

## การพัฒนาชุดทดลองวงจรมัลติมิเตอร์ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาไฟฟ้ากำลัง

### The Development of An Effective Multimeter Circuit Experiment Kit to Improve Learning Experience of Vocational Certificate Students in Electrical Power Program

ฤกษ์ชัย ศรีสมบัติ\*

Rergchai Srisombut\*

\*สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคนครปฐม สถาบันการอาชีวศึกษาภาคกลาง 4 นครปฐม 73000

\*Electrical Power Department, Nakhonpathom Technical College,

Institute of Vocational Education : Central Region 4, Nakhonpathom 73000

Received : December 15, 2020 Revised : December 21, 2020 Accepted : December 29, 2020

#### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์การวิจัย 1) เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดทดลองวงจรมัลติมิเตอร์ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาไฟฟ้ากำลัง 2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างนักเรียนที่ใช้ชุดทดลองวงจรมัลติมิเตอร์กับนักเรียนที่เรียนแบบปกติ และ 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการใช้ชุดทดลองวงจรมัลติมิเตอร์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 วิทยาลัยเทคนิคนครปฐม ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 36 คน ได้มาโดยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง 4 สัปดาห์ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย 1) ชุดทดลองวงจรมัลติมิเตอร์ 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 40 ข้อ ค่าความยากง่ายเท่ากับ 0.32-0.78 ค่าอำนาจจำแนกเท่ากับ 0.26-0.67 ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.89 และ 3) แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการใช้ชุดทดลอง ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.91 การวิเคราะห์ข้อมูลใช้สถิติ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่า t-test Independent ผลการวิจัยพบว่า 1) ชุดทดลองวงจรมัลติมิเตอร์ มีประสิทธิภาพ เท่ากับ 85.69/83.47 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 ชุดทดลองวงจรมัลติมิเตอร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพและสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนได้ 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ใช้ชุดทดลองสูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ 3) นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการใช้ชุดทดลองอยู่ในระดับมากที่สุด

\*ฤกษ์ชัย ศรีสมบัติ

E-mail : s.ergchai@hotmail.com

คำสำคัญ : ชุดทดลองวงจรมัลติมิเตอร์, นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

#### Abstract

This research aims to 1) develop and evaluate (find out is informal) the efficiency of multimeter circuit experiment kit for vocational certificate students in Electrical power program, 2) compare the learning achievement of students who learned with and without the developed experiment kit, and 3) investigate student satisfaction in learning with the developed experiment kit. Thirty-six first-year students in Electrical power program at Nakhonpathom Technical College were selected by cluster random sampling in the first semester of an academic year 2019 to participate this study in 4 weeks. Education equipments used were 1) Multimeter circuit experiment kit, 2) 40 items of learning achievement tests that with difficulty level at 0.32-0.78, the discrimination level at 0.26-0.67, and the reliability level at 0.89, and 3) practical tests that had the reliability level at 0.91. The data were analyzed by means, standard deviation and t-test independent. The results of the study were as follows: 1) the efficiency of Multimeter circuit

experiment kit was at 85.69/83.47 which appear to be higher than the predetermined 80/80 efficiency criterion, 2) the academic achievement of the students who learned with experiment kit was significantly higher than who studied in conventional course at the .01 level and 3) the students who learned with the experiment kit showed the highest level of satisfaction.

**Keywords :** Multimeter Circuit Experiment Kit, Vocational Certificate Students

### 1. บทนำ

จากแผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติ ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560 - 2564) เป็นแผนแม่บทในการพัฒนาการศึกษาของประเทศ ได้กำหนดหลักการสำคัญก็คือ ยึดคนเป็นศูนย์กลางของการพัฒนาที่มุ่งสร้างคุณภาพชีวิตที่ดีสำหรับคนไทย พัฒนาคนให้มีความเป็นคนที่สมบูรณ์มีวินัย ใฝ่รู้ มีความรู้ มีทักษะ มีความคิดสร้างสรรค์ มีทัศนคติที่ดี รับผิดชอบต่อสังคม และมีคุณธรรมและจริยธรรม ซึ่งยุทธศาสตร์ที่ 1 ยุทธศาสตร์พัฒนาหลักสูตร กระบวนการเรียนการสอน การวัดและประเมินผลที่มุ่งหวังให้คนไทยมีคุณธรรมจริยธรรม และการพัฒนาประเทศในอนาคต ซึ่งตอบสนองการพัฒนาในด้านคุณภาพ (สำนักงานปลัดกระทรวงศึกษาธิการ, 2559) ในการจัดการอาชีวศึกษาต้องจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นความสามารถของผู้เรียนให้เกิดความรู้ความสามารถในการปฏิบัติงานได้ตามลักษณะสาขาต่าง ๆ ซึ่งในสาขาวิชาไฟฟ้ากำลังก็จำเป็นอย่างยิ่งในการพัฒนาผู้เรียนให้เกิดสมรรถนะทางวิชาชีพตามหลักสูตร สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา (2562) จึงได้กำหนดสมรรถนะรายวิชาลงในทุกหลักสูตรรายวิชา เพื่อมุ่งให้ผู้เรียนได้มีสมรรถนะวิชาชีพที่จะนำไปปฏิบัติงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้ในรายวิชาเครื่องวัดไฟฟ้า 20104-2004 ตามหลักสูตรระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) พุทธศักราช 2562 ได้กำหนดคำอธิบายรายวิชาไว้ โดยภาพรวมก็แสดงถึงความต้องการให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะวิชาชีพในด้านความรู้เกี่ยวกับโครงสร้างหลักการทำงานของเครื่องวัดไฟฟ้าชนิดต่าง ๆ ทักษะในการใช้งานเครื่องวัดไฟฟ้า ปรับแต่งและขยายย่านการวัดได้ การตรวจสอบข้อบกพร่อง ทดสอบการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าและระบบไฟฟ้า ซึ่งเครื่องวัดไฟฟ้าที่มีความสำคัญและจำเป็นสำหรับการปฏิบัติงาน คือ มัลติมิเตอร์ (Multimeter) จึงได้ถูกกำหนดไว้ในหลักสูตร

รายวิชานี้ ซึ่งผู้เรียนในระดับ ปวช. จะต้องสามารถใช้งานมัลติมิเตอร์ เข้าใจถึงหลักการสำคัญของวงจรภายในของมัลติมิเตอร์ ซึ่งมีย่านการวัด (Range) ที่สำคัญ ประกอบด้วย โวลต์มิเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (D.C. Voltmeter) แอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (D.C. Ammeter) โวลต์มิเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ (A.C. Voltmeter) และโอห์มมิเตอร์ (Ohmmeter) โดยต้องอาศัยหลักการขยายย่านการวัดของเครื่องมือไฟฟ้าแบบขดลวดเคลื่อนที่ (Moving Coil Type) ดังที่ Larry D.Jones; A.Foster Chin. (1991) ณรงค์ ขอนตะวัน (2556) มนตรี เชิญทอง (2562) และ มงคล รุระ (2559) ซึ่งเชี่ยวชาญด้านเครื่องวัดไฟฟ้า ได้กล่าวถึงความสำคัญของการขยายย่านการวัด การออกแบบวงจร และนำไปใช้ในชั้นการประยุกต์ ปรับแต่งเครื่องมือวัดทางไฟฟ้า

อย่างไรก็ตาม ผลการจัดการเรียนการสอนในหน่วยการเรียนรู้เรื่องมัลติมิเตอร์ ในปีการศึกษา 2561 ที่ผ่านมา ผู้วิจัยพบว่า นักเรียนระดับ ปวช.1 สาขาวิชาไฟฟ้ากำลัง จำนวน 126 คน จาก 6 กลุ่ม มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งด้านพุทธิพิสัยและทักษะพิสัยไม่ผ่านเกณฑ์วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 53 คน คิดเป็นร้อยละ 42.06 จากนักเรียนทั้งหมด (นักเรียนต้องต่อวงจรภายในมัลติมิเตอร์หรือขยายย่านการวัดครบทั้ง 4 เรื่อง ถือว่าผ่านเกณฑ์) ทั้งนี้นอกจากผู้เรียนสามารถใช้งานมัลติมิเตอร์ได้แล้วผู้เรียนก็ต้องเข้าใจโครงสร้าง วงจรภายในของมัลติมิเตอร์ ซึ่งอาศัยหลักการขยายย่านการวัดของวงจรโวลต์มิเตอร์ แอมมิเตอร์ และโอห์มมิเตอร์ด้วย ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสนใจในประเด็นปัญหานี้ กล่าวคือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ อันเนื่องมาจากนักเรียนขาดทักษะการขยายย่านการวัด วิธีการสอนในเรื่องนี้เน้นไปที่การสอนทฤษฎีการคำนวณ ออกแบบวงจรมากกว่าการปฏิบัติ หรืออาจมีการให้ปฏิบัติทดลองบ้าง ข้อจำกัดในด้านการปฏิบัติก็คือ ไม่ค่อยมีชุดทดลองที่พัฒนามาใช้ในเรื่องวงจรภายในของมัลติมิเตอร์ และขยายย่านการวัดโดยเฉพาะ แต่ชุดฝึกทดลองเครื่องวัดไฟฟ้าในภาพรวมส่วนใหญ่เน้นฝึกทักษะการต่อใช้งานเครื่องวัดต่าง ๆ ทำให้นักเรียนอาจจะได้รับการฝึกปฏิบัติในเรื่องนี้น้อยมาก ผู้เรียนขาดความเข้าใจและทักษะ จนมีผลต่อทักษะการต่อยอดองค์ความรู้ต่อไป ซึ่งประเด็นปัญหาสำคัญนี้ อาจกล่าวได้ว่า ชุดสื่อที่ใช้ในการฝึกปฏิบัติงานที่ช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน จากการศึกษารูปแบบการแก้ไขปัญหา ลักษณะนี้ พบว่า ณีภูษชัย คุณกุลเดช, สุรัชย์ สุขสกุลชัย

และวชิรพรรณ แก้วประพันธ์ (2559, หน้า 125-135) วิสิทธิ์ ลุมชนะเนา (2558, หน้า 11-25) และสุระไกร เทพเดช, สมาน เอกพิมพ์, และสมบัติ ฤทธิเดช (2558, หน้า 174-182) ซึ่งต่างก็พบปัญหาในลักษณะเดียวกันและแก้ไข้ปัญหา โดยการพัฒนาคู่มือที่เน้นการพัฒนาความเข้าใจและทักษะให้กับผู้เรียน ได้แก่ ชุดฝึกวงจรبردจกระแสดตรง และชุดทดลองอิเล็กทรอนิกส์ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และสามารถพัฒนาผลการเรียนรู้ได้

จากประเด็นความสำคัญดังกล่าวข้างต้น รวมทั้งประสบการณ์การสอนในรายวิชาเครื่องวัดไฟฟ้าของผู้วิจัยที่พบปัญหาหลักในด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนเกี่ยวกับโครงสร้างและวงจรภายในมัลติมิเตอร์กับหลักการขยายย่านวัด และด้านการพัฒนาสื่อการเรียนการสอนประเภทชุดทดลอง ใบงานการทดลอง เพื่อนำมาใช้เป็นเครื่องมือในการแก้ไข้ปัญหาด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนช่วยยกระดับบ่งชี้ความรู้ และพัฒนาทักษะการปฏิบัติ ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะแก้ไข้ปัญหาดังกล่าวโดยการพัฒนาคู่มือทดลองวงจรมัลติมิเตอร์ เพื่อนำไปใช้ในการเรียนการสอนภาคปฏิบัติที่เกี่ยวกับการต่อวงจรภายในมัลติมิเตอร์เพิ่มทักษะการขยายย่านการวัดเครื่องวัดไฟฟ้าพื้นฐานของผู้เรียนให้เป็นไปตามจุดมุ่งหมายของหลักสูตรฯ และยังสามารถใช้เป็นแนวทางการพัฒนาการเรียนการสอนภาคปฏิบัติในรายวิชาอื่น ๆ ต่อไป

## 2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดทดลองวงจรมัลติมิเตอร์ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาไฟฟ้ากำลัง

2.2 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างนักเรียนที่ใช้ชุดทดลองวงจรมัลติมิเตอร์กับนักเรียนที่เรียนแบบปกติ

2.3 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการใช้ชุดทดลองวงจรมัลติมิเตอร์

## 3. สมมติฐานการวิจัย

งานวิจัยในครั้งนี้มีสมมติฐานการวิจัย ดังนี้

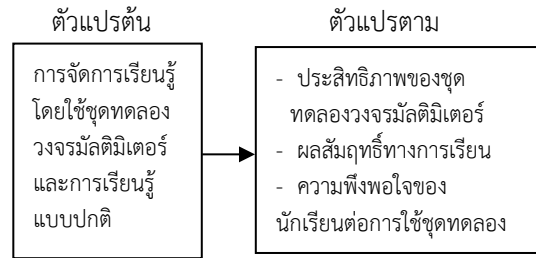
3.1 ชุดทดลองวงจรมัลติมิเตอร์ที่สร้างขึ้น มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ที่ 80/80

3.2 นักเรียนที่ใช้ชุดทดลองวงจรมัลติมิเตอร์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าผู้เรียนที่เรียนแบบปกติ

3.3 ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการใช้ชุดทดลองวงจรมัลติมิเตอร์อยู่ในระดับมากขึ้นไป

## 4. กรอบแนวคิดการวิจัย

ผู้วิจัยกำหนดกรอบแนวคิดการวิจัย ดังนี้



ภาพที่ 1 ภาพแสดงกรอบแนวคิดการวิจัย

## 5. วิธีการดำเนินการวิจัย

### 5.1 ขอบเขตของการวิจัย

ในการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตของการวิจัย ดังนี้

5.1.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาไฟฟ้ากำลังที่เรียนในรายวิชาเครื่องวัดไฟฟ้า รหัสวิชา 20104-2004 วิทยาลัยเทคนิคนครปฐม ประจำปีภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562

5.1.2 เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้กำหนดให้ตัวแปรต้น ได้แก่ การจัดการเรียนรู้ด้วยชุดทดลองวงจรมัลติมิเตอร์ และการจัดการเรียนรู้แบบปกติ และตัวแปรตาม ได้แก่ ประสิทธิภาพของชุดทดลองผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการใช้ชุดทดลองวงจรมัลติมิเตอร์

5.1.3 ระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลจำนวนทั้งหมด 4 สัปดาห์ ในช่วงสัปดาห์ที่ 4 - 8 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562

### 5.2 งานวิจัยนี้มีวิธีการดำเนินการวิจัยดังนี้

5.2.1 กำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ ประชากรที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาไฟฟ้ากำลังที่เรียนวิชาเครื่องวัดไฟฟ้า รหัสวิชา 20104-2004 ของวิทยาลัยเทคนิคนครปฐม ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 126 คน ส่วนกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 แผนกวิชาไฟฟ้ากำลัง สาขาวิชาไฟฟ้ากำลังที่เรียนวิชาเครื่องวัดไฟฟ้า รหัสวิชา 20104-2004 วิทยาลัยเทคนิคนครปฐม ประจำปีภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 36 คน ได้มาโดยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) จำนวน 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 กลุ่มที่

เรียนรู้โดยใช้ชุดทดลองกลุ่มทดลอง (Experimental Group) จำนวน 18 คน และกลุ่มที่ 2 กลุ่มที่เรียนรู้แบบปกติ เป็นกลุ่มควบคุม (Control Group) จำนวน 18 คน

### 5.2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย มีดังนี้

5.2.2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ ชุดทดลองวงจรมัลติมิเตอร์

5.2.2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 40 ข้อ และแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการใช้ชุดทดลองวงจรมัลติมิเตอร์

5.2.3 การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย มีดังนี้

5.2.3.1 ชุดทดลองวงจรมัลติมิเตอร์ (Multimeter Circuit Experiment Kit) มีขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพตามลำดับ ดังนี้

1) ศึกษาและรวบรวมเอกสารข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับมัลติมิเตอร์ การออกแบบและต่อวงจรภายในของมัลติมิเตอร์ เพื่อกำหนดหัวข้อการเรียนรู้ จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

2) กำหนดขอบเขตและรูปแบบของชุดทดลองวงจรมัลติมิเตอร์ โดยคำนึงถึงความถูกต้องสะดวกในการใช้งาน เลือกใช้วัสดุที่เหมาะสม คำนึงถึงงบประมาณที่ไม่สูงมากนัก ดังแสดงภาพชุดทดลองที่สร้างขึ้นในภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ภาพแสดงชุดทดลองวงจรมัลติมิเตอร์ที่สร้างขึ้น

3) จัดทำเอกสารคู่มือการใช้งานชุดทดลอง ประกอบด้วย คำชี้แจงการใช้ กิจกรรมการเรียนรู้ และใบงานการทดลอง ให้เหมาะสมสอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวังตามที่ได้กำหนดไว้ ดังแสดงในภาพที่ 3



ภาพที่ 3 ภาพแสดงคู่มือการใช้งานชุดทดลองวงจรมัลติมิเตอร์

4) นำชุดทดลองวงจรมัลติมิเตอร์ที่สร้างขึ้น และคู่มือการใช้งานชุดทดลองให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน พิจารณาตรวจสอบความถูกต้องสอดคล้อง เหมาะสม และทำการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ

5) ทดลองใช้เพื่อศึกษาข้อบกพร่องในด้านต่าง ๆ เช่น การปฏิบัติงานตามใบงานการทดลอง ความเหมาะสมของเนื้อหาการเรียนรู้ ใบงานการทดลอง ระยะเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ นำข้อมูลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขให้สมบูรณ์โดยการทดลองใช้กับนักเรียนดังนี้

(1) ทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (One to One Testing) โดยทดลองใช้สอนกับนักเรียนที่กำลังเรียนวิชาเครื่องวัดไฟฟ้า ซึ่งจัดการทดลองครั้งที่ 1 การหาประสิทธิภาพเป็นรายกลุ่มเดียวกับนักเรียน จำนวน 3 คน โดยคัดเลือกนักเรียนที่เก่ง ปานกลาง อ่อน อย่างละ 1 คน โดยผู้วิจัยเป็นผู้เก็บข้อมูลเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของขั้นตอนในการเรียน ความยากง่ายในการปฏิบัติ และความเหมาะสมของเวลาต่อกิจกรรมในแต่ละใบงาน โดยสังเกตพฤติกรรมอย่างใกล้ชิด สัมภาษณ์ผู้เรียน ผลจากการทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง ได้ค่าประสิทธิภาพ E1/E2 โดยเฉลี่ยเท่ากับ 65.83/62.40 ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้ จากนั้นผู้วิจัยนำผลที่ได้จากการทดลองไปปรับปรุงแก้ไข



ภาพที่ 4 ภาพแสดงการทดลองใช้ชุดทดลอง วงจรมัลติมิเตอร์

(2) ทดลองแบบกลุ่มเล็ก (Small Group Testing) โดยนำชุดทดลองวงจรมัลติมิเตอร์ที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขจากการทดลองครั้งที่ 1 แล้ว ไปทดลองกับนักเรียน จำนวน 9 คน โดยการเลือกนักเรียนที่มีระดับผลการเรียนสูง จำนวน 3 คน ซึ่งไม่ซ้ำกับนักเรียนที่ผ่านการทดลองในครั้งที่ 1 สังเกตพฤติกรรม สัมภาษณ์ผู้เรียน จากนั้นนำข้อบกพร่องมาปรับปรุงแก้ไขอีกครั้งหนึ่ง ผลจากการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างได้ค่าประสิทธิภาพ E1/E2 โดยเฉลี่ยเท่ากับ 82.87/82.22 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้ แสดงว่าชุดทดลอง สามารถนำไปใช้ทดลองกับกลุ่มตัวอย่างได้

(3) ทดลองแบบภาคสนาม (Field of Testing) โดยการนำชุดทดลองที่ได้ปรับปรุงแก้ไขหลังการทดลองใช้แบบกลุ่มเล็กแล้ว มาทดลองใช้กับนักเรียนจำนวน 30 คน โดยคัดเลือกนักเรียนที่ เก่ง ปานกลาง อ่อน คละกัน (ซึ่งไม่ซ้ำกับนักเรียนที่ผ่านการทดลองครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2) สังเกตพฤติกรรม นำข้อบกพร่องทั้งหมดมาปรับปรุงแก้ไขอีกครั้ง ผลจากการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างได้ค่าประสิทธิภาพ E1/E2 โดยเฉลี่ยเท่ากับ 83.69/82.87 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้ แสดงว่า ชุดทดลองที่สร้างขึ้นสามารถนำไปใช้ทดลองกับกลุ่มตัวอย่างได้



ภาพที่ 5 ภาพแสดงการทดลองใช้ชุดทดลอง วงจรมัลติมิเตอร์

5.2.3.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีการสร้างและหาคุณภาพ ตามลำดับดังนี้

1) ศึกษารูปแบบ และวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2) นำหัวข้อเรื่องการเรียนรู้ แบ่งเป็นหัวข้อย่อย เพื่อนำมาวิเคราะห์จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม และสร้างแบบทดสอบครอบคลุมวัตถุประสงค์ เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก

3) นำแบบทดสอบไปหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับแบบทดสอบ เพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence: IOC) ระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับแบบทดสอบ โดยใช้แบบประเมินกำหนดให้ 1 หมายถึง สอดคล้อง, 0 หมายถึงไม่แน่ใจ และ -1 หมายถึงไม่สอดคล้อง กำหนดเกณฑ์ผ่านความสอดคล้อง 0.60 ขึ้นไป (พงศเทพ จิระโร, 2559)

4) นำแบบทดสอบที่ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญแล้ว มาคัดเลือก และนำไปทดสอบกับผู้เรียนที่เคยเรียนรายวิชา เครื่องวัดไฟฟ้ามาแล้ว จำนวน 16 คน โดยใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) มาทดลองทำแบบทดสอบ โดยใช้เทคนิคแบ่งกลุ่ม 50% คือ กลุ่มสูง 8 คน และกลุ่มต่ำ 8 คน นำผลการทดสอบมาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (P) อำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่น เพื่อเป็นการคัดเลือกแบบทดสอบที่เหมาะสมอีกครั้งก่อน นำไปใช้จริง โดยใช้เกณฑ์ค่าความยากง่าย (P) ระหว่าง 0.20 ถึง 0.80 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป ถือว่าแบบทดสอบนั้นมีค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกเหมาะสม และใช้เกณฑ์ค่าความเชื่อมั่นตั้งแต่ 0.80 ขึ้นไป ถือว่า แบบทดสอบฉบับนั้นมีความเชื่อมั่นในการวัด ซึ่งผลการวิเคราะห์และคัดเลือกแบบทดสอบจำนวน 40 ข้อ มีค่าความยากง่ายเท่ากับ 0.32-0.78 ค่าอำนาจจำแนกเท่ากับ 0.26-0.67 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.89

5.2.3.3 แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน มีการสร้างและหาคุณภาพ ตามลำดับดังนี้

1) ศึกษาทฤษฎีเกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ

2) เลือกรูปแบบเครื่องมือและกำหนดเกณฑ์ในการวัดความพึงพอใจ

3) สร้างแบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการใช้ชุดทดลอง ใช้เป็นแบบประเมินชนิดแบบมาตราประมาณค่า (Rating Scales) ของลิเคิร์ต (Likert Scales) โดยแบ่งระดับความพึงพอใจออกเป็น 5 ระดับ โดยกำหนดความหมายคะแนนของตัวเลือกในแบบประเมินแต่ละข้อ ดังนี้ (อาภรณ์ ใจเที่ยง, 2553)

ระดับคะแนน 5 หมายถึง พึงพอใจมากที่สุด

ระดับคะแนน 4 หมายถึง พึงพอใจมาก

ระดับคะแนน 3 หมายถึง พึงพอใจปานกลาง

ระดับคะแนน 2 หมายถึง พึงพอใจน้อย

ระดับคะแนน 1 หมายถึง พึงพอใจน้อยที่สุด

กำหนดระดับการประเมินความพึงพอใจใช้ค่าระดับน้ำหนักคะแนน ดังนี้ (อาภรณ์ ใจเที่ยง, 2553)

4.50 - 5.00 หมายถึง พึงพอใจมากที่สุด

3.50 - 4.49 หมายถึง พึงพอใจมาก

2.50 - 3.49 หมายถึง พึงพอใจปานกลาง

1.50 - 2.49 หมายถึง พึงพอใจน้อย

1.00 - 1.49 หมายถึง พึงพอใจน้อยที่สุด

เกณฑ์การยอมรับความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการใช้ชุดทดลอง ต้องมีคะแนนเฉลี่ยของการประเมินทั้งฉบับที่ค่าเฉลี่ย 3.50 ขึ้นไป จึงแสดงว่า นักเรียนมีความพึงพอใจมีต่อการใช้ชุดทดลองมีคุณภาพระดับมากขึ้นไป

4) นำแบบประเมินความพึงพอใจที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ตรวจสอบคุณภาพและความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาโดยใช้ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เพื่อนำไปใช้เป็นแบบประเมิน โดยกำหนดให้ 1 หมายถึง สอดคล้อง, 0 หมายถึงไม่แน่ใจ และ -1 หมายถึง ไม่สอดคล้อง กำหนดให้เกณฑ์ผ่านความสอดคล้อง 0.60 ขึ้นไป (พงศเทพ จิระโร, 2559)

5) นำแบบประเมินความพึงพอใจที่ผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ ทำการปรับปรุงแก้ไขและนำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย คือนักเรียนที่ผ่านการเรียนรายวิชาเครื่องวัดไฟฟ้า โดยเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) จำนวน 30 คน

6) นำข้อมูลแบบสอบถามทั้ง 30 ชุด ที่ได้มาวิเคราะห์ค่าสถิติ ผลมาวิเคราะห์หาคุณภาพค่าความเชื่อมั่น ใช้วิธีหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของบรอนนาค (Cranach's alpha coefficient) ที่ควรมีค่าตั้งแต่ 0.70

ขึ้นไป พบว่า แบบสอบถามนี้มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.91 (พงศเทพ จิระโร, 2559)

7) นำแบบประเมินความพึงพอใจที่ผ่านการทดสอบหาความเชื่อมั่นแล้ว มาจัดพิมพ์แบบสอบถามฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปใช้ในการเก็บข้อมูลต่อไป

5.2.3.4 การดำเนินการทดลอง มีดังนี้ การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) โดยเลือกแผนการทดลองแบบมีกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ไม่มีการสุ่มโดยมีการวัดผลเฉพาะหลังให้สิ่งทดลองหรือวัดหลัง (Nonrandomized control group posttest-only design) (พรรณี ลีกิจวัฒน์, 2553) ดังแสดงตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แผนการทดลอง

กลุ่ม	สิ่งทดลอง	วัดผลหลัง
E	X	T <sub>2</sub>
C		T <sub>2</sub>

เมื่อ X หมายถึง การทดลอง  
T<sub>2</sub> หมายถึง การวัดผลหลัง  
C หมายถึง การเรียนแบบปกติ  
E หมายถึง การเรียนโดยใช้ชุด

ทดลอง

ขั้นตอนในการทดลอง มีดังนี้

ขั้นที่ 1 ทำการเลือกกลุ่มตัวอย่างจำนวน 2 กลุ่ม ซึ่งนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาไฟฟ้ากำลังที่เรียนวิชาเครื่องวัดไฟฟ้า ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 36 คน คือ กลุ่มที่ 1 กลุ่มที่เรียนรู้โดยใช้ชุดทดลอง เป็นกลุ่มทดลอง (Experimental Group) จำนวน 18 คน และกลุ่มที่ 2 กลุ่มที่เรียนรู้แบบปกติ เป็นกลุ่มควบคุม (Control Group) จำนวน 18 คน

ขั้นที่ 2 ดำเนินการทดลอง คือ ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้ชุดทดลองกับกลุ่มทดลองทั้งหมด 4 หัวข้อ

ขั้นที่ 3 ทดสอบหลังการทดลอง (Posttest)

ขั้นที่ 4 วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการทดสอบวัดผลหลังเรียน

ขั้นที่ 5 เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างคะแนนทดสอบวัดผลหลังเรียนของ 2 กลุ่ม

5.2.3.5 วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล มีดังนี้  
ในการเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย ผู้วิจัยได้ดำเนินการนำเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาที่ผ่านการหาคุณภาพแล้ว มาใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลตามขั้นตอน ดังนี้

1) วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อหาค่าประสิทธิภาพของชุดทดลอง โดยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลคะแนนจากการปฏิบัติใบงานทั้ง 4 เรื่อง คะแนนส่วนนี้ถือว่าเป็นคะแนนระหว่างเรียน (E1) และเก็บรวบรวมคะแนนจากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองใช้การเรียนด้วยชุดทดลอง กำหนดให้เป็นคะแนนการวัดผลหลังเรียน (E2) หาประสิทธิภาพของนวัตกรรม (E1/E2) (ชัยวงค์ พรหมวงศ์, 2556)

2) วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างคะแนนวัดผลหลังเรียนของ 2 กลุ่ม โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กับกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม หลังการจัดการเรียนรู้ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติ t-test (Dependent)

3) วิธีการเก็บข้อมูลจากแบบสอบถามความพึงใจของนักเรียนกลุ่มทดลองหลังเรียนโดยใช้ชุดทดลอง ตามวิธีประเมินค่าของลิเคิร์ต (Likert) กำหนดระดับความพึงพอใจ เป็นมาตราส่วนประมาณ

ค่า (Rating Scale) 5 ระดับ โดยแบบสอบถามมีค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของเครื่องมือวิจัย (Reliability) (ประภาพรณ เสงี่ยมวงศ์, 2551) ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.91 และนำข้อมูลจากแบบสอบถามมาทำการวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) (พิชิต ฤทธิ์จรูญ, 2556)

## 6. ผลการวิจัย

ผลการวิจัยครั้งนี้ แสดงตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย ดังนี้

### 6.1 ผลการพัฒนาและหาค่าประสิทธิภาพ

ของชุดทดลองวงจรมัลติมิเตอร์ ผู้วิจัยดำเนินการพัฒนาขึ้นประกอบด้วย 1) แผงทดลองต่อวงจร มัลติมิเตอร์ 2) ใบงานการทดลอง 4 เรื่อง ได้แก่ โวลต์มิเตอร์ ไฟฟ้ากระแสตรง แอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง โวลต์มิเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ และโอห์มมิเตอร์ พร้อมแบบประเมินทักษะพิสัย 3 ด้าน ได้แก่ ด้านความถูกต้อง ความรวดเร็ว ความแม่นยำ รวมทั้งจัดทำคู่มือการใช้ชุดทดลองวงจรมัลติมิเตอร์ และ 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของชุดทดลองวงจรมัลติมิเตอร์ แสดงตามตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของชุดทดลองวงจรมัลติมิเตอร์

รายการ	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย	ประสิทธิภาพ	เกณฑ์
คะแนนระหว่างเรียน (E <sub>1</sub> )	40	34.28	85.69	80
คะแนนสอบหลังเรียน (E <sub>2</sub> )	40	33.39	83.47	80

จากตารางที่ 2 พบว่า ประสิทธิภาพของชุดทดลองวงจรมัลติมิเตอร์ มีค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ/ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ เท่ากับ 85.69/ 83.47 ซึ่งได้ประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้

6.2 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน ระหว่างกลุ่มทดลอง (นักเรียนที่ใช้ชุดทดลอง)

กับกลุ่มควบคุม (นักเรียนที่เรียนแบบปกติ) ดังแสดงตามตารางที่ 3 และผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบจำนวนกลุ่มนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์การประเมินจำแนกตามกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม (โดยใช้เกณฑ์ผู้เรียนต้องผ่านครบทั้ง 4 เรื่อง) ดังแสดงตามตารางที่ 4

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มนักเรียน	n	$\bar{X}$	S.D.	Levene's Test		t	Sig.
				F	Sig.		
กลุ่มทดลอง (เรียนโดยใช้ชุดทดลอง)	18	33.39	1.46	3.787	0.06	5.90**	0.00
กลุ่มควบคุม (เรียนแบบปกติ)	18	29.50	2.38				

\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตารางที่ 3 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบจำนวนกลุ่มนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับเกณฑ์ (ต่อวงจรภายในมัลติเมตรครบทั้ง 4 เรื่อง ถือว่าผ่านเกณฑ์) จำแนกตามกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม

กลุ่มนักเรียน	n	ผ่านเกณฑ์ (คน)	คิดเป็นร้อยละ
กลุ่มทดลอง (เรียนโดยใช้ชุดทดลอง)	18	18	100.00
กลุ่มทดลอง (เรียนแบบปกติ)	18	12	66.67

จากตารางที่ 4 พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์การประเมินผล สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม 6.3 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการใช้ชุดทดลองวงจรมัลติเมตร ดังแสดงตามตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการใช้ชุดทดลองวงจรมัลติเมตร

รายการประเมิน	n	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
ด้านการใช้งาน	18	4.54	0.62	มากที่สุด
ด้านเนื้อหา	18	4.46	0.64	มาก
ด้านประโยชน์	18	4.51	0.66	มากที่สุด
<b>เฉลี่ยรวมทุกด้าน</b>		<b>4.51</b>	<b>0.63</b>	<b>มากที่สุด</b>

จากตารางที่ 5 พบว่า นักเรียนมีความความพึงพอใจต่อการใช้ชุดทดลองวงจรมัลติเมตร โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณารายด้าน พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจในด้านการใช้งาน และด้านประโยชน์อยู่ในระดับมากที่สุด รองลงมาเป็นด้านเนื้อหา อยู่ในระดับมาก

## 7. สรุปผลการวิจัย

ในการพัฒนาชุดทดลองวงจรมัลติเมตร สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) สาขาวิชาไฟฟ้ากำลัง สรุปได้ดังนี้

7.1 ชุดทดลองวงจรมัลติเมตรที่พัฒนา ประกอบด้วย  
1) แผงทดลองต่อวงจรมัลติเมตร 2) ใบงานการทดลอง 4 เรื่อง ได้แก่ โวลต์มิเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง แอมมิเตอร์

ไฟฟ้ากระแสตรง โวลต์มิเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ และโอห์มมิเตอร์ รวมทั้งคู่มือการใช้ชุดทดลองวงจรมัลติเมตร และ 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และชุดทดลองนี้มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 80/80

7.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดทดลองสูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบปกติ และนักเรียนกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์การประเมินผลทุกคน

7.3 นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการใช้ชุดทดลองวงจรมัลติเมตร อยู่ในระดับมากที่สุด



## 8. อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัย นำมาอภิปรายผลได้ดังนี้

8.1 ชุดทดลองวงจรมัลติมิเตอร์ที่พัฒนาขึ้นนี้มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ซึ่งเป็นไปตามหลักการที่ ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2556) กล่าวไว้ ทั้งนี้ชุดทดลองได้ช่วยให้นักเรียนได้รับการเรียนรู้ในด้านปฏิบัติมากขึ้น ช่วยให้เข้าใจหลักการและ ประยุกต์ใช้ปรับแต่งขนาดของย่านการวัดทางไฟฟ้าที่ประกบกันอยู่ในมัลติมิเตอร์ได้ ซึ่งถือว่าเป็นสมรรถนะที่ผู้เรียนได้นำไปใช้ในการต่อยอดความรู้ ทักษะของนักเรียนในการออกแบบและสร้างมัลติมิเตอร์ ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ วิสิทธิ์ ลุมขะเนา (2558, หน้า 11-25) สุระไกร เทพเดช, สมาน เอกพิมพ์, และสมบัติ ฤทธิเดช (2558, หน้า 174-182) และณัฐชัย คุณกุลเดช, สุรัชย์ สุขสกุลชัย และวชิรพรรณ แก้วประพันธ์ (2559, หน้า 125-135) พบว่า ชุดทดลองที่สร้างขึ้นนั้นมีค่าประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้เช่นกัน แสดงว่าชุดทดลองที่พัฒนาขึ้นถือว่าเป็นวิธีการที่ช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้นักเรียนได้อย่างดี

8.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียน โดยใช้ชุดทดลองสูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบปกติ ทั้งนี้เนื่องจากชุดทดลองนี้ช่วยให้นักเรียนได้เข้าใจจากการปฏิบัติ โดยชุดทดลองนี้เสมือนการจัด สถานการณ์จริงที่สามารถมองเห็นผลความสัมพันธ์ของการใช้งานย่านการวัดต่าง ๆ กับวงจรภายในของมัลติมิเตอร์ ทั้งนี้ มัลติมิเตอร์ ถือเป็นเครื่องมือพื้นฐานที่สำคัญสำหรับช่างไฟฟ้า สำหรับใช้ในการปฏิบัติงาน ทั้งในด้านการใช้ตรวจสอบข้อบกพร่องทางไฟฟ้า การวัดระดับปริมาณทางไฟฟ้า ดังที่ Larry D.Jones; A.Foster Chin. (1991) ณรงค์ ขอนตะวัน (2556) มนต์รี เขียวทอง (2562) และ มงคล ธุระ (2559) ได้กล่าวถึงความสำคัญของมัลติมิเตอร์ สำหรับผลการวิจัยครั้งนี้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ และณัฐชัย คุณกุลเดช, สุรัชย์ สุขสกุลชัย และวชิรพรรณ แก้วประพันธ์ (2559, หน้า 125-135) และสุระไกร เทพเดช, สมาน เอกพิมพ์, และสมบัติ ฤทธิเดช (2558, หน้า 174-182) กล่าวได้ว่า ผู้เรียนได้รับการเรียนรู้จากชุดทดลองที่สะดวก ใช้การฝึกปฏิบัติ และส่งผลให้ผู้เรียนที่เรียนด้วยชุดทดลองสามารถผ่านเกณฑ์ประเมินทุกคน

8.3 ชุดทดลองนี้สามารถช่วยให้นักเรียนได้รับการเรียนรู้ในด้านปฏิบัติมากขึ้น เข้าใจความสัมพันธ์ของวงจรภายในมัลติมิเตอร์ได้ดี ส่งผลให้นักเรียนความพึงพอใจในระดับมากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัย สุระไกร เทพเดช, สมาน เอกพิมพ์, และสมบัติ ฤทธิเดช (2558, หน้า 174-182) ทั้งนี้ เนื่องจากผู้เรียน

สามารถได้รับการเรียนรู้จากชุดทดลองได้ง่าย จึงมีจุดเด่นในด้านการใช้งาน และด้านประโยชน์ต่อพัฒนาผลการเรียนรู้ของผู้เรียน แต่ควรปรับปรุงในด้านเนื้อหา ซึ่งเป็นส่วนของใบงานการทดลอง คู่มือการใช้ชุดทดลอง ซึ่งควรมีการปรับปรุงพัฒนาใบงานให้สัมพันธ์กับขั้นตอนปฏิบัติมากขึ้น

## 9. ข้อเสนอแนะ

9.1 ข้อเสนอแนะจากผลการวิจัยไปใช้

9.1.1 ควรแนะนำให้นักเรียนมีความเข้าใจในการใช้งานชุดทดลองมากขึ้น เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้งาน และการจัดการเรียนรู้ของผู้เรียน

9.1.2 ขณะที่ผู้เรียนใช้ชุดทดลอง ผู้สอนควรควบคุมดูแลนักเรียนให้เป็นไปตามขั้นตอนและตามเวลาที่กำหนด เพื่อป้องกันไม่ให้ผู้เรียนขาดความสนใจในการใช้ชุดทดลองวงจรมัลติมิเตอร์

9.1.3 ชุดทดลองนี้ก็มีจุดที่มีการปรับปรุงพัฒนาใบงานให้สัมพันธ์กับขั้นตอนปฏิบัติ และควรปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ในแผงทดลองให้ฝึกปฏิบัติได้ง่าย สะดวกในการทดลอง และควรคำนึงความคลาดเคลื่อนในการทดลองมากขึ้น

9.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยในครั้งต่อไป

9.2.1 ควรส่งเสริมการพัฒนาสื่อ นวัตกรรมที่ผู้เรียนสามารถปฏิบัติได้จริง มาใช้ในการสร้างและพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนการสอน

9.2.2 ควรพัฒนาชุดทดลองที่บูรณาการส่งเสริมการสร้างทักษะการคิดวิเคราะห์และแก้ไขปัญหา

9.2.3 ควรสร้างความร่วมมือระหว่างกลุ่มครูผู้สอนในด้านพัฒนาสื่อ นวัตกรรมการเรียนรู้ ผ่านกระบวนการชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพ (Professional Learning Community: PLC) เพื่อเป็นแลกเปลี่ยนเรียนรู้ในด้านนวัตกรรม รูปแบบวิธีการในการแก้ไขและพัฒนาผู้เรียนร่วมกัน

## 10. เอกสารอ้างอิง

ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2556, มกราคม-มิถุนายน).

การทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการเรียนการสอน.

ศิลปการศึกษาศาสตร์วิจัย, 5, (1), หน้า 7-20.

ณรงค์ ขอนตะวัน. (2556). เครื่องวัดไฟฟ้า. กรุงเทพฯ: ศูนย์ส่งเสริมอาชีพ.

- ณัฐชัย คุณกุลเดช, สุรัชย์ สุขสกุลชัย และวชิรพรรณ แก้วประพันธ์. (2559, มกราคม-มิถุนายน). การพัฒนาชุดทดลองแบบปฏิสัมพันธ์เรื่องวงจรปริตจ์กระแสตรง. **วิจัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย**, 8, (1), หน้า 125-135.
- ประภาพรธรรม เสี่ยงวงศ์. (2551). **การพัฒนานวัตกรรมการเรียนรู้ด้วยการวิจัยในชั้นเรียน**. (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: อี.เค.บุ๊คส์.
- พงศ์เทพ จิระโร. (2559). **หลักการวิจัยทางการศึกษา**. (พิมพ์ครั้งที่ 7). ชลบุรี: บัณฑิตเอกสาร.
- พรรณณี สীগิจวัฒน์. (2553). **วิธีการวิจัยทางการศึกษา**. (พิมพ์ครั้งที่ 6). กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- พิชิต ฤทธิ์จรูญ. (2556). **ปฏิบัติการวิจัยในชั้นเรียนครูทุกคนทำได้ไม่ยาก**. (พิมพ์ครั้งที่ 10). กรุงเทพฯ: แฮ้าท์ออฟเคอร์มิส.
- มงคล ธุระ. (2559). **เครื่องวัดไฟฟ้า (ภาคปฏิบัติการ)**. กรุงเทพฯ: เอ็มพันธ์.
- มนตรี เขียวทอง. (2562). **เครื่องวัดไฟฟ้า**. กรุงเทพฯ: ศูนย์หนังสือเมืองไทย.
- วิสิทธิ์ ลุ่มชะเนาว์. (2558, กรกฎาคม-ธันวาคม). การสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดทดลองอิเล็กทรอนิกส์สวิทซ์วงจรไฟฟ้ากระแสตรง. **เทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี**, 5, (2), หน้า 11-25.
- สุระไกร เทพเดช, สมาน เอกพิมพ์, และสมบัติ ฤทธิเดช. (2558, มกราคม-เมษายน). การพัฒนาชุดฝึกทักษะ เรื่อง การใช้มัลติมิเตอร์ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 2. **การบริหารและพัฒนา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม**, 7, (1), หน้า 174-182.
- สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา. (2562). **หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) พุทธศักราช 2562 ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม**. กรุงเทพฯ: กระทรวงศึกษาธิการ.
- สำนักงานปลัดกระทรวงศึกษาธิการ. (2559). **แผนพัฒนาการศึกษาของกระทรวงศึกษาธิการ ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560 – 2564)**. กรุงเทพฯ: สำนักนโยบายและยุทธศาสตร์.
- อาภรณ์ ใจเที่ยง. (2553). **หลักการสอน ฉบับปรับปรุง**. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- Larry D.Jones; A.Foster Chin. (1991). **Second Edition. Electronic Instrument and Measurement**. New Jersey: Prentice-Hall.