

การพัฒนาชุดทดลองอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจรตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ
พ.ศ.2562 สาขาวิชาเมคคาทรอนิกส์และหุ่นยนต์ สาขางานเมคคาทรอนิกส์
วิทยาลัยเทคนิคสมุทรสาคร

Development of Electronic Equipment and Circuit Kits According to the
Professional Certificate Program , 1999 in the Field of Study
Mechatronics and Robotics Mechatronics Field Samut Sakhon Technical
College Mechatronics Field Samut Sakhon Technical College

ว่าที่ ร.ต.วันชัย รัชตะสมบุญ^{1*}

Acting sub L. T. Wanchai Ratchatasomboon^{1*}

^{*}1สาขาวิชาเมคคาทรอนิกส์และหุ่นยนต์ วิทยาลัยเทคนิคสมุทรสาคร จังหวัดสมุทรสาคร 74000

¹Mechatronics and Robotics, Samut Sakhon Technical College, Samut Sakhon 74000

Received : November 28, 2022 Revised : December 15, 2022 Accepted : December 17, 2022

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาชุดทดลองอิเล็กทรอนิกส์และวงจร 2) หาประสิทธิภาพของชุดทดลองอิเล็กทรอนิกส์และวงจร 3) ศึกษาความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดทดลองอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร 4) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนก่อนและหลังเรียน และ 5) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดทดลองอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจรในการดำเนินการผู้วิจัยได้นำชุดทดลองที่สร้างขึ้นไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 สาขางานเมคคาทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคสมุทรสาครในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 21 คน โดยเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) การเก็บรวบรวมข้อมูลได้จากคะแนนการทำแบบฝึกหัด และใบงานการทดลองระหว่างการเรียนกับคะแนนทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และการสอบปฏิบัติต่ออิเล็กทรอนิกส์และวงจรร่วมกับชุดทดลองของ

กลุ่มตัวอย่างแล้วนำไปหาค่าประสิทธิภาพชุดทดลอง E_1/E_2 และวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากคะแนนการทำแบบทดสอบก่อนเรียนและการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่างด้วยการวิเคราะห์โดยใช้สถิติที่ t-test) ผลการวิจัยพบว่า 1) ชุดทดลองอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจรที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ 82.19/80.66 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80 2) ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดทดลองที่สร้างขึ้นโดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด 3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนก่อนและหลังเรียนด้วยชุดทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 และ 4) มีความพึงพอใจที่ได้เรียนด้วยชุดทดลองในระดับมาก

คำสำคัญ : ชุดทดลอง , อิเล็กทรอนิกส์และวงจร ,
ประสิทธิภาพ E_1/E_2

*ว่าที่ ร.ต.วันชัย รัชตะสมบุญ

E-mail : wanchai.r@ovec.moe.go.th

Abstract

This research the objectives are : 1) to develop electronic and circuit experimental kits , 2) find the efficiency of electronic experimental kits and circuit , 3) study the opinions of experts on electronic experimental kits and circuits , 4) compare learners' learning achievements. Before and after studying and 5) to study the student's satisfaction with the experimental kits of electronics and circuits. Conducting the research , the researcher used the experimental set created to experiment with a sample group of 1st year vocational certificate students in the field of mechatronics. Samut Sakhon Technical College In the second semester of the academic year 2021 , 21 students were selected by purposive sampling. Data were collected from exercise scores. and making an experimental work sheet during the study with the achievement test scores and electronic and circuit practice exams together with the student experiment sample group Then used to find the efficiency of the experimental set E1 / E2 and compare the learning achievement scores from the pre - study test. And conducting a test to measure the learning achievement of the samples by analyzing using statistical t (t – test)

The results showed that 1) electronic experimental kits and circuits developed has an efficiency of 82.19/80.66, which is higher than the specified threshold of 80/80. 2) Experts' opinions on the overall built experimental set were at the highest level .

3) The learners' learning achievement before and after learning with the experimental set was significantly higher at the 0.05 level , and 4) they were satisfied with learning with the experimental set at a high level.

Keywords : Experimental Kits , Electronics and Circuits , E1/E2 Efficiency

1. บทนำ

ในปัจจุบันเทคโนโลยีทางการศึกษามีความเจริญก้าวหน้าและได้มีการพัฒนาไปอย่างรวดเร็ว การเรียนการสอนที่ใช้เทคโนโลยีทางการศึกษาได้มีบทบาทสำคัญอย่างสูงในสังคมการศึกษาทั้งใน ระบบการศึกษาและนอกระบบการศึกษา ทุกประเทศต่างก็มีการพัฒนาสื่อการศึกษาของตนเองให้มีความหลากหลายและทันสมัยอยู่เสมอ ความเจริญก้าวหน้าทางด้านวิชาการส่งผลให้ครูผู้สอนต้องผลิตสื่อการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพมากที่สุดกับสภาพการเรียนการสอนเพื่อให้ผู้เรียนได้รับรู้และเข้าใจในเนื้อหาวิชาของครูผู้สอนได้เป็นอย่างดี ผู้วิจัยได้ทำการสอนในรายวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร พบปัญหาที่สำคัญ คือ การสอนวิชานี้ในหัวข้อทักษะการต่อวงจร ทางสาขาวิชาเทคนิคการอิเล็กทรอนิกส์และหุ่นยนต์ วิทยาลัยเทคนิคสมุทรสาคร เนื่องจากช่วงเกิดโรคระบาดโควิด 2019 มีการระบดมาอย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 2 - 3 ปี และมีรัฐบาลประกาศปิดสถานศึกษา นักเรียนจึงขาดทักษะการต่อวงจรจึงประสบปัญหาไม่มีวัสดุอุปกรณ์ หรือชุดฝึกอิเล็กทรอนิกส์และวงจร และการใช้มัลติมิเตอร์เป็นสิ่งจำเป็นที่จะต้องใช้อุปกรณ์การเรียนการสอน เช่น ใบงาน ชุดทดลอง มาประกอบการเรียนการสอน เพื่อให้ผู้เรียนได้พิสูจน์หลักการต่าง ๆ ทางทฤษฎีด้วย จากปัญหาก็ทำให้ทางผู้วิจัยพัฒนาชุดทดลองอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจรในการจัดการเรียนวิชาอิเล็กทรอนิกส์และวงจร ที่ผ่านมาจากสาขาวิชา ไม่มีครุภัณฑ์ ผู้วิจัยจึงพัฒนาชุดทดลองอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจรประกอบไปด้วยชุดทดลองอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

และวงจร ใบบางให้สอดคล้องกับหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ ปวช. 2562 และได้ประสบการณ์ตรงในการค้นคว้าหาข้อเท็จจริงจากการลงมือปฏิบัติทั้งนี้ อันเนื่องมาจากนักเรียนส่วนใหญ่ที่รับเข้ามาสำเร็จการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช. ชั้นปีที่ 1) ซึ่งไม่มีพื้นฐานความรู้และทักษะพื้นฐานทางด้านช่างอุตสาหกรรมมาก่อนเลย จึงเป็นสาเหตุที่ทำให้นักเรียนต้องใช้เวลาในการศึกษาแต่การจัดหาชุดทดลองอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจรที่มีประสิทธิภาพต่อการเรียนการสอนในปัจจุบันนั้นประสบปัญหาที่สำคัญ คือ ชุดทดลองอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจรมีราคาแพง เพราะฉะนั้นในการพัฒนาชุดทดลองอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจรในครั้งนี้ก็เพื่อแก้ปัญหาในการขาดแคลนชุดทดลองในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) สาขาวิชาเมคคาทรอนิกส์และหุ่นยนต์ สาขางานเมคคาทรอนิกส์วิทยาลัยเทคนิคสมุทรสาคร กำหนดให้นักเรียนลงทะเบียนเรียนวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำเป็นที่จะต้องซื้อสื่อการเรียนการสอน เช่น ชุดทดลอง ใบบางมาประกอบการเรียนการสอนในบางหัวข้อ เพื่อให้ผู้เรียนได้พิสูจน์หลักการต่าง ๆ ทางทฤษฎีด้วยการทดลอง และได้รับประสบการณ์ตรงในการค้นคว้าหาข้อเท็จจริงจากการลงมือปฏิบัติ นอกจากนี้ยังมุ่งให้ผู้เรียนได้คุ้นเคยกับเครื่องมือและอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้แก่ เครื่องมือวัด เช่น มัลติมิเตอร์ ออสซิลโลสโคป ฟังก์ชันเจนเนอเรเตอร์ เพื่อให้สามารถใช้งานได้อย่างถูกต้องและเหมาะสมแต่การจัดหาชุดทดลองที่มีประสิทธิภาพต่อการเรียนการสอนในปัจจุบันนั้นประสบปัญหาที่สำคัญ คือ ไม่มีชุดทดลองเวลา สอนจะใช้วิธีทดลองด้วยการประกอบวงจรลงบนบอร์ดพื้นฐานจะต้องมีการจัดเตรียมอุปกรณ์ทำการทดลองเพื่อศึกษาคุณสมบัติทางด้านต่าง ๆ ของวงจรตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของแต่ละ ใบบาง ทำให้ต้องใช้เวลาในการทดลองมากเนื่องจากการต่อวงจรมักผิดพลาดได้ง่าย การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน คือ การจัดประสบการณ์การเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้เลือกและสร้างกระบวนการ

เรียนรู้เรื่องใดเรื่องหนึ่งอย่างลุ่มลึกด้วยตนเองโดยใช้วิธีการและแหล่งการเรียนรู้ที่หลากหลายและสามารถนำผลการเรียนรู้ไปใช้ในชีวิตได้ การจัดการเรียนรู้ตามแนวทงสะเต็มมีลักษณะ 5 ประการได้แก่ (1) เป็นการสอนที่เน้นการบูรณาการ (2) ช่วยนักเรียนสร้างความเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาวิชาทั้ง 4 กับชีวิตประจำวันและการประกอบอาชีพ (3) เน้นการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 (4) ทำทาคความคิดของนักเรียน (5) เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น และความเข้าใจที่สอดคล้องกับเนื้อหาทั้ง 4 วิชา สมรรถนะเป็นความสามารถของบุคคลในการใช้ความรู้ ทักษะ เจตคติ และคุณลักษณะที่ตนมีอยู่ในการทำงาน หรือการแก้ปัญหาต่าง ๆ จนประสบความสำเร็จในระดับใดระดับหนึ่ง สมรรถนะแสดงออกทางพฤติกรรม การปฏิบัติที่สามารถวัดและประเมินผลได้ สมรรถนะจึงเป็นผลรวมของความรู้ ทักษะ เจตคติ คุณลักษณะ และความสามารถอื่น ๆ ที่ช่วยให้บุคคล หรือกลุ่มบุคคล ประสบความสำเร็จในการทำงาน องค์ประกอบสำคัญ 7 ประการของสมรรถนะอาชีพสาขาวิชาเมคคาทรอนิกส์และหุ่นยนต์จะประกอบไปด้วย 1) ความรู้ (Knowledge) 2) ทักษะ (Skill) 3) คุณลักษณะ/เจตคติ 4) (Attribute/Attitude) การประยุกต์ใช้ (Application) 5) การกระทำ/การปฏิบัติ (Performance) 6) งานและสถานการณ์ต่าง ๆ (Tasks/Jobs/Situations) และ 7) ผลสำเร็จตามเกณฑ์ที่กำหนด (Success) รวมทั้งการเรียนรู้แบบโครงงาน (Project Based Learning) เป็นการส่งเสริมการเรียนรู้ตลอดชีวิตสอดคล้องกับหลักทฤษฎีการเรียนรู้ Constructivism, Constructionism และการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Cooperative Learning) ซึ่งมีขั้นตอนการเรียนรู้ที่เริ่มจากการแสวงหาความรู้ กระบวนการคิด และทักษะในการแก้ปัญหาไว้ในรูปแบบการเรียนรู้ และสอดคล้องกับปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงและการประยุกต์ใช้งาน และผลสัมฤทธิ์ของการประยุกต์ใช้ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงในภาคธุรกิจ ความพอประมาณ ความมีเหตุผล ความรู้ มีภูมิคุ้มกัน คุณธรรมจริยธรรม เป็นต้น

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

- 2.1 เพื่อพัฒนาชุดทดลองอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร
- 2.2 เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดทดลองอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร
- 2.3 เพื่อศึกษาความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดทดลองอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร
- 2.4 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนก่อนและหลังเรียน
- 2.5 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดทดลองอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร

3. สมมติฐานของการวิจัย

- 3.1 ชุดทดลองอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจรมีประสิทธิภาพเกณฑ์กำหนด 80/80
- 3.2 ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นต่อชุดทดลองอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจรอยู่ในระดับมาก
- 3.3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนโดยใช้โครงงานเป็นฐานฯ ภายใต้หลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงและค่านิยมหลักของคนไทย 12 ประการ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

4. วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) เพื่อพัฒนาชุดทดลองอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจรตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พ.ศ.2562 สาขาวิชาเมคคาทรอนิกส์และหุ่นยนต์ สาขางานเมคคาทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคสมุทรสาคร ประจำปีภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 โดยศึกษาจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนเมื่อผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องจึงได้ดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนดังนี้ สมรรถนะฐาน

4.1 การสร้างและพัฒนาวัตกรรมการศึกษาเพื่อการวิจัยผู้วิจัยได้ดำเนินการดังต่อไปนี้

4.1.1 ศึกษาหลักสูตรโดยการนำหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พ.ศ.2562 สาขาวิชาเมคคาทรอนิกส์และหุ่นยนต์ สาขางานเมคคาทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคสมุทรสาคร ประจำปีภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564

มาศึกษารายละเอียดของหัวข้อวิชาและกำหนดกรอบของเนื้อหาวิชา

4.1.2 ศึกษาเอกสารตำราและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อศึกษาทฤษฎีอิเล็กทรอนิกส์และวงจร พร้อมทั้งออกแบบและค้นหาวางจรที่ใช้ในการทดลองทุก ๆ ใบงานที่ใช้ได้จริงและตรงตามเนื้อหาในหลักสูตร

4.1.3 ศึกษาวิธีการออกแบบข้อสอบการวัดผลระเบียบวิธีการวิจัยจากหนังสือ เอกสาร ตำรา ผู้เชี่ยวชาญทางสถิติและการวิจัย

4.2 การกำหนดกลุ่มประชากรและเลือกกลุ่มตัวอย่าง การวิจัยได้กำหนดกลุ่มประชากร กลุ่มตัวอย่างที่ใช้สำหรับการวิจัยครั้งนี้ ดังนี้

4.2.1 กลุ่มประชากรในการวิจัย

นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาเมคคาทรอนิกส์และหุ่นยนต์ สาขางานเมคคาทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคสมุทรสาคร สำนักคณะกรรมการการอาชีวศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนวิชาอิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 20127 - 2006 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 2 กลุ่ม จำนวน 30 คน

4.2.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาเมคคาทรอนิกส์และหุ่นยนต์ สาขางานเมคคาทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคสมุทรสาคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาอิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 20127 - 2006 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 ได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบเจาะจง (Purposive Sampling) จำนวน 21 คน

4.3 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยชุดทดลอง ใบเนื้อหา แบบฝึกหัด ใบงาน และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผู้วิจัยได้สร้างเครื่องมือเพื่อใช้ในการวิจัย

4.3.1 การสร้างชุดทดลองอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร

ชุดทดลองที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อให้นักเรียนใช้ทดลองร่วมกับเนื้อหา แบบฝึกหัดและใบงาน โดยมีเนื้อหาประกอบ 3 หัวเรื่องคือหน่วยที่ 1 การวัดอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ หน่วยที่ 2 การอ่านคู่มืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ หน่วยที่ 3 วงจรแหล่งจ่ายไฟฟ้าในเรื่องอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร มาทำการวิจัยในครั้งนี้เนื่องจากต้องให้นักเรียนฝึกปฏิบัติการทดลองเพื่อนำความรู้ที่ได้จากการศึกษาเนื้อหาที่ 1 ถึง 3 มาฝึกปฏิบัติให้เกิดความเข้าใจและความชำนาญ ใบงานที่ทำการทดลองในครั้งนี้ได้ทำการทดลอง จำนวน 5 ใบงานการทดลองดังนี้

ใบงานที่ 1 การใช้เครื่องมือวัดมัลติมิเตอร์

ใบงานที่ 2 การใช้เครื่องมือออสซิลโลสโคป

ใบงานที่ 3 การวัดอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และสารกึ่งตัวนำ

ใบงานที่ 4 คุณสมบัติทางไฟฟ้าของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

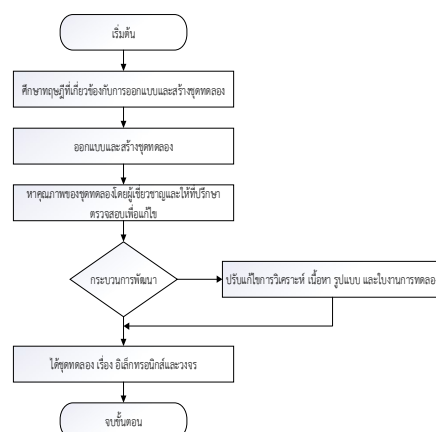
ใบงานที่ 5 วงจรแหล่งจ่ายไฟกระแสตรง จากนั้นได้ดำเนินการสร้างใบงานการทดลองและทดลองใช้กับชุดทดลองที่สร้างขึ้นแล้วนำเสนอที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบรายนามชื่อผู้เชี่ยวชาญและแบบประเมินความเหมาะสมพร้อมก็นำมาปรับปรุงก็จะได้ใบงานการทดลองที่มีคุณภาพเพื่อนำไปใช้เก็บข้อมูลการวิจัยต่อไป



ภาพที่ 1 ชุดทดลองอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร (ผู้เรียน) ที่เสร็จสมบูรณ์

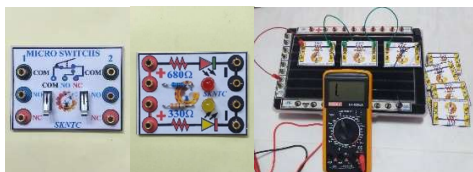
4.3.2 การสร้างเอกสารประกอบชุดทดลองอิเล็กทรอนิกส์และวงจร

ผู้วิจัยได้ดำเนินการออกแบบและสร้างชุดทดลองเรื่องอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร ซึ่งมีขั้นตอนดังแสดงในภาพที่ 3 - 2 ลำดับแรกได้ทำการศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบและสร้างสื่อการสอนประเภทชุดทดลองจากนั้นดำเนินการออกแบบสร้างชุดทดลองซึ่งได้กำหนดกรอบเนื้อหาให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของใบงานการทดลองที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยแบ่งเนื้อหาเป็นหัวข้อ 5 การทดลองดังนี้ การสร้างเอกสารประกอบชุดทดลองอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจรซึ่งประกอบไปด้วยใบเนื้อหา ซึ่งมีรายละเอียดของวัตถุประสงค์เนื้อหา ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องโดยสรุปแบบฝึกหัดเพื่อทบทวนความรู้ของผู้เรียนและ ใบงานการทดลองซึ่งมีวัตถุประสงค์เงื่อนไขการทำงานที่ต้องการให้ผู้เรียนสังเกตและบันทึกผลการทดลองซึ่งประกอบไปด้วยใบเนื้อหาจำนวน 3 หัวข้อเรื่องแบบฝึกหัดและใบงาน 5 ใบงานประกอบด้วย ใบงานที่ 1 การใช้เครื่องมือวัดมัลติมิเตอร์ ใบงานที่ 2 การใช้เครื่องมือออสซิลโลสโคป ใบงานที่ 3 การวัดอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และสารกึ่งตัวนำ ใบงานที่ 4 คุณสมบัติทางไฟฟ้าของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ใบงานที่ 5 วงจรแหล่งจ่ายไฟกระแสตรง



ภาพที่ 2 แสดงขั้นตอนการออกแบบและสร้างชุดทดลองอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร

ซึ่งในแต่ละหัวข้อการทดลองจะออกแบบให้อยู่ในชุดทดลอง โดยมีชุดทดลองอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจรทั้งนี้เพื่อสะดวกในการเรียนการสอนดังรายละเอียดการออกแบบวงจรและตำแหน่งอุปกรณ์ต่างการใช้งาน การต่ออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร แล้วดำเนินการสร้างชุดทดลองต้นแบบ ดังแสดงในภาพที่ 3



ภาพที่ 3 ชุดทดลองและลักษณะการต่อวงจรในการทดลอง

4.3.3 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเนื่องจากแบบทดสอบเป็นเครื่องมือวัดผลชนิดหนึ่งที่มีความสำคัญอันจะทำให้ผู้วิจัยได้ทราบถึงพฤติกรรมการเรียนของผู้เรียน และทราบถึงประสิทธิภาพในการจัดการเรียนการสอน การสร้างแบบทดสอบที่ดีมีคุณภาพจึงไม่ใช่ของง่ายนักสำหรับครูผู้ออกข้อสอบ ดังนั้นจึงควรมีขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบ ดังนี้

4.3.3.1 กำหนดจุดมุ่งหมายของการสอบให้แน่ชัดว่าจะสอบเพื่ออะไร สอบกับใครในระดับชั้นใด

4.3.3.2 กำหนดลักษณะของสิ่งที่จะวัดในการสร้างเครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผู้วัดต้องรู้ว่าสิ่งที่ต้องการจะวัดนั้นคืออะไร เช่น ต้องการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาอิเล็กทรอนิกส์และวงจรในระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 1 ผู้วัดจะต้องรู้ว่าในสาระของกลุ่มวิชาอิเล็กทรอนิกส์นี้มีจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนอย่างไรประกอบด้วยเนื้อหาใดบ้างต้องการให้ผู้เรียนบรรลุพฤติกรรมใดบ้างพฤติกรรมเหล่านั้นเป็นอย่างไร ต้องกำหนดให้ชัดเจนซึ่งอาจศึกษาค้นคว้าจากเอกสาร ตำราและทฤษฎีต่าง ๆ ได้ในขั้นตอนนี้เราอาจพิจารณาจากตารางวิเคราะห์หลักสูตรที่ได้ทำไว้แล้ว

4.3.3.3 กำหนดชนิดของเครื่องมือที่ใช้ในการวัด ในการกำหนดชนิดของเครื่องมือที่ใช้วัดนั้นพิจารณาจากคุณลักษณะของสิ่งที่เราจะวัดว่าคืออะไร ซึ่งดูได้จากตารางวิเคราะห์หลักสูตร และต้องดูด้วยว่าวัดพฤติกรรมใด จะวัดกับใคร ที่ไหน เมื่อไร อย่างไรด้วย เพราะเครื่องมือที่ใช้วัดมีหลายชนิด แต่ละชนิดก็เหมาะกับคุณลักษณะที่จะวัดต่างกัน ดังนั้นผู้สร้างต้องรู้ลักษณะของเครื่องมือแต่ละชนิดด้วย

4.3.3.4 เขียนข้อสอบ เมื่อกำหนดได้แล้วถึงชนิดของเครื่องมือที่ใช้วัดผลสัมฤทธิ์ ก็เริ่มลงมือเขียนข้อสอบโดยเขียนให้สอดคล้องกับคุณลักษณะหรือพฤติกรรมที่ต้องการจะวัด และให้ถูกต้องตามหลักวิชาการของการเขียนข้อสอบแต่ละชนิดด้วย

4.3.3.5 ให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาตรวจสอบแก้ไขเมื่อเขียนข้อสอบเสร็จแล้ว ควรให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ ซึ่งผู้เชี่ยวชาญควรประกอบด้วยบุคคล 2 ฝ่าย คือ ผู้เชี่ยวชาญในเนื้อหาสาระวิชาและผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ทางด้านวัดผลเป็นผู้พิจารณาคำถามและคำตอบว่าถูกต้องตามหลักวิชาหรือไม่ ข้อสอบวัดได้ตรงตามจุดประสงค์หรือไม่ อีกทั้งภาษาที่ใช้ในการเขียนข้อสอบถูกต้องตามหลักวิชาหรือไม่

4.3.3.6 การทดลองใช้ข้อสอบหลังจากที่ให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาตรวจสอบแก้ไขแล้วก็นำแบบทดสอบไปทดลองใช้แล้วนำผลจากการทดลองมาวิเคราะห์เพื่อหาคุณภาพ และพัฒนาแบบทดสอบต่อไปในการทดลองใช้อาจต้องทำหลาย ๆ ครั้งจนสามารถพัฒนาแบบทดสอบได้มีคุณภาพเป็นที่พอใจจึงนำไปใช้จริงในการสอบต่อไป

4.3.3.7 สร้างเกณฑ์ในการแปลความหมายคะแนน การสร้างเกณฑ์ในการแปลความหมายคะแนนก็เพื่อต้องการบอกให้ทราบว่า ถ้าบุคคลใดสอบได้คะแนนเท่าไรเขาจะเป็นผู้ที่มีความสามารถหรือมีลักษณะพฤติกรรมอย่างไร

4.3.3.8 การเขียนรายงานและคู่มือการใช้ การเขียนรายงานและคู่มือการใช้จะทำให้ผู้นำไปใช้ได้รู้ถึงขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบนั้น และรายละเอียด

เกี่ยวกับการดำเนินการสอบว่าจะปฏิบัติอย่างไรคะแนนที่แต่ละคนสอบได้จะแปลความหมายอย่างไรซึ่งจะเป็นข้อมูลให้ผู้เลือกใช้แบบทดสอบได้เหมาะสมกับจุดมุ่งหมายในการสอบด้วย

4.3.4 การสร้างและหาคุณภาพของแบบทดสอบ
วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผู้วิจัยได้สร้างตารางการวิเคราะห์ความสำคัญของเนื้อหา และพฤติกรรมกับวัตถุประสงค์ในการสอนให้น้ำหนักความสำคัญของระดับพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย วิเคราะห์สมรรถนะรายวิชา โดยบูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง รหัส 20127 - 2006 วิชาอิเล็กทรอนิกส์และวงจรระดับชั้นปวช. สาขาวิชาเมคคาทรอนิกส์และหุ่นยนต์ สาขาวิชาเมคคาทรอนิกส์ กำหนดการสอนวิชาอิเล็กทรอนิกส์และวงจรรหัส 20127 - 2006 และวิเคราะห์จำนวนข้อสอบในแต่ละวัตถุประสงค์เพื่อกำหนดจำนวนข้อสอบของแบบทดสอบให้มีความครอบคลุมเนื้อหา การทดลองที่ใช้ในการวัดผลเพื่อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยจากการวิเคราะห์เนื้อหาและวัตถุประสงค์ จะได้จำนวนข้อสอบเรียงตามลำดับความสำคัญอันดับที่ 1 คือ การนำไปใช้งานจำนวนข้อสอบ 12 ข้อ ความสำคัญอันดับ 2 ความเข้าใจ จำนวนข้อสอบ 11 ข้อ ความสำคัญอันดับ 3 คือขั้นสูงกว่าการนำไปใช้ จำนวน 10 ข้อ ความสำคัญอันดับ 4 คือความรู้ความจำ รวมจำนวนข้อสอบทั้งฉบับ 40 ข้อ

4.3.4.1 การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนวิชาอิเล็กทรอนิกส์และวงจร เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดทดลองอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจรที่สร้างขึ้นตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ประกอบด้วย แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 45 ข้อ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบปรนัยชนิด 5 ตัวเลือกตอบถูกได้ 1 คะแนน ตอบผิดได้ 0 คะแนน แบบทดสอบนี้จะวัดความรู้ด้านความจำ ความเข้าใจ และความสามารถเชิงปฏิบัติ

4.3.4.2 ผู้วิจัยได้ดำเนินการหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา

โดยนำไปทดสอบกับกลุ่มทดลอง คือนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 1 และ 2 สาขางานเมคคาทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคสมุทรสาคร จังหวัดสมุทรสาคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 เป็นกลุ่มทดลองนักเรียน จำนวน 5 คน ที่เคยเรียนมาแล้วเพื่อหาข้อมูลและปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบรวมเพื่อหาค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานและค่าความเชื่อมั่น

4.3.4.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชุดทดลองอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจรมีขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพดังนี้

ก) ศึกษาเอกสาร ตำรา บทความ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ข) วิเคราะห์เนื้อหา และเขียนจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

ค) สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมโดยแบบทดสอบที่สร้างขึ้น จำนวน 45 ข้อ คำตอบ 5 ตัวเลือก ต้องการใช้จริง 40 ข้อ

ง) นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเสนอผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน พิจารณาความเที่ยงตรงโดยประเมินความสอดคล้องระหว่างเนื้อหา จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม และข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงแก้ไข โดยนำผลตรวจสอบของผู้เชี่ยวชาญมาหาค่า IOC ซึ่งข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.05 ถึง 1.00 ถือว่าเป็นข้อคำถามที่น่าไปใช้ได้

จ) ผลจากการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ พบว่าค่า IOC ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของชุดทดลองอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจรมีค่าตั้งแต่ 0.2 ถึง 1.00 เข้าเกณฑ์จำนวน 40 ข้อ

ฉ) ผู้วิจัยได้นำข้อสอบจำนวน 40 ข้อ ที่ผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญแล้วมาใช้ทดลองกับกลุ่มทดลอง จำนวน 5 คน

ข) การวิเคราะห์ข้อสอบผู้วิจัยได้นำผลการทำแบบทดสอบของกลุ่มทดลองมาวิเคราะห์ผลโดยใช้สูตรในการคำนวณข้อสอบวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (P) ค่าอำนาจจำแนก (D) ค่าความเชื่อมั่น (rtt) ของแบบทดสอบ ได้ผลดังนี้

- ค่าความยากง่าย (P) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.41 – 0.71 ค่าเฉลี่ย 0.55

- ค่าอำนาจจำแนก (D) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.24 – 0.41 ค่าเฉลี่ย 0.30

- ค่าความเชื่อมั่นแบบทดสอบ (rtt) มีค่า 0.98

โดยจากผลการคำนวณหาคุณภาพต่าง ๆ แล้วได้ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่มีคุณภาพจำนวน 40 ข้อ

4.3.5 การสร้างคู่มือครูในการสร้างคู่มือครูเพื่อใช้ในขบวนการเรียนการสอนวิชาอิเล็กทรอนิกส์และวงจรเรื่องอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจรมีส่วนประกอบและขั้นตอนดังนี้

4.3.5.1 คู่มือครู ประกอบด้วย

- ก) ลักษณะรายวิชา
- ข) วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
- ค) แผนการสอน
- ง) ใบงานการทดลอง
- จ) แบบทดสอบก่อนเรียนและแบบฝึกหัดพร้อมเฉลย
- ฉ) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนพร้อมเฉลย

ข) สื่อที่ใช้ประกอบการสอนวิชาอิเล็กทรอนิกส์และวงจร คือ ชุดทดลองอิเล็กทรอนิกส์และวงจร และ Power Point นำเสนอเนื้อหา

4.3.5.2 การประเมินความเหมาะสมโดยผู้เชี่ยวชาญ หลังจากสร้างคู่มือครู ใบงานการทดลองที่ใช้เป็นสื่อการสอนนักเรียนสำเร็จเรียบร้อย ผู้วิจัยได้นำไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบ และประเมินคุณภาพชุดทดลอง โดยใช้แบบสอบถามเพื่อ

ประเมินความคิดเห็นแบบมาตราส่วนประเมินค่าโดยกำหนดค่าคะแนนออกมา 5 ระดับ

- ระดับคะแนน 4.50 – 5.00

หมายถึง มากที่สุด

- ระดับคะแนน 3.50 – 4.49

หมายถึง มาก

- ระดับคะแนน 2.50 – 3.49

หมายถึง ปานกลาง

- ระดับคะแนน 1.50 – 2.49

หมายถึง น้อย

- ระดับคะแนน 1.00 – 1.49

หมายถึง น้อยที่สุด

ผลความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดทดลองตามระดับความคิดเห็นเฉลี่ยปรากฏดังนี้

1) ด้านชุดทดลอง อยู่ในระดับความคิดเห็นเฉลี่ยรวม 4.73 หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญประเมิน ชุดทดลองอยู่ในระดับเห็นด้วยมากที่สุดกับชุดทดลองที่จัดทำขึ้น

2) ด้านแผนการสอน อยู่ในระดับความคิดเห็นเฉลี่ยรวม 4.86 หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญประเมิน แผนการสอนอยู่ในระดับเห็นด้วยมากที่สุดกับแผนการสอนที่จัดทำขึ้น

3) ด้านแบบทดสอบ (ก่อนเรียน - แบบฝึกหัด) อยู่ในระดับความคิดเห็นเฉลี่ยรวม 4.64 หมายถึงผู้เชี่ยวชาญประเมินแบบทดสอบ (ก่อนเรียน - แบบฝึกหัด) อยู่ในระดับเห็นด้วยมากที่สุดกับแบบทดสอบ (ก่อนเรียน - แบบฝึกหัด) ที่จัดทำขึ้น

4) ใบงานการทดลองอยู่ในระดับความคิดเห็นเฉลี่ย 4.73 หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญประเมินใบงาน การทดลอง อยู่ในเห็นด้วยมากที่สุดกับใบงานการทดลองที่จัดทำขึ้น

5) ด้านใบเนื้อหาอยู่ในระดับความคิดเห็นเฉลี่ยรวม 4.69 หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญประเมิน ใบเนื้อหา อยู่ในระดับเห็นด้วยมากที่สุดกับใบเนื้อหาที่จัดทำขึ้น

4.4 ขั้นตอนดำเนินการทดลองและรวบรวมข้อมูล

4.4.1 แบบแผนการทดลอง

การวิจัยครั้งนี้ใช้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยใช้แบบแผนการทดลองแบบกลุ่มตัวอย่างกลุ่มเดียว ทดสอบก่อนและทดสอบหลังทดลอง One Group Pretest – Posttest Design ซึ่งมีลักษณะดังต่อไปนี้ (ล้วน และอังคณา , 2538 , หน้า 249)

T ₁	X	T ₂
----------------	---	----------------

เมื่อ T₁ แทน การทดสอบก่อนเรียน (Pretest)

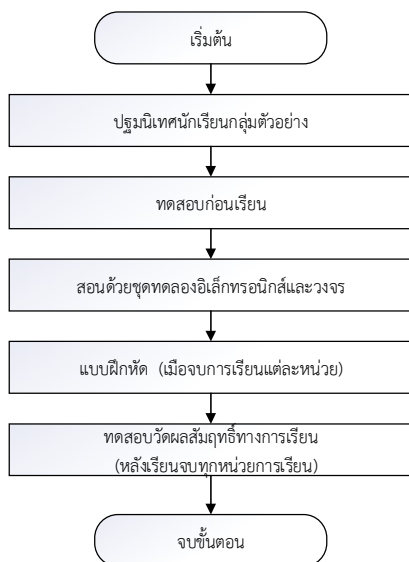
X แทน สอนโดยใช้ชุดทดลอง

T₂ แทน การทดสอบหลังการเรียน (Posttest)

4.4.2 แบบแผนการเก็บข้อมูล ดังภาพที่ 4

4.4.2.1 ปฐมนิเทศนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง เพื่อชี้แจงวัตถุประสงค์และวิธีการที่จะเรียนด้วยชุดทดลอง

4.4.2.2 ทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) กลุ่มตัวอย่างโดยใช้แบบทดสอบก่อนเรียน



ภาพที่ 4 ขั้นตอนการเก็บข้อมูล

4.4.2.3 สอนนักเรียนกลุ่มตัวอย่างด้วยชุดทดลองที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยผู้วิจัยเป็นผู้สอนเองตามขั้นตอนและวิธีการสอนดำเนินการตามคู่มือที่กำหนดไว้ หลังจากการสอนจบแต่ละหน่วยผู้สอนให้นักศึกษา

กลุ่มตัวอย่างทำแบบฝึกหัดและใบงานการทดลองโดยทำการสอนสัปดาห์ละ 5 ชั่วโมง ใช้เวลาสอนทั้งสิ้น 8 ครั้ง จำนวน 80 ชั่วโมง ในภาคเรียนที่ 2/2564

4.4.2.4 ทดสอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเมื่อทำการสอนครบทั้งหมดแล้ว ผู้วิจัยได้ให้นักศึกษากลุ่มตัวอย่าง ทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และสอบปฏิบัติต่ออิเล็กทรอนิกส์และวงจรร่วมกับชุดทดลอง หลังจากการเรียนครั้งสุดท้าย 1 สัปดาห์ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงระยะเวลาการนำชุดทดลองอิเล็กทรอนิกส์และวงจรไปใช้ทดลองกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 26 คน

วัน เดือน ปี	เวลา	จำนวน ชั่วโมง	รายการทดลอง
2 พย. 2564	13.00 น.-18.00 น.	5	ครั้งที่ 1 ทดสอบก่อนเรียน การใช้เครื่องมือวัดอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เรื่องการใช้อุปกรณ์มัลติมิเตอร์
9 พย. 2564	13.00 น.-18.00 น.	5	ครั้งที่ 2 การใช้เครื่องมือวัดอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เรื่องการใช้อุปกรณ์ออสซิลโลสโคป
16 พย. 2564	13.00 น.-18.00 น.	5	ครั้งที่ 3 การใช้เครื่องมือวัดอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เรื่องการวัดอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และสารกึ่งตัวนำ
23 พย. 2564	13.00 น.-18.00 น.	5	ครั้งที่ 4 การอ่านคู่มืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เรื่องคุณลักษณะทางไฟฟ้าของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์
30 พย. 2564	13.00 น.-18.00 น.	5	ครั้งที่ 5 วงจรแหล่งจ่ายไฟฟ้า เรื่องวงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่นวงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่น
7 ธ.ค. 2564	13.00 น.-18.00 น.	5	ครั้งที่ 6 วงจรแหล่งจ่ายไฟฟ้า เรื่องวงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่นใช้หม้อแปลงแบบมีแท่งกลางวงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่นแบบบริดจ์ควบคุมแรงดันด้วยซีเนอร์ไดโอด
14 ธ.ค. 2564	13.00 น.-18.00 น.	5	ครั้งที่ 7 วงจรแหล่งจ่ายไฟฟ้า เรื่องวงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่นแบบบริดจ์งานวงจรแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงด้วยวงจรเรกกูเลเตอร์โดยใช้ IC ทรานซิสเตอร์ MC 78XX และ 79XX
21 ธ.ค. 2564	13.00 น.-18.00 น.	5	ครั้งที่ 8 วงจรแหล่งจ่ายไฟฟ้า เรื่องวงจรทวีแรงดัน

4.4.2.5 แจกแบบสอบถามความพึงพอใจ
ของนักศึกษาต่อชุดทดลองอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และ
วงจรหลังจากที่นักเรียนได้เรียนโดยใช้ชุดทดลองแล้ว
ครบทุกหน่วยของชุดการสอน

4.5 การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้สำหรับการวิจัย

4.5.1 สถิติพื้นฐานที่ใช้ ได้แก่

4.5.1.1 ค่าร้อยละ (Percentage) ใช้ใน
การหาค่าประสิทธิภาพของชุดทดลอง

$$\text{ร้อยละ(\%)} = \frac{X \times 100}{N}$$

เมื่อ X คือ คะแนนแบบทดสอบ

N คือ จำนวนคนที่ทำแบบทดสอบ

4.5.1.2 หาค่าเฉลี่ยแบบทดสอบ (ล้วน
สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538, หน้า 73)

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N}$$

เมื่อ X คือ ค่าคะแนนเฉลี่ย

$\sum X$ คือ ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N คือ จำนวนคนที่ทำแบบทดสอบ

4.5.1.3 การหาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
(Standard Deviation) (ล้วน สายยศ และอังคณา
สายยศ, 2538, หน้า 79)

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

เมื่อ S คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

X คือ ค่าคะแนนของแต่ละคน

X คือ ค่าคะแนนเฉลี่ย

$\sum X$ คือ ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N คือ จำนวนคนที่ทำแบบทดสอบ

4.5.2 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่

4.5.2.1 การแปลความหมายของแบบ
ประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

ระดับคะแนน 4.50 – 5.00 หมายถึง มากที่สุด

ระดับคะแนน 3.50 – 4.49 หมายถึง มาก

ระดับคะแนน 2.50 – 3.49 หมายถึง ปานกลาง

ระดับคะแนน 1.50 – 2.49 หมายถึง น้อย

ระดับคะแนน 1.00 – 1.49 หมายถึง น้อยที่สุด

4.5.2.2 การหาความตรงตามเนื้อหา
(Content Validity) โดยใช้ตารางวิเคราะห์หลักสูตร
(Table of specification) และหาค่าดัชนีความสอดคล้อง
(Index of Consistency) IOC โดยใช้สูตรของโรวินลลี
และแฮมเบลตัน (Rowinelli and Hambleton, 1977)
(ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538, หน้า 248) ดังนี้

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

เมื่อ IOC คือ ดัชนีความสอดคล้องมีค่าอยู่ระหว่าง -
1 ถึง +1

$\sum R$ คือ ผลรวมของการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ

N คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

ค่า IOC ที่ถือว่าใช้ได้จะต้องมีค่าดัชนีความสอดคล้อง
มากกว่าหรือเท่ากับ 0.5

4.5.2.3 การวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบ

1) การหาความยากง่าย

$$P = \frac{R}{N}$$

เมื่อ P คือ ค่าความยากง่ายของแบบทดสอบ

R คือ จำนวนคนที่ทำแบบทดสอบได้ถูกต้อง

N คือ จำนวนคนที่ทำแบบทดสอบทั้งหมด

ค่าความยากง่ายที่ใช้ได้จะยึดเอาค่า P ระหว่าง
0.2 ถึง 0.8

2) การหาความอำนาจจำแนกของ
แบบทดสอบ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ,
2538, หน้า 210 - 211)

เมื่อ D คือ ค่าอำนาจจำแนกแบบทดสอบ

RU คือ จำนวนคนที่ทำแบบทดสอบได้ถูกต้อง
ในกลุ่มเก่ง

RL คือ จำนวนคนที่ทำแบบทดสอบได้ถูกต้อง
ในกลุ่มอ่อน

N คือ จำนวนคนในกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อน

โดยทั่วไปมักจะแบ่งกลุ่มผู้เข้า
สอบออกเป็น 3 กลุ่ม แบ่งให้กลุ่มเก่งมีจำนวน 27 %

กลุ่มกลาง 46 % และกลุ่มอ่อน 27 % (รัตนา ศิริพานิช, 2545) ค่าอำนาจจำแนกที่ถือว่าจำแนกคนเก่งและคนอ่อนได้นั้นต้องมีค่าตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป

ค) การดำเนินการหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบใช้สูตรที่ 20 ของคูเคอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder Richardson 20) สูตร K - R 20 (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538, หน้า 197 - 198)

$$rtt = \frac{n}{n-1} \left\{ 1 - \frac{\sum pq}{S_t^2} \right\}$$

เมื่อ rtt คือ ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบ

n คือ จำนวนข้อของแบบทดสอบ

p คือ สัดส่วนของผู้ตอบถูก

q คือ สัดส่วนของผู้ตอบผิด

$$S_t^2 = \frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}$$

S_t^2 คือ คะแนนความแปรปรวนของคะแนนของผู้เข้าสอบทั้งหมดค่าความเชื่อมั่นควรมีค่ามากกว่า 0.7 (รัตนา ศิริพานิช, 2545)

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{N \sum D^2 - (\sum D)^2}{N-1}}}$$

เมื่อ N คือ จำนวนผู้ทำแบบทดสอบ

$\sum D$ คือ ผลรวมจากการทำคะแนนของแบบทดสอบผู้เรียน

$$D = \frac{R_U - R_L}{N} \text{ หรือ } \frac{R_U - R_L}{N_U}$$

$\sum D^2$ คือ ผลรวมจากการทำคะแนนผลรวมจากการทำคะแนนแบบทดสอบของผู้เรียนยกกำลังสอง

4.5.2.4 การหาประสิทธิภาพของชุดการสอน

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

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

เมื่อให้ E1 คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการที่วัดได้จากชุดทดลองคิดเป็นร้อยละของคะแนนค่าเฉลี่ยจากการทำแบบฝึกหัดและการทำใบงานการทดลองทั้งหมด

E2 คือ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (พฤติกรรมของผู้เรียนหลังจากเรียนด้วยชุดทดลองนั้นแล้ว) คิดเป็นร้อยละของคะแนนค่าเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทั้งหมดและการสอบปฏิบัติต่ออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจรร่วมกับชุดทดลอง

$\sum X$ คือ คะแนนรวมของผู้เรียนจากการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียน และการทำใบงานการทดลอง

$\sum F$ คือ คะแนนรวมของผู้เรียนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการสอบปฏิบัติต่ออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจรร่วมกับชุดทดลอง

N คือ จำนวนผู้เรียนทั้งหมด

A คือ คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดและใบงานการทดลอง

B คือ คะแนนเต็มของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ และการสอบปฏิบัติต่ออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจรร่วมกับชุดทดลอง

4.5.2.5 การวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน การวิเคราะห์หาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนจากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยสถิติแบบข้อมูล 2 ชุด มีความสัมพันธ์กัน (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538 : 104)

เมื่อ t คือ ค่าการแจกแจงที

D คือ ค่าความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่

N คือ จำนวนคู่ของกลุ่มตัวอย่าง

4.5.2.6 การแปลความหมายของแบบสอบถามความพึงพอใจต่อชุดทดลองของผู้เรียน

ระดับคะแนน 4.50 - 5.00 หมายถึง มากที่สุด

ระดับคะแนน 3.50 - 4.49 หมายถึง มาก

ระดับคะแนน 2.50 - 3.49 หมายถึง ปานกลาง

ระดับคะแนน 1.50 - 2.49 หมายถึง น้อย

ระดับคะแนน 1.00 - 1.49 หมายถึง น้อยที่สุด

5. ผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์ผลของการแสดงความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่านมีความคิดเห็นต่อชุดทดลองอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร เรื่องอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร ดังนี้

ตารางที่ 2 ผลของการแสดงความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ที่มีต่อชุดทดลอง

ข้อความความคิดเห็น	$\bar{X}$	SD	ระดับความคิดเห็น
1. ด้านสื่อชุดทดลอง	4.78	0.08	มากที่สุด
2. ด้านแผนการสอน	4.73	0.09	มากที่สุด
3. ด้านแบบทดสอบ (ก่อนเรียน-แบบฝึกหัด)	4.93	0.09	มากที่สุด
4. ด้านใบงานการทดลอง	4.84	0.15	มากที่สุด
5. ด้านใบเนื้อหา	4.84	0.15	มากที่สุด
6. ด้านคุณภาพการทำงาน	4.93	0.09	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวม	4.84	0.11	มากที่สุด

จากตารางที่ 2 พบว่า ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นต่อชุดทดลองอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร เรื่องอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร ในแบบต่าง ๆ โดยภาพรวมความคิดเห็นเฉลี่ยเท่ากับ 4.94 อยู่ในระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณารายด้าน พบว่า ความคิดเห็นเฉลี่ยของผู้เชี่ยวชาญแต่ละด้านเห็นด้วยมากที่สุด คือด้านแบบทดสอบ (ก่อนเรียน - แบบฝึกหัด) และด้านคุณภาพการทำงาน ระดับความคิดเห็นเฉลี่ยเท่ากับ 4.93 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.09 ด้านใบงานการทดลองและเนื้อหา ระดับความคิดเห็นเฉลี่ยเท่ากับ 4.84 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.15 ด้านชุดสื่อชุดทดลองระดับความคิดเห็นเฉลี่ยเท่ากับ 4.78 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

เท่ากับ 0.08 และด้านแผนการสอนระดับความคิดเห็นเฉลี่ยเท่ากับ 4.73 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.09 แสดงว่าผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นต่อคุณภาพของชุดทดลองที่สร้างขึ้นมีความสอดคล้องกันในระดับดีมากที่สุด

5.1 ผลการหาประสิทธิภาพของชุดทดลองอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร เรื่องอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ ข้อมูลที่ได้คือ คะแนนทดสอบก่อนเรียน คะแนนระหว่างเรียนท้ายการทดลอง จำนวน 5 ใบงาน การทดลองคือ ใบงานที่ 1 การใช้เครื่องมือวัดมัลติมิเตอร์ ใบงานที่ 2 การใช้เครื่องมือออสซิลโลสโคป ใบงานที่ 3 การวัดอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และสารกึ่งตัวนำใบงานที่ 4 คุณลักษณะทางไฟฟ้าของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ใบงานที่ 5 วงจรแหล่งจ่ายไฟกระแสตรง และคะแนนทดสอบหลังเรียนจากแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและคะแนนการสอบปฏิบัติต่ออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจรร่วมกับชุดทดลองของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดทดลอง ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงคะแนนและประสิทธิภาพของชุดทดลอง ที่ได้จากการเก็บคะแนนระหว่างเรียนด้วยแบบฝึกหัด ใบงานของกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย

คนที่	คะแนนระหว่างเรียน ท้ายการทดลอง (80 ตัวแรก)		คะแนนผลสัมฤทธิ์ท้ายบทเรียน (80 ตัวหลัง)	
	แบบฝึกหัด (40%) (40 คะแนน)	คะแนน ใบงาน (60%) (60 คะแนน)	แบบทดสอบ วัด ผลสัมฤทธิ์ 40% (40 คะแนน)	การสอบปฏิบัติ ต่ออุปกรณ์ อิเล็กทรอนิกส์ และวงจรรวม กับชุดทดลอง 60% (60 คะแนน)
1	32	55	31	48
2	34	49	33	48
3	34	48	32	48
4	34	48	33	46
5	31	48	32	48
6	32	52	31	50
7	32	50	32	48

ตารางที่ 3 แสดงคะแนนและประสิทธิภาพของชุดทดลอง
ที่ได้จากการเก็บคะแนนระหว่างเรียนด้วย
แบบฝึกหัด ใบงานของกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย
(ต่อ)

คนที่	คะแนนระหว่างเรียน ท้ายการทดลอง (80 ตัวแรก)		คะแนนผลสัมฤทธิ์ท้ายบทเรียน (80 ตัวหลัง)	
	แบบฝึกหัด (40%) (40 คะแนน)	คะแนน ใบงาน (60%) (60 คะแนน)	แบบทดสอบ วัด ผลสัมฤทธิ์ 40% (40 คะแนน)	การสอบปฏิบัติ ต่ออุปกรณ์ อิเล็กทรอนิกส์ และวงจรรวม กับชุดทดลอง 60% (60 คะแนน)
8	32	50	31	48
9	35	48	34	48
10	34	50	27	48
11	33	48	36	50
12	32	48	37	48
13	32	52	31	50
14	33	48	27	46
15	35	50	28	48
16	30	52	29	50
17	33	50	34	50
18	31	48	37	48
19	34	50	35	48
20	34	48	34	48
21	34	48	36	48
รวม	691	1035	680	1014
$\Sigma x = 1,726$		$\Sigma F = 1,692$		

จากสูตร

$$E1 = \frac{(\sum \frac{x}{N})}{A} \times 100$$

แทนค่า

$$E1 = \frac{(1726/21)}{100} \times 100 = 82.19\%$$

จากสูตร

$$E2 = \frac{(\sum \frac{F}{N})}{B} \times 100$$

แทนค่า

$$E2 = \frac{(1694/21)}{100} \times 100 = 80.66\%$$

เพราะฉะนั้นประสิทธิภาพของชุดทดลอง

$$E1/E2 = 81.19/80.66$$

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์และหาประสิทธิภาพของ
ชุดทดลองอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร
เรื่องอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร

รายการ	ค่าเฉลี่ยร้อยละ
คะแนนระหว่างเรียนท้ายการทดลอง E1	82.19
คะแนนทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน E2	80.66
ประสิทธิภาพของชุดทดลอง E1/E2	82.19/80.66

จากตารางที่ 4 พบว่า นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทำคะแนนระหว่างเรียนท้ายการทดลองเพื่อวัดความก้าวหน้าทางการเรียนได้ถูกต้องเฉลี่ยรวมร้อยละ 82.19 และทำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ถูกต้องเฉลี่ยรวมร้อยละ 80.66 ดังนั้น ประสิทธิภาพของชุดทดลองอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร คือ 82.19/80.66 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้

5.2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้โครงงานเป็นฐานฯ ภายใต้หลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงและค่านิยมหลักของคนไทย 12 ประการ

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่างที่เรียนด้วยชุดทดลองอิเล็กทรอนิกส์และวงจร โดยเปรียบเทียบคะแนนการทดสอบก่อนเรียน (Pre - test) และคะแนนทดสอบหลังเรียน (Post -test) แล้วนำมาทำการทดสอบหาค่าที่ (t - test) ผลการวิเคราะห์แสดงดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 แสดงการวิเคราะห์ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

คะแนน	N	X	SD	t-test
ทดสอบก่อนเรียน (Pre-test)	21	12.52	1.78	23.17**
ทดสอบหลังเรียน (Post-test)	21	32.38	3.01	

** P < 0.05

จากตารางที่ 5 พบว่า ค่า t จากการคำนวณเท่ากับ 23.17 มากกว่าค่า t จากตารางที่ df = 20 , $\alpha = 0.05$

ซึ่งมีค่าเท่ากับ 2.086 แสดงว่าผลของคะแนนสอบก่อนเรียนและหลังเรียนผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้โครงงานเป็นฐานฯ ภายใต้หลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงและค่านิยมหลักของคนไทย 12 ประการของกลุ่มตัวอย่างมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยรวมปรากฏว่าผลของการทำแบบทดสอบเฉลี่ยหลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 32.38 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.01 สูงกว่าผลคะแนนของการทำแบบทดสอบเฉลี่ยก่อนเรียนซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 12.52 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.78 แสดงว่าผู้เรียนที่เรียนด้วยชุดทดลองที่สร้างขึ้นมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

5.3 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดทดลองการศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนต่อชุดทดลองอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร เรื่องอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร โดยใช้แบบสอบถามเป็นชนิดมาตราจัดอันดับ (Rating Scale) หรือการจัดอันดับคุณภาพจัดเรียงความคิดเห็นจากมากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย น้อยที่สุด แทนด้วย 5, 4, 3, 2 และ 1 ตามลำดับ ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลนำมาหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานโดยแสดงผลการวิเคราะห์แยกประเด็นดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 แสดงค่าเฉลี่ยความคิดเห็นความพึงพอใจ
ของผู้เรียนต่อชุดทดลอง

ข้อความความคิดเห็น	(X)	S.D.	ระดับความคิดเห็น
1. ความเหมาะสมของชุดทดลองกับสาระการเรียนรู้รายวิชาหรือไม่	4.09	0.73	มาก
2. ชุดทดลองช่วยให้ผู้เรียนเกิดความมั่นใจในการออกแบบโปรแกรมเพียงใด	4.00	0.80	มาก
3. รูปแบบ ขนาด ของชุดทดลองมีความเหมาะสม	4.16	0.50	มาก
4. ชุดทดลองมีลักษณะเหมาะสมกับเรื่องของการทดลองเพียงใด	3.96	0.77	มาก
5. ชุดทดลองช่วยให้ผู้เรียนได้ทดลองจริงเพียงใด	4.13	0.69	มาก

ตารางที่ 6 แสดงค่าเฉลี่ยความคิดเห็นความพึงพอใจ
ของผู้เรียนต่อชุดทดลอง (ต่อ)

ข้อความความคิดเห็น	(X)	SD	ระดับความคิดเห็น
6. ชุดทดลองสามารถใช้งานได้ง่ายเพียงใด	4.44	0.66	มาก
7. ใบงานการทดลองที่ใช้ประกอบกับชุดทดลองมีลำดับขั้นตอนชัดเจนเข้าใจง่าย	4.04	0.71	มาก
8. ใบงานการทดลองมีข้อมูลในการทดลองเพียงใด	4.09	0.60	มาก
ค่าเฉลี่ย	4.17	0.68	มาก

จากตารางที่ 6 พบว่า ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อชุดทดลองเรื่องอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจรในต่าง ๆ มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับความคิดเห็นระหว่าง 3.96 - 4.61 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน อยู่ระหว่าง 0.50 - 0.77 โดยในหัวข้อรูปแบบ ขนาด ของชุดทดลองมีความเหมาะสมของชุดทดลองมีค่าเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 4.61 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.50 และในหัวข้อชุดทดลองมีลักษณะเหมาะสมกับ เรื่องของการทดลองมีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดเท่ากับ 3.96 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.77 ซึ่งมีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.17 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ยรวมเท่ากับ 0.68 ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อชุดทดลองในระดับมาก

6. สรุปผลการวิจัย

6.1 ผลการพัฒนาชุดทดลองอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจรซึ่งผู้วิจัยได้สร้างใบงานการทดลองใช้ประกอบการเรียนการสอนโดยทำการวิเคราะห์เนื้อหาในเรื่องอิเล็กทรอนิกส์และวงจรเมื่อนำใบงานการทดลองที่ได้สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญแสดงความคิดเห็นเพื่อหาความตรงของเนื้อหาโดยพิจารณาถึงความสมบูรณ์ของเนื้อหาข้อมูลในใบงานการทดลอง และความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการเรียนปรากฏว่าใบงานการทดลองผ่านความเห็นชอบของผู้เชี่ยวชาญโดยมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 1.00 แสดงว่าใบงานที่สร้างขึ้นสามารถใช้ประกอบการเรียนการสอนในรหัสวิชา 20127 - 2006

ในการทำวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้ชุดทดลองกับ
กลุ่มทดลองเพียง 21 คน เท่านั้น ทั้งนี้เนื่องจากใน
ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 มีนักเรียนที่รับเข้ามา

ศึกษาในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พ.ศ.2562 สาขางานเมคคาทรอนิกส์ เพียง 30 คน (เพราะช่วงการเกิดโควิด 2019 ระยะที่ 3 - 5 ทำให้ไม่สามารถกลุ่มตัวอย่างมากได้) ซึ่งเป็นปัจจัยที่ผู้วิจัยไม่สามารถควบคุมได้เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพต่อการเรียนการสอนสูงสุดควรนำชุดทดลองอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร ไปทดลองใช้อีกครั้งเมื่อมีกลุ่มทดลองมากกว่านี้

8.1.1 การใช้ชุดทดลองครูผู้สอนจะต้องศึกษาคู่มือการใช้งานของชุดทดลองและจัดเตรียมทดสอบชุดทดลองให้มีความพร้อมก่อนการจัดการเรียนการสอนเพื่อให้เกิดความเข้าใจขบวนการทำงานของชุดทดลองก่อนการนำไปจัดการเรียนการสอนต่อไป

8.1.2 การนำชุดทดลองที่สร้างขึ้นไปใช้ในการเรียนการสอนควรจัดผู้เรียนให้มีความเหมาะสมโดยการทดลองแต่ละครั้งไม่ควรเกิน 3 คนต่อ 1 ชุด ทั้งนี้เพื่อความสะดวกในการทดลองและช่วยให้ผู้เรียนสามารถปฏิบัติการทดลองได้ทั่วถึง

8.1.3 ควรมีการส่งเสริมให้ครูผู้สอนได้มีการสร้างสื่อชุดทดลองขึ้นมาใช้สำหรับการปฏิบัติการทดลองเองในรายวิชาอื่น ๆ เนื่องจากครูผู้สอนจะมีความเข้าใจในธรรมชาติของรายวิชานั้น ๆ และสามารถใช้เป็นสื่อในการเรียนการสอนช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะในการฝึกปฏิบัติในการเรียนการสอนวิชาต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดี

8.1.4 ควรนำชุดทดลองที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นไปใช้สอนรายวิชาอิเล็กทรอนิกส์และวงจร และส่งเสริมให้ครูในสาขาวิชาเมคคาทรอนิกส์และหุ่นยนต์ สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาทั่วประเทศได้ด้วยตนเอง

8.1.5 ควรมีการพัฒนาชุดทดลองให้มีจำนวนมากขึ้นให้พอกับนักเรียนแต่ละห้องเรียนเพื่อประโยชน์ต่อผู้เรียนที่มีคุณภาพมากยิ่งขึ้น

8.2 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

8.2.1 เพิ่มเติมแหล่งจ่ายไฟฟ้าแบบปรับค่าได้ 0 - 30V เพื่อสะดวกในใช้กับชุดทดลองร่วมกับแหล่งจ่ายไฟฟ้าแบบปรับค่าได้ร่วมในการทดลอง

8.2.2 การวิจัยครั้งต่อไปควรใช้แบบแผนการทดลองที่มีกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมแบบสุ่ม และมีการวัดความรู้ก่อนเรียนและหลังเรียน (Randomized Control Group Pretest Posttest Design) ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบผลการเรียนทดลองแบบปกติกับการเรียนทดลองด้วยสื่อชุดทดลองที่สร้างขึ้น

8.2.3 ควรนำชุดทดลองที่สร้างขึ้นไปทดลองกับนักศึกษาในสถาบันการศึกษาอื่น ๆ เพิ่มเติมเพื่อจะได้แน่ใจว่าเมื่อนำไปใช้กับสถาบันการศึกษาอื่น ๆ แล้วชุดทดลองมีประสิทธิภาพ อีกทั้งจะได้ปรับปรุงพัฒนาชุดทดลองนี้ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

8.2.4 ควรมีการสร้างชุดทดลองให้ครบทุกหัวข้อในรายวิชาอิเล็กทรอนิกส์และวงจรเพื่อให้เป็นการสอนรายวิชาอิเล็กทรอนิกส์และวงจรจะได้ครอบคลุมทั้งรายวิชาเพื่อให้นักเรียนได้มีความรู้ให้ครบทุกหน่วยในรายวิชาและผู้ที่สนใจได้ศึกษารวมทั้งวิทยาลัยจะได้มีสื่อชุดทดลองในการจัดการเรียนการสอนที่พอเพียงและช่วยให้ประเทศชาติประหยัดค่าใช้จ่ายไม่ต้องนำเข้าสื่อการเรียนการสอนจากต่างประเทศต่อไป

9. เอกสารอ้างอิง

รัตนา ศิริพานิช. (2545). สถิติและการวิจัยการศึกษา.

กรุงเทพฯ : คณะศิลปศาสตร์

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. ล้วน สายยศ และ

อังคณา สายยศ. (2538). เทคนิคการวิจัยทาง

การศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.

Rovinelli, R. J., & Hambleton, R. K. (1977). On the use of content specialists in the assessment of criterion - referenced test item validity. *Dutch Journal of Educational Research*, 2, (2), pp. 49 - 60.