

Research article

ชุดปฏิบัติการทดลองวงจรไฟฟ้าเพื่อใช้ประกอบการจัดการเรียนการสอนวิชางานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร AN EXPERIMENTAL LEARNING KIT FOR ELECTRICAL CIRCUITS TO BE USED IN THE INSTRUCTION OF THE BASIC ELECTRICAL AND ELECTRONICS COURSE UNDER THE VOCATIONAL CERTIFICATE PROGRAM AT RAJAMANGALA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY ISAN SAKON NAKHON CAMPUS

จีรภา เพลาวัน, เมธาวิ แก้วคำสอน¹, ขอบคุณ ไชยวงษ์¹, สุริยา แก้วอาษา¹, วิสุทธิ์ สุนทรนกพงศ์², และนิธิโรจน์ พรสุวรรณเจริญ^{1*}

Jeerapha Phelawan¹, Metawee Keawkomsorn¹, Kobkhun Chaiyawong¹, Suriya Keawasa¹, Wisuit Sunthonkanokpong², and Nithiroth Pornsuwancharoen^{1*}

E-mail: jeerapha.ph@rmuti.ac.th¹, metawee.ke@rmuti.ac.th¹, kobkhun.ch@rmuti.ac.th¹, suriya.ke@rmuti.ac.th¹, wisuit.su@kmitl.ac.th², and nithiroth.po@rmuti.ac.th^{1*}

¹สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร จังหวัดสกลนคร 47160 ประเทศไทย

Department of Electronic engineering, Faculty of Industry and Technology, Rajamangala University of Technology Isan, Sakon Nakhon campus, Sakon Nakhon Thailand 47160

²ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520 ประเทศไทย

Department of Engineering Education School of industrial education and technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok 10520 Thailand

Journal of Industrial Education. 2025, Vol. 24 (No. 1), DOI: 10.55003/JIE.24109

Received: March 24, 2025 | Revised: April 14, 2025, | Accepted: April 25, 2025

ABSTRACT

This research aimed to measure the learning effectiveness of students' learning effectiveness using the electrical circuit laboratory experiment kit in the basic electrical and electronics engineering course, Vocational Certificate Program, at the Rajamangala University of Technology Isan, Sakon Nakhon campus. It also assessed students' satisfaction with using this electrical circuit laboratory experiment kit. The population for this study comprised 20 first-year students majoring in Electrical Engineering, Vocational Certificate Program, Rajamangala University of Technology Isan, Sakon Nakhon campus. The research tools included the electrical circuit laboratory experiment kit for Basic Electrical and Electronics Engineering, Vocational Certificate Program, Rajamangala University of Technology Isan Sakon Nakhon campus, quality assessment forms for content and technical aspects of media production, performance measurement tests, practical performance evaluation forms, and satisfaction assessment forms. Statistical analysis utilized in data analysis included mean ($\bar{X}$), standard deviation (SD), the quality of the experimental training kit, percentage (%), and the E1/E2 ratio. The research findings revealed that the learning outcomes based on the electrical circuit laboratory experiment

kit led to the discovery of methods to develop research tools in the aspect of the electrical circuit laboratory experiment kit to support teaching in the Basic Electrical and Electronics Engineering course, covering knowledge, attitudes, and skills as prescribed by the instructor. The content quality of the electrical circuit laboratory experiment kit was at a good level ($\bar{X} = 3.67$, $SD = 0.58$), while the technical media production quality was also at a good level ($\bar{X} = 4.33$, $SD = 0.58$). The efficiency was 78.6/82.1 (E1/E2), meeting the specified criteria. Additionally, the students' satisfaction with the use of this electrical circuit laboratory experiment kit was at the highest level ($\bar{X} = 4.54$, $SD = 0.42$).

Keywords: Laboratory set, Electrical circuits, Vocational education

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับชุดปฏิบัติการทดลองวงจรไฟฟ้า วิชางานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตสกลนคร และวัดค่าความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการใช้ชุดปฏิบัติการทดลองการต่อวงจรไฟฟ้านี้ ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นปีที่ 1 แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตสกลนคร จำนวน 20 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ ชุดปฏิบัติการทดลองการต่อวงจรไฟฟ้า วิชางานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตสกลนคร แบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์และแบบประเมินทางปฏิบัติ และแบบประเมินความพึงพอใจ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ค่าคุณภาพของชุดปฏิบัติการทดลอง ค่าร้อยละ (%) และค่า E1/E2 ผลการวิจัยพบว่า ผลการเรียนรู้ตามชุดปฏิบัติการทดลองวงจรไฟฟ้า ฯ ค้นพบวิธีการพัฒนาเครื่องมือการวิจัยในส่วนชุดปฏิบัติการทดลองวงจรไฟฟ้า เพื่อประกอบการสอนในวิชางานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น ที่ครอบคลุมทั้งด้านความรู้ความคิด พุทธิพิสัย และความรู้สึก และด้านทักษะปฏิบัติหรือทักษะพิสัยที่ผู้สอนกำหนดไว้ ชุดปฏิบัติการทดลองการต่อวงจรไฟฟ้านี้มีคุณภาพด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดี ($\bar{X} = 3.67$, $SD = 0.58$) คุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่ออยู่ในระดับดี ($\bar{X} = 4.33$, $SD = 0.58$) ประสิทธิภาพเท่ากับ 78.6/82.1 (E1/E2) เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดและความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการใช้ชุดปฏิบัติการทดลองการต่อวงจรไฟฟ้านี้ อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.54$, $SD = 0.42$)

คำสำคัญ: ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์, ชุดปฏิบัติการทดลองวงจรวงจรไฟฟ้า, อาชีวศึกษา

1. บทนำ

การเรียนรู้เกี่ยวกับวงจรไฟฟ้าเป็นพื้นฐานสำคัญในการศึกษาและทำงานด้านไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ความเข้าใจในหลักการทำงานของวงจรไฟฟ้าจะช่วยให้ นักศึกษาเกิดทักษะและความรู้ในการวิเคราะห์ ออกแบบ และซ่อมแซมระบบไฟฟ้าเบื้องต้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งการจัดการเรียนการสอนในรูปแบบปฏิบัติการทดลองเป็นวิธีการที่ช่วยเสริมสร้างประสบการณ์จริงและทำให้นักศึกษาเข้าใจเนื้อหาได้ลึกซึ้งยิ่งขึ้น

การศึกษาเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้าในอดีตมักเน้นไปที่การเรียนรู้ผ่านการบรรยายและการจำลองสถานการณ์แบบทฤษฎี ซึ่งแม้ว่าจะให้ความรู้พื้นฐานที่ดี แต่ยังคงขาดการปฏิบัติจริงที่ช่วยให้นักศึกษาสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ ปัจจุบันจึงมีการปรับเปลี่ยนวิธีการเรียนรู้โดยเน้นการทดลองจริงมากขึ้น เพื่อให้นักศึกษาได้ลงมือทำและแก้ไขปัญหาด้วยตนเอง ดังงานวิจัยของ Burde and Wilhelm (2020, pp. 1-24). บทความนี้เกี่ยวกับความสำคัญของการทดลองวงจรไฟฟ้าในการเรียนรู้เกี่ยวกับหลักการพื้นฐานของไฟฟ้าและอุปกรณ์ทดลองที่ใช้ในการศึกษา การสร้างวงจรไฟฟ้าพื้นฐาน วิธีการสร้างวงจรไฟฟ้าพื้นฐานเป็นขั้นตอนแรกในการทดลอง การใช้ตัวนำไฟฟ้า เพื่อสร้างวงจรไฟฟ้า และวิธีการวัดกระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้า (Electromotive force) รวมถึงการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันและกระแส การทดลอง วงจรไฟฟ้าช่วยให้นักเรียนเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันและกระแสไฟฟ้า (Burde & Wilhelm, 2020, pp. 1-24)

การวิจัยครั้งนี้ได้นำแนวคิดการทดลองจริงมาประยุกต์ใช้ร่วมกับการวัดผลเชิงประจักษ์ผ่านเครื่องมือวัดสมัยใหม่ เช่น มัลติมิเตอร์ และออสซิลโลสโคป ซึ่งความสำคัญของชุดปฏิบัติการทดลองวงจรไฟฟ้าและสภาพปัญหาของนักเรียน คือ ขาดอุปกรณ์และชุดฝึกปฏิบัติการทดลองที่เฉพาะด้าน และความจำเป็นของรายวิชางานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้นหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ นั้นเป็นพื้นฐานในการเรียนในรายวิชา และวิชาอื่น ๆ เพื่อให้ให้นักศึกษาเข้าใจถึงการทำงานของวงจรไฟฟ้าในสถานการณ์จริง นอกจากนี้ยังมีการประเมินผลการเรียนรู้ทั้งระหว่างเรียนและหลังการเรียน เพื่อวัดประสิทธิภาพของการเรียนรู้ในเชิงปฏิบัติ ซึ่งช่วยให้นักศึกษาสามารถพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์และการแก้ไขปัญหาได้ดียิ่งขึ้น

วัตถุประสงค์ของการวิจัยครั้งนี้ เพื่อพัฒนาชุดปฏิบัติการทดลองวงจรไฟฟ้า วิชางานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตสกลนคร ที่มีคุณภาพ และเพื่อหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการทดลองวงจรไฟฟ้า วิชางานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตสกลนคร และ เพื่อหาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการใช้ชุดปฏิบัติการทดลองวงจรไฟฟ้า วิชางานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตสกลนคร

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องจากอดีตถึงปัจจุบันการวิจัยครั้งนี้ Kaewhadee and Wattanasin (2022, pp. 161-169) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจรโดยใช้การวิจัยเป็นฐาน (Research Based Learning : RBL) ด้วยชุดฝึกวงจรเรียงกระแสกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ระดับชั้นปีที่ 1 กลุ่ม 5 สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ จำนวน 21 คน โดยเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล คือ แบบสอบถามความพึงพอใจ แบบทดสอบก่อนเรียน หลังเรียน และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนรู้โดยใช้การวิจัยเป็นฐาน (RBL) ในรายวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร ด้วยชุดฝึกวงจรเรียงกระแสมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น คณะผู้วิจัยจึงได้พิจารณาเลือกการสอนวิชาไฟฟ้าภาคปฏิบัติ ใ้กับชุดปฏิบัติการทดลองวงจรไฟฟ้า ประกอบด้วย วงจรอนุกรม วงจรขนาน วงจรผสม วงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่น วงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่นนั้น จากการสอบถามความความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน ด้วยชุดฝึกวงจรเรียงกระแส โดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด (Donchai, 2022, pp. 1-69; Kaewhadee & Wattanasin, 2022, pp. 161-169) เรื่องการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอนวิชาการออกแบบระบบไฟฟ้า รหัสวิชา 30104-2002 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2563 สาขาวิชาไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี โดยนำชุดการสอนที่สร้างขึ้น คณะผู้วิจัยจึงได้พิจารณาเลือกการสอนวิชาไฟฟ้าภาคปฏิบัติ ใ้กับชุดปฏิบัติการทดลองวงจรไฟฟ้า ประกอบด้วยวงจรอนุกรม วงจรขนาน วงจรผสม วงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่น วงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่น ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ไปตรวจประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ ปรับปรุงแก้ไขจนแล้วเสร็จ แล้วไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างโดยทดสอบเก็บคะแนนก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียนของทุก ๆ กิจกรรมตามแผนจัดการเรียนรู้เมื่อเรียนจบครบทุกบทเรียนแล้ว ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พร้อมทำแบบประเมินความพึงพอใจ นำคะแนนทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนมาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน นำคะแนนที่ได้จากกิจกรรมระหว่างเรียนและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมาหาประสิทธิภาพ และนำผลประเมินความพึงพอใจไปหาระดับความพึงพอใจ ผลการวิจัยสรุปได้ ดังนี้ 1) ชุดการสอนวิชาการออกแบบระบบไฟฟ้า มีประสิทธิภาพเท่ากับ 89.01/84.49 ซึ่งสูงกว่า เกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้ 80/80 และ 2) ผลการทดสอบความแตกต่างของคะแนนก่อนเรียนกับหลังเรียน โดยการทดสอบค่าที (T-test dependent) พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 และ 3) ความพึงพอใจของผู้เรียนที่เรียนโดยใช้ชุดการสอน วิชาการออกแบบระบบไฟฟ้า โดยรวม อยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.04, SD = 0.61) (Donchai, 2022, pp. 1-69) และจากบทความของ Janpan et al. (2021, pp. 1275-1287) เรื่อง การพัฒนาชุดทดลองวงจรเรียงกระแสอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น หลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 แผนกช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคหาดใหญ่ ซึ่งจะสัมพันธ์กับ รายละเอียดของวงจรในชุด ทดลองโดยตรง อันประกอบด้วย วงจรอนุกรม วงจรขนาน วงจรผสม วงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่น และวงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่น พบว่า ประสิทธิภาพของชุดทดลองวงจรเรียงกระแส E1 เท่ากับ 81.30 และประสิทธิภาพของผลลัพธ์จากแบบทดสอบหลังเรียน E2 เท่ากับ 80.50 ซึ่งได้ประสิทธิภาพผ่านเกณฑ์ที่กำหนด คือ 80/80 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ พบว่าหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่

ระดับ .01 และความพึงพอใจของผู้ใช้งานชุดทดลองวงจรเรียงกระแสอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น พบว่า มีอยู่ในระดับมากที่สุด (Janpan et al., 2021, pp. 1275-1287) และ Sriwiboonkul et al. (2022, pp. 111-118) เรื่อง การพัฒนาชุดทดลองอิเล็กทรอนิกส์ อุตสาหกรรมเรื่อง วงจรเรียงกระแสไฟฟ้า พบว่า การใช้ชุดทดลองประกอบการเรียน การสอนส่งผลให้ผู้เรียนมีผล คะแนนทาง ด้าน การเรียนดี และผู้เรียน มีทักษะความ ขำนาญทางด้านการปฏิบัติงาน ในห้องปฏิบัติการดีขึ้น โดยประสิทธิภาพของชุดทดลอง ที่สร้างขึ้นอยู่ที่ร้อยละ 83.89/80.74 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญ และความพึงพอใจ ของผู้เรียนที่มีต่อชุดทดลอง อยู่ในระดับดีมาก (Sriwiboonkul et al. 2022, pp. 111-118)

จากการได้ศึกษาเกี่ยวกับงานวิจัยครั้งนี้ได้นำแนวคิดการทดลองจริงของ Srisombut (2020, pp. 45-54) มาประยุกต์ใช้ ร่วมกับ เรื่องการพัฒนาชุดทดลองวงจรมัลติมิเตอร์ที่มีประสิทธิภาพเพื่อเพิ่มประสบการณ์ในการเรียนรู้ของนักเรียนระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพสาขาไฟฟ้า พบว่า โดยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการ วิจัย ประกอบด้วย 1) ชุดทดลอง วงจรมัลติมิเตอร์ 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 40 ข้อ ค่าความยากง่าย เท่ากับ 0.32-0.78 ค่าอำนาจจำแนกเท่ากับ 0.26-0.67 ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.89 และ 3) แบบสอบถามความพึงพอใจของ นักเรียน ที่มีต่อการใช้ชุดทดลอง ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.91 การวิเคราะห์ข้อมูลใช้สถิติ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่า t-test independent ผลการวิจัยพบว่า 1) ชุด ทดลองวงจรมัลติมิเตอร์ มีประสิทธิภาพ เท่ากับ 85.69/83.47 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ ที่กำหนด 80/80 ได้ 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนที่ใช้ชุดทดลองสูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทาง สถิติที่ระดับ .01 และ 3) นักเรียน มีความพึงพอใจต่อการใช้ชุดทดลองอยู่ในระดับมากที่สุด (Srisombut, 2020, pp. 45-54) คณะผู้วิจัยจึงได้พิจารณาเลือกวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องที่จะสร้างองค์ความรู้ของการสร้างและพัฒนาชุดปฏิบัติการทดลองวงจรไฟฟ้า วิชาการ ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขต สกลนคร ใช้กับชุดปฏิบัติการทดลองวงจรไฟฟ้า วิชาการไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนครในการต่อวงจรไฟฟ้าได้และผู้เรียนยังได้รู้จักวงจรไฟฟ้าในแต่ละวงจร ในส่วนและการเรียนนี้ยังเป็นการปฏิบัติรายบุคคลของการเรียนโดยคำนึงถึงความแตกต่างของผู้เรียนเป็นสำคัญ

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 ขั้นตอนการทำวิจัย

1) ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยได้ศึกษาทฤษฎีการเรียนการสอนในรายวิชาการไฟฟ้าและ อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ รวมถึงงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาชุดปฏิบัติการทดลองวงจรไฟฟ้า รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปฏิบัติ และการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบเครื่องมือ วิจัยให้ครอบคลุมตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย

2) พัฒนาเครื่องมือวิจัยตามวัตถุประสงค์

2.1 เพื่อพัฒนาชุดปฏิบัติการทดลองวงจรไฟฟ้าให้มีคุณภาพ ผู้วิจัยได้ออกแบบ แบบประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการ โดยแบ่งออกเป็น 4 ด้าน ได้แก่

- (1) ความสอดคล้องกับหลักสูตร
- (2) ความถูกต้องทางวิชาการ
- (3) ความเหมาะสมของเนื้อหาและกิจกรรม
- (4) ความสามารถในการส่งเสริมการเรียนรู้

โดยแบบประเมินดังกล่าวได้ผ่านการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) จากผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน และคำนวณดัชนี ความสอดคล้อง (Index of Item-Objective Congruence : IOC)

2.2 เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการทดลอง

ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้ครอบคลุมสาระสำคัญของชุดปฏิบัติการแต่ละชุด ได้แก่ หา ประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการตามเกณฑ์ E1/E2

2.3 เพื่อหาความพึงพอใจของผู้เรียน ผู้วิจัยได้สร้าง แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เรียน ในรูปแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ ประกอบด้วย 3 ด้าน ได้แก่

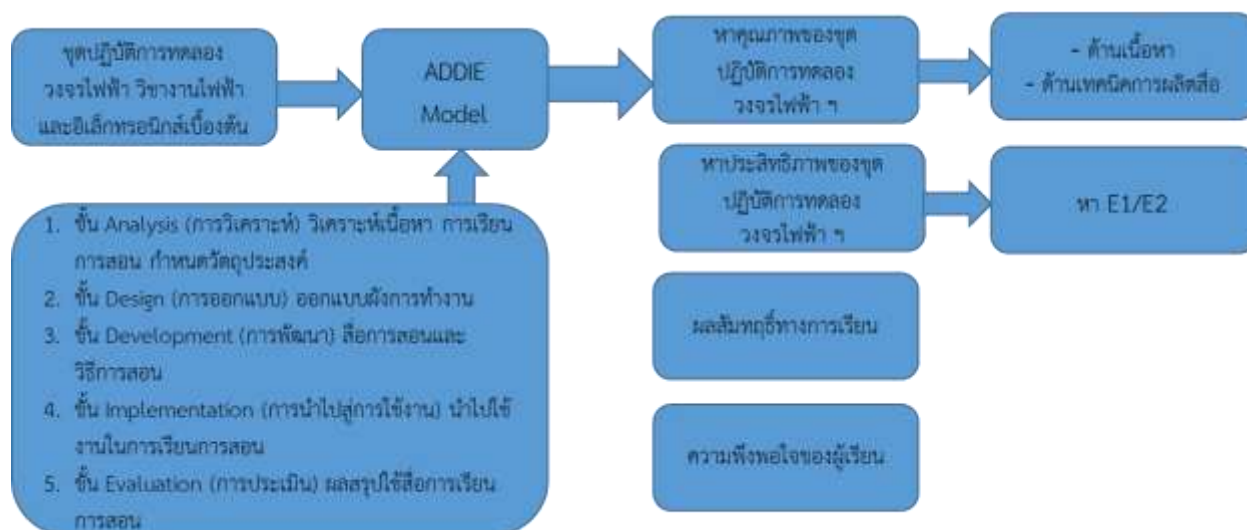
- (1) ด้านเนื้อหาและรูปแบบของชุดปฏิบัติการ
- (2) ด้านการใช้งานและความเข้าใจ
- (3) ด้านประโยชน์และความน่าสนใจ

โดยแบบสอบถามฉบับนี้ผ่านการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (IOC) และวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟาครอนบาค (Cronbach's alpha)

3) พัฒนาเครื่องมือการวิจัยในส่วนชุดทดลอง แบบประเมินคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์และแบบประเมินทางปฏิบัติ และแบบประเมินความพึงพอใจ ตามลำดับ ส่งแบบประเมินและแบบสอบถามให้ผู้เชี่ยวชาญ 3-5 ท่าน พิจารณา วิเคราะห์ค่า IOC เพื่อคัดเลือกข้อคำถามที่มีความเหมาะสม นำแบบทดสอบไปทดลองใช้กับกลุ่มทดลองนำร่อง (Try-out) จำนวน 20 คน เพื่อวิเคราะห์ค่าความยากง่าย อำนาจจำแนก และความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ และ คำนวณค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาครอนบาคของแบบสอบถาม

- 4) หาค่าคุณภาพของเครื่องมือการวิจัย
- 5) หาประสิทธิภาพของชุดทดลอง
- 6) หาค่าความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อชุดทดลอง

7) ปรับปรุงและนำไปใช้ในการทดลองจริง ผู้วิจัยได้ปรับปรุงเครื่องมือจากผลการตรวจสอบของผู้เชี่ยวชาญและผลจากกลุ่มทดลองนำร่อง ก่อนนำไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่างในสถานศึกษา เพื่อเก็บข้อมูลตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยทั้ง 3 ข้ออย่างครบถ้วน



รูปที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

3.2. ขอบเขตของการวิจัย

3.2.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร จำนวน 21 คน กลุ่มตัวอย่าง คือ ที่นักเรียนที่ลงทะเบียนเรียนวิชางานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น (รหัสวิชา 20100-1005) ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 และวิธีการเลือก คือ เลือกแบบเจาะจง จำนวน 20 คน อีก 1 คน ไม่มาเรียน

ตัวแปรต้น คือ ที่เกี่ยวข้องกับชุดทดลองวงจรไฟฟ้า ลักษณะของชุดปฏิบัติการทดลอง วิธีการจัดการเรียนรู้ เช่น การสอนแบบลงมือปฏิบัติจริง (Hands-on) แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem Based Learning : PBL) แบบร่วมมือ(Cooperative learning) และจำนวนหรือระดับความซับซ้อนของวงจร เช่น วงจรอนุกรมและวงจรขนาน

ตัวแปรตาม คือ สิ่งที่เปลี่ยนแปลงตาม ตัวแปรต้น หรือเป็นผลลัพธ์ที่เราต้องการวัด เช่น ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะการต่อวงจรและการวัดค่าไฟฟ้า ความเข้าใจในหลักการของวงจรไฟฟ้า และ ความพึงพอใจหรือทัศนคติของผู้เรียนต่อการเรียนรู้

3.2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบไปด้วย ชุดทดลองการต่อวงจรไฟฟ้า อันประกอบด้วย วงจรอนุกรม วงจรขนาน วงจรผสม วงจรเรียงกระแบบครึ่งคลื่น และ วงจรเรียงกระแบบเต็มคลื่น วิชางานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตสกลนคร และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ และแบบประเมินทางปฏิบัติ และ แบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ และแบบประเมินความพึงพอใจ ซึ่งเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ

กระบวนการได้มาซึ่งเครื่องมือในการวิจัย

- ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ศึกษาทฤษฎีทางด้านการเรียนการสอนทางไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ รวมถึงแนวทางการพัฒนาชุดการเรียนรู้ภาคปฏิบัติ เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบชุดปฏิบัติการและเครื่องมือในการวัด เช่น รูปแบบการจัดชุดปฏิบัติการทดลอง ตัวชี้วัดคุณภาพชุดปฏิบัติการ เกณฑ์การวัดประสิทธิภาพ (E1/E2) และแบบวัดความพึงพอใจของผู้เรียน

- ออกแบบและพัฒนาเครื่องมือให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์

- เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาชุดปฏิบัติการทดลอง แบบประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการ เช่น โดยผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนสายงานไฟฟ้า และ ประเมินด้านความถูกต้อง ความเหมาะสม ความสอดคล้องกับหลักสูตร และความสามารถในการพัฒนาองค์ความรู้ของผู้เรียน และ แบบตรวจสอบรายการ (Checklist) และแบบประเมินความสอดคล้อง (IOC)

- เครื่องมือที่ใช้วัดประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการทดลอง แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน (Pre-test/Post-test) สร้างตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของแต่ละชุดปฏิบัติการ เนื้อหาเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้าพื้นฐาน เช่น วงจรอนุกรม ขนาน และผสม วิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบ ได้แก่ ค่าความยาก-ง่าย (P) อำนาจจำแนก (D) และความเชื่อมั่น (Reliability)

- เครื่องมือวัดความพึงพอใจของผู้เรียน แบบสอบถามความพึงพอใจ (5 ระดับ Likert scale) มีหัวข้อด้านเนื้อหา ความชัดเจน ความน่าสนใจ การส่งเสริมการเรียนรู้ และการนำไปใช้จริง ผ่านการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (IOC) และหาค่าความเชื่อมั่น

- ตรวจสอบความเที่ยงตรงและความเชื่อมั่นของเครื่องมือ ใช้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3-5 คน ตรวจสอบความสอดคล้องของเครื่องมือโดยใช้ ดัชนีความตรงเชิงเนื้อหา (IOC) ทดลองใช้เครื่องมือกับกลุ่มตัวอย่างนักร้อง (Try-out group) หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบและแบบสอบถามด้วยค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาครอนบาค (Cronbach's alpha)

- ปรับปรุงและนำเครื่องมือไปใช้จริงในการทดลอง ปรับปรุงเครื่องมือจากผลการประเมินและข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ นำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างจริงตามแผนการทดลอง เช่น กลุ่มนักเรียนระดับ ปวช. ปี 1 สาขาช่างไฟฟ้า เก็บรวบรวมข้อมูลตามลำดับขั้นของการวิจัย

3.2.3 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ค่าร้อยละ (%) และ E1/E2

3.2.4 วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

- 1) ให้นักเรียนเริ่มปฏิบัติการโดยการต่อวงจรดังชุดทดลองใบงานที่ 1-5 โดยใช้ชุดทดลองการต่อวงจรไฟฟ้างดรูปที่ 2 วิชางานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตสกลนคร

- 2) ให้นักเรียนทำตามแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาคปฏิบัติ

- 3) เมื่อเรียนจบแต่ละหน่วยการเรียนรู้ คือ ชุดระหว่างเรียน E1 ใช้เวลาในการทดสอบหน่วยละ 20 นาที

- 4) ในระหว่างเรียนผู้สอนจะทำการประเมินผลการปฏิบัติของนักเรียนแต่ละคน ซึ่งประเมินตามแบบสังเกตการสอน ภาคปฏิบัติการทดลองมีคะแนนใบงานละ 10 คะแนน มีทั้งหมด 5 ใบงาน รวมคะแนน 50 คะแนน

- 5) เมื่อนักเรียนเรียนครบทุกหน่วยการเรียนรู้แล้ว เมื่อเวลาผ่านไปประมาณ 1-2 สัปดาห์ ให้นักเรียนทุกคนมาทดลองกับชุดทดลองการต่อวงจรไฟฟ้าใหม่อีกครั้ง และทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาคปฏิบัติ คือ ชุดหลังเรียน E2 มีคะแนน 50 คะแนน

- 6) นำคะแนนระหว่างเรียน (E1) และคะแนนหลังเรียน (E2) นำมาคิดคะแนนร้อยละ E1/E2

- 7) ให้นักเรียนประเมินความพึงพอใจต่อการใช้อุปกรณ์ทดลองการต่อวงจรไฟฟ้างดรูปที่ 2 ให้ทำแบบสอบถามความพึงพอใจ (5 ระดับ Likert scale)

3.2.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

1) การประเมินคุณภาพ ของชุดทดลองนี้ มีการวิเคราะห์ผลข้อมูลจากการประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ โดยการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) โดยต้องมีคุณภาพอยู่ในระดับดีขึ้นไป ($\bar{X}$ ไม่น้อยกว่า 3.50)

2) การวิเคราะห์ประสิทธิภาพ ของชุดทดลองนี้ โดยวิเคราะห์จากผลคะแนนของนักเรียนที่วัดได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ และจากการประเมินผลการปฏิบัติ หลังจากเรียนจบแต่ละหน่วยและเมื่อเรียนจบทุกหน่วย โดยประสิทธิภาพของชุดทดลองที่พัฒนาขึ้นนี้ ต้องไม่น้อยกว่า 75/75 (E1/E2)

3) การหาความพึงพอใจ ของผู้เรียนที่มีต่อชุดทดลองนี้ โดยการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) โดยต้องมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากขึ้นไป ($\bar{X}$ ไม่น้อยกว่า 3.50)



รูปที่ 2 ชุดทดลองการต่อวงจรไฟฟ้า วิชางานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร

4. ผลการวิจัย

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพชุดปฏิบัติการทดลองวงจรไฟฟ้า โดยผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา จำนวน 3 ท่าน

รายการ	ระดับความเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ				$\bar{X}$	SD	ระดับคุณภาพ
	ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3	รวม			
1. ความสอดคล้องของเนื้อหากับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	4	5	4	13	4.33	0.57	ดี
2. ความเหมาะสมของเนื้อหากับพื้นฐานความรู้ของผู้เรียน	4	4	4	12	4.00	0	ดี
3. ความเหมาะสมในการนำเสนอเข้าสู่บทเรียน	4	5	4	13	4.33	0.57	ดี
4. ลำดับและวิธีการนำเสนอเหมาะสม	4	5	4	13	4.33	0.57	ดี
5. บทเรียนสามารถนำไปใช้ในสถานการณ์การเรียนการสอนทั่ว ๆ ไป	3	5	5	13	4.33	0.57	ดี
6. ผู้เรียนทำความเข้าใจบทเรียนได้ง่ายแม้ไม่เคยศึกษาเนื้อหาวิชามาก่อน	4	5	3	12	4.00	1.00	ดี
ค่าเฉลี่ย	-	-	-	-	4.22	0.54	ดี

จากตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์แบบประเมินคุณภาพชุดปฏิบัติการชุดปฏิบัติการทดลองวงจรไฟฟ้า วิชางานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้นนี้ โดยผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา สรุปได้ว่า ความสอดคล้องของเนื้อหาเกี่ยวกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ความเหมาะสมของเนื้อหาเกี่ยวกับพื้นฐานความรู้ ของผู้เรียน ความเหมาะสมในการนำเข้าสู่บทเรียน ลำดับและวิธีการนำเสนอ เหมาะสม ประกอบแต่ละส่วนภายในบทเรียน บทเรียนสามารถนำไปใช้ในสถานการณ์ การเรียนการสอนทั่ว ๆ ไป และ ผู้เรียนทำความเข้าใจบทเรียนได้ง่ายแม้ไม่เคยศึกษาเนื้อหาวิชามาก่อนอยู่ในระดับดี ซึ่งคุณภาพทางด้านเนื้อหาอยู่ในระดับผ่านเกณฑ์ ผลการประเมิน $\bar{X} = 4.22$ และ $SD = 0.54$ และในภาพรวมอยู่ในระดับดี

ตารางที่ 2 ผลการประเมินคุณภาพของชุดทดลองการต่อวงจรไฟฟ้า โดยผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ จำนวน 3 ท่าน

รายการ	ระดับความเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ				$\bar{X}$	SD	ระดับคุณภาพ
	ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3	รวม			
1. ตัวอุปกรณ์บนชุดทดลองตรงกับในใบงาน	4	4	4	12	4	0	ดี
2. ขนาดของชุดทดลอง	4	4	4	12	4	0	ดี
3. ขนาดของตัวอุปกรณ์บนชุดทดลอง	4	5	4	13	4.33	0.58	ดี
4. น้ำหนักของชุดทดลอง	4	4	4	12	4	0	ดี
5. การวางอุปกรณ์บนชุดทดลอง	4	4	4	12	4	0	ดี
6. การแบ่งพื้นที่วางอุปกรณ์บนชุดทดลอง	5	5	4	14	4.67	0.58	ดีมาก
7. ระยะห่างระหว่างตัวอุปกรณ์บนชุดทดลอง	5	4	4	13	4.33	0.58	ดี
8. สีตัวอักษรบนชุดทดลองการต่อวงจรไฟฟ้า	4	4	3	11	3.67	0.47	ดี
9. ความชัดของตัวอักษรบนชุดทดลอง	5	5	3	13	4.33	1.15	ดี
10. ความปลอดภัยของชุดทดลอง	4	5	4	14	4.33	0.58	ดี
ค่าเฉลี่ย					4.17	0.39	ดี

จากตารางที่ 2 ผลการประเมินคุณภาพของชุดทดลองนี้ จากผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 3 ท่าน พบว่ารายการที่มีค่าสูงสุด คือ การแบ่งพื้นที่วางอุปกรณ์บนชุดทดลอง โดยอยู่ในระดับดีมาก $\bar{X} = 4.67$ และ $SD = 0.58$ ส่วนรายการอื่นอยู่ในระดับดี ทั้งหมด โดยรายการที่มีค่าต่ำสุด คือ สีตัวอักษรบนชุดทดลองการต่อวงจรไฟฟ้า โดยอยู่ในระดับดี $\bar{X} = 3.67$ และ $SD = 0.47$ ผลการประเมิน $\bar{X} = 4.17$ และ $SD = 0.39$ และในภาพรวมอยู่ในระดับดี

ตารางที่ 3 การหาประสิทธิภาพของชุดทดลองการต่อวงจรไฟฟ้า วิชางานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

คนที่	คะแนนระหว่างเรียน (E_1)					คะแนนหลังเรียน (E_2)
	กิจกรรมที่ 1 (10)	กิจกรรมที่ 2 (10)	กิจกรรมที่ 3 (10)	กิจกรรมที่ 4 (10)	กิจกรรมที่ 5 (10)	
1	9	10	8	7	7	40
2	6	7	7	8	3	35
3	7	8	10	10	10	44
4	9	8	8	9	8	40
5	8	9	9	10	8	45
6	7	10	10	8	7	43
7	8	4	8	8	6	40
8	8	8	9	7	7	43
9	6	9	7	8	5	35
10	9	7	8	10	9	40

ตารางที่ 3 (ต่อ) การหาประสิทธิภาพของชุดการทดลองการต่อวงจรไฟฟ้า วิชางานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

คนที่	คะแนนระหว่างเรียน (E ₁)					คะแนนหลังเรียน (E ₂)
	กิจกรรมที่ 1 (10)	กิจกรรมที่ 2 (10)	กิจกรรมที่ 3 (10)	กิจกรรมที่ 4 (10)	กิจกรรมที่ 5 (10)	
11	8	9	9	10	10	43
12	7	5	6	8	8	40
13	6	8	9	9	9	40
14	8	9	8	8	8	42
15	5	7	7	8	6	45
16	8	9	9	9	5	35
17	8	7	9	9	7	45
18	8	7	10	9	7	40
19	7	9	7	9	6	45
20	6	10	8	7	5	41
รวม	148	160	166	171	141	82.1
	78.6					

จากตารางที่ 3 พบว่าในใบงานที่ 5 ของคนที่ 2 9 และ 16 มีผลการเรียนไม่ผ่านเกณฑ์ ส่วนผลการเรียนหลังเรียนพบว่าคนที่ 2, 9 และ 16 ไม่ผ่านเกณฑ์ ซึ่งเหตุการณ์นี้อาจเกิดขึ้นได้กับนักเรียนที่อายุน้อย ซึ่งอาจจะมีผลต่อการประเมินได้เป็นเพราะปัจจัยภายนอก เช่น อาจมีปัญหาเรื่องส่วนตัว หรือ เป็นปัญหาการถูกรบกวนสมาธิในขณะที่ปฏิบัติการก็เป็นได้ ฉะนั้นจึงจำเป็นต้องหลีกเลี่ยงสถานการณ์ดังกล่าว พบว่าผลการประเมินระหว่างเรียนแต่ละหน่วยได้ค่าเฉลี่ย ร้อยละ 78.6 (E_1) ส่วนผลการประเมินหลังเรียนได้ค่าเฉลี่ยร้อยละ 82.1 (E_2) ซึ่งแสดงว่าประสิทธิภาพของชุดการทดลองการต่อวงจรไฟฟ้านี้สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและระดับความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อชุดปฏิบัติการทดลองการต่อวงจรไฟฟ้า

ข้อที่	รายการประเมิน	$\bar{x}$	SD	ระดับความพึงพอใจ
1	อักษรมีความชัดเจนน่าสนใจ สอดคล้องกับเนื้อหา	4.60	0.50	มากที่สุด
2	การจัดองค์ประกอบของสื่อความเหมาะสม สะดุดตา น่าสนใจ น่าติดตาม	4.72	0.46	มากที่สุด
3	มีเนื้อหาที่พอเพียงสำหรับการทำความเข้าใจ	4.60	0.50	มากที่สุด
4	ขนาดและสีตัวอักษรที่ใช้มีความเหมาะสมชัดเจน สวยงาม อ่านง่าย	4.72	0.46	มากที่สุด
5	เนื้อหาและแบบทดสอบกระตุ้นให้เรียนรู้ด้วยตนเอง	4.33	0.58	มาก
6	ความสะดวกในการใช้ชุดปฏิบัติการทดลอง	4.72	0.46	มากที่สุด
7	เนื้อหามีความสัมพันธ์ต่อเนื่องกันโดยตลอด	4.72	0.46	มากที่สุด
8	ภาพสัญลักษณ์มีความชัดเจน	4.33	0.58	มาก
9	ความคงทนแข็งแรงของวัสดุ	4.72	0.46	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย		4.59	0.42	มากที่สุด

จากตารางที่ 4 พบว่าในภาพรวมความพึงพอใจของนักเรียน ระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร จำนวน 20 คน ต่อชุดปฏิบัติการทดลองการต่อวงจรไฟฟ้า จัดอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$) = 4.59, SD = 0.42)

5. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัยเรื่องชุดปฏิบัติการทดลองการต่อวงจรไฟฟ้า วิชางานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น ประกาศนียบัตรวิชาชีพ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้ จากผลการประเมินคุณภาพของชุดทดลองนี้โดยผู้ทรงคุณวุฒิ พบว่าโดยภาพรวม ด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดี $\bar{X} = 3.96$ และ $SD = 0.79$ และด้านเทคนิคการผลิตสื่ออยู่ในระดับดี $\bar{X} = 4.17$ และ $SD = 0.39$ อันเนื่องจากการดำเนินการวิจัยมีการศึกษาข้อมูลหลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องต่าง ๆ จากงานวิจัยมีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ Srisombut (2023, pp. 45-54) เรื่องการพัฒนาชุดทดลองวงจรมัลติมิเตอร์ ที่มีคุณภาพอยู่ในระดับดีขึ้นไป และจากผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของชุดการทดลองการต่อวงจรไฟฟ้านี้ ได้เท่ากับ 78.6/82.1 (E1/E2) ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 75/75 (Srisombut, 2023, pp. 45-54) อันเนื่องจากการพัฒนาได้ดำเนินการศึกษา และออกแบบเป็นไปตามขั้นตอน และได้ให้ความสำคัญต่อการวิเคราะห์และปรับปรุงคุณภาพของชุดทดลองนี้ตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Sriwiboonkul et al. (2022, pp. 111-118) เรื่องการพัฒนาชุดทดลองเรื่องวงจรเรียงกระแสไฟฟ้า วิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม ที่ได้ประสิทธิภาพของชุดทดลองเท่ากับ 83.89/80.74 (E1/E2) ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (80/80) (Sriwiboonkul et al. 2022, pp. 111-118)

จากผลการวิจัยที่พบว่าชุดทดลองนี้ได้รับความพึงพอใจของนักเรียน ระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร จำนวน 20 คน ในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.59$, $SD = 0.42$) อันเนื่องมาจากขั้นตอนในการพัฒนา และหาคุณภาพ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Srisombut (2023, pp. 45-54) ที่ได้ทำการวิจัยเรื่องการพัฒนาชุดทดลองวงจรมัลติมิเตอร์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาไฟฟ้า พบว่าความพึงพอใจโดยภาพรวมของผู้เรียนที่มีต่อชุดทดลองนี้อยู่ในระดับมากที่สุด (Srisombut, 2023, pp. 45-54) องค์ความรู้ในการพัฒนาจากผู้เรียนเป็นสำคัญ คือออกแบบให้การเรียนการสอนวิชาภาคปฏิบัติจะต้องสามารถความเข้าใจเกี่ยวกับทฤษฎีวงจรไฟฟ้าได้ง่าย ทำตามแบบได้อย่างถูกต้อง ตรงตามหลักการของภาคทฤษฎี มีทักษะการอ่านและเขียนวงจรไฟฟ้าเบื้องต้น มีทักษะการใช้เครื่องมือวัดไฟฟ้า การคิดวิเคราะห์และแก้ไขปัญหา การทำงานเป็นทีมและการสื่อสารทางเทคนิค การเรียนรู้จากข้อผิดพลาด และ ทักษะการจัดบันทึกและเขียนรายงาน ทั้งนี้เพื่อให้เห็นเป็นต้นแบบของการสอนวิชาทางด้านปฏิบัติการ

6. ข้อเสนอแนะ

การพัฒนาและปรับปรุงชุดปฏิบัติการทดลองการต่อวงจรไฟฟ้าต้องพิจารณาความต้องการและคาดหวังของผู้ใช้เป็นสำคัญ เพื่อให้ชุดทดลองมีประสิทธิภาพและความสามารถในการทดสอบที่ดีที่สุด ดังนั้น ข้อเสนอแนะที่สามารถพิจารณาเพื่อปรับปรุงชุดปฏิบัติการทดลองการต่อวงจรไฟฟ้า ด้านความปลอดภัยต้องคำนึงถึงมาตรฐานความปลอดภัยที่ต้องการในการใช้งานชุดทดลอง และให้คำแนะนำเกี่ยวกับการใช้งานในทางปลอดภัย โดยการปฏิบัติช่วยให้ชุดทดลองมีประสิทธิภาพและมีคุณภาพที่ดีตามต้องการของผู้เรียนและผู้สอน

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ ได้ผ่านการอบรมจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ ณ วันที่ 9 เมษายน พ.ศ. 2566 และขอขอบคุณโรงเรียนสาธิตเตรียมวิศวกรรมและเทคโนโลยี และสาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร ผู้สนับสนุนสถานที่วิจัยเป็นอย่างดีมาโดยตลอด

เอกสารอ้างอิง

- Burde, J., & Wilhelm, T. (2020). Teaching electric circuits with a focus on potential differences. *Physical Review Physics Education Research*. 16, 020153-1-24, 10.1103/PhysRevPhysEducRes.16.020153.
- Donchai, S. (2022). The construction and efficiency of the instructional package for Electrical System Design, Course code (30104-2002), High Vocational Certificate Level 2020, Electrical Power, Ubon Ratchathani Technical College, Department of Electrical Engineering, Faculty of Industrial Education, [Master's thesis]. King Mongkut's University of Technology North Bangkok. (in Thai)

- Janpan, K., Naluan, N., & Tangrujikul, T. (2021). The development of an experimental electronic rectifier kit of vocational certificate students in electrical power department Hatyai Technical, Proceedings of the 12th Hatyai National and International Conference Collage. (pp.1275-1287). (in Thai)
- Kaewhadee, J., & Wattanasin, W. (2020). Comparison of Learning Achievement in Electronics and Circuits Course Using Research-based Learning and Rectifier Circuits Training Kit, *Vocational Education Innovation and Research Journal*, 6(2), 161-169. (in Thai)
- Sriwiboonkul, C., Kongsakorn, P., & Chaowchangleg, K. (2022). Development of Industrial Electronic Experimental Kits on Rectifier Circuit. *Vocational Education Central Region Journal*, 6(1), 111-118. (in Thai)
- Srisombut, R. (2020). The Development of an Effective Multimeter Circuit Experiment Kit to Improve Learning Experience of Vocational Certificate Students in Electrical Power Program, *Vocational Education Central Region Journal*, 4(2), 45-54. (in Thai)

“ข้อคิดเห็น เนื้อหา รวมทั้งการใช้ภาษาในบทความถือเป็นความรับผิดชอบของผู้เขียน”