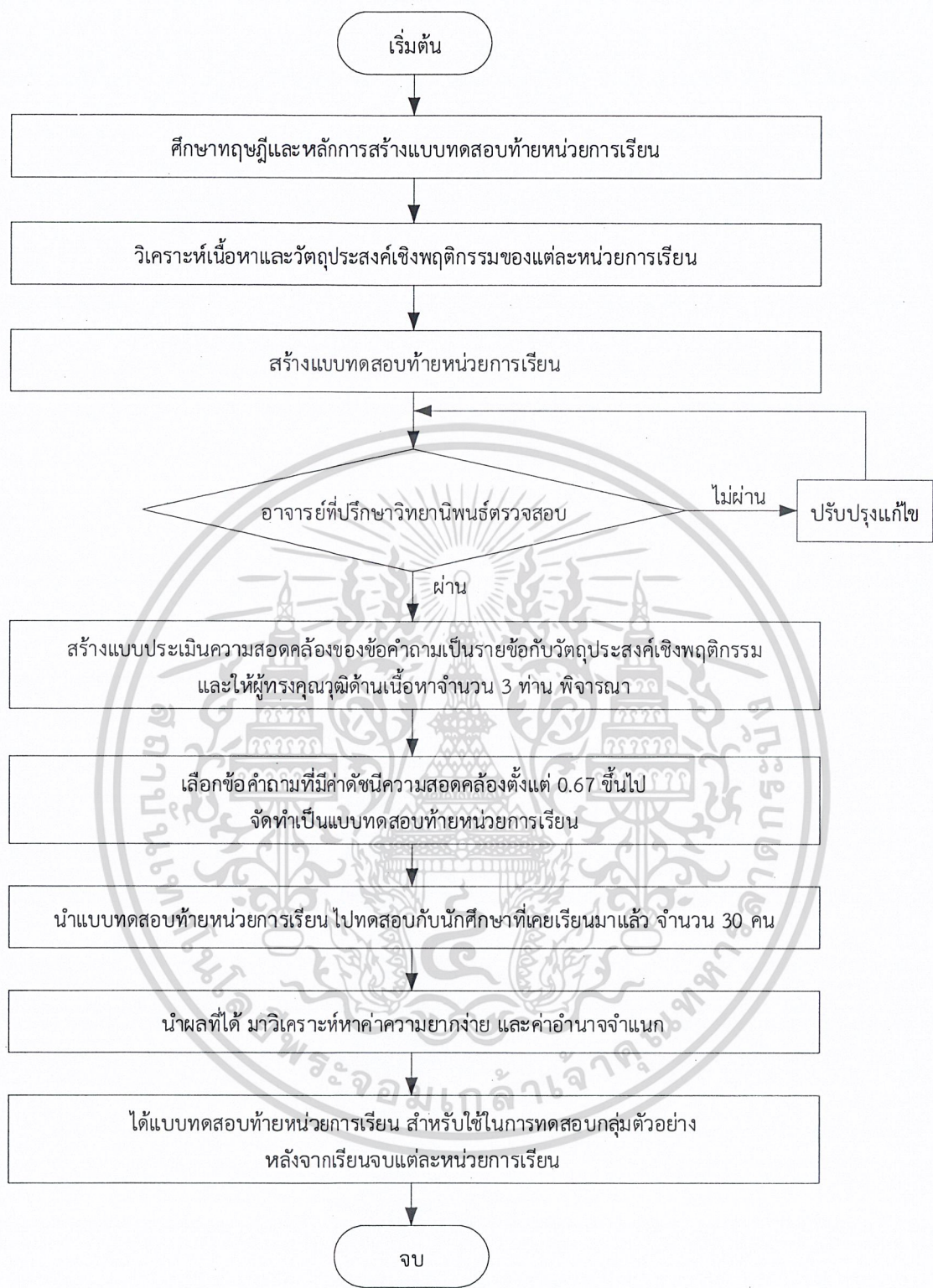
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3 แบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้

แบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้ แบ่งเป็น 5 หน่วยการเรียนรู้ มีลักษณะเป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก เกณฑ์ในการให้คะแนน คือ ตอบถูกให้ 1 คะแนน ตอบผิดหรือไม่ตอบให้ 0 คะแนน ตอบมากกว่า 1 ตัวเลือกให้ 0 คะแนน โดยการสร้างแบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้ มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

1. ศึกษาทฤษฎีและหลักการสร้างแบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้ จากคู่มือและเอกสารต่างๆ
2. วิเคราะห์เนื้อหาและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เรื่อง การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino ของแต่ละหน่วยการเรียนรู้ เพื่อสร้างแบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้
3. สร้างแบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ละ 12 ข้อ เป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ตามที่วิเคราะห์เนื้อหาและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
4. นำแบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้ไปปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาและความเหมาะสมของข้อคำถาม
5. ปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้ ตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
6. สร้างแบบประเมินความสอดคล้องของข้อคำถามเป็นรายข้อกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และนำแบบประเมินที่สร้างขึ้นให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาจำนวน 3 ท่าน ประเมินความสอดคล้อง โดยผลการพิจารณาให้คะแนนเป็นดังนี้
 - +1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อคำถามวัดได้ตรงวัตถุประสงค์
 - 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อคำถามวัดได้ตรงวัตถุประสงค์
 - 1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อคำถามวัดได้ไม่ตรงวัตถุประสงค์
 ซึ่งจะต้องมีค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามเป็นรายข้อกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ตั้งแต่ 0.50 – 1.00
7. เลือกข้อคำถามที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.67 ขึ้นไป ได้จำนวน 60 ข้อ มาจัดทำเป็นแบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้
8. นำแบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้ จำนวน 60 ข้อ ไปทดสอบกับนักศึกษาที่เคยเรียนมาแล้ว จำนวน 30 คน นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) เป็นรายข้อ แล้วเลือกข้อที่มีความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.23 – 0.77 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.20 – 0.53 (รายละเอียดในภาคผนวก ค ตารางที่ ค.3 - ค.7) ได้ข้อคำถามจำนวน 50 ข้อ
9. ได้แบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้ จำนวน 50 ข้อ ซึ่งแบ่งเป็นหน่วยการเรียนรู้ หน่วยละ 10 ข้อ สำหรับใช้ในการทดสอบกลุ่มตัวอย่างหลังจากเรียนจบแต่ละหน่วยการเรียนรู้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.3 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

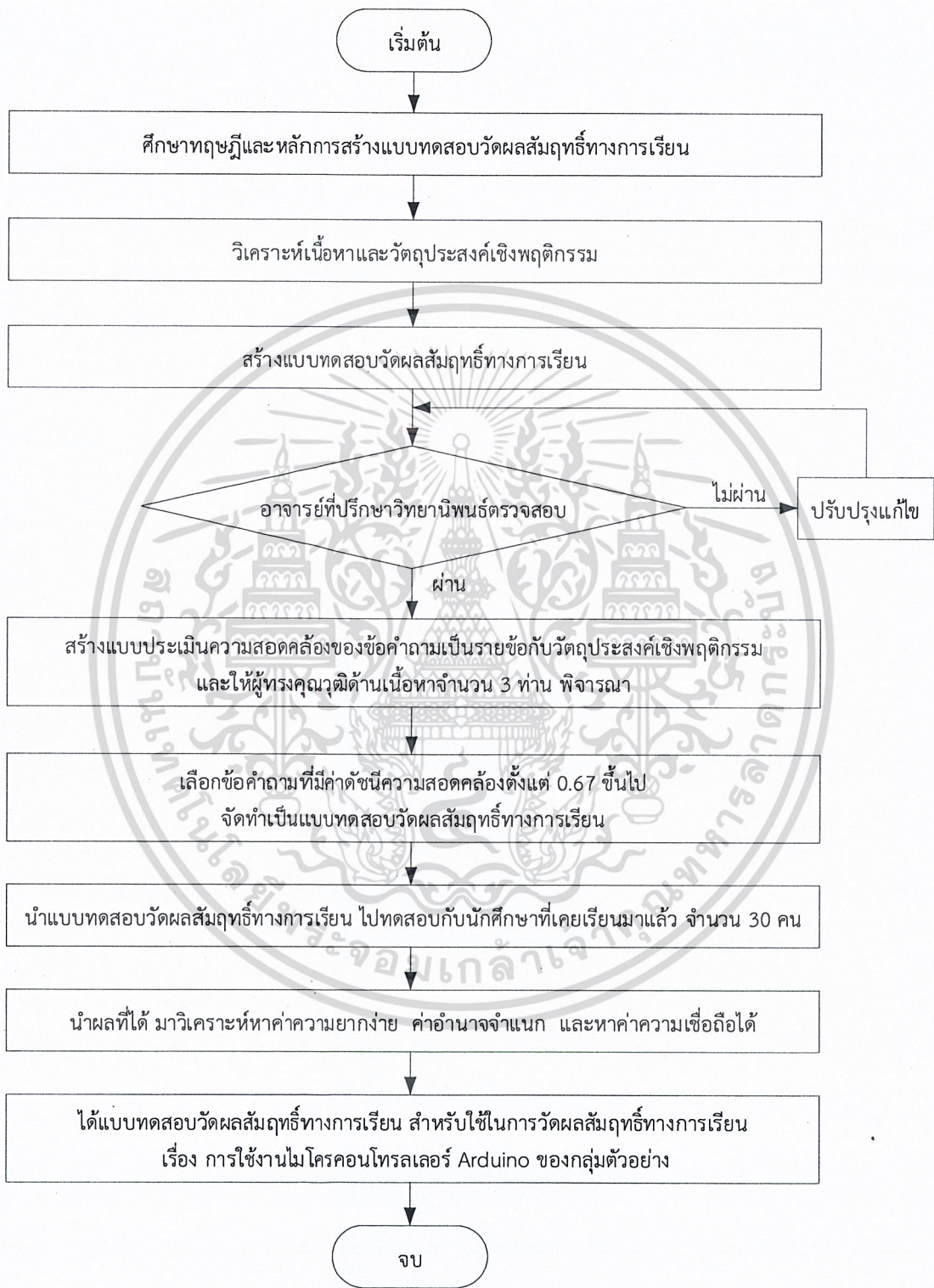
3.3.4 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino มีลักษณะเป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก เกณฑ์ในการให้คะแนน คือ ตอบถูกให้ 1 คะแนน ตอบผิดหรือไม่ตอบให้ 0 คะแนน ตอบมากกว่า 1 ตัวเลือกให้ 0 คะแนน โดยการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

1. ศึกษาทฤษฎีและหลักการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากคู่มือและเอกสารต่างๆ
2. วิเคราะห์เนื้อหาและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เรื่อง การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino เพื่อสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
3. สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจำนวน 65 ข้อ แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ตามที่วิเคราะห์เนื้อหาและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
4. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไปปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องตามเนื้อหาและความเหมาะสมของข้อคำถาม
5. ปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
6. สร้างแบบประเมินความสอดคล้องของข้อคำถามเป็นรายข้อกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และนำแบบประเมินที่สร้างขึ้นไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาจำนวน 3 ท่าน ประเมินความสอดคล้อง โดยผลการพิจารณาให้คะแนนเป็นดังนี้
 - +1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อคำถามวัดได้ตรงวัตถุประสงค์
 - 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อคำถามวัดได้ตรงวัตถุประสงค์
 - 1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อคำถามวัดได้ไม่ตรงวัตถุประสงค์
 ซึ่งจะต้องมีค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามเป็นรายข้อกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ตั้งแต่ 0.50 – 1.00
7. เลือกข้อคำถามที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.67 ขึ้นไป ได้จำนวน 62 ข้อ มาจัดทำเป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
8. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 62 ข้อ ไปทดสอบกับนักศึกษาที่เคยเรียนมาแล้ว จำนวน 30 คน นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) เป็นรายข้อ แล้วเลือกข้อที่มีความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.23 – 0.80 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.20 – 0.60 (รายละเอียดในภาคผนวก ค ตารางที่ ค.8) ได้ข้อคำถามจำนวน 50 ข้อ
9. หาค่าความเชื่อถือได้ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้สูตร KR 20 ของ Kuder-Richardson ได้ค่าเท่ากับ 0.89

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10. ได้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 50 ข้อ สำหรับใช้ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino ของกลุ่มตัวอย่าง



ภาพที่ 3.4 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยมีรายละเอียดดังนี้

- 1. ทำหนังสือขออนุญาต และขอความอนุเคราะห์จากงานบริหารวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ถึงคณบดีคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
- 2. ทำการนัดหมายกลุ่มตัวอย่างที่เป็นกลุ่มทดลองให้มาทำการทดลอง โดยใช้ระยะเวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูล แสดงดังตารางที่ 3.1 และให้กลุ่มตัวอย่างที่เป็นกลุ่มควบคุมเรียนตามปกติ

ตารางที่ 3.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ครั้งที่	เรื่อง	สถานที่	วัน/เวลา
1	แนะนำขั้นตอนการเรียนรู้ หน่วยที่ 1 ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino	IE3304	31 ม.ค. 2563 09.00-12.00 น.
2	หน่วยที่ 2 การใช้งานพอร์ตดิจิทัลอินพุต และเอาต์พุต	IE3304	31 ม.ค. 2563 13.00-16.00 น.
3	หน่วยที่ 3 การเชื่อมต่อกับแอลอีดี 7 ส่วน	IE3304	7 ก.พ. 2563 09.00-12.00 น.
4	หน่วยที่ 4 การเชื่อมต่อกับภาคแสดงผลแบบ ผล็กเหลว	IE3304	7 ก.พ. 2563 13.00-16.00 น.
5	หน่วยที่ 5 การใช้งานพอร์ตแอนะล็อกอินพุต และเอาต์พุต	IE3304	14 ก.พ. 2563 09.00-12.00 น.
6	แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	IE3304	28 ก.พ. 2563 09.00-12.00 น.

- 3. เมื่อถึงวันและเวลาที่นัดหมาย ผู้วิจัยชี้แจงวัตถุประสงค์ในการใช้สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม พร้อมแนะนำขั้นตอนการใช้งานสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม และให้ผู้เรียนติดตั้งแอปพลิเคชัน Zappar ในสมาร์ทโฟนของตนเอง
- 4. ให้กลุ่มทดลองเรียนด้วยสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ตามลำดับเนื้อหา โดยมีผู้วิจัยเป็นผู้ควบคุมดูแล และกลุ่มควบคุมเรียนกับผู้สอนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ เมื่อเรียนจบในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ ให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้
- 5. เมื่อเรียนครบทุกหน่วยการเรียนรู้แล้ว ให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูล ไปวิเคราะห์หาประสิทธิภาพ (E_1/E_2) ของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino
7. ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูล ไปวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มตัวอย่างที่เรียนด้วยสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino กับกลุ่มที่เรียนด้วยการสอนแบบปกติ โดยใช้การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ t-test Independent

3.5 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้วิธีทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

3.5.1 การประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino โดยนำความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิมาวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. หาค่าเฉลี่ย (Mean) (พรรณี ลีกิจวัฒน์. 2558 : 245) ดังนี้

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n} \tag{3.1}$$

เมื่อ $\bar{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ย
$\sum X$	แทน	ผลรวมของคะแนนที่ได้จากผู้ทรงคุณวุฒิแต่ละท่าน
n	แทน	จำนวนข้อมูลทั้งหมด

2. หาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) (พรรณี ลีกิจวัฒน์. 2558 : 248) ดังนี้

$$S = \sqrt{\frac{n\sum X^2 - (\sum X)^2}{n(n-1)}} \tag{3.2}$$

เมื่อ S	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
$\sum$	แทน	ผลรวม
X	แทน	คะแนนแต่ละตัวในชุดข้อมูล
n	แทน	จำนวนข้อมูลทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.2 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino หาได้โดยนำคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบท้ายหน่วย การเรียน และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มาหาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วย เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เพื่อหาว่าสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมที่สร้างขึ้นมี ประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 80/80 ใช้สูตร E_1/E_2 (ชัยยงค์ พรหมวงศ์. 2556 : 7-18) ในการคำนวณ ดังนี้

$$E_1 = \frac{\frac{\sum X}{N}}{A} \times 100$$

(3.3)

เมื่อ E_1

แทน

ประสิทธิภาพของกระบวนการ

$\sum X$

แทน

คะแนนรวมของแบบทดสอบท้ายหน่วย

N

แทน

จำนวนผู้เรียน

A

แทน

คะแนนเต็มของแบบทดสอบท้ายหน่วย

$$E_2 = \frac{\frac{\sum F}{N}}{B} \times 100$$

(3.4)

เมื่อ E_2

แทน

ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

$\sum F$

แทน

คะแนนรวมของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

N

แทน

จำนวนผู้เรียน

B

แทน

คะแนนเต็มของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.5.3 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยสื่อการเรียนรู้ด้วย เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino กับนักศึกษาที่เรียน ด้วยวิธีการสอนแบบปกติ โดยใช้สถิติ t-test Independent

1. กรณีที่กลุ่มตัวอย่างสองกลุ่มมีความแปรปรวนเท่ากัน (Pooled Variance t-test)
- (พรรณี ลีกิจวัฒน์. 2558 : 269) ในการวิเคราะห์ ซึ่งมีสูตรดังนี้

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \left[\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right]}}$$
$$df = n_1 + n_2 - 2$$

(3.5)

2. กรณีที่กลุ่มตัวอย่างสองกลุ่มมีความแปรปรวนไม่เท่ากัน (Separate Variance t-test) (พรรณี ลีกิจวัฒน์. 2558 : 269) ในการวิเคราะห์ ซึ่งมีสูตรดังนี้

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}$$
$$df = \frac{\left(\left(\frac{S_1^2}{n_1} \right)^2 + \left(\frac{S_2^2}{n_2} \right)^2 \right)}{\left(\frac{S_1^2}{n_1} \right)^2 + \left(\frac{S_2^2}{n_2} \right)^2} \cdot \frac{n_1 + n_2 - 2}{2}$$

(3.6)

เมื่อ t แทน	ค่าสถิติ t
$\bar{X}_1$ แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลอง
$\bar{X}_2$ แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มควบคุม
S_1^2 แทน	ความแปรปรวนของคะแนนกลุ่มทดลอง
S_2^2 แทน	ความแปรปรวนของคะแนนกลุ่มควบคุม
n_1 แทน	จำนวนนักศึกษาของกลุ่มทดลอง
n_2 แทน	จำนวนนักศึกษาของกลุ่มควบคุม
df แทน	ชั้นแห่งความเป็นอิสระ

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาคุณภาพและประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino พร้อมทั้งเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino กับนักศึกษาที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ มีผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังต่อไปนี้

4.1 ผลการประเมินคุณภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino

4.2 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino

4.3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino กับนักศึกษาที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ

4.1 ผลการประเมินคุณภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino

4.1.1 ผลการประเมินคุณภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino ด้านเนื้อหา วิเคราะห์จากผลการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา จำนวน 3 ท่าน แสดงดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการประเมินคุณภาพของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา

รายการที่ประเมิน	n=3		ระดับคุณภาพ
	$\bar{X}$	S	
1. เนื้อหามีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	4.67	0.58	ดีมาก
2. เนื้อหามีความเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน	4.67	0.58	ดีมาก
3. เนื้อหามีความถูกต้องและชัดเจน	4.67	0.58	ดีมาก
4. ปริมาณเนื้อหามีความเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน	4.67	0.58	ดีมาก

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

รายการที่ประเมิน	n=3		ระดับคุณภาพ
	$\bar{X}$	S	
5. การจัดเรียงลำดับเนื้อหาเหมาะสมและเข้าใจง่าย	4.67	0.58	ดีมาก
6. ความน่าสนใจของเนื้อหา	4.67	0.58	ดีมาก
7. ความสมบูรณ์ของเนื้อหา	4.33	0.58	ดี
8. การแบ่งหมวดหมู่ของเนื้อหามีความเหมาะสม	4.67	0.58	ดีมาก
9. ภาษาที่ใช้อธิบายสื่อความหมายและเข้าใจได้ง่าย	4.67	0.58	ดีมาก
10. ภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหวประกอบเนื้อหา มีความถูกต้องและเหมาะสม	4.67	0.58	ดีมาก
11. ภาพประกอบสื่อสารความหมายได้ตรงกับเนื้อหา	4.67	0.58	ดีมาก
12. วิดีโอสื่อสารความหมายได้ตรงกับเนื้อหา	4.33	0.58	ดี
เฉลี่ยรวมทั้งหมด	4.61	0.49	ดีมาก

จากตารางที่ 4.1 ผลการประเมินคุณภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino ด้านเนื้อหา มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.61 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.49 แสดงว่าผลการประเมินคุณภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino มีคุณภาพด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดีมาก ซึ่งมีรายการประเมินด้านเนื้อหาที่อยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X}$ =4.67, S=0.58) จำนวน 10 รายการ คือ เนื้อหามีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เนื้อหาเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน เนื้อหามีความถูกต้องและชัดเจน ปริมาณเนื้อหาเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน การจัดเรียงลำดับเนื้อหาเหมาะสมและเข้าใจง่าย ความน่าสนใจของเนื้อหา การแบ่งหมวดหมู่ของเนื้อหา มีความเหมาะสม ภาษาที่ใช้อธิบายสื่อความหมายและเข้าใจได้ง่าย ภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหวประกอบเนื้อหา มีความถูกต้องและเหมาะสม และภาพประกอบสื่อสารความหมายได้ตรงกับเนื้อหา และมีรายการประเมินด้านเนื้อหาที่อยู่ในระดับดี ($\bar{X}$ =4.33, S=0.58) จำนวน 2 รายการ คือ ความสมบูรณ์ของเนื้อหา และวิดีโอสื่อสารความหมายได้ตรงกับเนื้อหา (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก จ ตารางที่ จ.1) ผู้วิจัยได้ทำการปรับปรุงสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino ตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาดังนี้ มีการปรับปรุงเนื้อหาให้มีความครบถ้วนสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ทำการจัดเรียงลำดับเนื้อหาจากง่ายไปหายาก เพื่อให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการเรียนรู้ที่เป็นลำดับขั้นตอนและเข้าใจเนื้อหาได้ง่ายมากยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 ผลการประเมินคุณภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่องการใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ วิเคราะห์จากผลการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ จำนวน 3 ท่าน แสดงดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ผลการประเมินคุณภาพของผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

รายการที่ประเมิน	n=3		ระดับคุณภาพ
	$\bar{X}$	s	
1. รูปแบบสื่อและการนำเสนอ			
1.1 สื่อการเรียนรู้มีความน่าสนใจ	5.00	0.00	ดีมาก
1.2 รูปแบบและวิธีการนำเสนอเหมาะสม	4.67	0.58	ดีมาก
1.3 ขนาดของรูปภาพและขนาดของ marker เหมาะสม	4.67	0.58	ดีมาก
1.4 การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างสื่อกับผู้เรียน	4.67	0.58	ดีมาก
ค่าเฉลี่ย	4.75	0.45	ดีมาก
2. การออกแบบจอแสดงผล			
2.1 การออกแบบกราฟิกมีความเหมาะสมและสวยงาม	5.00	0.00	ดีมาก
2.2 การจัดวางองค์ประกอบในหน้าจอ	4.67	0.58	ดีมาก
2.3 สีที่ใช้ในสื่อการเรียนรู้	5.00	0.00	ดีมาก
2.4 ปุ่มการใช้งานออกแบบให้ใช้งานได้ง่าย	5.00	0.00	ดีมาก
2.5 การเชื่อมโยงกันของส่วนต่างๆ มีความสะดวก	4.67	0.58	ดีมาก
ค่าเฉลี่ย	4.87	0.35	ดีมาก
3. รูปภาพ			
3.1 รูปภาพมีความคมชัด มองเห็นได้ชัดเจน	4.67	0.58	ดีมาก
3.2 รูปภาพสื่อความหมายได้ชัดเจน	5.00	0.00	ดีมาก
3.3 รูปภาพมีขนาดเหมาะสม	4.67	0.58	ดีมาก
ค่าเฉลี่ย	4.78	0.44	ดีมาก
4. วิดีโอประกอบสื่อ			
4.1 วิดีโอมีความคมชัด มองเห็นได้ชัดเจน	4.33	0.58	ดี
4.2 วิดีโอสื่อความหมายได้ชัดเจน	4.67	0.58	ดีมาก
4.3 วิดีโอมีขนาดเหมาะสม	5.00	0.00	ดีมาก
ค่าเฉลี่ย	4.67	0.50	ดีมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

รายการที่ประเมิน	n=3		ระดับคุณภาพ
	$\bar{X}$	S	
5. ตัวอักษร			
5.1 ตัวอักษรมีความคมชัด มองเห็นได้ชัดเจน	4.67	0.58	ดีมาก
5.2 รูปแบบตัวอักษรเหมาะสม อ่านง่าย	4.67	0.58	ดีมาก
5.3 ขนาดตัวอักษรเหมาะสม	4.33	0.58	ดี
5.4 สีตัวอักษรเหมาะสม	4.67	0.58	ดีมาก
ค่าเฉลี่ย	4.58	0.51	ดีมาก
เฉลี่ยรวมทั้งหมด	4.73	0.45	ดีมาก

จากตารางที่ 4.2 ผลการประเมินคุณภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.73 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.45 แสดงว่าสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino มีคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่ออยู่ในระดับดีมาก ซึ่งมีรายการประเมินด้านเทคนิคการผลิตสื่อที่อยู่ในระดับดีมาก จำนวน 5 รายการ รายการประเมินที่อยู่ในระดับดีมาก 3 ลำดับแรก ได้แก่ การออกแบบจอแสดงผล รูปแบบสื่อและการนำเสนอ และ รูปภาพ (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก จ ตารางที่ จ.2) ผู้วิจัยได้ทำการปรับปรุงสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino ตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ดังนี้ มีการปรับความคมชัดของรูปภาพ ให้มีความชัดเจนนยิ่งขึ้น โดยปรับขนาดของรูปภาพวงจรให้มองเห็นได้ง่ายยิ่งขึ้น เพิ่มความคมชัดของวิดีโอ ปรับตัวอักษรให้มีขนาดใหญ่ให้อ่านได้ง่ายยิ่งขึ้น และทำการปรับขนาดของปุ่ม next และ back ให้มีขนาดใหญ่ทำให้สามารถกดได้ง่ายยิ่งขึ้น

4.2 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino

ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino วิเคราะห์จากการนำสื่อการเรียนรู้ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นกลุ่มทดลอง จำนวน 18 คน แสดงดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino

คะแนนทดสอบ	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย	คิดเป็นร้อยละ	เกณฑ์ร้อยละ
ระหว่างเรียน (E_1)	50	40.94	81.89	80
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (E_2)	50	40.56	81.12	80

จากตารางที่ 4.3 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino ผู้เรียนสามารถทำคะแนนทดสอบระหว่างเรียน ได้คะแนนเฉลี่ย 40.94 คะแนน จากคะแนนเต็ม 50 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 81.89 และ ทำคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ได้คะแนนเฉลี่ย 40.56 คะแนน จากคะแนนเต็ม 50 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 81.12 ดังนั้นสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino มีประสิทธิภาพ (E_1/E_2) เท่ากับ 81.89/81.12 ซึ่งไม่ต่ำกว่าเกณฑ์ 80/80

4.3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino กับนักศึกษาที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino กับนักศึกษาที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ กลุ่มตัวอย่างจำนวน 36 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 18 คน และกลุ่มควบคุม 18 คน โดยการทดสอบที่ชนิดสองกลุ่มเป็นอิสระต่อกัน (Pooled Variance t-test) แสดงดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino กับนักศึกษาที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ

กลุ่มตัวอย่าง	จำนวนนักศึกษา	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S	ร้อยละ	t
กลุ่มควบคุม	18	50	35.78	3.35	71.56	5.21*
กลุ่มทดลอง	18	50	40.56	1.98	81.12	

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 4.4 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino มีคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 40.56 และค่าส่วนเบี่ยงมาตรฐานเท่ากับ 1.98 และนักศึกษาที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติมีคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 35.78 และค่าส่วนเบี่ยงมาตรฐานเท่ากับ 3.35 เมื่อนำมาทดสอบความแปรปรวนโดยใช้สถิติ F-test ได้ค่าความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่างเท่ากัน จึงเลือกใช้สถิติ t-test ชนิดสองกลุ่มเป็นอิสระต่อกัน (Pooled Variance t-test) ได้ค่า t เท่ากับ 5.21 สรุปได้ว่า นักศึกษาที่เรียนด้วยสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักศึกษาที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino และเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino กับนักศึกษาที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ โดยผู้วิจัยสรุปได้ดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino มีคุณภาพด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X}=4.61$, $S=0.49$) และด้านเทคนิคการผลิตสื่ออยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X}=4.73$, $S=0.45$) เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

5.1.2 สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino ที่สร้างขึ้น มีประสิทธิภาพ E_1/E_2 เท่ากับ 81.89/81.12 ซึ่งไม่ต่ำกว่าเกณฑ์ 80/80 เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

5.1.3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino ($\bar{X}=40.56$, $S=1.98$) สูงกว่านักศึกษาที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ ($\bar{X}=35.78$, $S=3.35$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

จากการวิจัยสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2.1 สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino ประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิ ด้านเนื้อหาที่มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.61 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.49 เนื่องจากในการพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์หลักสูตรและเนื้อหา วิชาเทคโนโลยีฮาร์ดแวร์ เพื่อการสื่อสาร โดยจัดเนื้อหาให้มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม จัดแบ่งปริมาณเนื้อหาให้เหมาะสมกับระดับของผู้เรียน และจัดลำดับความยากง่ายอย่างเหมาะสมให้ผู้เรียนเข้าใจได้ง่าย จึงทำให้ผลการประเมินด้านเนื้อหาจากผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 3 ท่าน มีความเห็นสอดคล้องกันอยู่ในระดับดีมาก และด้านเทคนิคการผลิตสื่อมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.73 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.45 เนื่องจากในการออกแบบสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ผู้วิจัยได้ศึกษาและออกแบบตามหลักการออกแบบสื่อการเรียนการสอน มีการพัฒนาอย่างมีลำดับขั้นตอน จึงทำให้ผลการประเมินด้านเทคนิคการผลิตสื่อจากผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 3 ท่าน มีความเห็นสอดคล้องกันอยู่ในระดับดีมาก ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ดวงกมล อังอำนวยศิริ (2559) วิจัยเรื่องสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง การใช้งานมัลติมีเตอร์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง การใช้งานมัลติมีเตอร์ที่มีคุณภาพ จากการประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิ พบว่า คุณภาพด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดีมาก ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.57 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.58 และคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่ออยู่ในระดับดีมาก ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.61 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.33

5.2.2 สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino มีประสิทธิภาพ (E_1/E_2) เท่ากับ 81.89/81.12 ซึ่งไม่ต่ำกว่าเกณฑ์ 80/80 ทั้งนี้เนื่องจากการนำสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมมาใช้กระตุ้นในการเรียนการสอน ซึ่งในสื่อการเรียนรู้ประกอบด้วยรูปภาพ วิดีโอ และคำอธิบาย ที่ช่วยเสริมสร้างความรู้และความเข้าใจให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจได้ง่ายและสามารถปฏิบัติตามขั้นตอนได้ จึงส่งผลให้สื่อการเรียนรู้มีประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยดวงกมล อังอำนวยศิริ (2559) วิจัยเรื่องสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง การใช้งานมัลติมีเตอร์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อหาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริงเรื่อง การใช้งานมัลติมีเตอร์ ผลการวิจัยพบว่า สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง การใช้งานมัลติมีเตอร์ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.88/82.38 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80

5.2.3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino สูงกว่านักศึกษาที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 40.56 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

เท่ากับ 1.98 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 35.78 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.35 เนื่องจากสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นได้ผ่านขั้นตอนกระบวนการสร้างและพัฒนาให้มีคุณภาพอย่างเป็นระบบ ทำให้สื่อการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นมีคุณภาพและประสิทธิภาพ เมื่อนำมาใช้ในการเรียนการสอนจึงสามารถดึงดูดความสนใจของนักศึกษาได้ นักศึกษาสามารถเรียนทบทวนได้ตลอดเวลา จึงทำให้นักศึกษาที่เรียนด้วยสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักศึกษาที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ศณฎา สีกล่อม (2559) วิจัยเรื่องสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง สูงกว่าการเรียนจากการสอนปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .05

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ข้อเสนอแนะสำหรับการเรียนการสอน

จากผลการวิจัยของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งาน ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino ผู้วิจัยขอเสนอแนะดังนี้

5.3.1.1 ผู้สอนควรชี้แจงให้นักเรียนเข้าใจถึงวิธีการเรียนรู้เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ ผู้สอนต้องคอยให้คำปรึกษาแนะนำและอธิบายเพิ่มเติมเมื่อนักเรียนไม่เข้าใจ

5.3.1.2 ผู้สอนควรเตรียมความพร้อมในการเข้าถึงสื่อการเรียนรู้และความพร้อมของอุปกรณ์ หากไม่มีความพร้อมอาจส่งผลให้เกิดความล่าช้าในการใช้สื่อ ทำให้ผู้เรียนมีความสนใจและความตั้งใจเรียนลดลง

5.3.2 ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยต่อไป

5.3.2.1 ควรพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ในส่วนของการนำไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino ไปประยุกต์งานกับอุปกรณ์ภายนอก

5.3.2.2 ควรพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม กับวิชาอื่นที่มีเนื้อหาค่อนข้างซับซ้อน เพื่อพัฒนาสื่อการเรียนรู้และสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้ของผู้เรียนต่อไป

5.3.2.3 ควรพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ในรูปแบบ Mobile Application เพื่อให้สามารถใช้งานได้ในระยะยาว

บรรณานุกรม

- จารุวรรณ กาฬภักดี และพินันทา ฉัตรวัฒนา. 2556. มิติใหม่ของการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงในการศึกษา. วารสารวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรม พระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- จิรดา บุญอารยะกุล. 2542. การนำเสนอลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต. กรุงเทพฯ : วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เฉลิมชัย วิโรจน์วรรณ และอนุมาศ แสงสว่าง. 2560. การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสานโลกจริง (Augmented Reality : AR) เพื่อพัฒนาสื่อการเรียนรู้ เรื่อง ฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์. เอกสารรายงานการประชุมวิชาการระดับชาติด้านนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้และสิ่งประดิษฐ์.
- ชนินทร์ หนูฤทธิ์. 2559. การพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม สำหรับรายวิชาทฤษฎีและคำนวณช่างยนต์. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. 2556. การทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน. วารสารศิลปการศึกษาศาสตร์วิจัย.
- ณัฐฐาน์ นิธิภัทร์ณิโชค. 2558. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบหมุนเวียนโลหิตด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง. สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- ณัฐพล รอทอง. 2559. การพัฒนาและหาประสิทธิภาพชุดการสอนเรื่อง หุ่นยนต์เดสด้า ร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาวิชาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์ ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- ดวงกมล อังอำนวยศิริ. 2559. สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง การใช้งานมัลติมิเตอร์. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า สื่อสาร คณะครุศาสตร์ อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- บุญจันทร์ สีสันต์. 2560. วิธีวิจัยและสถิติขั้นสูงสำหรับการบริหารการศึกษา. กรุงเทพฯ : มีน เซอร์วิส ซัพพลาย
- บุญชม ศรีสะอาด. 2560. การวิจัยเบื้องต้น. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ปิยะ ศุภวาราสวัฒน์ และวินัย ใจกล้า. 2559. การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino. กรุงเทพฯ : มินิ เซอร์วิส ซัพพลาย
- พรรณณี ลีกิจวัฒน์. 2558. วิธีการวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545. สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ สำนักนายกรัฐมนตรี.
- พัชรภรณ์ ชันสมบัติ. 2561. สื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่อง การต่อวงจรไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์บนแผงทดลอง. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต. สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- วิวัฒน์ มีสุวรรณ. 2554. การเรียนรู้ด้วยการสร้างโลกเสมือนผสานโลกจริง. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- วิวัฒน์ มีสุวรรณ. 2556. การพัฒนารูปแบบชุดการเรียนการสอนร่วมกับเทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริง. พิษณุโลก : มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- ศรणा สีก่อม. 2559. สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต. สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ศักดิ์รินทร์ พุ่มพฤษ. 2559. การพัฒนาหนังสือความจริงเสริม วิชา การกระจายเสียงและแพร่ภาพ สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี คณะนิเทศศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต. สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อการศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.
- สุภาพร เสือเริก. 2558. การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง คอมพิวเตอร์พื้นฐานด้วยเทคโนโลยีโลกเสมือนจริง. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต. สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

ภาคผนวก

- ภาคผนวก ก หนังสือราชการประกอบการดำเนินการวิจัย
- ภาคผนวก ข แบบประเมินคุณภาพ
- ภาคผนวก ค ผลการวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้อง ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อถือได้ของแบบทดสอบ
- ภาคผนวก ง แบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- ภาคผนวก จ ผลการวิเคราะห์หาคุณภาพ ประสิทธิภาพ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- ภาคผนวก ฉ ตัวอย่างสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งาน ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ประกาศคณะกรรมการอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เรื่อง ผลการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์

คณะกรรมการอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี โดยความเห็นชอบของคณะกรรมการพิจารณาหัวข้อ
และเค้าโครงวิทยานิพนธ์ ขอประกาศรายชื่อหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ หลักสูตรครุศาสตรอุตสาหกรรม
มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร ซึ่งได้รับอนุมัติเมื่อวันที่ 22 ตุลาคม 2562 ให้ดำเนินการดังนี้

นางสาวกัลย์สุดา ดีบาศศ รหัสประจำตัว 62603095 ให้ทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “สื่อการเรียนรู้
ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino (Learning Media by
Augmented Reality on using Arduino Microcontroller)” โดยมี รศ.ดร.ปิยะ ศุภวราสุวัฒน์ เป็นอาจารย์
ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ทั้งนี้ให้นักศึกษาค้นคว้าและเขียนวิทยานิพนธ์ โดยปรึกษากับอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ให้เสร็จสิ้น
ภายในเวลาที่กำหนดในระเบียบของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ประกาศ ณ วันที่ ๒๔ ตุลาคม พ.ศ. 2562

(รองศาสตราจารย์ ดร.กิตติพงศ์ มะโน)

คณบดี



คำสั่งคณะกรรมการอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ที่ 265 /2562

เรื่อง แต่งตั้งคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ คณะกรรมการพิจารณาหัวข้อและ
เค้าโครงวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบสำรอง ของนางสาวกัลย์สุดา ตีบกาศ

เพื่อให้การเรียบเรียงวิทยานิพนธ์ ของนางสาวกัลย์สุดา ตีบกาศ รหัสประจำตัว 62603095
หลักสูตรครุศาสตรอุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร เป็นไปด้วยความเรียบร้อย
และมีประสิทธิภาพจึงแต่งตั้งคณะกรรมการเพื่อปรึกษาและพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์
ดังต่อไปนี้

1. คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
รศ.ดร.ปิยะ ศุภวราสุวัฒน์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
 2. คณะกรรมการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์
อ.ดร.อภิชาติ อนุกุลเวช ประธานกรรมการภายนอก
รศ.ดร.ปิยะ ศุภวราสุวัฒน์ กรรมการ
รศ.ดร.วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์ กรรมการ
รศ.ดร.พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์ กรรมการ
ผศ.ดร.อมรชัย ชัยชนะ กรรมการ
3. คณะกรรมการสอบสำรอง
รศ.ดร.ศุภวัฒน์ ลาวิณย์วิสุทธิ์ กรรมการ (อาจารย์บัณฑิตพิเศษ)
ผศ.ดร.ไพบุลย์ พวงวงศ์ตระกูล กรรมการ (อาจารย์บัณฑิตประจำ)
- ทั้งนี้ ตั้งแต่บัดนี้เป็นต้นไป

สั่ง ณ วันที่ 4 ตุลาคม พ.ศ. 2562

(รองศาสตราจารย์ ดร.กิติพงศ์ มะโน)
คณบดี



บันทึกข้อความ

หน่วยงาน คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สจล. ส่วนสนับสนุนวิชาการ โทร.3692
ที่ อว 7004 / 0275 วันที่ 27 มกราคม 2563

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินสื่อการเรียนรู้ด้านเนื้อหา

เรียน ผศ.ดร.ไพบุลย์ พวงวงศ์ตระกูล

ด้วยนางสาวกัลย์สุดา ตีบกาศ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งาน
ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino” โดยมี รศ.ดร.ปิยะ ศุภวาราสวัฒน์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความ
สามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบทดสอบด้าน
เนื้อหา นี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะ
ช่วยให้งานวิจัย ของ นางสาวกัลย์สุดา ตีบกาศ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น พร้อมกันนี้ได้แนบสื่อการเรียนรู้
ด้านเนื้อหาด้วย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและ
ขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(ดร.ราตรี ศิริพันธ์)

รักษาการแทนรองคณบดีกำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติกรแทนคณบดี



บันทึกข้อความ

หน่วยงาน คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สจล. ส่วนสนับสนุนวิชาการ โทร.3692
ที่ อว 7004 / 0275 วันที่ 27 มกราคม 2563

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินสื่อการเรียนรู้ด้านเนื้อหา

เรียน ผศ.สุชิน อางหาญ

ด้วยนางสาวกัลย์สุตา ตีบกาศ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งาน
ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino” โดยมี รศ.ดร.ปิยะ ศุภวราสุวัฒน์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความ
สามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบทดสอบด้าน
เนื้อหา นี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะ
ช่วยให้งานวิจัย ของ นางสาวกัลย์สุตา ตีบกาศ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น พร้อมกันนี้ได้แนบสื่อการเรียนรู้
ด้านเนื้อหาตามด้วย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและ
ขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(ดร.ราตรี ศิริพันธุ์)

รักษาการแทนรองคณบดีกำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติการแทนคณบดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ส่งมอบไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



บันทึกข้อความ

หน่วยงาน คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สจล. ส่วนสนับสนุนวิชาการ โทร.3692
ที่ อว 7004 / 0275 วันที่ 27 มกราคม 2563

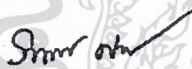
เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินสื่อการเรียนรู้ด้านเนื้อหา

เรียน ผศ.ดร.วรวิทย์ สมหา

ด้วยนางสาวกัลย์สุดา ตีบกาศ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งาน
ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino” โดยมี รศ.ดร.ปิยะ ศุภวารสุวัฒน์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความ
สามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบทดสอบด้าน
เนื้อหา นี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะ
ช่วยให้งานวิจัย ของ นางสาวกัลย์สุดา ตีบกาศ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น พร้อมกันนี้ได้แนบสื่อการเรียนรู้
ด้านเนื้อหาตามด้วย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและ
ขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย


(ดร.ราตรี ศิริพันธุ์)

รักษาการแทนรองคณบดีกำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติการแทนคณบดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



บันทึกข้อความ

หน่วยงาน คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สจล. ส่วนสนับสนุนวิชาการ โทร.3692
ที่ อว 7004 / 0275 วันที่ 27 มกราคม 2563

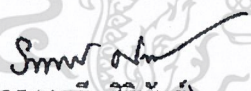
เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินสื่อการเรียนรู้ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

เรียน รศ.อรรถพร ฤทธิเกิด

ด้วยนางสาวกัลย์สุตา ตีบกาศ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งาน
ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino” โดยมี รศ.ดร.ปิยะ ศุภวารสุวัฒน์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความ
สามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินสื่อการ
เรียนรู้ด้านเทคนิคการผลิตสื่อนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและ
ประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัย ของ นางสาวกัลย์สุตา ตีบกาศ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น พร้อมกันนี้
ได้แนบสื่อการเรียนรู้ด้านเทคนิคการผลิตสื่อมาด้วย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและ
ขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย


(ดร.ราตรี ศิริพันธุ์)

รักษาการแทนรองคณบดีกำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติการแทนคณบดี



บันทึกข้อความ

หน่วยงาน คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สจล. ส่วนสนับสนุนวิชาการ โทร.3692
ที่ อว 7004 /0275 วันที่ 27 มกราคม 2563

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินสื่อการเรียนรู้ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

เรียน ผศ.ดร.ทองศักดิ์ ไสวจิตสตากุล

ด้วยนางสาวกัลย์สุดา ตีบกาศ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งาน
ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino” โดยมี รศ.ดร.ปิยะ ศุภวราสุวัฒน์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความ
สามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินสื่อการ
เรียนรู้ด้านเทคนิคการผลิตสื่อนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและ
ประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัย ของนางสาวกัลย์สุดา ตีบกาศ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น พร้อมกันนี้
ได้แนบสื่อการเรียนรู้ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ มาด้วย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและ
ขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

Smritah
(ดร.ราตรี ศิริพันธุ์)

รักษาการแทนรองคณบดีกำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติการแทนคณบดี



ที่ อว 7004 /0275

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณ
ทหารลาดกระบัง ถนนฉลองกรุง
เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

27 มกราคม 2563

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินสื่อการเรียนรู้ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

เรียน อาจารย์ดวงกมล อังอำนวยศิริ

สิ่งที่ส่งมาด้วย สื่อการเรียนรู้ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

ด้วยนางสาวกัลย์สุดา ตีบกาศ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งาน
ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino” โดยมี รศ.ดร.ปิยะ ศุภวารสุวัฒน์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความ
สามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินสื่อการ
เรียนรู้ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ นี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจ
และประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัย ของ นางสาวกัลย์สุดา ตีบกาศ มีความสมบูรณ์

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและ
ขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

Srinuan
(ดร.ราตรี ศิริพันธุ์)

รักษาการแทนรองคณบดีกำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติการแทนคณบดี

ส่วนสนับสนุนวิชาการ

โทร. 02-329-8000 ต่อ 3692

โทรสาร. 02- 329-8436

ติดต่อนักศึกษา โทร. 091-478-0726

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



บันทึกข้อความ

หน่วยงาน คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สจล. ส่วนสนับสนุนวิชาการ โทร.3692
ที่ อว 7004 /2213 วันที่ 26 ธันวาคม 2562

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและแบบทดสอบด้านเนื้อหา

เรียน ผศ.ดร.ไพบุลย์ พวงวงศ์ตระกูล

ด้วยนางสาวกัลย์สุดา ตีบกาศ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งานโครคอน
โทรลเลอร์ Arduino” โดยมี รศ.ดร.ปิยะ ศุภวารสุวัฒน์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้
ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบทดสอบด้าน
เนื้อหา นี้น่าจะมีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะ
ช่วยให้งานวิจัย ของ นางสาวกัลย์สุดา ตีบกาศ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น พร้อมกันนี้ได้แนบบแบบทดสอบ
ด้านเนื้อหาแบบทดสอบด้านเนื้อหา มาด้วย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและ
ขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(ดร.ราตรี ศิริพันธ์)

รักษาการแทนรองคณบดีกำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติการแทนคณบดี



บันทึกข้อความ

หน่วยงาน คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สจล. ส่วนสนับสนุนวิชาการ โทร.3692
ที่ อว 7004 /2213 วันที่ 26 ธันวาคม 2562

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและแบบทดสอบด้านเนื้อหา

เรียน ผศ.สุชิน อาจหาญ

ด้วยนางสาวกัลย์สุดา ตีบกาศ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งานไมโครคอน
โทรลเลอร์ Arduino” โดยมี รศ.ดร.ปิยะ ศุภวราสุวัฒน์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้
ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบทดสอบด้าน
เนื้อหา นี้นว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะ
ช่วยให้งานวิจัย ของ นางสาวกัลย์สุดา ตีบกาศ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น พร้อมกันนี้ได้แนบบททดสอบ
ด้านเนื้อหา แบบทดสอบด้านเนื้อหา มาด้วย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและ
ขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(ดร.ราตรี ศิริพันธุ์)

รักษาการแทนรองคณบดีกำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติการแทนคณบดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



บันทึกข้อความ

หน่วยงาน คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สจล. ส่วนสนับสนุนวิชาการ โทร.3692
ที่ อว 7004 /2213 วันที่ 26 ธันวาคม 2562

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและแบบทดสอบด้านเนื้อหา

เรียน ผศ.ดร.วรวิทย์ สมหา

ด้วยนางสาวกัลย์สุดา ตีบกาศ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งานโครคอนโทรลเลอร์ Arduino” โดยมี รศ.ดร.ปิยะ ศุภวราสุวัฒน์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบทดสอบด้านเนื้อหา นี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัย ของ นางสาวกัลย์สุดา ตีบกาศ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น พร้อมกันนี้ได้แนบบททดสอบด้านเนื้อหา แบบทดสอบด้านเนื้อหา มาด้วย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(ดร.ราตรี ศิริพันธุ์)

รักษาการแทนรองคณบดีกำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติการแทนคณบดี



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา
สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม
เรื่อง การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino

คำชี้แจง

1. แบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino มีวัตถุประสงค์ในการรวบรวมความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ ทางด้านเนื้อหา เกี่ยวกับสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งาน ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino เพื่อนำข้อเสนอแนะมาเป็นแนวทางในการปรับปรุงสื่อการเรียนรู้ ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น
2. แบบประเมินนี้แบ่งออกเป็น 2 ตอน คือ
- ตอนที่ 1 คำถามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิเกี่ยวกับสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความ เป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino
- ตอนที่ 2 ข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ
3. ค่าระดับความคิดเห็นในแบบประเมินนี้มี 5 ระดับ มีความหมายดังนี้
- ระดับ 5 หมายถึง ดีมาก
- ระดับ 4 หมายถึง ดี
- ระดับ 3 หมายถึง ปานกลาง
- ระดับ 2 หมายถึง พอใช้
- ระดับ 1 หมายถึง ควรปรับปรุง

หมายเหตุ

ขอความกรุณาท่านผู้ทรงคุณวุฒิช่วยให้ข้อเสนอแนะ เพื่อเป็นข้อมูลในการปรับปรุงแก้ไข

ลงชื่อ.....ผู้วิจัย
(นางสาวกัลย์สุตา ดีบกาศ)

นักศึกษาหลักสูตร ค.อ.ม วิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สจล.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา
สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม
เรื่อง การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino

ตอนที่ 1 คำถามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา เกี่ยวกับการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงตามความเห็นของท่าน

รายการที่ประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	พอใช้	ควรปรับปรุง
	5	4	3	2	1
1. เนื้อหามีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม					
2. เนื้อหามีความเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน					
3. เนื้อหามีความถูกต้องและชัดเจน					
4. ปริมาณเนื้อหาเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน					
5. การจัดเรียงลำดับเนื้อหาเหมาะสมและเข้าใจง่าย					
6. ความน่าสนใจของเนื้อหา					
7. ความสมบูรณ์ของเนื้อหา					
8. การแบ่งหมวดหมู่ของเนื้อหาเหมาะสม					
9. ภาษาที่ใช้อธิบายสื่อความหมายและเข้าใจได้ง่าย					
10. ภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหวประกอบเนื้อหา มีความถูกต้องและเหมาะสม					
11. ภาพประกอบสื่อสารความหมายได้ตรงกับเนื้อหา					
12. วิดีโอสื่อสารความหมายได้ตรงกับเนื้อหา					
รวม					

ตอนที่ 2 ข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
(.....)

ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อ
สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม
เรื่อง การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino

คำชี้แจง

1. แบบประเมินคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino มีวัตถุประสงค์ในการรวบรวมความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ เกี่ยวกับสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino เพื่อนำข้อเสนอแนะมาเป็นแนวทางในการปรับปรุงสื่อการเรียนรู้ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น
2. แบบประเมินนี้แบ่งออกเป็น 2 ตอน คือ
- ตอนที่ 1 คำถามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิเกี่ยวกับสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino
- ตอนที่ 2 ข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ
3. ค่าระดับความคิดเห็นในแบบประเมินนี้มี 5 ระดับ มีความหมายดังนี้
- ระดับ 5 หมายถึง ดีมาก
 - ระดับ 4 หมายถึง ดี
 - ระดับ 3 หมายถึง ปานกลาง
 - ระดับ 2 หมายถึง พอใช้
 - ระดับ 1 หมายถึง ควรปรับปรุง

หมายเหตุ

ขอความกรุณาท่านผู้ทรงคุณวุฒิช่วยให้ข้อเสนอแนะ เพื่อเป็นข้อมูลในการปรับปรุงแก้ไข

ลงชื่อ.....ผู้วิจัย

(นางสาวกัลย์สุดา ตีบกาศ)

นักศึกษาหลักสูตร ค.อ.ม วิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สจล.

แบบประเมินคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อ
สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม
เรื่อง การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino

ตอนที่ 1 คำถามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิเทคนิคการผลิตสื่อ เกี่ยวกับสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงตามความเห็นของท่าน

รายการที่ประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	พอใช้	ควรปรับปรุง
	5	4	3	2	1
1. รูปแบบสื่อและการนำเสนอ					
1.1 สื่อการเรียนรู้มีความน่าสนใจ					
1.2 รูปแบบและวิธีการนำเสนอเหมาะสม					
1.3 ขนาดของรูปภาพและขนาดของ marker เหมาะสม					
1.4 การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างสื่อกับผู้เรียน					
2. การออกแบบจอแสดงผล					
2.1 การออกแบบกราฟฟิกมีความเหมาะสมและสวยงาม					
2.2 การจัดวางองค์ประกอบในหน้าจอ					
2.3 สีที่ใช้ในสื่อการเรียนรู้					
2.4 ปุ่มการใช้งานออกแบบให้ใช้งานได้ง่าย					
2.5 การเชื่อมโยงกันของส่วนต่างๆ มีความสะดวก					
3. รูปภาพ					
3.1 รูปภาพมีความคมชัด มองเห็นได้ชัดเจน					
3.2 รูปภาพสื่อความหมายได้ชัดเจน					
3.3 รูปภาพมีขนาดเหมาะสม					
4. วิดีโอประกอบสื่อ					
4.1 วิดีโอมีความคมชัด มองเห็นได้ชัดเจน					
4.2 วิดีโอสื่อความหมายได้ชัดเจน					
4.3 วิดีโอมีขนาดเหมาะสม					
5. ตัวอักษร					
5.1 ตัวอักษรมีความคมชัด มองเห็นได้ชัดเจน					
5.2 รูปแบบตัวอักษรเหมาะสม อ่านง่าย					
5.3 ขนาดตัวอักษรเหมาะสม					
5.4 สีตัวอักษรเหมาะสม					
รวม					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 2 ข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความ เป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
(.....)
ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

ผลการวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้อง ค่าความยากง่าย
ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อถือได้ของแบบทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.1 ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิกับความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์
เชิงพฤติกรรมของแบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้

หน่วยที่	ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ			รวม	ค่า IOC	ผลประเมิน
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1	1	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
	2	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
	3	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
	4	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
	5	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
	6	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
	7	0	1	1	2	0.67	สอดคล้อง
	8	1	1	0	2	0.67	สอดคล้อง
	9	1	1	0	2	0.67	สอดคล้อง
	10	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
	11	0	1	1	2	0.67	สอดคล้อง
	12	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
2	1	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
	2	1	0	1	2	0.67	สอดคล้อง
	3	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
	4	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
	5	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
	6	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
	7	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
	8	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
	9	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
	10	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
	11	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
	12	1	0	1	2	0.67	สอดคล้อง
3	1	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
	2	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
	3	1	0	1	2	0.67	สอดคล้อง
	4	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
	5	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
	6	0	1	1	2	0.67	สอดคล้อง
	7	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
	8	1	0	1	2	0.67	สอดคล้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.1 (ต่อ)

หน่วยที่	ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ			รวม	ค่า IOC	ผลประเมิน
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
3	9	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
	10	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
	11	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
	12	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
4	1	1	1	0	2	0.67	สอดคล้อง
	2	1	1	0	2	0.67	สอดคล้อง
	3	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
	4	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
	5	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
	6	0	1	1	2	0.67	สอดคล้อง
	7	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
	8	1	0	1	2	0.67	สอดคล้อง
	9	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
	10	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
	11	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
	12	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
5	1	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
	2	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
	3	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
	4	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
	5	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
	6	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
	7	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
	8	0	1	1	2	0.67	สอดคล้อง
	9	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
	10	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
	11	1	0	1	2	0.67	สอดคล้อง
	12	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง

จากตารางที่ ค.1 แสดงผลค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ที่ได้รับการตรวจสอบจากผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเนื้อหา จำนวน 5 หน่วยการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ละ 12 ข้อ ได้ข้อคำถามที่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ มีค่าตั้งแต่ 0.67 ขึ้นไปทุกข้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.2 ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิกับความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์
เชิงพฤติกรรมของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ			รวม	ค่า IOC	ผลประเมิน
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
2	1	1	0	2	0.67	สอดคล้อง
3	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
4	1	0	1	2	0.67	สอดคล้อง
5	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
6	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
7	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
8	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
9	1	1	0	2	0.67	สอดคล้อง
10	1	0	1	2	0.67	สอดคล้อง
11	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
12	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
13	1	0	1	2	0.67	สอดคล้อง
14	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
15	0	1	1	2	0.67	สอดคล้อง
16	0	1	1	2	0.67	สอดคล้อง
17	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
18	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
19	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
20	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
21	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
22	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
23	0	1	1	2	0.67	สอดคล้อง
24	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
25	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
26	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
27	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
28	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
29	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
30	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
31	0	1	1	2	0.67	สอดคล้อง
32	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง

ตารางที่ ค.2 (ต่อ)

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ			รวม	ค่า IOC	ผลประเมิน
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
33	1	0	1	2	0.67	สอดคล้อง
34	1	0	1	2	0.67	สอดคล้อง
35	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
36	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
37	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
38	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
39	1	1	0	2	0.67	สอดคล้อง
40	1	1	0	2	0.67	สอดคล้อง
41	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
42	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
43	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
44	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
45	0	1	1	2	0.67	สอดคล้อง
46	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
47	1	0	1	2	0.67	สอดคล้อง
48	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
49	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
50	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
51	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
52	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
53	0	1	1	2	0.67	สอดคล้อง
54	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
55	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
56	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
57	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
58	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
59	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
60	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
61	1	0	1	2	0.67	สอดคล้อง
62	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.3 ค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกของแบบทดสอบท้ายหน่วยที่ 1

ข้อที่	กลุ่มเก่ง (RH)	กลุ่มอ่อน (RL)	ความยาก ง่าย (p)	แปล ความหมาย	อำนาจ จำแนก (r)	แปล ความหมาย	ผลการ ประเมิน
1	14	9	0.77	ง่าย	0.33	สูง	ใช้ได้
2	11	8	0.63	ง่าย	0.20	ปานกลาง	ใช้ได้
3	12	9	0.70	ง่าย	0.20	ปานกลาง	ใช้ได้
4	10	6	0.53	ปานกลาง	0.27	ปานกลาง	ใช้ได้
5	13	9	0.73	ง่าย	0.27	ปานกลาง	ใช้ได้
6*	14	13	0.90	ง่ายมาก	0.07	ต่ำมาก	ใช้ไม่ได้
7	12	9	0.70	ง่าย	0.20	ปานกลาง	ใช้ได้
8	15	8	0.77	ง่าย	0.47	สูงมาก	ใช้ได้
9	13	10	0.77	ง่าย	0.20	ปานกลาง	ใช้ได้
10*	15	15	1.00	ง่ายมาก	0.00	ต่ำมาก	ใช้ไม่ได้
11	14	9	0.77	ง่าย	0.33	สูง	ใช้ได้
12	13	10	0.77	ง่าย	0.20	ปานกลาง	ใช้ได้

ตารางที่ ค.4 ค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกของแบบทดสอบท้ายหน่วยที่ 2

ข้อที่	กลุ่มเก่ง (RH)	กลุ่มอ่อน (RL)	ความยาก ง่าย (p)	แปล ความหมาย	อำนาจ จำแนก (r)	แปล ความหมาย	ผลการ ประเมิน
1*	15	14	0.97	ง่ายมาก	0.07	ต่ำมาก	ใช้ไม่ได้
2	15	8	0.77	ง่าย	0.47	สูงมาก	ใช้ได้
3	12	8	0.67	ง่าย	0.27	ปานกลาง	ใช้ได้
4	10	7	0.57	ปานกลาง	0.20	ปานกลาง	ใช้ได้
5	11	6	0.57	ปานกลาง	0.33	สูง	ใช้ได้
6	8	5	0.43	ปานกลาง	0.20	ปานกลาง	ใช้ได้
7	8	5	0.43	ปานกลาง	0.20	ปานกลาง	ใช้ได้
8	9	6	0.50	ปานกลาง	0.20	ปานกลาง	ใช้ได้
9	6	3	0.30	ยาก	0.20	ปานกลาง	ใช้ได้
10	6	3	0.30	ยาก	0.20	ปานกลาง	ใช้ได้
11*	5	5	0.33	ยาก	0.00	ต่ำมาก	ใช้ไม่ได้
12	9	3	0.40	ปานกลาง	0.40	สูงมาก	ใช้ได้

ตารางที่ ค.5 ค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกของแบบทดสอบท้ายหน่วยที่ 3

ข้อที่	กลุ่มเก่ง (RH)	กลุ่มอ่อน (RL)	ความยาก ง่าย (p)	แปล ความหมาย	อำนาจ จำแนก (r)	แปล ความหมาย	ผลการ ประเมิน
1	6	3	0.30	ยาก	0.20	ปานกลาง	ใช้ได้
2*	14	11	0.83	ง่ายมาก	0.20	ปานกลาง	ใช้ไม่ได้
3	11	4	0.50	ปานกลาง	0.47	สูงมาก	ใช้ได้
4	8	3	0.37	ยาก	0.33	สูง	ใช้ได้
5	12	9	0.70	ง่าย	0.20	ปานกลาง	ใช้ได้
6	6	2	0.27	ยาก	0.27	ปานกลาง	ใช้ได้
7*	8	6	0.47	ปานกลาง	0.13	ต่ำ	ใช้ไม่ได้
8	8	5	0.43	ปานกลาง	0.20	ปานกลาง	ใช้ได้
9	7	4	0.37	ยาก	0.20	ปานกลาง	ใช้ได้
10	10	7	0.57	ปานกลาง	0.20	ปานกลาง	ใช้ได้
11	9	1	0.33	ยาก	0.53	สูงมาก	ใช้ได้
12	13	9	0.73	ง่าย	0.27	ปานกลาง	ใช้ได้

ตารางที่ ค.6 ค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกของแบบทดสอบท้ายหน่วยที่ 4

ข้อที่	กลุ่มเก่ง (RH)	กลุ่มอ่อน (RL)	ความยาก ง่าย (p)	แปล ความหมาย	อำนาจ จำแนก (r)	แปล ความหมาย	ผลการ ประเมิน
1	13	9	0.73	ง่าย	0.27	ปานกลาง	ใช้ได้
2	6	3	0.30	ยาก	0.20	ปานกลาง	ใช้ได้
3	14	9	0.77	ง่าย	0.33	สูง	ใช้ได้
4	13	7	0.67	ง่าย	0.40	สูงมาก	ใช้ได้
5	14	9	0.77	ง่าย	0.33	สูง	ใช้ได้
6*	10	9	0.63	ง่าย	0.07	ต่ำมาก	ใช้ไม่ได้
7	12	7	0.63	ง่าย	0.33	สูง	ใช้ได้
8*	7	6	0.43	ปานกลาง	0.07	ต่ำมาก	ใช้ไม่ได้
9	11	6	0.57	ปานกลาง	0.33	สูง	ใช้ได้
10	8	5	0.43	ปานกลาง	0.20	ปานกลาง	ใช้ได้
11	12	7	0.63	ง่าย	0.33	สูง	ใช้ได้
12	5	2	0.23	ยาก	0.20	ปานกลาง	ใช้ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.7 ค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกของแบบทดสอบท้ายหน่วยที่ 5

ข้อที่	กลุ่มเก่ง (RH)	กลุ่มอ่อน (RL)	ความยาก ง่าย (p)	แปล ความหมาย	อำนาจ จำแนก (r)	แปล ความหมาย	ผลการ ประเมิน
1	13	8	0.70	ง่าย	0.33	สูง	ใช้ได้
2	11	7	0.60	ปานกลาง	0.27	ปานกลาง	ใช้ได้
3	9	6	0.50	ปานกลาง	0.20	ปานกลาง	ใช้ได้
4	8	5	0.43	ปานกลาง	0.20	ปานกลาง	ใช้ได้
5	10	3	0.43	ปานกลาง	0.47	สูงมาก	ใช้ได้
6	8	2	0.33	ยาก	0.40	สูงมาก	ใช้ได้
7	14	9	0.77	ง่าย	0.33	สูง	ใช้ได้
8*	14	11	0.83	ง่ายมาก	0.20	ปานกลาง	ใช้ไม่ได้
9	12	5	0.57	ปานกลาง	0.47	สูงมาก	ใช้ได้
10	12	5	0.57	ปานกลาง	0.47	สูงมาก	ใช้ได้
11**	5	1	0.20	ยาก	0.27	ปานกลาง	ใช้ได้
12	9	6	0.50	ปานกลาง	0.20	ปานกลาง	ใช้ได้

จากตารางที่ ค.7 แสดงค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกของแบบทดสอบท้ายหน่วยที่ 5 จำนวน 12 ข้อ ได้ข้อสอบที่ยอมรับได้ 11 ข้อ ไม่ยอมรับ 1 ข้อ ผู้วิจัยต้องการแบบทดสอบท้ายหน่วยที่ 5 จำนวน 10 ข้อ จึงเลือกตัดข้อที่ยากที่สุด 1 ข้อ ได้แก่ ข้อ 11

ตารางที่ ค.8 ค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ข้อที่	กลุ่มเก่ง (RH)	กลุ่มอ่อน (RL)	ความยาก ง่าย (p)	แปล ความหมาย	อำนาจ จำแนก (r)	แปล ความหมาย	ผลการ ประเมิน
1	14	10	0.80	ง่าย	0.27	ปานกลาง	ใช้ได้
2	11	8	0.63	ง่าย	0.20	ปานกลาง	ใช้ได้
3	11	8	0.63	ง่าย	0.20	ปานกลาง	ใช้ได้
4*	2	0	0.07	ยากมาก	0.13	ต่ำ	ใช้ไม่ได้
5	10	6	0.53	ปานกลาง	0.27	ปานกลาง	ใช้ได้
6	13	9	0.73	ง่าย	0.27	ปานกลาง	ใช้ได้
7	14	10	0.80	ง่าย	0.27	ปานกลาง	ใช้ได้
8	14	10	0.80	ง่าย	0.27	ปานกลาง	ใช้ได้
9	12	8	0.67	ง่าย	0.27	ปานกลาง	ใช้ได้
10*	15	15	1.00	ง่ายมาก	0.00	ต่ำมาก	ใช้ไม่ได้
11	12	7	0.63	ง่าย	0.33	สูง	ใช้ได้
12	9	6	0.50	ปานกลาง	0.20	ปานกลาง	ใช้ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.8 (ต่อ)

ข้อที่	กลุ่มเก่ง (RH)	กลุ่มอ่อน (RL)	ความยาก ง่าย (p)	แปล ความหมาย	อำนาจ จำแนก (r)	แปล ความหมาย	ผลการ ประเมิน
13*	15	14	0.97	ง่ายมาก	0.07	ต่ำมาก	ใช้ไม่ได้
14	15	8	0.77	ง่าย	0.47	สูงมาก	ใช้ได้
15	15	9	0.80	ง่าย	0.40	สูงมาก	ใช้ได้
16**	14	10	0.80	ง่าย	0.27	ปานกลาง	ใช้ได้
17	8	5	0.43	ปานกลาง	0.20	ปานกลาง	ใช้ได้
18	12	6	0.60	ปานกลาง	0.40	สูงมาก	ใช้ได้
19	12	7	0.63	ง่าย	0.33	สูง	ใช้ได้
20	8	5	0.43	ปานกลาง	0.20	ปานกลาง	ใช้ได้
21	9	4	0.43	ปานกลาง	0.33	สูง	ใช้ได้
22	10	4	0.47	ปานกลาง	0.40	สูงมาก	ใช้ได้
23*	5	5	0.33	ยาก	0.00	ต่ำมาก	ใช้ไม่ได้
24	11	2	0.43	ปานกลาง	0.60	สูงมาก	ใช้ได้
25	5	2	0.23	ยาก	0.20	ปานกลาง	ใช้ได้
26*	3	8	0.37	ยาก	-0.33	ต่ำมาก	ใช้ไม่ได้
27	6	3	0.30	ยาก	0.20	ปานกลาง	ใช้ได้
28	15	7	0.73	ง่าย	0.53	สูงมาก	ใช้ได้
29	11	4	0.50	ปานกลาง	0.47	สูงมาก	ใช้ได้
30	8	3	0.37	ยาก	0.33	สูง	ใช้ได้
31**	13	10	0.77	ง่าย	0.20	ปานกลาง	ใช้ได้
32	5	2	0.23	ยาก	0.20	ปานกลาง	ใช้ได้
33	8	4	0.40	ปานกลาง	0.27	ปานกลาง	ใช้ได้
34*	5	5	0.33	ยาก	0.00	ต่ำมาก	ใช้ไม่ได้
35	7	3	0.33	ยาก	0.27	ปานกลาง	ใช้ได้
36	10	7	0.57	ปานกลาง	0.20	ปานกลาง	ใช้ได้
37	9	1	0.33	ยาก	0.53	สูงมาก	ใช้ได้
38	13	9	0.73	ง่าย	0.27	ปานกลาง	ใช้ได้
39	13	9	0.73	ง่าย	0.27	ปานกลาง	ใช้ได้
40	6	3	0.30	ยาก	0.20	ปานกลาง	ใช้ได้
41	13	7	0.67	ง่าย	0.40	สูงมาก	ใช้ได้
42	10	6	0.53	ปานกลาง	0.27	ปานกลาง	ใช้ได้
43	13	7	0.67	ง่าย	0.40	สูงมาก	ใช้ได้
44	14	9	0.77	ง่าย	0.33	สูง	ใช้ได้
45*	10	9	0.63	ง่าย	0.07	ต่ำมาก	ใช้ไม่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.8 (ต่อ)

ข้อที่	กลุ่มเก่ง (RH)	กลุ่มอ่อน (RL)	ความยากง่าย (p)	แปลความหมาย	อำนาจจำแนก (r)	แปลความหมาย	ผลการประเมิน
46	12	7	0.63	ง่าย	0.33	สูง	ใช้ได้
47*	7	6	0.43	ปานกลาง	0.07	ต่ำมาก	ใช้ไม่ได้
48	11	6	0.57	ปานกลาง	0.33	สูง	ใช้ได้
49	8	5	0.43	ปานกลาง	0.20	ปานกลาง	ใช้ได้
50	5	2	0.23	ยาก	0.20	ปานกลาง	ใช้ได้
51	13	8	0.70	ง่าย	0.33	สูง	ใช้ได้
52	6	3	0.30	ยาก	0.20	ปานกลาง	ใช้ได้
53*	7	6	0.43	ปานกลาง	0.07	ต่ำมาก	ใช้ไม่ได้
54	6	3	0.30	ยาก	0.20	ปานกลาง	ใช้ได้
55	8	5	0.43	ปานกลาง	0.20	ปานกลาง	ใช้ได้
56	10	3	0.43	ปานกลาง	0.47	สูงมาก	ใช้ได้
57	8	2	0.33	ยาก	0.40	สูงมาก	ใช้ได้
58	9	2	0.37	ยาก	0.47	สูงมาก	ใช้ได้
59	13	8	0.70	ง่าย	0.33	สูง	ใช้ได้
60	12	5	0.57	ปานกลาง	0.47	สูงมาก	ใช้ได้
61**	5	1	0.20	ยาก	0.27	ปานกลาง	ใช้ได้
62	9	6	0.50	ปานกลาง	0.20	ปานกลาง	ใช้ได้

จากตารางที่ ค.8 แสดงค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากจำนวนข้อสอบ 62 ข้อ ได้แบบทดสอบที่ยอมรับได้ จำนวน 53 ข้อ ไม่ยอมรับ 9 ข้อ ผู้วิจัยต้องการแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 50 ข้อ จึงเลือกตัดข้อที่ง่ายที่สุด 2 ข้อ ได้แก่ ข้อ 16 และข้อ 31 และตัดข้อที่ยากที่สุด 1 ข้อ ได้แก่ ข้อ 61

ตารางที่ ค.9 ค่าความยากง่ายรายข้อเพื่อคำนวณค่าผลรวมของผลคูณของสัดส่วนผู้ตอบถูกและผู้ตอบผิดในแต่ละข้อ (Σpq)

ข้อที่	กลุ่มเก่ง (RH)	กลุ่มอ่อน (RL)	ความยากง่าย (p)	ค่า (q)	ค่า (pq)
1	14	10	0.80	0.20	0.16
2	11	8	0.63	0.37	0.23
3	11	8	0.63	0.37	0.23
4	10	6	0.53	0.47	0.25
5	13	9	0.73	0.27	0.20
6	14	10	0.80	0.20	0.16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.9 (ต่อ)

ข้อที่	กลุ่มเก่ง (RH)	กลุ่มอ่อน (RL)	ความยากง่าย (p)	ค่า (q)	ค่า (pq)
7	14	10	0.80	0.20	0.16
8	12	8	0.67	0.33	0.22
9	12	7	0.63	0.37	0.23
10	9	6	0.50	0.50	0.25
11	15	8	0.77	0.23	0.18
12	15	9	0.80	0.20	0.16
13	8	5	0.43	0.57	0.25
14	12	6	0.60	0.40	0.24
15	12	7	0.63	0.37	0.23
16	8	5	0.43	0.57	0.25
17	9	4	0.43	0.57	0.25
18	10	4	0.47	0.53	0.25
19	11	2	0.43	0.57	0.25
20	5	2	0.23	0.77	0.18
21	6	3	0.30	0.70	0.21
22	15	7	0.73	0.27	0.20
23	11	4	0.50	0.50	0.25
24	8	3	0.37	0.63	0.23
25	5	2	0.23	0.77	0.18
26	8	4	0.40	0.60	0.24
27	7	3	0.33	0.67	0.22
28	10	7	0.57	0.43	0.25
29	9	1	0.33	0.67	0.22
30	13	9	0.73	0.27	0.20
31	13	9	0.73	0.27	0.20
32	6	3	0.30	0.70	0.21
33	13	7	0.67	0.33	0.22
34	10	6	0.53	0.47	0.25
35	13	7	0.67	0.33	0.22
36	14	9	0.77	0.23	0.18
37	12	7	0.63	0.37	0.23
38	11	6	0.57	0.43	0.25
39	8	5	0.43	0.57	0.25
40	5	2	0.23	0.77	0.18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.9 (ต่อ)

ข้อที่	กลุ่มเก่ง (RH)	กลุ่มอ่อน (RL)	ความยากง่าย (p)	ค่า (q)	ค่า (pq)
41	13	8	0.70	0.30	0.21
42	6	3	0.30	0.70	0.21
43	6	3	0.30	0.70	0.21
44	8	5	0.43	0.57	0.25
45	10	3	0.43	0.57	0.25
46	8	2	0.33	0.67	0.22
47	9	2	0.37	0.63	0.23
48	13	8	0.70	0.30	0.21
49	12	5	0.57	0.43	0.25
50	9	6	0.50	0.50	0.25
รวม					$\Sigma pq = 10.97$

ตารางที่ ค.10 ค่าคะแนนของผู้ทดสอบและค่าคะแนนกำลังสองเพื่อใช้คำนวณความแปรปรวน

ผู้ทดสอบ	x	x ²
กลุ่มสูงคนที่ 1	44	1936
กลุ่มสูงคนที่ 2	44	1936
กลุ่มสูงคนที่ 3	37	1369
กลุ่มสูงคนที่ 4	40	1600
กลุ่มสูงคนที่ 5	38	1444
กลุ่มสูงคนที่ 6	36	1296
กลุ่มสูงคนที่ 7	33	1089
กลุ่มสูงคนที่ 8	33	1089
กลุ่มสูงคนที่ 9	30	900
กลุ่มสูงคนที่ 10	31	961
กลุ่มสูงคนที่ 11	34	1156
กลุ่มสูงคนที่ 12	32	1024
กลุ่มสูงคนที่ 13	26	676
กลุ่มสูงคนที่ 14	31	961
กลุ่มสูงคนที่ 15	27	729
กลุ่มต่ำคนที่ 1	24	576
กลุ่มต่ำคนที่ 2	22	484
กลุ่มต่ำคนที่ 3	25	625
กลุ่มต่ำคนที่ 4	19	361
กลุ่มต่ำคนที่ 5	22	484

ตารางที่ ค.10 (ต่อ)

ผู้ทดสอบ	x	x ²
กลุ่มต่ำคนที่ 6	24	576
กลุ่มต่ำคนที่ 7	19	361
กลุ่มต่ำคนที่ 8	16	256
กลุ่มต่ำคนที่ 9	20	400
กลุ่มต่ำคนที่ 10	17	289
กลุ่มต่ำคนที่ 11	18	324
กลุ่มต่ำคนที่ 12	15	225
กลุ่มต่ำคนที่ 13	16	256
กลุ่มต่ำคนที่ 14	13	169
กลุ่มต่ำคนที่ 15	13	169
รวม	Σx = 799	Σx ² = 23,721

$$s_t^2 = \frac{n \sum x^2 - (\sum x)^2}{n(n-1)}$$
$$s_t^2 = \frac{30(23,721) - (799)^2}{30(30-1)}$$
$$s_t^2 = \frac{711,630 - 638,401}{870}$$
$$s_t^2 = 84.17$$

หาค่าความเชื่อถือได้ของแบบทดสอบ ใช้สูตร KR-20

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left[1 - \frac{\sum pq}{s_t^2} \right]$$
$$r_{tt} = \frac{30}{30-1} \left[1 - \frac{10.97}{84.17} \right]$$
$$r_{tt} = 1.0344(0.8697)$$
$$r_{tt} = 0.89$$

ภาคผนวก ง

แบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. เมนู File >> Example ใช้สำหรับทำอะไร ?

- ก. ใช้เปิดไฟล์ล่าสุดที่เปิดใช้งาน
- ข. ใช้กำหนดค่าการทำงานของโปรแกรม
- ค. ใช้เปิดไฟล์ใหม่ขึ้นมาทำงาน
- ง. ใช้ในการเลือกเปิดไฟล์ตัวอย่างที่อยู่ในโปรแกรม

10. เมื่อต่อบอร์ด Arduino เข้ากับพอร์ต USB ต้องไปเลือกพอร์ตที่เมนูใด ?

- ก. Tools > Board
- ข. Tools > Port
- ค. Tools > Programmer
- ง. Tools > Serial



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้ที่ 2

1. คำสั่งในการกำหนดให้ขา 2 เป็นอินพุตแบบดิจิตอล คือ ข้อใด ?

ก. pinMode(Input,2);

ข. pinMode(2,Input);

ค. pinMode(INPUT,2);

ง. pinMode(2,INPUT);

2. เมื่อขา 12 ถูกกำหนดให้เป็นดิจิตอลอินพุต คำสั่งที่ใช้อ่านค่าจากขา 12 ข้อใดถูกต้อง ?

ก. nat=digitalRead(12,HIGH);

ข. boy=digitalWrite(12);

ค. digitalWrite(12,HIGH);

ง. mai=digitalRead(12);

3. ฟังก์ชัน digitalWrite(pin) ทำงานอย่างไร ?

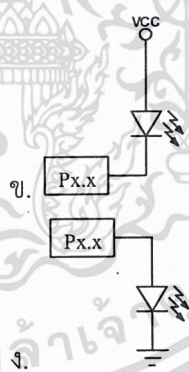
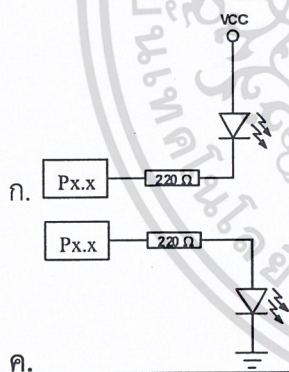
ก. อ่านค่าสถานะของขาที่ระบุไว้ว่ามีค่าเป็น INPUT หรือ OUTPUT

ข. อ่านค่าสถานะของขาที่ระบุไว้ว่ามีค่าเป็น TRUE หรือ FALSE

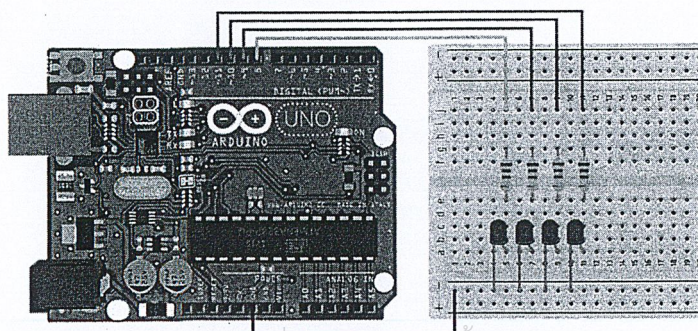
ค. อ่านค่าสถานะของขาที่ระบุไว้ว่ามีค่าเป็น HIGH หรือ LOW

ง. อ่านค่าสถานะของขาที่ระบุไว้ว่ามีค่าเป็น ON หรือ OFF

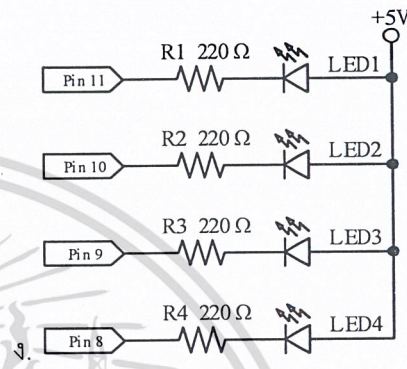
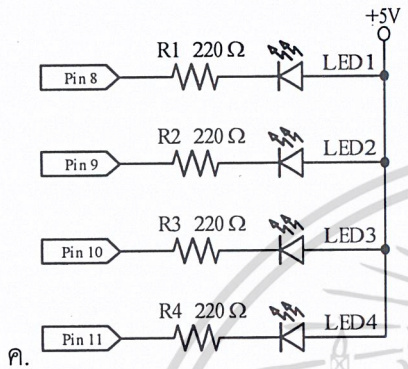
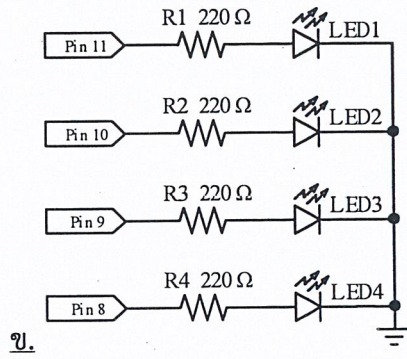
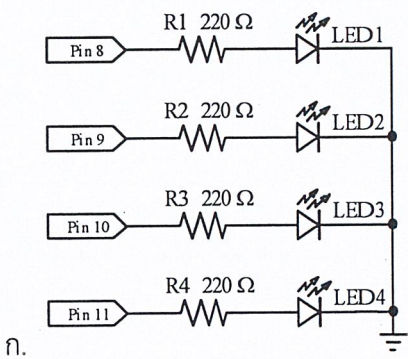
4. การต่อวงจร LED ในข้อใดเป็นการต่อแบบคอมมอนแคโทดที่ถูกต้อง ?



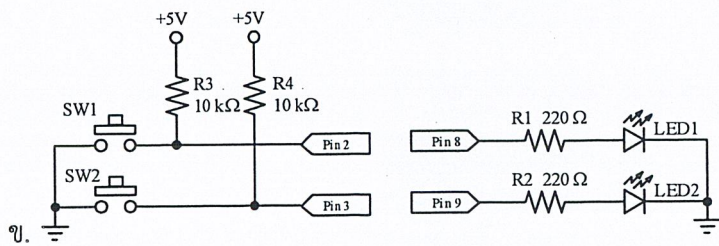
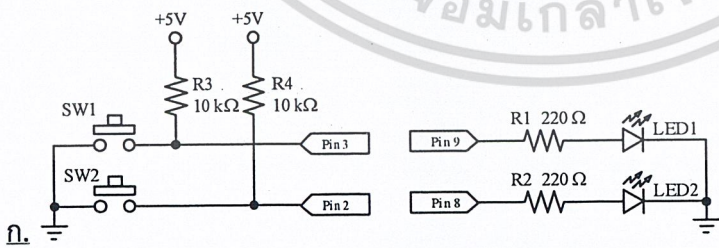
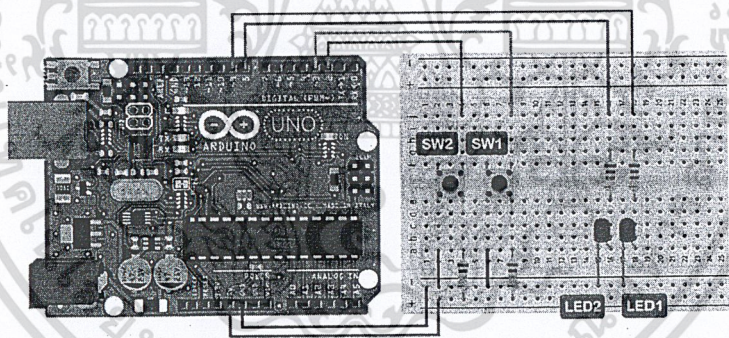
5. จากรูปการต่อวงจร ข้อใดถูกต้อง ?



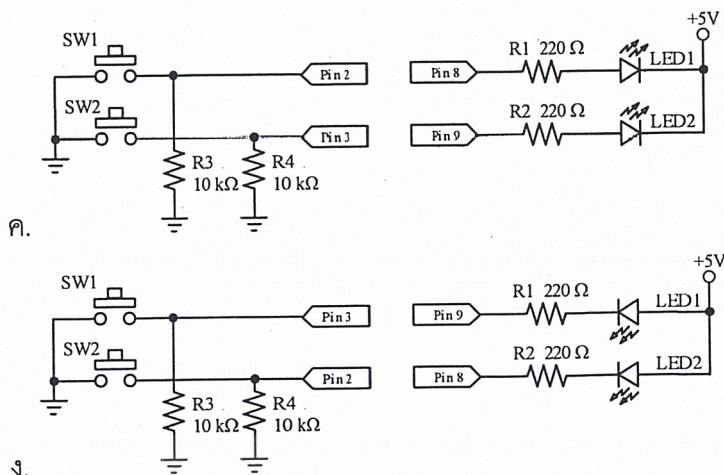
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



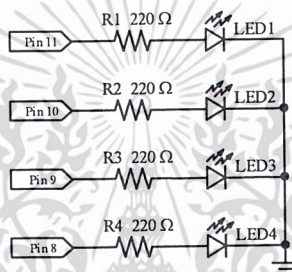
6. จากรูปการต่อวงจร ข้อใดถูกต้อง?



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



7. จากวงจรดังรูป การประกาศขาใช้งานข้อใดถูกต้อง ?

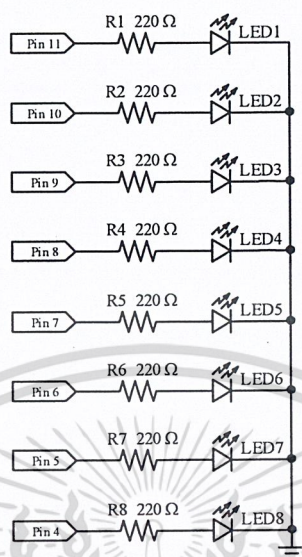


- | | |
|----------------------|-----------------------|
| ก. pinMode(8,INPUT); | ข. pinMode(8,HIGH); |
| pinMode(9,INPUT); | pinMode(9,HIGH); |
| pinMode(10,INPUT); | pinMode(10,HIGH); |
| pinMode(11,INPUT); | pinMode(11,HIGH); |
| ค. pinMode(8,LOW); | ง. pinMode(8,OUTPUT); |
| pinMode(9,LOW); | pinMode(9,OUTPUT); |
| pinMode(10,LOW); | pinMode(10,OUTPUT); |
| pinMode(11,LOW); | pinMode(11,OUTPUT); |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. จากวงจรดังรูป การประกาศใช้งานข้อใดถูกต้อง ?

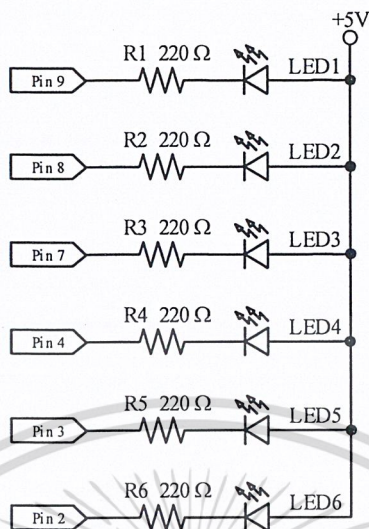
เมื่อกำหนดให้ `const int led[8]={11,10,9,8,7,6,5,4};`



- ก. `for(int i = 0; i <= 8; i++)`
`{`
`pinMode(led[i],OUTPUT);`
`}`
- ข. `for(int m = 0; m > 8; m++)`
`{`
`pinMode(led[m],OUTPUT);`
`}`
- ค. `for(int k = 0; k < 8; k++)`
`{`
`pinMode(led[k],OUTPUT);`
`}`
- ง. `for(int z = 0; z < 8; z--)`
`{`
`pinMode(led[z],OUTPUT);`
`}`

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. จากวงจรดังรูป เมื่อต้องการให้ LED กระพริบพร้อมกันทุกดวง ต้องเขียนคำสั่งตามข้อใด



ก.

```
for(int i=0; i<6; i++){
    digitalWrite(led[i],LOW);
}
```

```
for(int i=0; i<6; i++){
    digitalWrite(led[i],HIGH);
}
```

ข.

```
for(int i=0; i<6; i++){
    digitalWrite(led[i],LOW);
    delay(300);
}
```



```
for(int i=0; i<6; i++){
    digitalWrite(led[i],HIGH);
    delay(300);
}
```

ค.

```
for(int i=0; i<6; i++){
    digitalWrite(led[i],LOW);
    delay(300);
    digitalWrite(led[i],HIGH);
    delay(300);
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้


```

๑. for(int i=0; i<6; i++){
    digitalWrite(led[i],LOW);
}

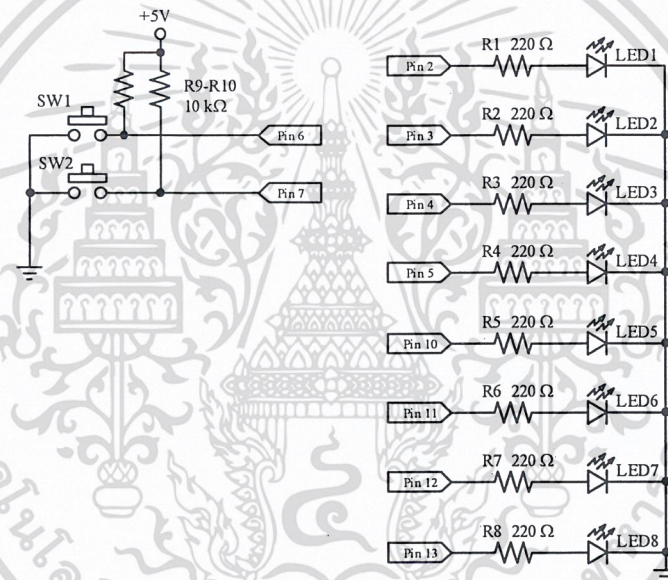
delay(300);

for(int i=0; i<6; i++){
    digitalWrite(led[i],HIGH);
}

delay(300);

```

10. จากวงจรดังรูป เมื่อกดสวิตช์ 1 แล้วให้ LED ติดทั้ง 8 ดวง เมื่อปล่อยสวิตช์ให้ดับทุกดวง เขียนคำสั่งอย่างไร



```

ก. int val=0;
val=digitalRead(sw1);
if (val == 1)
    for(int i=0; i<8;i++) {
        digitalWrite(led[i],HIGH);
    }
else
    for(int i=0; i<8;i++) {
        digitalWrite(led[i],LOW);
    }

```

ข. int val=0;

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้


```

val=digitalRead(sw1);
if (val == 0)
    for(int i=0; i<8; i++) {
        digitalWrite(led[i],HIGH);
    }
else
    for(int i=0; i<8; i++) {
        digitalWrite(led[i],LOW);
    }

```

ค. int val=0;

```

val=digitalRead(sw1);
if (val == 1)
    for(int i=0; i<8;i++) {
        digitalWrite(led[i],LOW);
    }
else
    for(int i=0; i<8;i++) {
        digitalWrite(led[i],HIGH);
    }

```

ง. int val=0;

```

val=digitalRead(sw1);
if (val == 0)
    for(int i=0; i<8;i++) {
        digitalWrite(led[i],LOW);
    }
else
    for(int i=0; i<8;i++) {
        digitalWrite(led[i],HIGH);
    }

```


แบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้ที่ 3

1. ข้อใดกล่าวถึงการควบคุม LED 7segment ได้ถูกต้อง ?

- ก. LED 7segment แบบคอมมอนแคโทด ถ้าต้องการให้ segment ใดติด ให้ป้อนลอจิกต่ำที่ segment นั้น
- ข. LED 7segment แบบคอมมอนแอโนด ถ้าต้องการให้ segment ใดติด ให้ป้อนลอจิกสูงที่ segment นั้น
- ค. LED 7segment แบบคอมมอนแอโนด ถ้าต้องการให้ segment ใดติด ให้ป้อนลอจิกต่ำที่ segment นั้น
- ง. LED 7segment แบบคอมมอนแคโทด ถ้าต้องการให้ segment ใดดับ ให้ป้อนลอจิกสูงที่ segment นั้น

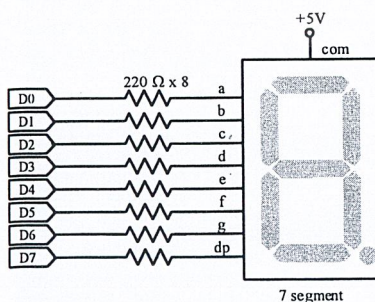
2. LED 7 segment แบบคอมมอนแคโทด ถ้าต้องการให้แสดงเป็นเลข 7 ข้อใดถูกต้อง ?

- ก. ให้ a, b, และ c เป็นลอจิก 1 ส่วน d, e, f, g และ dp เป็น ลอจิก 0
- ข. ให้ a, b, และ c เป็นลอจิก 0 ส่วน d, e, f, g และ dp เป็น ลอจิก 1
- ค. ให้ a, e และ f เป็นลอจิก 1 ส่วน b, c, d, g และ dp เป็น ลอจิก 0
- ง. ให้ a, e และ f เป็นลอจิก 0 ส่วน b, c, d, g และ dp เป็น ลอจิก 1

3. LED 7 segment แบบคอมมอนแอโนด ถ้าต้องการให้แสดงเป็นเลข 3 ข้อใดถูกต้อง ?

- ก. ให้ a, b, c, d และ g เป็นลอจิก 1 ส่วน e, f และ dp เป็น ลอจิก 0
- ข. ให้ a, b, c, d และ g เป็นลอจิก 0 ส่วน e, f และ dp เป็น ลอจิก 1
- ค. ให้ a, d, e, f และ g เป็นลอจิก 1 ส่วน b, c และ dp เป็น ลอจิก 0
- ง. ให้ a, d, e, f และ g เป็นลอจิก 0 ส่วน b, c และ dp เป็น ลอจิก 1

4. จากวงจรดังรูป เมื่อต้องการให้แสดงตัวอักษร C ข้อใดถูกต้อง ?

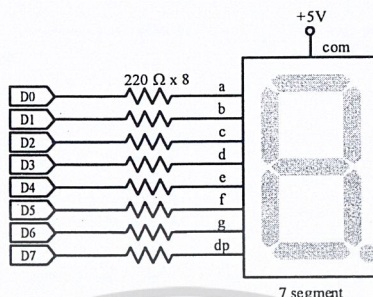


- ก. ให้ D0, D1, D2 และ D3 เป็นลอจิก 1 ที่เหลือเป็นลอจิก 0
- ข. ให้ D0, D3, D4 และ D5 เป็นลอจิก 0 ที่เหลือเป็นลอจิก 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

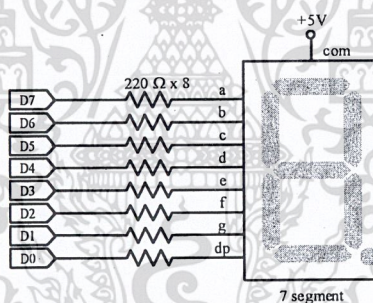
- ค. ให้ D7, D6, D5 และ D4 เป็นลอจิก 1 ที่เหลือเป็นลอจิก 0
 ง. ให้ D7, D4, D3 และ D2 เป็นลอจิก 0 ที่เหลือเป็นลอจิก 1

5. จากวงจรดังรูป เมื่อต้องการให้แสดงตัวอักษร L ข้อใดถูกต้อง ?



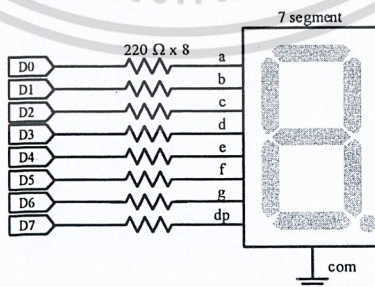
- ก. ให้ D5, D4 และ D3 เป็นลอจิก 0 ที่เหลือเป็นลอจิก 1
 ข. ให้ D3, D2 และ D1 เป็นลอจิก 1 ที่เหลือเป็นลอจิก 0
 ค. ให้ D7, D6, D2, D1 และ D0 เป็นลอจิก 0 ที่เหลือเป็นลอจิก 1
 ง. ให้ D7, D6, D2, D1 และ D0 เป็นลอจิก 1 ที่เหลือเป็นลอจิก 0

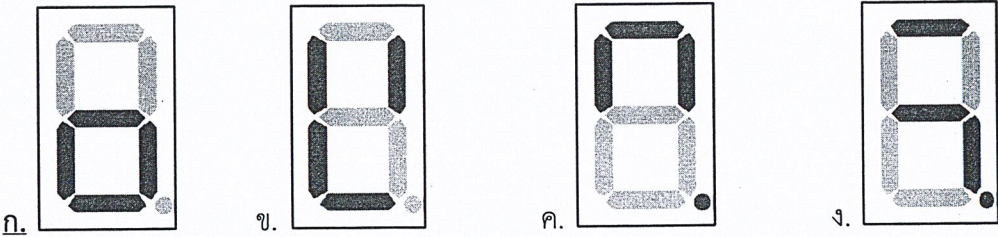
6. จากวงจรดังรูป เมื่อต้องการให้แสดงตัวอักษร P ต้องส่งข้อมูลแบบใด ?



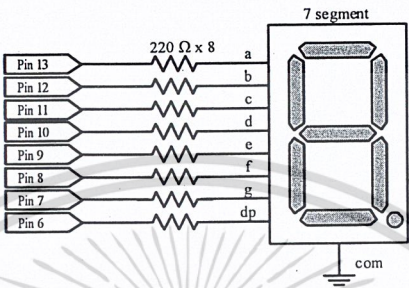
- ก. 11001110 ข. 00110001 ค. 11101100 ง. 00010011

7. จากวงจรดังรูป เมื่อป้อนข้อมูล D7-D0 เป็น 01011100 จะแสดงข้อมูลตรงกับข้อใด ?





8. จากวงจรเมื่อต้องการให้ LED 7Segment ติดเป็นเลข 9. โปรแกรมในข้อใดถูกต้อง ?



ก.

```
void loop(){
  digitalWrite(13, HIGH); digitalWrite(12, HIGH); digitalWrite(11, HIGH); digitalWrite(10, HIGH);
  digitalWrite(9, LOW); digitalWrite(8, HIGH); digitalWrite(7, HIGH); digitalWrite(6, HIGH);
  delay(500);}
```

ข.

```
void loop(){
  digitalWrite(6, HIGH); digitalWrite(7, HIGH); digitalWrite(8, HIGH); digitalWrite(9, HIGH);
  digitalWrite(10, LOW); digitalWrite(11, HIGH); digitalWrite(12, HIGH); digitalWrite(13, HIGH);
  delay(500);}
```

ค.

```
void loop(){
  digitalWrite(13, LOW); digitalWrite(12, LOW); digitalWrite(11, LOW); digitalWrite(10, LOW);
  digitalWrite(9, HIGH); digitalWrite(8, LOW); digitalWrite(7, LOW); digitalWrite(6, LOW);
  delay(500);}
```

ง.

```
void loop(){
  digitalWrite(6, LOW); digitalWrite(7, LOW); digitalWrite(8, LOW); digitalWrite(9, LOW);
  digitalWrite(10, HIGH); digitalWrite(11, LOW); digitalWrite(12, LOW); digitalWrite(13, LOW);
  delay(500);}
```


9. กำหนดให้ LED 7segment ต่อแบบคอมมอนแอโนด จากโปรแกรมย่อย segment เมื่อต้องการให้แสดงผลเป็นเลข 5 ต้องส่งข้อมูลอย่างไร ?

```
void segment(int a, int b, int c, int d, int e, int f, int g, int dp)
{
    digitalWrite(Apin, a); digitalWrite(Bpin, b);
    digitalWrite(Cpin, c); digitalWrite(Dpin, d);
    digitalWrite(Epin, e); digitalWrite(Fpin, f);
    digitalWrite(Gpin, g); digitalWrite(Dotpin, dp);
}
```

- ก. segment(1,0,1,1,0,1,1,0); ข. segment(0,1,0,0,1,0,0,1);
 ค. segment(0,1,1,0,1,1,0,1); ง. segment(1,0,0,1,0,0,1,0);

10. เมื่อส่งคำสั่งเป็น segment(0,0,0,0,1,1,0,1); จะแสดงเป็นตัวเลขในข้อใด ?

- ก. 2 ข. 3 ค. 6 ง. 9

แบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้ที่ 4

1. คำเต็มของ LCD ตรงกับข้อใด ?

ก. Light Cathod Digital

ข. Light Crytal Display

ค. Liquid Crytal Display

ง. Liquid Cathod Digital

2. ส่วนประกอบที่สำคัญของ LCD มีกี่ส่วน อะไรบ้าง ?

ก. 3 ส่วน คือ DOT Matrix, Driver และ Controller

ข. 3 ส่วน คือ DOT Matrix, Driver และ Shift Register

ค. 4 ส่วน คือ LED, Shift Register, Strobe Register และ Controller

ง. 4 ส่วน คือ Display, Driver , Controller และ Shift Register

3. คำสั่งในการลบหน้าจอแสดงผลคือข้อใด ?

ก. lcd.delete()

ข. lcd.noDisplay()

ค. lcd.clear()

ง. lcd.clean()

4. การเชื่อมต่อแบบขนาน นิยมเชื่อมต่อกี่แบบ ?

ก. 4 บิต และ 8 บิต

ข. 2 บิต และ 4 บิต

ค. 1 บิต และ 8 บิต

ง. 2 บิต และ 8 บิต

5. LiquidCrystal เมื่อต้องการใช้งานต้องผนวกไฟล์ไลบรารีด้วยคำสั่ง ?

ก. #include <LiquidCrystal.o>

ข. #include <LiquidCrystal.h>

ค. #include <LiquidCrystal.c>

ง. #include <LiquidCrystal.b>

6. เมื่อต้องการใช้งาน LCD แบบ 16 ตัวอักษร 2 บรรทัด ต้องเขียนคำสั่งอย่างไร ?

ก. lcd.begin(2,16);

ข. lcd.begin(16,2);

ค. lcd.begin(15,1);

ง. lcd.begin(1,15);

7. จากคำสั่ง LiquidCrystal lcd(13, 12, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1); ข้อใดกล่าวถูกต้อง ?

ก. ขา Data D0-D7 คือ ขา 8-1

ข. เป็นการกำหนดบอก Arduino ว่าจะใช้งานแบบ 8 บิต

ค. ขา 12 ต่อเข้ากับ RS และขา 13 ต่อเข้ากับขา EN ของ LCD

ง. เป็นการกำหนดบอก Arduino ว่าจะใช้งานแบบ 4 บิต

8. เมื่อต้องการแสดงข้อความ Arduino ให้ขีดขอบด้านขวามือในบรรทัดที่ 2 โดยกำหนดให้ใช้ LCD แบบ 16x2 ต้องกำหนดตำแหน่ง Cursor ตามข้อใด ?

ก. lcd.setCursor(8,0);

ข. lcd.setCursor(9,0);

ค. lcd.setCursor(9,1);

ง. lcd.setCursor(10,1);

9. เมื่อต้องการแสดงข้อความ Arduino ให้ขีดขอบด้านขวามือในบรรทัดที่ 3 โดยกำหนดให้ใช้ LCD แบบ 20x4 ต้องกำหนดตำแหน่ง Cursor ตามข้อใด ?

ก. lcd.setCursor(13,0);

ข. lcd.setCursor(13,1);

ค. lcd.setCursor(13,2);

ง. lcd.setCursor(13,3);

10. คำสั่งในข้อใดเป็นการแสดงตัว Z จำนวน 8 ตัวออกที่หน้าจอ LCD ?

ก. for(int i=0;i<8;i++)

lcd.write('Z');

ข. lcd.write('ZZZZZZZZ');

ค. for(int i=0;i<=8;i++)

lcd.print("Z");

ง. lcd.print(ZZZZZZZZ);

แบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้ที่ 5

1. ขาสัญญาณแอนะล็อกอินพุตของบอร์ด Arduino UNO R3 มีกี่ขา ?

- ก. 5 ข. 6 ค. 8 ง. 14

2. บอร์ด Arduino UNO R3 มีขาสัญญาณแอนะล็อกเอาต์พุตกี่ขา ?

- ก. 5 ข. 6 ค. 8 ง. 14

3. ขาสัญญาณแอนะล็อกเอาต์พุตมีความละเอียดกี่บิต ?

- ก. 8 บิต ข. 10 บิต ค. 12 บิต ง. 16 บิต

4. ถ้าวัดแรงดันที่ขา A1 ได้เท่ากับ 3.25 โวลต์ จะอ่านเป็นค่าดิจิทัลได้เท่ากับข้อใด ?

- ก. 325 ข. 665 ค. 760 ง. 853

5. ถ้าอ่านค่าจากขา A3 ได้เป็น 512 จะเทียบเท่ากับว่าขา A3 ได้รับแรงดันกี่โวลต์ ?

- ก. 0.25 V ข. 1.25 V ค. 1.5 V ง. 2.5 V

6. เมื่อต้องการต่อ VR 10k เข้าที่พอร์ตอินพุตแบบแอนะล็อกขา A4 ข้อใดถูกต้อง ?

- ก. ขา 1 ต่อลง GND ขา 3 ต่อเข้ากับ +5V และขา 2 ต่อกับ A4

ข. ขา 1 ต่อลง GND ขา 2 ต่อเข้ากับ +5V และขา 3 ต่อกับ A4

ค. ขา 3 ต่อลง GND ขา 2 ต่อเข้ากับ +5V และขา 1 ต่อกับ A4

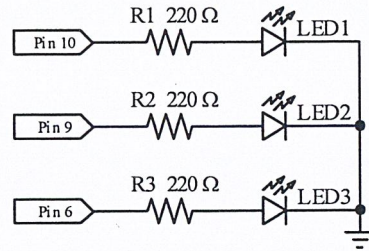
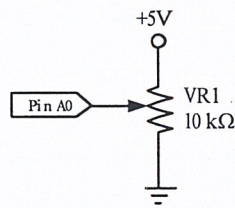
ง. ขา 2 ต่อลง GND ขา 1 ต่อเข้ากับ +5V และขา 3 ต่อกับ A4

7. เมื่อต้องการอ่านค่าแรงดันที่ขา A3 เข้ามาเก็บไว้ในตัวแปร val ต้องเขียนคำสั่งอย่างไร ?

- ก. analogWrite(A3,val); ข. val = analogRead(A3);

ค. val = digitalRead(A3); ง. digitalWrite(A3,val);

8. จากวงจรดังรูป การประกาศใช้งานข้อใดถูกต้อง ?



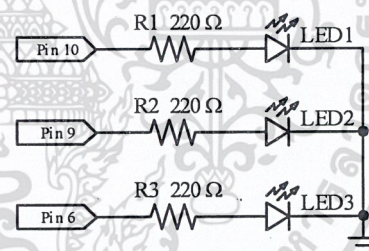
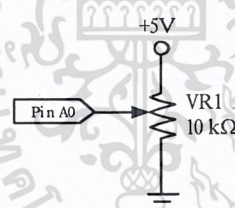
ก. pinMode(A0,INPUT);
pinMode(10,INPUT);
pinMode(9,INPUT);
pinMode(6,INPUT);

ข. pinMode(A0,OUTPUT);
pinMode(10,OUTPUT);
pinMode(9,OUTPUT);
pinMode(6,OUTPUT);

ค. pinMode(A0,INPUT);
pinMode(10,OUTPUT);
pinMode(9,OUTPUT);
pinMode(6,OUTPUT);

ง. pinMode(A0,OUTPUT);
pinMode(10,INPUT);
pinMode(9,INPUT);
pinMode(6,INPUT);

9. จากวงจรดังรูป เมื่อต้องเขียนโปรแกรมอ่านค่าจากขาพอร์ตแอนะล็อก ถ้ามากกว่า 512 ให้ LED1 ติดถ้าน้อยกว่าให้ LED1 ดับข้อใดถูกต้อง ?



ก. val = analogRead(analogPin);
if(val<=512)
digitalWrite(led1,HIGH);
else
digitalWrite(led1,LOW);

ข. val = analogRead(analogPin);
if(val>=512)
digitalWrite(led1,LOW);
else
digitalWrite(led1,HIGH);

ค. val = analogRead(analogPin);
if(val>512)
digitalWrite(led1,HIGH);
else
digitalWrite(led1,LOW);

ง. val = analogRead(analogPin);
if(val>512)
digitalWrite(led1,LOW);
else
digitalWrite(led1,HIGH);

10. เมื่อส่งค่า analogWrite(LED1,255); ข้อใดถูกต้อง ?

ก. LED1 ดับ

ข. LED1 จะติดสว่าง

ค. LED1 สว่างครึ่งดวง

ง. LED1 ติดแบบหรี่ๆ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1. บอร์ด Arduino UNO R3 ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ใด?

ก. ATmega8	ข. ATmega88
ค. ATmega168	ง. <u>ATmega328</u>

2. ไมโครคอนโทรลเลอร์ในบอร์ด Arduino UNO R3 ประมวลผลได้ครั้งละกี่บิต ?

ก. 4 บิต	ข. <u>8 บิต</u>	ค. 16 บิต	ง. 32 บิต
----------	-----------------	-----------	-----------

3. บอร์ด Arduino UNO R3 มีพอร์ตใช้งานแบบ Digital I/O ทั้งหมดกี่พอร์ต ?

ก. 8	ข. 13	ค. <u>14</u>	ง. 16
------	-------	--------------	-------

4. LED ที่ใช้ทดสอบการทำงานที่อยู่ในบอร์ด Arduino ต่ออยู่ที่ Digital I/O ขาที่เท่าใด ?

ก. 11	ข. 12	ค. <u>13</u>	ง. 14
-------	-------	--------------	-------

5. ในบอร์ด Arduino UNO R3 ใช้ความถี่คริสตอลเท่าใด?

ก. 1 MHz	ข. 4 MHz	ค. 8 MHz	ง. <u>16 MHz</u>
----------	----------	----------	------------------

6. โครงสร้างโปรแกรมของ Arduino ที่สำคัญแบ่งได้สองส่วน คือ ข้อใด ?

ก. void begin() และ void loop()	ข. void initial() และ void main()
ค. void setup() และ void main()	ง. <u>void setup() และ void loop()</u>

7. เมื่อต้องการกำหนดค่าเริ่มต้น การประกาศขาใช้งานเป็นอินพุตหรือเอาต์พุต ต้องประกาศไว้ภายใต้ฟังก์ชันใด ?

ก. void main(void)	ข. <u>void setup()</u>
ค. void loop()	ง. void begin()

8. เมื่อคอมไพล์โปรแกรมแล้วจะนำไฟล์ชนิดใดไปโปรแกรม (Burn) ลงในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์?

ก. <u>led_run.hex</u>	ข. switch4.ard
ค. sketch1.c	ง. noname1.ino

9. เมื่อต้องการให้แสดงหมายเลขบรรทัด ต้องเลือกที่เมนูใด ?

ก. File > Page setup

ข. File > Preferences

ค. Edit > Go to line..

ง. Tools > Auto Format

10. เมื่อต้องการกำหนดค่าให้แสดงตำแหน่งที่เก็บไฟล์ .HEX ต้องเข้าไปตั้งค่าด้วยคำสั่งใด ?

ก. File > Preferences

ข. Tools > Auto Format

ค. Sketch > Add File

ง. Edit > Go to line

11. คำสั่งในการกำหนดให้ขา 4 เป็นเอาต์พุตแบบดิจิทัล คือ ข้อใด ?

ก. pinMode(OUTPUT,4);

ข. digitalRead(4);

ค. digitalWrite(4,LOW);

ง. pinMode(4,OUTPUT);

12. คำสั่งที่กำหนดค่าให้ขา 7 ที่เป็นดิจิทัลเอาต์พุต เป็นลอจิกสูง คือ ข้อใด ?

ก. pinMode(7,HIGH);

ข. digitalRead(7,HIGH);

ค. digitalWrite(7,HIGH);

ง. digitalWrite(HIGH,7);

13. เมื่อขา 8 ถูกกำหนดให้เป็นดิจิทัลอินพุต คำสั่งที่ใช้อ่านค่าจากขา 8 ข้อใดถูกต้อง ?

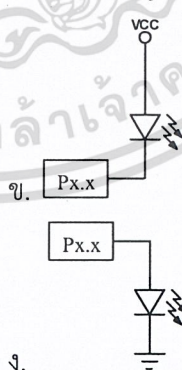
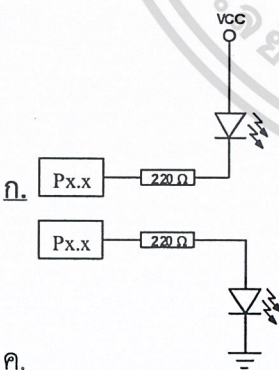
ก. nat=digitalRead(8,HIGH);

ข. boy=digitalWrite(8);

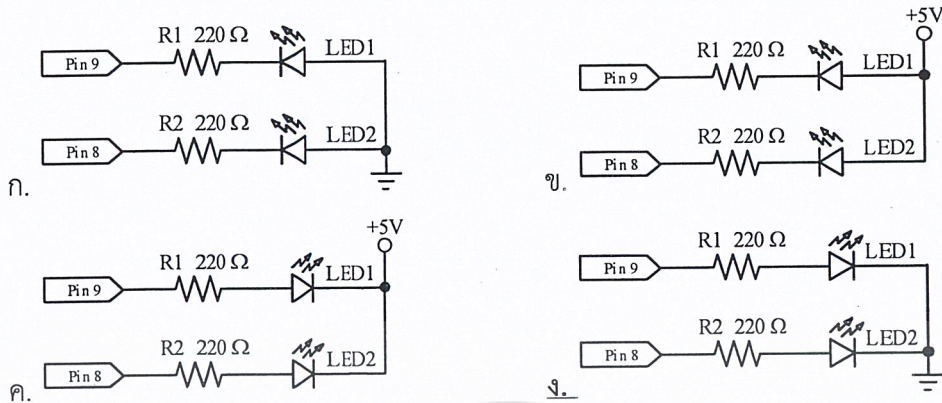
ค. digitalWrite(8,HIGH);

ง. mai=digitalRead(8);

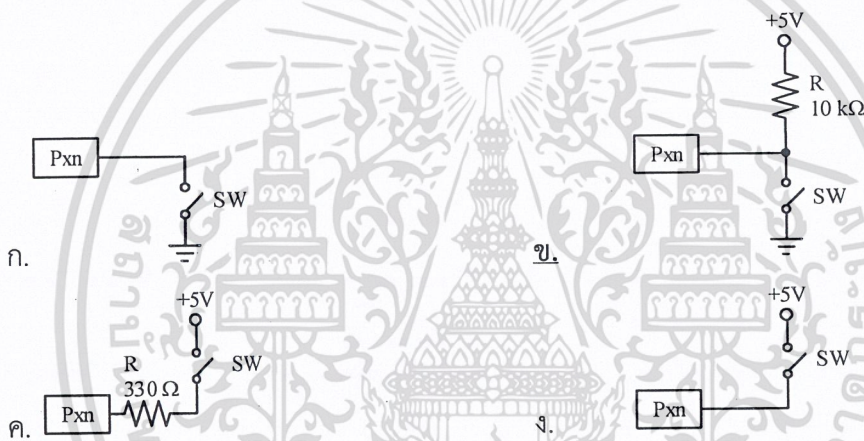
14. การต่อวงจร LED ในข้อใดเป็นการต่อแบบคอมมอนแอนโนดที่ถูกต้อง ?



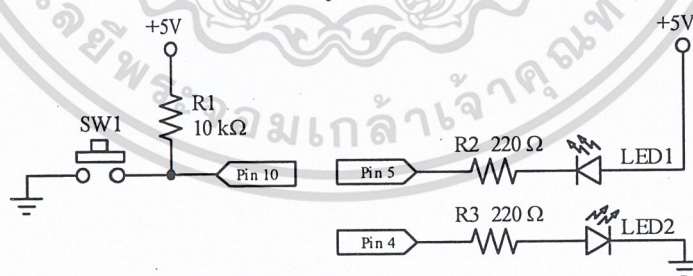
15. เมื่อต้องการต่อ LED ใช้งานจำนวน 2 ดวง เข้ากับขา 8 และ 9 แบบคอมมอนแคโธด ข้อใดถูกต้อง ?



16. เมื่อต้องการต่อสวิตช์เข้ากับพอร์ตของ Arduino แบบใดดีที่สุด



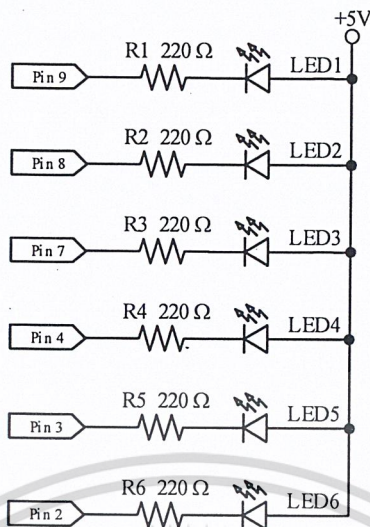
17. จากวงจรดังรูป การประกาศขาใช้งานข้อใดถูกต้อง ?



- | | |
|------------------------|-----------------------|
| ก. pinMode(10,OUTPUT); | ข. pinMode(10,INPUT); |
| pinMode(5,INPUT); | pinMode(5,HIGH); |
| pinMode(4,INPUT); | pinMode(4,LOW); |
| ค. pinMode(10,INPUT); | ง. pinMode(4,HIGH); |
| pinMode(5,OUTPUT); | pinMode(5,LOW); |
| pinMode(4,OUTPUT); | pinMode(10,OUTPUT); |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

18. จากวงจรดังรูป ข้อใดกำหนดการใช้งานถูกต้อง?



ก. `int led[8] = {9,8,7,6,5,4,3,2};`

```
void setup {
  for(int i=0; i<8; i++)
  {
    pinMode(led[i],OUTPUT);
  }
}
```

ข. `int led[8] = {2,3,4,5,6,7,8,9};`

```
void setup {
  for(int z=0; z<8; z++)
  {
    pinMode(led[z],OUTPUT);
  }
}
```

ค. `int led[6] = {9,8,7,4,3,2};`

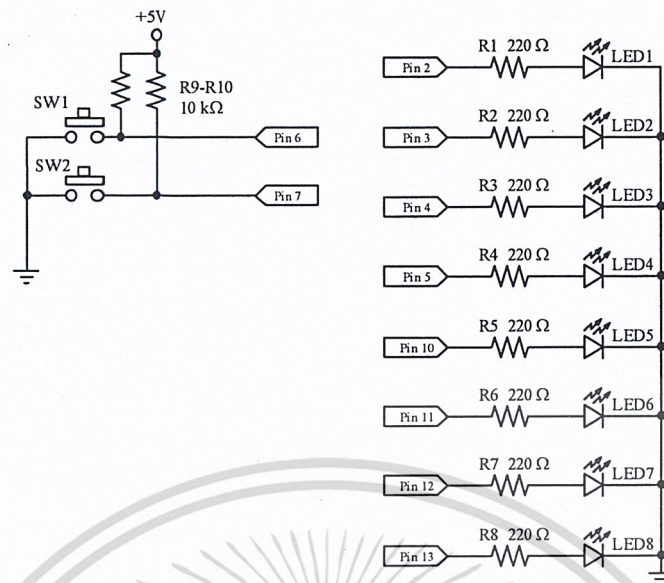
```
void setup {
  for(int a=0; a<6; a++)
  {
    pinMode(led[a],OUTPUT);
  }
}
```

ง. `int led[6] = {2,3,4,7,8,9};`

```
void setup {
  for(int p=0; p>8; p++)
  {
    PinMode(led[p],OUTPUT);
  }
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

19. จากวงจรดังรูป ข้อใดกำหนดการใช้งานถูกต้อง?



ก. `int led[8] = {2,3,4,5,10,11,12,13}`

`int sw1 = 6; int sw2 = 7;`

```
void setup {
  for(int i=0 ; i < 8; i++)
  {
    pinMode(led[i],OUTPUT);
  }
  pinMode(sw1,INPUT);
  pinMode(sw2,INPUT);
}
```

ข. `int led[8] = {2,3,4,5,10,11,12,13}`

`int sw1 = 6; int sw2 = 7;`

```
void setup {
  for(int i=0 ; i < 8; i++)
  {
    pinMode(led[i],INPUT);
  }
  pinMode(sw1,OUTPUT);
  pinMode(sw2,OUTPUT);
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค. `int led[8] = {2,3,4,5,10,11,12,13}`

`int sw1 = 6; int sw2 = 7;`

`void setup {`

`for(int i=0 ; i < 8; i++)`

`{`

`pinMode(led[i],OUTPUT);`

`}`

`pinMode(sw1,OUTPUT);`

`pinMode(sw2,OUTPUT);`

`}`

ง. `int led[8] = {2,3,4,5,10,11,12,13}`

`int sw1 = 6; int sw2 = 7;`

`void setup {`

`for(int i=0 ; i < 8; i++)`

`{`

`pinMode(led[i],INPUT);`

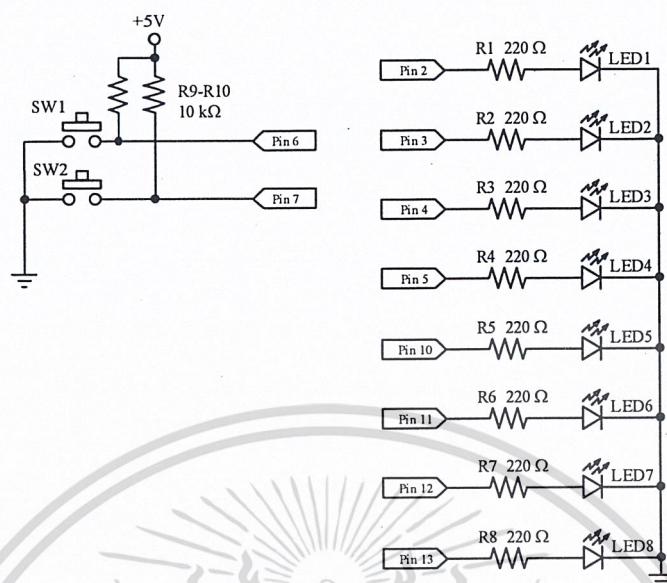
`}`

`pinMode(sw1,INPUT);`

`pinMode(sw2,INPUT);`

`}`

20. จากวงจรดังรูป กำหนดให้ `int led[8] = {2,3,4,5,10,11,12,13}` เมื่อกดสวิตช์ 1 ให้ LED1 ติด เมื่อกดสวิตช์ 2 ให้ LED8 ติด เขียนคำสั่งอย่างไร ?



- ก. `if (digitalRead(sw1)==1)`
`digitalWrite(led[0],HIGH);`
`else if (digitalRead(sw2)==1)`
`digitalWrite(led[7],HIGH);`
- ข. `if (digitalRead(sw1)==1)`
`digitalWrite(led[1],HIGH);`
`else if (digitalRead(sw2)==1)`
`digitalWrite(led[8],HIGH);`
- ค. `if (digitalRead(sw1)==0)`
`digitalWrite(led[0],HIGH);`
`else if (digitalRead(sw2)==0)`
`digitalWrite(led[7],HIGH);`
- ง. `if (digitalRead(sw1)==0)`
`digitalWrite(led[1],HIGH);`
`else if (digitalRead(sw2)==0)`
`digitalWrite(led[8],HIGH);`

21. ข้อใดกล่าวถึงการควบคุม LED 7segment ได้ถูกต้อง ?

ก. LED 7segment แบบคอมมอนแคโทด ถ้าต้องการให้ segment ใดติด ให้ป้อนลอจิกต่ำที่ segment นั้น

ข. LED 7segment แบบคอมมอนแอนโนด ถ้าต้องการให้ segment ใดติด ให้ป้อนลอจิกสูงที่ segment นั้น

ค. LED 7segment แบบคอมมอนแอนโนด ถ้าต้องการให้ segment ใดติด ให้ป้อนลอจิกต่ำที่ segment นั้น

ง. LED 7segment แบบคอมมอนแคโทด ถ้าต้องการให้ segment ใดดับ ให้ป้อนลอจิกสูงที่ segment นั้น

22. LED 7 segment ถ้าต้องการให้แสดงผลเป็นเลข 4 ต้องควบคุม segment อย่างไร ?

ก. ให้ b, c, f และ g ติด ที่เหลือดับ

ข. ให้ a, b, e และ f ติด ที่เหลือดับ

ค. ให้ a, d, e, และ dp ติด ที่เหลือดับ

ง. ให้ b, e, f และ g ติด ที่เหลือดับ

23. LED 7 segment แบบคอมมอนแคโทด ถ้าต้องการให้แสดงเป็นเลข 3 ข้อใดถูกต้อง ?

ก. ให้ a, b, c, d และ g เป็นลอจิก 1 ส่วน e, f และ dp เป็น ลอจิก 0

ข. ให้ a, b, c, d และ g เป็นลอจิก 0 ส่วน e, f และ dp เป็น ลอจิก 1

ค. ให้ a, d, e, f และ g เป็นลอจิก 1 ส่วน b, c และ dp เป็น ลอจิก 0

ง. ให้ a, d, e, f และ g เป็นลอจิก 0 ส่วน b, c และ dp เป็น ลอจิก 1

24. LED 7 segment แบบคอมมอนแอนโนด ถ้าต้องการให้แสดงเป็นเลข 7 ข้อใดถูกต้อง ?

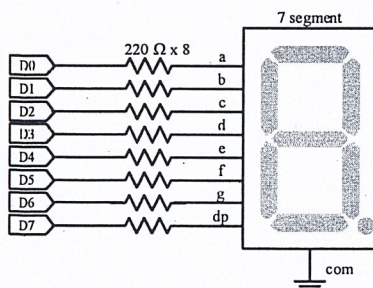
ก. ให้ a, b, และ c เป็นลอจิก 1 ส่วน d, e, f, g และ dp เป็น ลอจิก 0

ข. ให้ a, b, และ c เป็นลอจิก 0 ส่วน d, e, f, g และ dp เป็น ลอจิก 1

ค. ให้ a, e และ f เป็นลอจิก 1 ส่วน b, c, d, g และ dp เป็น ลอจิก 0

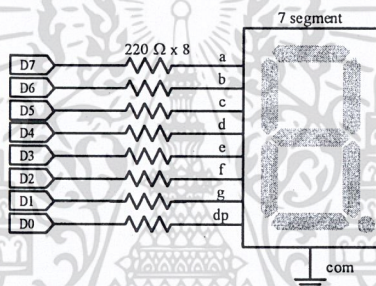
ง. ให้ a, e และ f เป็นลอจิก 0 ส่วน b, c, d, g และ dp เป็น ลอจิก 1

25. จากวงจรดังรูป เมื่อต้องการให้แสดงตัวอักษร L ข้อใดถูกต้อง ?



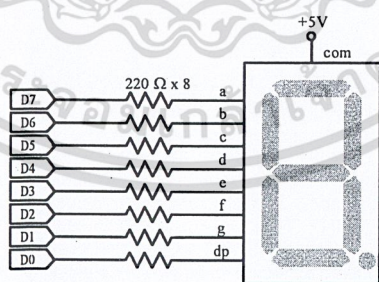
- ก. ให้ D5, D4 และ D3 เป็นลอจิก 0 ที่เหลือเป็นลอจิก 1
 ข. ให้ D3, D2 และ D1 เป็นลอจิก 1 ที่เหลือเป็นลอจิก 0
 ค. ให้ D7, D6, D2, D1 และ D0 เป็นลอจิก 0 ที่เหลือเป็นลอจิก 1
 ง. ให้ D7, D6, D2, D1 และ D0 เป็นลอจิก 1 ที่เหลือเป็นลอจิก 0

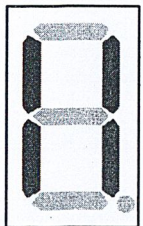
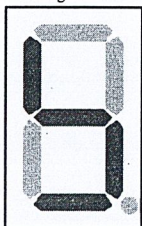
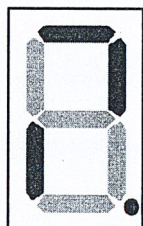
26. จากวงจรดังรูป เมื่อต้องการให้แสดงตัวอักษร F ต้องส่งข้อมูลแบบใด ?



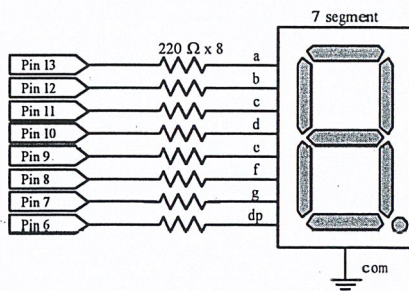
- ก. 10001110
 ข. 01110001
 ค. 11101000
 ง. 00010111

27. จากวงจรดังรูป เมื่อป้อนข้อมูล D7-D0 เป็น 10010011 จะแสดงข้อมูลตรงกับข้อใด ?



- ก.  ข.  ค.  ง. 

28. จากวงจรเมื่อต้องการให้ LED 7Segment ติดเป็นเลข 2. โปรแกรมในข้อใดถูกต้อง ?



ก.

```
void loop(){
  digitalWrite(13, HIGH); digitalWrite(12, HIGH); digitalWrite(11, LOW); digitalWrite(10, HIGH);
  digitalWrite(9, HIGH); digitalWrite(8, LOW); digitalWrite(7, HIGH); digitalWrite(6, HIGH);
  delay(500);}

```

ข.

```
void loop(){
  digitalWrite(6, HIGH); digitalWrite(7, HIGH); digitalWrite(8, LOW); digitalWrite(9, HIGH);
  digitalWrite(10, HIGH); digitalWrite(11, LOW); digitalWrite(12, HIGH); digitalWrite(13, HIGH);
  delay(500);}

```

ค.

```
void loop(){
  digitalWrite(13, LOW); digitalWrite(12, LOW); digitalWrite(11, HIGH); digitalWrite(10, LOW);
  digitalWrite(9, HIGH); digitalWrite(8, HIGH); digitalWrite(7, LOW); digitalWrite(6, LOW);
  delay(500);}

```

ง.

```
void loop(){
  digitalWrite(6, LOW); digitalWrite(7, LOW); digitalWrite(8, HIGH); digitalWrite(9, LOW);
  digitalWrite(10, LOW); digitalWrite(11, HIGH); digitalWrite(12, LOW); digitalWrite(13, LOW);
  delay(500);}

```


29. กำหนดให้ LED 7segment ต่อแบบคอมมอนแคโทด จากโปรแกรมย่อย segment เมื่อต้องการให้แสดงผลเป็นเลข 5 ต้องส่งข้อมูลอย่างไร ?

```
void segment(int a, int b, int c, int d, int e, int f, int g, int dp)
{
    digitalWrite(Apin, a); digitalWrite(Bpin, b);
    digitalWrite(Cpin, c); digitalWrite(Dpin, d);
    digitalWrite(Epin, e); digitalWrite(Fpin, f);
    digitalWrite(Gpin, g); digitalWrite(Dotpin, dp);
}
```

- ก. segment(1,0,1,1,0,1,1,0); ข. segment(0,1,0,0,1,0,0,1);
 ค. segment(0,1,1,0,1,1,0,1); ง. segment(1,0,0,1,0,0,1,0);

30. เมื่อส่งคำสั่งเป็น segment(1,1,1,1,0,0,1,0); จะแสดงเป็นตัวเลขในข้อใด ?

- ก. 2 ข. 3 ค. 6 ง. 9

31. LCD ย่อมาจากคำเต็มในข้อใด ?

- ก. Liquid Crytal Display ข. Light Crytal Display
 ค. Light Cathod Digital ง. Liquid Cathod Digital

32. LCD มีส่วนประกอบกี่ส่วน อะไรบ้าง ?

- ก. 3 ส่วน คือ DOT Matrix, Driver และ Controller
 ข. 3 ส่วน คือ DOT Matrix, Driver และ Shift Register
 ค. 4 ส่วน คือ LED, Shift Register, Strobe Register และ Controller
 ง. 4 ส่วน คือ Display, Driver , Controller และ Shift Register

33. คำสั่ง cursor() คือ ข้อใด ?

- ก. เป็นคำสั่งเปิดการแสดงผลเครื่องหมายเคอร์เซอร์ “_” ในตำแหน่งที่จะแสดงตัวอักษรตัวถัดไป
 ข. เป็นคำสั่งเปิดการแสดงผลเครื่องหมายเคอร์เซอร์ “-” ในตำแหน่งที่จะแสดงตัวอักษรตัวถัดไป
 ค. เป็นคำสั่งเปิดการแสดงผลเครื่องหมายเคอร์เซอร์ “#” ในตำแหน่งที่จะแสดงตัวอักษรตัวถัดไป
 ง. เป็นคำสั่งเปิดการแสดงผลเครื่องหมายเคอร์เซอร์ “=” ในตำแหน่งที่จะแสดงตัวอักษรตัวถัดไป

34. คำสั่งให้เครื่องหมายเคอร์เซอร์กระพริบ คือ ข้อใด ?

ก. lcd.setCursor(0,0);

ข. lcd.noCursor();

ค. lcd.Blink();

ง. lcd.display();

35. การเชื่อมต่อแบบขนาน นิยมเชื่อมต่อกี่แบบ ?

ก. 4 บิต และ 8 บิต

ข. 2 บิต และ 4 บิต

ค. 1 บิต และ 8 บิต

ง. 2 บิต และ 8 บิต

36. LiquidCrystal เมื่อต้องการใช้งานต้องผนวกไฟล์ไลบรารีด้วยคำสั่ง ?

ก. #include <LiquidCrystal.o>

ข. #include <LiquidCrystal.h>

ค. #include <LiquidCrystal.c>

ง. #include <LiquidCrystal.b>

37. เมื่อต้องการใช้งาน LCD แบบ 20 ตัวอักษร 4 บรรทัด ต้องเขียนคำสั่งอย่างไร ?

ก. lcd.begin(4,20);

ข. lcd.begin(20,4);

ค. lcd.begin(19,3);

ง. lcd.begin(3,19);

38. จากคำสั่ง LiquidCrystal lcd(13, 12, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8); ข้อใดกล่าวถูกต้อง ?

ก. ขา Data D0-D7 คือ ขา 8-1

ข. เป็นการกำหนดบอก Arduino ว่าจะใช้งานแบบ 8 บิต

ค. ขา 12 ต่อเข้ากับ RS และขา 13 ต่อเข้ากับขา EN ของ LCD

ง. เป็นการกำหนดบอก Arduino ว่าจะใช้งานแบบ 4 บิต

39. กำหนดให้ใช้ LCD แบบ 2 บรรทัด 16 ตัวอักษร เมื่อต้องการแสดงข้อความ Education อยู่กลางหน้าจอบรรทัดที่ 1 ต้องกำหนดตำแหน่งการแสดงผลตามข้อใด ?

ก. lcd.setCursor(0,3);

ข. lcd.setCursor(3,0);

ค. lcd.setCursor(9,0);

ง. lcd.setCursor(0,9);

40. คำสั่งในข้อใดเป็นการแสดงตัว A จำนวน 10 ตัวออกที่หน้าจอ LCD ?

ก. `for(int i=0;i<10;i++)`

`lcd.write('A');`

ข. `lcd.write('AAAAAAAAAA');`

ค. `for(int i=0;i<=10;i++)`

`lcd.print("A");`

ง. `lcd.print(AAAAAAAAAA);`

41. บอร์ด Arduino UNO R3 มีขาสัญญาณแอนะล็อกอินพุตกี่ขา ?

ก. 5

ข. 6

ค. 8

ง. 14

42. ขาสัญญาณแอนะล็อกอินพุตมีความละเอียดกี่บิต ?

ก. 4 บิต

ข. 8 บิต

ค. 10 บิต

ง. 16 บิต

43. ความละเอียดของสัญญาณ 1 ระดับ เท่ากับข้อใด ?

ก. $\frac{V_{ref}}{2^N}$

ข. $\frac{V_{ref}}{2^N - 1}$

ค. $\frac{2^N}{V_{ref}}$

ง. $\frac{2^N - 1}{V_{ref}}$

44. ถ้าวัดแรงดันที่ขา A0 ได้เท่ากับ 3.75 โวลต์ จะอ่านเป็นค่าดิจิทัลได้เท่ากับข้อใด ?

ก. 375

ข. 678

ค. 768

ง. 853

45. ถ้าอ่านค่าจากขา A2 ได้เป็น 256 จะเทียบเท่ากับว่าขา A2 ได้รับแรงดันกี่โวลต์ ?

ก. 0.25 V

ข. 1.25 V

ค. 1.5 V

ง. 2.5 V

46. เมื่อต้องการต่อ VR 10k เข้าที่พอร์ตอินพุตแบบแอนะล็อกขา A0 ข้อใดถูกต้อง ?

ก. ขา 1 ต่อลง GND ขา 3 ต่อเข้ากับ +5V และขา 2 ต่อกับ A0

ข. ขา 1 ต่อลง GND ขา 2 ต่อเข้ากับ +5V และขา 3 ต่อกับ A0

ค. ขา 3 ต่อลง GND ขา 2 ต่อเข้ากับ +5V และขา 1 ต่อกับ A0

ง. ขา 2 ต่อลง GND ขา 1 ต่อเข้ากับ +5V และขา 3 ต่อกับ A0

47. เมื่อต้องการกำหนดค่าระดับสัญญาณแอนะล็อกเอาต์พุตให้กับขาดิจิตอลเอาต์พุต PWM ต้องเขียนคำสั่งอย่างไร ?

ก. `analogWrite(pin,val);`

ข. `val = analogRead(pin);`

ค. `val = digitalRead(pin);`

ง. `digitalWrite(pin,val);`

48. คำสั่ง `val = analogRead(A5);` ใช้ทำอะไร ?

ก. ส่งค่าตัวเลขในตัวแปร `val` ออกไปที่ขาแอนะล็อกอินพุต A5

ข. ส่งค่าตัวเลขในตัวแปร `val` ออกไปที่ขาแอนะล็อกเอาต์พุต A5

ค. อ่านค่าแรงดันที่ขาแอนะล็อกเอาต์พุต A5 เข้ามาเก็บไว้ในตัวแปร `val`

ง. อ่านค่าแรงดันที่ขาแอนะล็อกอินพุต A5 เข้ามาเก็บไว้ในตัวแปร `val`

49. จากวงจรดังรูป การประกาศใช้งานข้อใดถูกต้อง ?



ก. `pinMode(A0,INPUT);`

ข. `pinMode(A0,OUTPUT);`

`pinMode(10,INPUT);`

`pinMode(10,OUTPUT);`

`pinMode(9,INPUT);`

`pinMode(9,OUTPUT);`

`pinMode(6,INPUT);`

`pinMode(6,OUTPUT);`

ค. `pinMode(A0,INPUT);`

ง. `pinMode(A0,OUTPUT);`

`pinMode(10,OUTPUT);`

`pinMode(10,INPUT);`

`pinMode(9,OUTPUT);`

`pinMode(9,INPUT);`

`pinMode(6,OUTPUT);`

`pinMode(6,INPUT);`

50. เมื่อส่งค่า `analogWrite(LED2,0);` ข้อใดถูกต้อง ?

ก. LED2 ดับ

ข. LED2 จะติดสว่าง

ค. LED2 สว่างครึ่งดวง

ง. LED2 ติดแบบหรี่ๆ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ.1 ผลการประเมินคุณภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง
การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino ด้านเนื้อหา

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น					
	ผู้ทรงคุณวุฒิ			$\bar{x}$	S	ระดับคุณภาพ
	1	2	3			
1. เนื้อหามีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	4	5	5	4.67	0.58	ดีมาก
2. เนื้อหามีความเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน	4	5	5	4.67	0.58	ดีมาก
3. เนื้อหามีความถูกต้องและชัดเจน	5	4	5	4.67	0.58	ดีมาก
4. ปริมาณเนื้อหามีความเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน	5	4	5	4.67	0.58	ดีมาก
5. การจัดเรียงลำดับเนื้อหาเหมาะสมและเข้าใจง่าย	5	5	4	4.67	0.58	ดีมาก
6. ความน่าสนใจของเนื้อหา	4	5	5	4.67	0.58	ดีมาก
7. ความสมบูรณ์ของเนื้อหา	4	5	4	4.33	0.58	ดี
8. การแบ่งหมวดหมู่ของเนื้อหามีความเหมาะสม	4	5	5	4.67	0.58	ดีมาก
9. ภาษาที่ใช้อธิบายสื่อความหมายและเข้าใจได้ง่าย	5	5	4	4.67	0.58	ดีมาก
10. ภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหวประกอบเนื้อหา มีความถูกต้องและเหมาะสม	5	5	4	4.67	0.58	ดีมาก
11. ภาพประกอบสื่อสารความหมายได้ตรงกับเนื้อหา	5	5	4	4.67	0.58	ดีมาก
12. วิดีโอสื่อสารความหมายได้ตรงกับเนื้อหา	5	4	4	4.33	0.58	ดี
เฉลี่ยรวมทั้งหมด				4.61	0.49	ดีมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ.2 ผลการประเมินคุณภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง
การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น					
	ผู้ทรงคุณวุฒิ			— x	S	ระดับ คุณภาพ
	1	2	3			
1. รูปแบบสื่อและการนำเสนอ						
1.1 สื่อการเรียนรู้มีความน่าสนใจ	5	5	5	5.00	0.00	ดีมาก
1.2 รูปแบบและวิธีการนำเสนอเหมาะสม	4	5	5	4.67	0.58	ดีมาก
1.3 ขนาดของรูปภาพและขนาดของ marker เหมาะสม	5	4	5	4.67	0.58	ดีมาก
1.4 การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างสื่อกับผู้เรียน	5	5	4	4.67	0.58	ดีมาก
ค่าเฉลี่ย				4.75	0.45	ดีมาก
2. การออกแบบจอแสดงผล						
2.1 การออกแบบกราฟฟิกมีความเหมาะสมและสวยงาม	5	5	5	5.00	0.00	ดีมาก
2.2 การจัดวางองค์ประกอบในหน้าจอ	5	4	5	4.67	0.58	ดีมาก
2.3 สีที่ใช้ในสื่อการเรียนรู้	5	5	5	5.00	0.00	ดีมาก
2.4 ปุ่มการใช้งานออกแบบให้ใช้งานได้ง่าย	5	5	5	5.00	0.00	ดีมาก
2.5 การเชื่อมโยงกันของส่วนต่างๆ มีความสะดวก	5	5	4	4.67	0.58	ดีมาก
ค่าเฉลี่ย				4.87	0.35	ดีมาก
3. รูปภาพ						
3.1 รูปภาพมีความคมชัด มองเห็นได้ชัดเจน	5	4	5	4.67	0.58	ดีมาก
3.2 รูปภาพสื่อความหมายได้ชัดเจน	5	5	5	5.00	0.00	ดีมาก
3.3 รูปภาพมีขนาดเหมาะสม	4	5	5	4.67	0.58	ดีมาก
ค่าเฉลี่ย				4.78	0.44	ดีมาก
4. วิดีโอประกอบสื่อ						
4.1 วิดีโอมีความคมชัด มองเห็นได้ชัดเจน	4	5	4	4.33	0.58	ดี
4.2 วิดีโอสื่อความหมายได้ชัดเจน	5	4	5	4.67	0.58	ดีมาก
4.3 วิดีโอมีขนาดเหมาะสม	5	5	5	5.00	0.00	ดีมาก
ค่าเฉลี่ย				4.67	0.5	ดีมาก
5. ตัวอักษร						
5.1 ตัวอักษรมีความคมชัด มองเห็นได้ชัดเจน	5	4	5	4.67	0.58	ดีมาก
5.2 รูปแบบตัวอักษรเหมาะสม อ่านง่าย	5	5	4	4.67	0.58	ดีมาก
5.3 ขนาดตัวอักษรเหมาะสม	4	5	4	4.33	0.58	ดี
5.4 สีตัวอักษรเหมาะสม	5	4	5	4.67	0.58	ดีมาก
ค่าเฉลี่ย				4.58	0.51	ดีมาก
เฉลี่ยรวมทั้งหมด				4.73	0.45	ดีมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ.3 คะแนนจากการทำแบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้ของกลุ่มตัวอย่างที่เรียนด้วย
สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์
Arduino

คนที่	คะแนนท้ายหน่วยการเรียนรู้ (คะแนนเต็ม)					คะแนนรวม (50)	คิดเป็นร้อยละ
	1 (10)	2 (10)	3 (10)	4 (10)	5 (10)		
1	7	8	9	8	7	39	78
2	7	8	8	8	8	39	78
3	8	8	8	8	8	40	80
4	9	8	8	7	7	39	78
5	8	9	9	9	9	44	88
6	10	8	8	8	8	42	84
7	9	10	9	7	7	42	84
8	9	7	8	7	10	41	82
9	8	9	8	9	8	42	84
10	8	9	9	7	9	42	84
11	9	8	8	8	8	41	82
12	8	9	9	9	9	44	88
13	10	10	9	7	8	44	88
14	8	8	8	8	8	40	80
15	8	8	7	8	8	39	78
16	8	8	8	7	8	39	78
17	10	8	9	9	7	43	86
18	8	7	7	8	7	37	74
							$E_1 = 81.89$

ตารางที่ จ.4 คะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่างที่เรียนด้วย
สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์
Arduino

คนที่	คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (คะแนนเต็ม 50 คะแนน)	คิดเป็นร้อยละ
1	39	78
2	39	78
3	40	80
4	39	78
5	44	88

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ.4 (ต่อ)

คนที่	คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (คะแนนเต็ม 50 คะแนน)	คิดเป็นร้อยละ
6	42	84
7	42	84
8	40	80
9	42	84
10	42	84
11	37	74
12	42	84
13	43	86
14	40	80
15	38	76
16	39	78
17	43	86
18	39	78
		$E_2 = 81.11$

ตารางที่ จ.5 ค่าคะแนนและค่าคะแนนกำลังสองของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมเพื่อใช้ในการคำนวณค่าความแปรปรวน

คนที่	กลุ่มทดลอง		กลุ่มควบคุม	
	X_1	X_1^2	X_2	X_2^2
1	39	1,521	36	1,296
2	39	1,521	30	900
3	40	1,600	34	1,156
4	39	1,521	41	1,681
5	44	1,936	42	1,764
6	42	1,764	39	1,521
7	42	1,764	36	1,296
8	40	1,600	41	1,681
9	42	1,764	33	1,089
10	42	1,764	39	1,521
11	37	1,369	34	1,156
12	42	1,764	36	1,296
13	43	1,849	34	1,156

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ.5 (ต่อ)

คนที่	กลุ่มทดลอง		กลุ่มควบคุม	
	x_1	x_1^2	x_2	x_2^2
14	40	1,600	32	1,024
15	38	1,444	35	1,225
16	39	1,521	35	1,225
17	43	1,849	34	1,156
18	39	1,521	33	1,089
	$\sum x_1 = 730$	$\sum x_1^2 = 29,672$	$\sum x_2 = 644$	$\sum x_2^2 = 23,232$
	$\overline{x}_1 = 40.56$		$\overline{x}_2 = 35.78$	

$$\begin{aligned} S_1^2 &= \frac{n\sum x_1^2 - (\sum x_1)^2}{n(n-1)} \\ S_1^2 &= \frac{18(29,672) - (730)^2}{18(18-1)} \\ S_1^2 &= \frac{534,096 - 532,900}{306} \\ S_1^2 &= 3.91 \\ S_2^2 &= \frac{n\sum x_2^2 - (\sum x_2)^2}{n(n-1)} \\ S_2^2 &= \frac{18(23,232) - (644)^2}{18(18-1)} \\ S_2^2 &= \frac{418,176 - 414,736}{306} \\ S_2^2 &= 11.24 \end{aligned}$$

การคำนวณเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาในกลุ่มทดลองและนักศึกษา
กลุ่มควบคุม นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยมีวิธีการดังนี้
สมมติฐานของการวิจัย คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา ที่เรียนด้วยสื่อการเรียนรู้
ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino แตกต่างกับเรียน
ด้วยวิธีการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ตั้งสมมติฐานทางสถิติ H_0 และ H_1

$H_0 : \mu_1 = \mu_2$

$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$

คำนวณหาว่ากลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มมีความแปรปรวนของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันหรือไม่ ด้วยสูตร F-test มีสมมติฐานดังนี้

$H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2$

$H_1 : \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$

วิเคราะห์สถิติ t-test แบบ Independent-Sample โดยใช้โปรแกรม SPSS ได้ผลการวิเคราะห์ดังนี้

ตารางที่ จ.6 ผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณเปรียบเทียบคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่างที่เรียนด้วยสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมกับกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติ

Group Statistics										
		กลุ่ม	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean				
คะแนน		ทดลอง	18	40.56	1.98	.47				
		ควบคุม	18	35.78	3.35	.79				
Independent Samples Test										
		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
คะแนน	Equal variances assumed	3.268	.079	5.208	34	.000	4.778	.917	2.913	6.642
	Equal variances not assumed			5.208	27.546	.000	4.778	.917	2.897	6.658

จากตารางที่ จ.6 เป็นผลลัพธ์จากการประมวลผล โปรแกรมจะทำการทดสอบความแปรปรวนโดยใช้สถิติ F-test ในที่นี้ได้ค่า F-test เท่ากับ 3.268 ที่นัยสำคัญที่ .079 ซึ่งมีความมากกว่า .05 (sig. > .05) แสดงว่าความแปรปรวนของ 2 กลุ่มไม่แตกต่างกัน จึงเลือกใช้สูตร Pooled Variance t-test หรือทำการทดสอบค่าสถิติ t-test โดยเลือกบรรทัดแรก (Equal variances

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

assumed) ค่าสถิติ t-test มีค่าเท่ากับ 5.208, df = 34 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ .000 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า .05 (Sig. < .05) แสดงว่ามีคะแนนเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นั่นคือคะแนนของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่มมีค่าแตกต่างกัน โดยกลุ่มทดลอง ($\bar{x}_1 = 40.56$) มีค่าเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มควบคุม ($\bar{x}_2 = 35.78$)

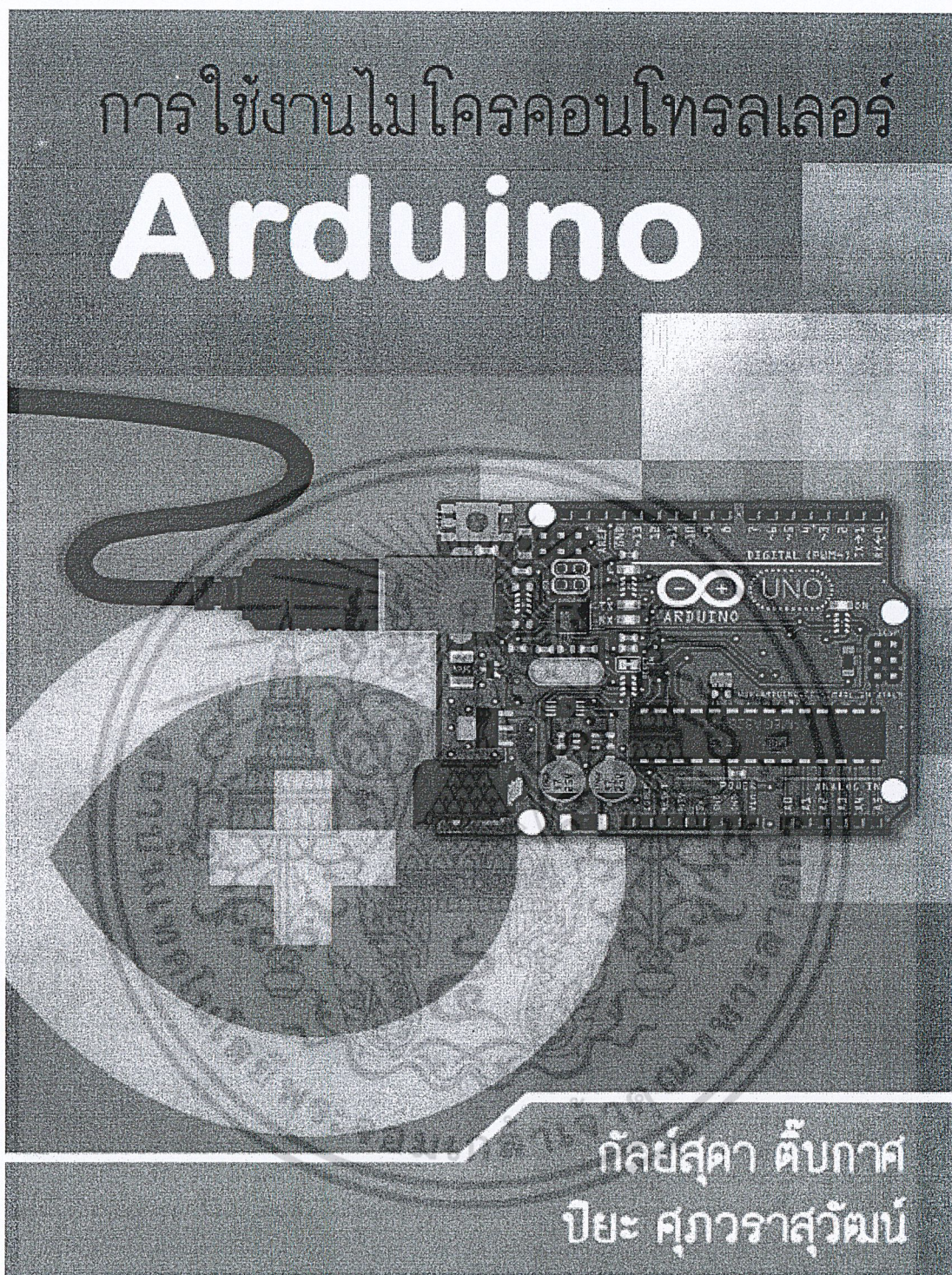
$$\begin{aligned} t &= \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \left\{ \frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right\}}} \\ t &= \frac{40.56 - 35.78}{\sqrt{\frac{(18 - 1)(3.91) + (18 - 1)(11.24)}{18 + 18 - 2} \left\{ \frac{1}{18} + \frac{1}{18} \right\}}} \\ t &= \frac{4.78}{\sqrt{\left(\frac{66.47 + 191.08}{34} \right) (0.111)}} \\ t &= \frac{4.78}{\sqrt{0.841}} \\ t &= 5.21 \end{aligned}$$



ภาคผนวก จ

ตัวอย่างสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม
เรื่อง การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

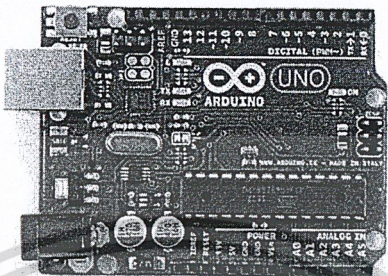


ภาพที่ ฉ.1 ตัวอย่างปกหนังสือสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งาน ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Uno R3

บอร์ด Arduino Uno R3 เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์รุ่นมาตรฐาน ที่ง่ายในการศึกษาและเรียนรู้ ลักษณะภายนอกของบอร์ด แสดงดังรูปที่ 1.2



รูปที่ 1.2 บอร์ด Arduino Uno R3

รายละเอียดของบอร์ด Arduino Uno R3

ไมโครคอนโทรลเลอร์	ATmega328
ระดับแรงดันที่ทำงาน	5V
ระดับแรงดันอินพุต (แนะนำ)	7-12V
ระดับแรงดันอินพุต (จำกัดไว้)	6-20V
จำนวนขาสัญญาณอินพุต/เอาต์พุตแบบดิจิตอล	14 ขา รองรับเอาต์พุตแบบ PWM 6 ขา
จำนวนขาสัญญาณอินพุตแบบแอนะล็อก	6 ขา
กระแสไฟตรงต่อขา	40 mA
กระแสไฟตรงสำหรับขา 3.3 V	50 mA
Flash Memory	32 KB (ATmega328)
SRAM	2 KB (ATmega328)
EEPROM	1 KB (ATmega328)
ความถี่สัญญาณนาฬิกา	16 MHz

ในการพัฒนาโปรแกรมเพื่อควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino จะมีการพัฒนาหลักๆ อยู่ 2 ส่วน คือ การเขียนโปรแกรม และการทดสอบการทำงานของโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นกับอุปกรณ์จริง โดยโปรแกรมที่นำมาใช้พัฒนาเป็นโปรแกรมที่แจกจ่ายให้ใช้งานฟรีจากผู้ผลิต Arduino โดยดูรายละเอียดได้ในหัวข้อถัดไป

ภาพที่ ฉ.2 ตัวอย่างหนังสือสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งาน ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino หน่วยที่ 1

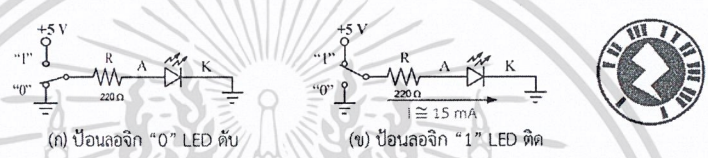
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้


```
ตัวอย่าง ถ้าต้องการหน่วงเวลา 1 วินาที สามารถเขียนคำสั่ง ได้ดังนี้
delay(1000);

ตัวอย่าง ถ้าต้องการหน่วงเวลา 0.5 วินาที สามารถเขียนคำสั่ง ได้ดังนี้
delay(500);
```

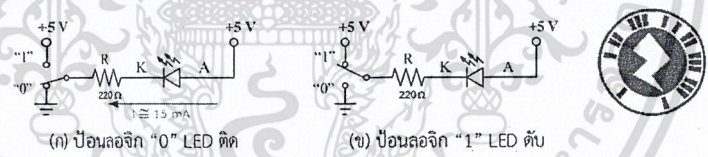
2.3 การต่อใช้งานพอร์ตเอาต์พุต
2.3.1 การต่อใช้งาน LED

ในการต่อใช้งาน LED สามารถต่อได้ 2 แบบ คือ แบบแคโทดร่วม และแบบแอนโอดร่วม ในรูปที่ 2.3 เป็นการต่อ LED แบบแคโทดร่วม โดยต่อขาแคโทดลงกราวด์ ส่วนขาแอนโอดต่ออนุกรมกับตัวต้านทานจำกัดกระแสและต่อเข้ากับสวิตช์ควบคุม ในการทำงานเมื่อต่อสวิตช์ลงกราวด์ (ลอจิก 0) จะไม่มีกระแสไหลผ่านทำให้ LED ดับ เมื่อต่อสวิตช์เข้ากับแรงดัน +5V (ลอจิก 1) จะทำให้กระแสไหลผ่าน LED ส่งผลให้ LED ติดสว่าง



รูปที่ 2.3 การต่อ LED แบบแคโทดร่วม

การต่อ LED แบบแอนโอดร่วมแสดงดังรูปที่ 2.4 เป็นการต่อ LED โดยนำขาแอนโอดต่อเข้ากับแรงดัน +5V ส่วนขาแคโทดต่ออนุกรมกับตัวต้านทานจำกัดกระแสและต่อเข้ากับสวิตช์ควบคุม ในการทำงานเมื่อต่อสวิตช์ลงกราวด์ (ลอจิก 0) กระแสจะไหลผ่าน LED ลงกราวด์ทำให้ LED ติดสว่าง เมื่อต่อสวิตช์เข้ากับแรงดัน +5V (ลอจิก 1) ทำให้ไม่มีกระแสไหลผ่าน LED ส่งผลให้ LED ดับ



รูปที่ 2.4 การต่อ LED แบบแอนโอดร่วม

ค่ากระแสที่ทำให้ LED ติดสว่างมีค่าประมาณ 15-20 มิลลิแอมป์ แรงดันตกคร่อม LED มีค่าประมาณ 1.5 ถึง 1.7 โวลต์ ค่าความต้านทานที่นำมาต่ออนุกรมเพื่อใช้ในการจำกัดกระแสสามารถคำนวณได้จากสมการที่ 5.1 ในกรณีที่ไมต่อตัวความต้านทานจำกัดกระแสจะทำให้แรงดันจากแหล่งจ่ายไปตกคร่อมที่ LED โดยตรงส่งผลให้ LED ได้รับกระแสเกินค่าที่กำหนด จึงทำให้ LED เสียหายได้

ภาพที่ ฉ.3 ตัวอย่างหนังสือสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino หน่วยที่ 2

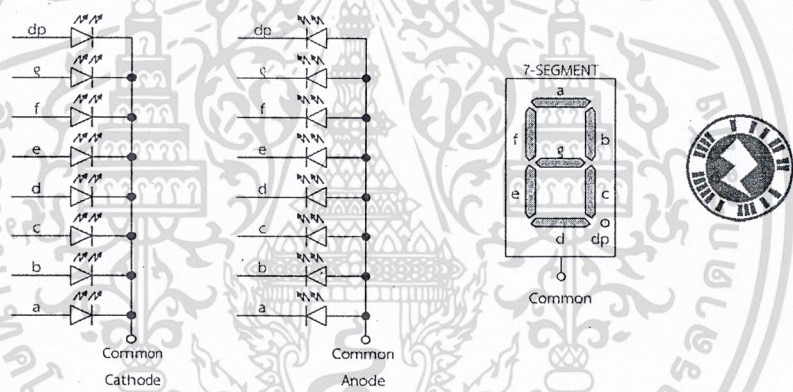
หน่วยที่ 3

การเชื่อมต่อกับแอลอีดี 7 ส่วน

ภาคแสดงผลแอลอีดี 7 ส่วน (LED 7 Segment) เป็นภาคแสดงผลที่พบเห็นกันมากในชีวิตประจำวันของเรา พบเห็นในอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ โดยส่วนใหญ่จะนำแอลอีดี 7 ส่วนมาใช้แสดงตัวเลข 0 – 9 เพื่อช่วยให้สื่อความหมายกับผู้ใช้งาน เช่น นาฬิกาดิจิตอล ป้ายแสดงผลการแข่งขันกีฬา หน้าจอแสดงผลของเครื่องจำหน่ายสินค้าอัตโนมัติ ระบบนับคนเข้าออกห้องสมุด ตลอดจนหน้าจอแสดงผลของเครื่องมือวัดต่างๆ เป็นต้น

3.1 แอลอีดี 7 ส่วน

แอลอีดี 7 ส่วนจะประกอบด้วยแอลอีดีที่จัดเรียงกันเป็นรูปตัวเลขจำนวน 7 ตัว และแอลอีดีที่ใช้แสดงเป็นจุดอีก 1 ตัวโดยจะประกอบอยู่ภายในตัวถังเดียวกัน โดยแต่ละส่วนหรือเซกเมนต์จะมีชื่อเรียกตามตัวอักษรภาษาอังกฤษ คือ a, b, c, d, e, f, g เป็นส่วนประกอบหนึ่งของตัวเลขและ dp เป็นเซกเมนต์ที่ใช้แสดงจุด แอลอีดี 7 ส่วน มีอยู่ด้วยกัน 2 แบบ คือ แบบแคโทดรวม (Common-cathode) และแบบแอนโอดรวม (Common-anode) โดยปลายด้านหนึ่งของแอลอีดีแต่ละส่วนจะต่อร่วมกันดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 แอลอีดี 7 ส่วน แบบแคโทดรวมและแอนโอดรวมและชื่อเซกเมนต์

3.2 การต่อใช้งานแอลอีดี 7 ส่วน

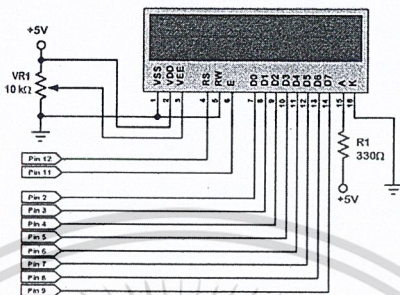
การเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์เข้ากับแอลอีดี 7 ส่วน จะเชื่อมต่อแต่ละเซกเมนต์เข้ากับพอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยแต่ละบิตจะต่อกับขาของหลอดแอลอีดี 7 ส่วน เมื่อต้องการให้แอลอีดี 7 ส่วนแสดงเป็นตัวเลขหรือตัวอักษรต่างๆ จะต้องทำให้แต่ละเซกเมนต์ที่ประกอบกันเป็นตัวเลขนั้นติดหรือดับ เช่น ถ้าต้อง

ภาพที่ ฉ.4 ตัวอย่างหนังสือสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino หน่วยที่ 3

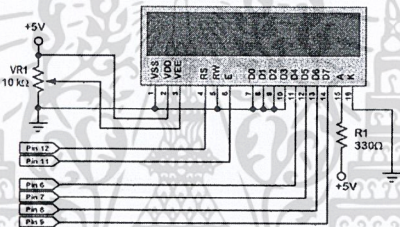
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบฝึกหัด

1) กำหนดให้ต่อวงจรดังรูป และเขียนโปรแกรมแสดงรหัสประจำตัวนักศึกษาในบรรทัดแรกขีดซ้าย และชื่อภาษาอังกฤษในบรรทัดที่สอง ขีดขวา



2) กำหนดให้ต่อวงจรดังรูป และเขียนโปรแกรมแสดงรหัสประจำตัว และ ED.ENGINEER ไว้กึ่งกลางหน้าจอ โดยให้กระพริบติดดับครั้งละ 1 วินาที



แบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้ที่ 4



ภาพที่ ฉ.5 ตัวอย่างหนังสือสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งาน ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino หน่วยที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) คำสั่ง map()

คำสั่งนี้ใช้สำหรับทำหน้าที่ปรับค่าในตัวแปร value จากเดิมที่มีค่าระหว่าง fromLow ถึง fromHigh ให้มีค่าระหว่าง toLow ถึง toHigh

รูปแบบคำสั่ง

```
var = map(value, fromLow, fromHigh, toLow, toHigh)
```

พารามิเตอร์

- Value คือ ค่าตัวเลขที่ต้องการปรับค่าด้วยคำสั่ง map
- fromLow คือ ค่าที่กััดต่ำสุดที่เป็นอยู่ในปัจจุบันก่อนปรับค่า
- fromHigh คือ ค่าที่กััดสูงสุดที่เป็นอยู่ในปัจจุบันก่อนปรับค่า
- toLow คือ ค่าที่กััดต่ำสุดที่ต้องการปรับค่าด้วยคำสั่ง map
- toHigh คือ ค่าที่กััดสูงสุดที่ต้องการปรับค่าด้วยคำสั่ง map

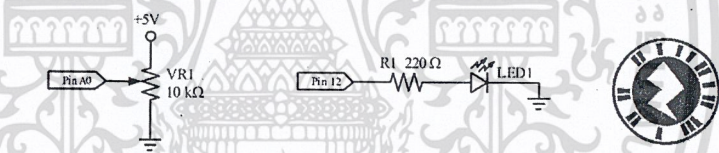
ค่าที่คืนกลับจากฟังก์ชัน

var คือ ตัวแปรสำหรับใช้รับค่าที่ส่งคืนกลับมาจากฟังก์ชัน ซึ่งเป็นค่าที่ทำการปรับจากคำสั่ง map เรียบร้อยแล้ว

5.2 การเขียนโปรแกรมและทดสอบการทำงาน

ในการเขียนโปรแกรมจะรับค่าจากแอนะล็อกอินพุตมาควบคุมการติดดับของแอลอีดี

- 1) ต่อ VR 10 กิโลโห์ม ขา 1 ต่อลง GND ขา 3 ต่อเข้ากับ +5V และขา 2 ต่อกับ A0
- 2) ต่อ LED คอมมอนแคโธดอนุกรมกับตัวต้านทาน 220 โห์ม เข้ากับขา 12

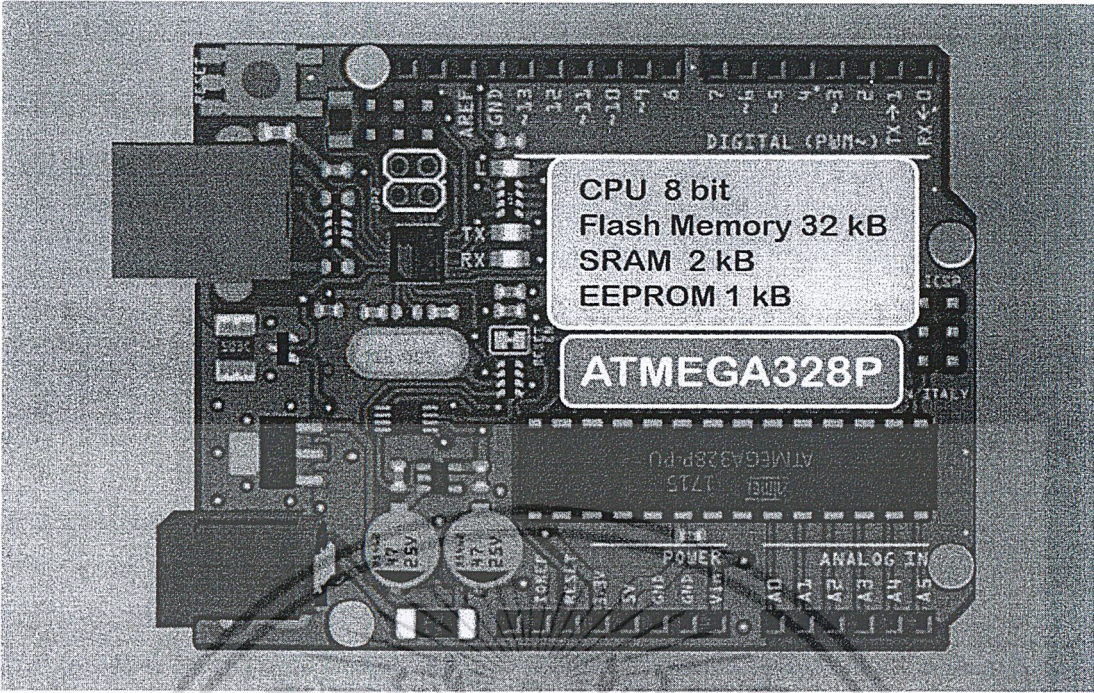


ตัวอย่างที่ 5.1 โปรแกรมอ่านค่าจาก Analog Input Pin แล้วแสดงค่าที่ได้ออกที่ Serial port

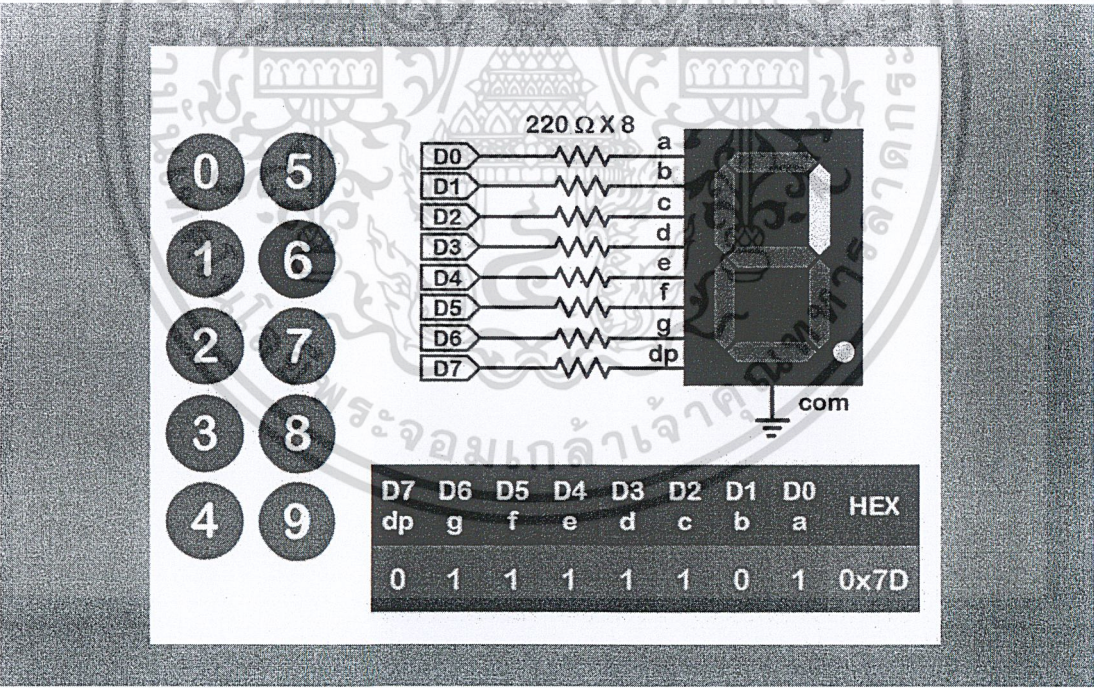
File	Analog 1.ino
<pre>1: int analogPin = A0; 2: int val = 0; 3: const int led1 = 12; 4: 5: void setup() 6: { 7: Serial.begin(1200); 8: pinMode(analogPin, INPUT); 9: pinMode(led1, OUTPUT); 10: } 11: 12: void loop() 13: {</pre>	

ภาพที่ ๑.6 ตัวอย่างหนังสือสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งาน ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino หน่วยที่ 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

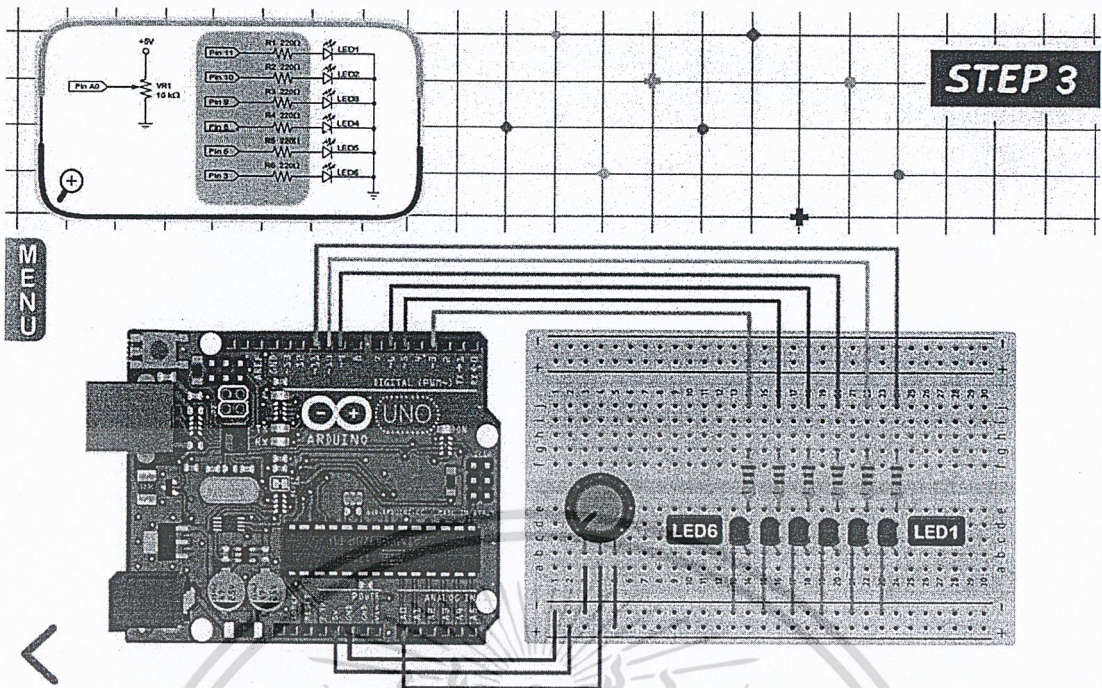


ภาพที่ ๑.7 ตัวอย่าง AR แสดงส่วนประกอบของบอร์ด Arduino Uno R3



ภาพที่ ๑.8 ตัวอย่าง AR แสดงการทำงานของแอลอีดี 7 ส่วน แบบแคโทดร่วมเข้ากับพอร์ต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ๑.9 ตัวอย่าง AR การต่อวงจรแอนะล็อกอินพุตควบคุมแอลอีดี



ภาพที่ ๑.10 ตัวอย่าง AR แสดงผลการทำงานการควบคุมแอลอีดีด้วยสวิตช์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล นางสาวกัลย์สุดา ตีบกาศ
วัน เดือน ปี เกิด 3 มกราคม พ.ศ. 2539
สถานที่เกิด จังหวัดลำพูน
ที่อยู่ปัจจุบัน 89 หมู่ 1 ตำบลทาทุ่งหลวง อำเภอเมทา จังหวัดลำพูน 51170
ประวัติการศึกษา ปีการศึกษา 2556 สำเร็จการศึกษามัธยมศึกษาตอนปลาย
 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์ (ห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์)
 โรงเรียนจักรคำคณาทร จังหวัดลำพูน

ปีการศึกษา 2561 สำเร็จการศึกษา ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต
สาขาวิชาครุศาสตร์วิศวกรรม (แขนงวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม)
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2562 สำเร็จการศึกษา ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง