



การพัฒนาสื่อการสอนชุดฝึกทักษะการต่อวงจรไฟฟ้าด้วยรีเลย์เชิงปฏิบัติการในรายวิชา งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้นสำหรับนักเรียนระดับปวช.1

Development of a Relay-Based Practical Training Kit for Basic Electrical and Electronics Course for Vocational Certificate Students Level 1

ศาสตราจารย์ คำปน^{1*} และ ธเนศ ธนิตยธีรพันธ์²

Sahasart Khampon^{1*} and Tanes Tanitteerapan²

¹ นักศึกษาระดับปริญญาโท, หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า,
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

¹ Master's Degree Student, Master of Science in Industrial Education Program in Electrical Engineering,
King Mongkut's University of Technology Thonburi

² รองศาสตราจารย์ ดร., ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

² Assoc. Prof. Dr., Department of Electrical Education, Faculty of Industrial Education and Technology,
King Mongkut's University of Technology Thonburi

* Corresponding author, E-mail: Sahasart.khamp@kmutt.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อพัฒนาชุดฝึกทักษะการต่อวงจรไฟฟ้าด้วยรีเลย์เชิงปฏิบัติการ 2) เพื่อหาคุณภาพชุดฝึกทักษะการต่อวงจรไฟฟ้าด้วยรีเลย์เชิงปฏิบัติการ 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อชุดฝึกทักษะการต่อวงจรไฟฟ้าด้วยรีเลย์เชิงปฏิบัติการ 4) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยชุดฝึกทักษะการต่อวงจรไฟฟ้าด้วยรีเลย์เชิงปฏิบัติการ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคโนโลยีภาคตะวันออก (อี.เทค) ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชางานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2568 จำนวน 30 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบไม่ใช้ความน่าจะเป็น (Non-probability Sampling) โดยใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) ชุดฝึกทักษะการต่อวงจรไฟฟ้าด้วยรีเลย์เชิงปฏิบัติการพร้อมใบงาน 2) แบบประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และ 4) แบบสอบถามความพึงพอใจ

ผลการวิจัยพบว่า ชุดฝึกทักษะการต่อวงจรไฟฟ้าด้วยรีเลย์เชิงปฏิบัติการที่พัฒนาขึ้นมีองค์ประกอบด้วยแผนฝึกปฏิบัติการที่มีอุปกรณ์ควบคุมพื้นฐานและรีเลย์ ใบงานปฏิบัติการผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นว่าชุดฝึกทักษะการต่อวงจรไฟฟ้าด้วยรีเลย์เชิงปฏิบัติการ มีคุณภาพโดยภาพรวมอยู่ในระดับสูง นักเรียนมีความพึงพอใจต่อชุดฝึกทักษะการต่อวงจรไฟฟ้าด้วยรีเลย์เชิงปฏิบัติการ ภาพรวมอยู่ในระดับสูง และนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนด้วยชุดฝึกทักษะการต่อวงจรไฟฟ้าด้วยรีเลย์เชิงปฏิบัติการ สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงให้เห็นว่าชุดฝึกทักษะการต่อวงจรไฟฟ้าด้วย



รีเลย์เชิงปฏิบัติการที่สร้างขึ้นมีคุณภาพและสามารถนำไปใช้พัฒนาทักษะการปฏิบัติงานของผู้เรียนได้จริงตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

คำสำคัญ: ชุดฝึกทักษะ, การต่อวงจรไฟฟ้าด้วยรีเลย์, ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน, ความพึงพอใจ

Abstract

This research aimed to: 1) To develop a practical skills training package for electrical circuit wiring using relays. 2) To evaluate the quality of the practical skills training package for electrical circuit wiring using relays. 3) To investigate students' satisfaction with the practical skills training package for electrical circuit wiring using relays. 4) To compare students' learning achievement before and after using the practical skills training package for electrical circuit wiring using relays.. The sample consisted of 30 first-year vocational certificate students majoring in Electrical Power at Eastern Technological College (E.Tech), enrolled in the Basic Electrical and Electronics course during the first semester of the 2025 academic year. The sample was selected using non-probability sampling, specifically purposive sampling. The research instruments included: 1) a practical training kit for relay-based electrical circuit assembly with worksheets; 2) a quality assessment form evaluated by experts; 3) a learning achievement test; and 4) a student satisfaction questionnaire.

The results of the study revealed that the developed training kit consisted of a practical training board equipped with basic control devices and relays, as well as job sheets and was evaluated by experts to be of good quality overall. Students' satisfaction with the training kit was at a high level. Furthermore, students' learning achievement after using the training kit was significantly higher than before instruction at the .05 level of statistical significance. The developed practical training kit for relay-based electrical circuit assembly consists of several component. Experts evaluated the quality of the training kit and agreed that, overall, it was at a good level. Students' satisfaction with the practical relay-based electrical circuit training kit was high (or at a high level overall). In addition, students' learning achievement after studying with the training kit was significantly higher than before the instruction, at the .05 level of statistical significance.

Keywords: Training Kit, Relay-Based Circuit Connection, Learning Achievement, Satisfaction

บทนำ

การจัดการศึกษาด้านอาชีวศึกษาเป็นกระบวนการสำคัญในการพัฒนากำลังคนที่มีความรู้ ทักษะ และสมรรถนะวิชาชีพให้สอดคล้องกับความต้องการของภาคอุตสาหกรรมและตลาดแรงงาน โดยเฉพาะสาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง ซึ่งเป็นสาขาวิชาที่ต้องอาศัยทั้งความรู้ทางทฤษฎีควบคู่กับทักษะการปฏิบัติจริง การจัดการเรียนการสอนจึงจำเป็นต้องมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติอย่างเป็นระบบ เพื่อให้สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการทำงานจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพและปลอดภัย



วิทยาลัยเทคโนโลยีภาคตะวันออก (อี.เทค) เป็นสถาบันการศึกษาที่จัดการเรียนการสอนด้านอาชีวศึกษา โดยมีการเปิดสอนในสาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ซึ่งมีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีพื้นฐานความรู้และทักษะด้านงานไฟฟ้าเพื่อเตรียมความพร้อมสู่การประกอบอาชีพในอนาคต ในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 นักเรียนจะต้องเรียนรายวิชาพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับงานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น เพื่อสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า อุปกรณ์ไฟฟ้า และระบบควบคุมพื้นฐาน

อย่างไรก็ตาม จากการจัดการเรียนการสอนในรายวิชางานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้นสำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง ของวิทยาลัยเทคโนโลยีภาคตะวันออก (อี.เทค) พบว่า การเรียนการสอนในบางหัวข้อยังคงเน้นการบรรยายเนื้อหาเชิงทฤษฎีเป็นหลัก ส่งผลให้ผู้เรียนมีโอกาสฝึกปฏิบัติจริงค่อนข้างจำกัด โดยเฉพาะในหัวข้อการต่อวงจรไฟฟ้าด้วยรีเลย์ ผู้เรียนบางส่วนยังขาดความเข้าใจในหลักการทำงานของวงจรควบคุมไฟฟ้า และไม่สามารถประกอบวงจรได้อย่างถูกต้อง ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการปฏิบัติยังไม่เป็นไปตามเป้าหมายของรายวิชา

ด้วยเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีความสนใจในการพัฒนาชุดฝึกทักษะการต่อวงจรไฟฟ้าด้วยรีเลย์เชิงปฏิบัติการ สำหรับใช้ประกอบการเรียนการสอนในรายวิชางานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้นสำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง ของวิทยาลัยเทคโนโลยีภาคตะวันออก (อี.เทค) เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ผ่านการปฏิบัติจริง สามารถเข้าใจหลักการทำงานของวงจรไฟฟ้าได้อย่างเป็นระบบ และช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนให้สูงขึ้น

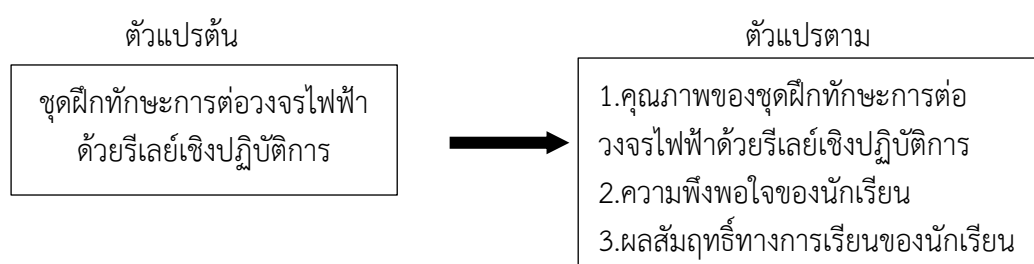
วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 1) เพื่อพัฒนาชุดฝึกทักษะการต่อวงจรไฟฟ้าด้วยรีเลย์เชิงปฏิบัติการ
- 2) เพื่อหาคุณภาพชุดฝึกทักษะการต่อวงจรไฟฟ้าด้วยรีเลย์เชิงปฏิบัติการ
- 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อชุดฝึกทักษะการต่อวงจรไฟฟ้าด้วยรีเลย์เชิงปฏิบัติการ
- 4) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยชุดฝึกทักษะการต่อวงจรไฟฟ้าด้วยรีเลย์เชิงปฏิบัติการ

สมมติฐานการวิจัย

นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนด้วยชุดฝึกทักษะการต่อวงจรไฟฟ้าด้วยรีเลย์เชิงปฏิบัติการสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

กรอบแนวคิดการวิจัย



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย



แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

1) ความหมายของชุดฝึก

จากการศึกษาเกี่ยวกับชุดฝึกปฏิบัติงาน มีผู้เชี่ยวชาญหลายท่านได้กล่าวถึง ความหมายของชุดฝึกไว้ ดังนี้

สุภาวดี กังเม้ง (2565) ให้ความหมายของชุดฝึกว่า เป็นสื่อประกอบการเรียนในภาคปฏิบัติที่ผู้สอนผลิตขึ้นเพื่อใช้ในวิชาทดลองปฏิบัติการ เช่น ชุดสาธิตหรือชุดทดลอง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ผู้เรียนสามารถใช้สื่อที่มีอยู่นั้นทำการทดลองเพื่อหาผลเปรียบเทียบกับข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้จากการเรียนภาคทฤษฎี ซึ่งการผลิตสื่อการเรียนการสอนในลักษณะนี้จะช่วยให้กระบวนการเรียนการสอนมีประสิทธิภาพมากขึ้น

Aclan, C. M. P., Eser, C. D. M., Estores, B., Señorin, I. P. F., & Alviz, Dz. T. (2020) อธิบายว่า ชุดฝึก คือ อุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการที่ออกแบบมาเพื่อเตรียมความพร้อมให้กับนักเรียนทางด้านวิศวกรรม โดยมุ่งเน้นการเสริมสร้างทักษะการปฏิบัติ (Practical skills) ผ่านการใช้อุปกรณ์จริง ซึ่งชุดฝึกจะทำหน้าที่เป็นเครื่องมือสำคัญในการจัดการเรียนการสอนที่ช่วยกระตุ้นความสนใจและให้ข้อมูลรายละเอียดผ่านการสังเกตการณ์ทดลอง

Dewi, C., Yanto, D. T. P., & Hastuti, H. (2020, as cited in Isnaini, M., Sinaga, D. H., & Emilawati, V. 2023) ระบุว่า ชุดฝึกเป็นแหล่งการเรียนรู้เชิง ปฏิบัติที่อยู่ในรูปแบบของกลุ่มเครื่องมือวัสดุอุปกรณ์ และเครื่องมือวัด ที่นำมาจัดรวมกันเพื่อใช้ในการจำลองการทดลองหรือการต่อวงจรในรูปแบบที่สามารถใช้งานได้ง่ายและสะดวกต่อการเรียนรู้

Isnaini, M., Sinaga, D. H., & Emilawati, V. (2023) ให้ความหมายว่า ชุดฝึกเป็นสื่อกลางหรือเครื่องมือที่ใช้ในการถ่ายทอดข้อความและเนื้อหาทางการศึกษาจากผู้สอนไปยังผู้เรียน โดยชุดฝึกจะทำหน้าที่จำลองแนวคิดหรือทฤษฎีให้ปรากฏเป็นรูปธรรม เพื่อช่วยให้ผู้เรียนไม่ลืมข้อมูลที่ได้รับได้ง่าย และสามารถนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์จริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จากความหมายดังกล่าวสามารถสรุปได้ว่า ชุดฝึก หมายถึง สื่อหรืออุปกรณ์การเรียนรู้เชิงปฏิบัติที่รวบรวมวัสดุ อุปกรณ์จริง และใบงานปฏิบัติการไว้ด้วยกันอย่างเป็นระบบ เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการถ่ายทอดความรู้จากนามธรรมไปสู่รูปธรรม ช่วยให้ผู้เรียนเกิดทักษะความชำนาญจากการลงมือปฏิบัติจริง และสามารถนำความรู้ทางทฤษฎีไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาทางไฟฟ้าได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย

2) ประโยชน์ของชุดฝึก

จากการศึกษาเกี่ยวกับประโยชน์ของชุดฝึกปฏิบัติงาน มีผู้เชี่ยวชาญหลายท่านได้กล่าวถึงไว้ ดังนี้
สุภาวดี กังเม้ง (2565) กล่าวว่า ชุดฝึกหรือชุดทดลองช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการเรียนการสอน โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนได้นำความรู้ที่เรียนมาฝึกปฏิบัติจริง ส่งผลให้เกิดความเข้าใจที่ลึกซึ้งยิ่งขึ้น อีกทั้งยังช่วยลดความเบื่อหน่าย และส่งเสริมการมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้อย่างเต็มศักยภาพ

Aclan, C. M. P., Eser, C. D. M., Estores, B., Señorin, I. P. F., & Alviz, Dz. T. (2020) อธิบายว่า ชุดฝึกปฏิบัติการช่วยส่งเสริมทักษะหลายด้าน ได้แก่ ทักษะการใช้เครื่องมือ (Manipulative skills) ทักษะการสืบเสาะ (Inquiry skills) ทักษะการจัดระบบ (Organizational skills) และทักษะการสื่อสาร นอกจากนี้ยังช่วยพัฒนาความสามารถทางสติปัญญา เช่น การคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหา และการประยุกต์ใช้ความรู้ รวมถึงส่งเสริมทัศนคติที่ดีต่อการเรียนรู้ เช่น ความอยากรู้อยากเห็น ความมั่นใจ และความรับผิดชอบ



Isnaini, M., Sinaga, D. H., & Emilawati, V. (2023) กล่าวว่า ชุดฝึกช่วยทำให้แนวคิดหรือทฤษฎีที่เป็นนามธรรมมีความเป็นรูปธรรมมากยิ่งขึ้น ส่งผลให้นักเรียนสามารถจดจำเนื้อหาได้ดีขึ้น อีกทั้งชุดฝึกที่มีลักษณะยืดหยุ่น (Modular) ยังช่วยเพิ่มคุณภาพการเรียนรู้ กระตุ้นความสนใจ และเพิ่มความคล่องตัวในการจัดการเรียนการสอน โดยเฉพาะในวิชาปฏิบัติการที่มีข้อจำกัดด้านเครื่องมือ

จากแนวคิดดังกล่าวสามารถสรุปได้ว่า ชุดฝึกมีบทบาทสำคัญในการส่งเสริมทั้งด้านความรู้ ทักษะ และทัศนคติของผู้เรียน โดยช่วยให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นผ่านการลงมือปฏิบัติจริง และสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ได้เหมาะสม

3) รีเลย์และหลักการทำงานของวงจรควบคุมไฟฟ้า

รีเลย์ (Relay) เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ทำหน้าที่เป็นสวิตช์ตัดต่อวงจรโดยใช้พลังงานไฟฟ้า ซึ่งถือเป็นส่วนประกอบสำคัญในการเรียนรู้วิชางานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจกลไกการทำงานของวงจรควบคุมอัตโนมัติก่อนที่จะพัฒนาไปสู่ระบบที่ซับซ้อน โดยมีรายละเอียดที่สำคัญดังนี้

1. โครงสร้างและหลักการทำงานของรีเลย์

รีเลย์ทำงานโดยอาศัยหลักการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้าเพื่อเปลี่ยนสถานะของหน้าสัมผัสประกอบด้วยส่วนประกอบหลักคือ

1.1 ขดลวด (Coil) ทำหน้าที่สร้างสนามแม่เหล็กเมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน

1.2 หน้าสัมผัส (Contacts) มี 2 ลักษณะ คือ หน้าสัมผัสปกติปิด (NC) ซึ่งจะต้องวงจรในสภาวะปกติ และหน้าสัมผัสปกติเปิด (NO) ซึ่งจะต้องวงจรเมื่อขดลวดได้รับกระแสไฟฟ้า

2. การประยุกต์ใช้งานในวงจรควบคุม

ในการพัฒนาชุดฝึกทักษะ รีเลย์ถูกนำมาใช้เป็นตัวกลางในการควบคุมอุปกรณ์ต่าง ๆ ดังนี้

2.1 การควบคุมทิศทางมอเตอร์ ใช้รีเลย์ในการสลับขั้วไฟฟ้าเพื่อควบคุมการหมุนซ้าย-ขวา ของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

2.2 วงจรตรรกะรีเลย์ (Relay Logic) การต่อวงจรรีเลย์ร่วมกับอุปกรณ์อื่น เช่น สวิตช์ปุ่มกด และตัวตั้งเวลา (Timer) เพื่อสร้างเงื่อนไขการทำงานที่ซับซ้อนคล้ายกับระบบ PLC

2.3 ระบบความปลอดภัย: ใช้รีเลย์ร่วมกับอุปกรณ์ป้องกันเพื่อตัดวงจรเมื่อเกิดความผิดปกติในระบบ

3. ความสำคัญของรีเลย์ต่อการเรียนรู้งานไฟฟ้า

การฝึกปฏิบัติด้วยรีเลย์ช่วยให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้พื้นฐานจากวงจรอนุกรมขนาน และผสม เข้ากับการทำงานของอุปกรณ์จริง โดยผู้เรียนจะได้ทักษะในการวิเคราะห์ไดอะแกรม (Ladder Diagram) การเลือกใช้อุปกรณ์ให้เหมาะสมกับขนาดแรงดันและกระแสไฟฟ้า ตลอดจนทักษะการแก้ปัญหาจากการปฏิบัติงานจริง

4) คุณภาพของชุดฝึก หมายถึง ระดับความเหมาะสมและประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยพิจารณาจากความสอดคล้องของเนื้อหา กับวัตถุประสงค์ ความถูกต้องของเนื้อหา รูปแบบกิจกรรม ความชัดเจน และความสะดวกในการใช้งาน รวมถึงประสิทธิภาพของชุดฝึกตามเกณฑ์ที่กำหนด เช่น 80/80 และการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ งานวิจัยหลายเรื่อง พบว่า ชุดการสอนที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพอยู่ในระดับดีถึงดีมาก และสามารถนำไปใช้ได้มีประสิทธิภาพ (Somchai Pachob, & Jirawan Pachob, 2024) ทั้งนี้ยังสอดคล้องกับแนวคิดของ



นักวิชาการที่ระบุว่าชุดฝึกที่มีคุณภาพต้องมียุทธศาสตร์ประกอบครบถ้วนและตอบสนองต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนได้จริง (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2556; ไชยยศ เรื่องสุวรรณ, 2553)

5) ความพึงพอใจของนักเรียน หมายถึง ความรู้สึกหรือทัศนคติของผู้เรียนที่มีต่อสื่อหรือกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งสะท้อนถึงระดับความชอบ ความสนใจ และการยอมรับในกระบวนการเรียนรู้ ความพึงพอใจของผู้เรียนมีความสัมพันธ์กับแรงจูงใจและพฤติกรรมการเรียนรู้ โดยงานวิจัยพบว่านักเรียนมีความพึงพอใจต่อชุดการสอนในระดับสูงถึงสูงมาก (Supanya Singkorn, Kanyawit Klinbumrung, & Somsak Akatimagool, 2021) นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับแนวคิดที่ว่าความพึงพอใจเกิดจากการได้รับประสบการณ์ที่ตรงตามความคาดหวังและช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียน (Maslow, 1970; Keller, 1987)

6) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน หมายถึง ระดับความรู้ ความเข้าใจ และทักษะที่เกิดขึ้นหลังการเรียนรู้ ซึ่งสามารถวัดได้จากแบบทดสอบหรือการประเมินผลต่าง ๆ โดยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นตัวชี้วัดสำคัญของประสิทธิผลการจัดการเรียนการสอน งานวิจัยพบว่าผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Somchai Pachob, & Jirawan Pachob, 2024) และสอดคล้องกับแนวคิดของนักการศึกษาที่มองว่าการจัดการเรียนรู้ที่มีคุณภาพจะส่งผลให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ (Bloom, 1976; Gagné, 1985)

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคโนโลยีภาคตะวันออก (อี.เทค) ที่กำลังศึกษาในรายวิชางานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น รหัสวิชา 20100-1005 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2568 จำนวน 468 คน กลุ่มตัวอย่างได้จากการสุ่มแบบไม่ใช้ความน่าจะเป็น (Non-Probability Sampling) โดยใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) จำนวน 30 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยนี้ ประกอบด้วย

1. ชุดฝึกทักษะการต่อวงจรไฟฟ้าด้วยรีเลย์เชิงปฏิบัติการ

1.1. ขั้นตอนการสร้างชุดฝึกทักษะการต่อวงจรไฟฟ้าด้วยรีเลย์เชิงปฏิบัติการในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 มีรายละเอียดดังนี้

1.1.1. ศึกษาแนวคิด และทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง โดยจะต้องสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการศึกษา

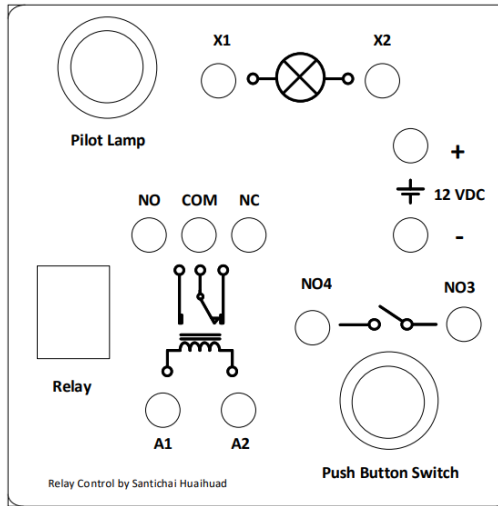
1.1.2. ร่างแบบ เขียนแบบ กำหนดวัสดุและอุปกรณ์ และคุณสมบัติของวัสดุ เพื่อนำมาพิจารณาออกแบบและกำหนดวัสดุ โดยเลือกวัสดุที่มีคุณภาพ จากนั้นร่างแบบและเขียนแบบโครงสร้างของชุดฝึกด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

1.1.3. ดำเนินการสร้างชุดฝึกทักษะการต่อวงจรไฟฟ้าด้วยรีเลย์เชิงปฏิบัติการ ตามที่ได้ออกแบบไว้พร้อมจัดทำใบงาน

1.1.4. ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ หลังจากสร้างชุดฝึกเสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาประเมินคุณภาพของชุดฝึก เมื่อพบข้อควรแก้ไขปรับปรุง ดำเนินการแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ เพื่อให้ได้ชุดฝึกที่มีคุณภาพ

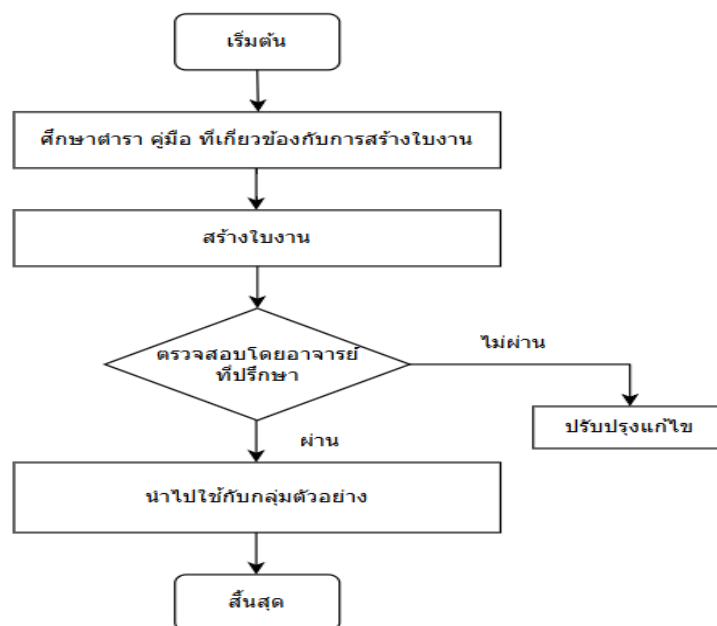
1.1.5. ได้ชุดฝึกทักษะการต่อวงจรไฟฟ้าด้วยรีเลย์เชิงปฏิบัติการที่มีคุณภาพพร้อมสมบูรณ์ สามารถนำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างการวิจัย

1.1.6. นำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง พร้อมเก็บรวบรวมข้อมูล



ภาพที่ 2 แบบร่างส่วนประกอบของชุดฝึกปฏิบัติ

1.2. ขั้นตอนการสร้างใบงานชุดฝึกทักษะการต่อวงจรไฟฟ้าด้วยรีเลย์เชิงปฏิบัติการ สำหรับนักเรียนในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 ดังแสดงในภาพที่ 3



ภาพที่ 3 แสดงขั้นตอนการสร้างใบงาน



2. แบบประเมินคุณภาพของชุดฝึกทักษะการต่อวงจรไฟฟ้าด้วยรีเลย์เชิงปฏิบัติการ มีลักษณะเป็นแบบประเมินค่า 5 ระดับ ตามรูปแบบของ Likert ประกอบด้วย 3 ด้าน รวม 22 ข้อ มีค่า IOC ระหว่าง 0.5 – 1.00

3. แบบสอบถามความพึงพอใจ มีลักษณะเป็นแบบประเมินค่า 5 ระดับ ตามรูปแบบของ Likert ประกอบด้วยการประเมินในภาพรวม 9 ข้อ มีค่า IOC ระหว่าง 0.5 – 1.00

4. แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง...วิชาการไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้นเป็นแบบปรนัย 5 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ มีค่า IOC ระหว่าง 0.5 – 1.00 ค่าความยากง่าย 0.23 – 0.73 ค่าอำนาจจำแนก 0.20 – 0.73 และค่าความเชื่อมั่น ระหว่าง 0.7 – 0.8

วิธีการรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ ดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

- 1) ดำเนินการขออนุญาตผู้บริหารและหัวหน้าแผนกช่างไฟฟ้ากำลังของวิทยาลัยเทคโนโลยีภาคตะวันออก (อี.เทค) เพื่อดำเนินการทดลองใช้ชุดฝึกขอความอนุเคราะห์ในการทดลอง
- 2) แนะนำการใช้ชุดฝึกทักษะการต่อวงจรไฟฟ้าด้วยรีเลย์เชิงปฏิบัติ อธิบายขั้นตอนการใช้ชุดฝึกและการทำกิจกรรมตามใบงานให้กับกลุ่มตัวอย่าง
- 3) นำชุดฝึกทักษะด้วยรีเลย์เชิงปฏิบัติการ สำหรับนักเรียนในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 ทำการฝึกปฏิบัติตามใบงานที่กำหนด
- 4) แจกความพึงพอใจที่มีต่อชุดฝึกทักษะการต่อวงจรไฟฟ้าด้วยรีเลย์เชิงปฏิบัติการสำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปี 1 หลังจากใช้งานแล้วทำการประเมิน
- 5) ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อหาความพึงพอใจที่มีต่อชุดฝึกทักษะการต่อวงจรไฟฟ้าด้วยรีเลย์เชิงปฏิบัติการ สำหรับนักเรียนในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1
- 6) นำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ผ่านโปรแกรม Microsoft Excel เพื่อหาค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
- 7) นำผลข้อมูลที่ถูวิเคราะห์แล้วไปดำเนินการสรุป อภิปรายผล

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

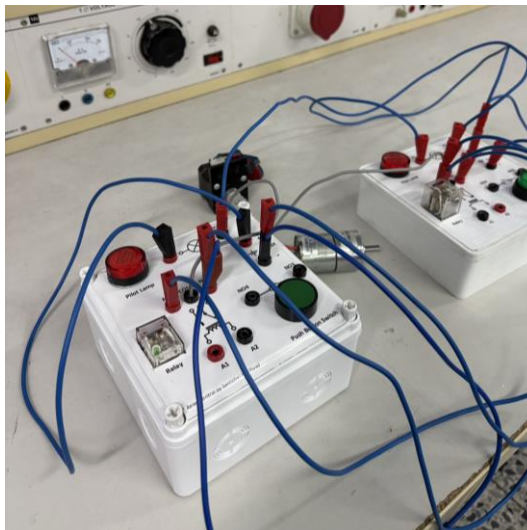
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบทีชนิดสองกลุ่มไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test for dependent)

ผลการวิจัย

1. ชุดฝึกทักษะการต่อวงจรไฟฟ้าด้วยรีเลย์เชิงปฏิบัติการ



ภาพที่ 4 องค์ประกอบและลักษณะของชุดฝึก (ด้านบน)



ภาพที่ 5 องค์ประกอบและลักษณะของชุดฝึก (ภาพรวม)

2. การหาคุณภาพชุดฝึกทักษะการต่อวงจรไฟฟ้าด้วยรีเลย์เชิงปฏิบัติการ

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการประเมินคุณภาพชุดฝึกโดยผู้เชี่ยวชาญ

รายการ	\bar{x}	S.D.	แปลความ
1. ด้านโครงสร้าง	4.08	0.45	ดี
2. ด้านการนำไปใช้	3.80	0.42	ดี
3. ด้านเนื้อหา	3.96	0.44	ดี
รวม	4.07	0.43	ดี



จากตารางที่ 1 ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นว่าชุดฝึกทักษะการต่อวงจรไฟฟ้าด้วยรีเลย์เชิงปฏิบัติการ มีคุณภาพโดยรวมอยู่ในระดับ ($\bar{x} = 4.07$, S.D. = 0.43) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ด้านโครงสร้าง มีค่าเฉลี่ยสูงสุด อยู่ในระดับดี ($\bar{x} = 4.08$, S.D. = 0.45) รองลงมา คือ ด้านเนื้อหา อยู่ในระดับดี ($\bar{x} = 3.96$, S.D. = 0.44) และด้านการนำไปใช้ มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด อยู่ในระดับดี ($\bar{x} = 3.80$, S.D. = 0.42)

3. การศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อชุดฝึกทักษะการต่อวงจรไฟฟ้าด้วยรีเลย์เชิงปฏิบัติการ

ตารางที่ 2 ความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อชุดฝึกทักษะการต่อวงจรไฟฟ้าด้วยรีเลย์เชิงปฏิบัติการ

ข้อ	\bar{x}	S.D.	แปลความ
1 ชุดฝึกปฏิบัติมีความน่าสนใจ	4.20	0.54	สูง
2 มีขั้นตอนการปฏิบัติงานชัดเจน	4.17	0.45	สูง
3 ปริมาณเนื้อหามีความเหมาะสม	4.27	0.44	สูง
4. รูปภาพประกอบใบงานมีความชัดเจน	4.30	0.46	สูง
5 รูปแบบและข้อความในใบงานอ่านเข้าใจง่าย	4.20	0.40	สูง
6.ชุดฝึกมีความสะดวกในการใช้งาน	4.37	0.48	สูง
7. ชุดฝึกเสริมสร้างทักษะการเรียนรู้เรื่อง ส่วนประกอบของรีเลย์ และการตรวจสอบอุปกรณ์ไฟฟ้าพื้นฐาน มีความเหมาะสมกับระดับความรู้ของผู้เรียนและวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอน	4.30	0.46	สูง
8. ชุดฝึกปฏิบัติเสริมสร้างทักษะการเรียนรู้เรื่อง การต่อวงจรควบคุมการติดดับของหลอดแอลอีดี ด้วยรีเลย์ ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจและสามารถปฏิบัติงานได้อย่างถูกต้อง	4.37	0.48	สูง
9.ชุดฝึกเสริมสร้างทักษะการเรียนรู้เรื่อง การต่อวงจรไฟฟ้าควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงด้วยรีเลย์ มีความชัดเจน ถูกต้อง และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการปฏิบัติงานจริงได้	4.30	0.46	สูง
เฉลี่ยรวมทุกด้าน	4.23	0.46	สูง

จากตารางที่ 2 นักเรียนมีความพึงพอใจต่อชุดฝึกทักษะการต่อวงจรไฟฟ้าด้วยรีเลย์เชิงปฏิบัติการ ทั้งรายข้อ และภาพรวมอยู่ในระดับสูง ($\bar{x} = 4.23$ S.D. = 0.46)

4. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยชุดฝึกทักษะการต่อวงจรไฟฟ้าด้วยรีเลย์เชิงปฏิบัติการ

ตารางที่ 3 แสดงผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ชุดฝึกทักษะการต่อวงจรไฟฟ้าเบื้องต้นเชิงปฏิบัติการ ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดฝึกปฏิบัติ

การทดสอบ	n	คะแนนเต็ม	\bar{x}	S.D	df	t
ก่อนเรียน	30	30	10.90	2.20	29	21.09*
หลังเรียน	30	30	20.56	1.16		

*p < .05



จากตารางที่ 3 พบว่านักเรียนที่เรียนชุดฝึกทักษะการต่อวงจรไฟฟ้าด้วยรีเลย์เชิงปฏิบัติการมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน ($\bar{x} = 20.56$) สูงกว่าก่อนเรียน ($\bar{x} = 10.90$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สรุปผลการวิจัย

1) ชุดฝึกทักษะการต่อวงจรไฟฟ้าด้วยรีเลย์เชิงปฏิบัติการ

ผลการพัฒนาชุดฝึกทักษะการต่อวงจรไฟฟ้าด้วยรีเลย์เชิงปฏิบัติการ ในรายวิชางานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น พบว่า ชุดฝึกทักษะที่สร้างขึ้นมีลักษณะเป็นชุดปฏิบัติการแบบกล่องอุปกรณ์ ที่เน้นความสะดวกในการเคลื่อนย้ายและมีความปลอดภัยต่อผู้เรียน โดยมีองค์ประกอบสำคัญแบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลัก ดังนี้:

1.1) ส่วนประกอบทางกายภาพของชุดฝึก (Hardware):

แผงควบคุมและอุปกรณ์: ประกอบด้วยตัวรีเลย์ (Relay) , แหล่งจ่ายไฟกระแสตรง (DC Power Supply), สวิตช์ควบคุม และหลอดไฟแสดงสถานะจุดต่อวงจร: ใช้รูปแบบการต่อสายแบบเสียบ (Banana Jack) เพื่อความสะดวกในการฝึกทักษะและป้องกันความเสียหายของอุปกรณ์ระบบป้องกัน: มีฟิวส์หรือเบรกเกอร์เพื่อความปลอดภัยขณะปฏิบัติงาน

1.2) ส่วนประกอบของเนื้อหาและใบงาน (Software/Content):

ชุดฝึกทักษะนี้ ประกอบด้วย เนื้อหาการเรียนรู้ที่ครอบคลุมทักษะพื้นฐานจนถึงการประยุกต์ใช้งาน จำนวน 3 หน่วยการเรียนรู้ ได้แก่:

ใบงานที่ 1: ส่วนประกอบของรีเลย์และการตรวจสอบอุปกรณ์ไฟฟ้าพื้นฐาน

ใบงานที่ 2: การต่อวงจรควบคุมการติดดับของหลอดแอลอีดี ด้วยรีเลย์

ใบงานที่ 3: การต่อวงจรไฟฟ้าควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงด้วยรีเลย์

จากการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ พบว่า ชุดฝึกทักษะมีความเหมาะสมในด้านเนื้อหาและด้านเทคนิควิธีอยู่ในระดับดี และมีประสิทธิภาพสอดคล้องกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้

2) ผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นว่าชุดฝึกทักษะการต่อวงจรไฟฟ้าด้วยรีเลย์เชิงปฏิบัติการ มีคุณภาพโดยภาพรวมอยู่ในระดับดี ($\bar{x} = 4.07$ S.D. = 0.43)

3) นักเรียนมีความพึงพอใจต่อชุดฝึกทักษะการต่อวงจรไฟฟ้าด้วยรีเลย์เชิงปฏิบัติการ ภาพรวมอยู่ในระดับสูง ($\bar{x} = 4.23$ S.D. = 0.46)

4) นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนด้วยชุดฝึกทักษะการต่อวงจรไฟฟ้าด้วยรีเลย์เชิงปฏิบัติการสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผล

จากผลการวิจัย ผู้วิจัยสามารถนำมาอภิปรายผลแยกตามวัตถุประสงค์ได้ดังนี้

1) การพัฒนาชุดฝึกทักษะการต่อวงจรไฟฟ้าด้วยรีเลย์เชิงปฏิบัติการ พบว่า ชุดฝึกทักษะที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด ทั้งนี้เนื่องจากผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนการพัฒนาสื่อการสอนอย่างเป็นระบบ มีการวิเคราะห์เนื้อหาจากคำอธิบายรายวิชา และออกแบบใบงานที่เน้นการปฏิบัติจริง สอดคล้องกับแนวคิดของ บอร์กและกัล (Borg & Gall) ที่เน้นการวิจัยและพัฒนาเพื่อแก้ปัญหาการ



เรียนรู้ นอกจากนี้ชุดฝึกยังมีลักษณะกะทัดรัด ปลอดภัย และดึงดูดความสนใจของนักเรียน ส่งผลให้เป็นสื่อที่มีความพร้อมในการจัดการเรียนการสอน

2) คุณภาพของชุดฝึกทักษะการต่อวงจรไฟฟ้าโดยผู้เชี่ยวชาญพบว่าผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นว่าชุดฝึกทักษะมีคุณภาพอยู่ในระดับ ดี โดยมีค่าเฉลี่ย (\bar{x}) เท่ากับ 4.07 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.43 ทั้งนี้เนื่องจากชุดฝึกได้รับการออกแบบให้สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมและคำอธิบายรายวิชา มีความถูกต้องทางเทคนิคไฟฟ้า สอดคล้องกับงานวิจัยของ Dewi et al. (2020) ที่ระบุว่า การประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญเป็นขั้นตอนสำคัญที่ทำให้ชุดฝึกทักษะมีมาตรฐานและมีความเที่ยงตรงในการนำไปใช้งานจริง

3) ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อชุดฝึกทักษะนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยชุดฝึกทักษะในภาพรวมอยู่ในระดับมากสูง เนื่องจากชุดฝึกช่วยให้นักเรียนเกิดความสนุกสนานและเห็นการทำงานของวงจรจริงในทันที ช่วยลดความซับซ้อนของเนื้อหาภาคทฤษฎี สอดคล้องกับงานวิจัยของ Isnaini et al. (2023) ที่พบว่าสื่อการสอนประเภท Trainer Kit ช่วยเพิ่มแรงจูงใจและทัศนคติที่ดีต่อการเรียนในวิชาซีพ่วงไฟฟ้า

4) การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ แสดงให้เห็นว่าชุดฝึกทักษะชุดนี้ช่วยพัฒนาทักษะและความเข้าใจของนักเรียนได้ดียิ่งขึ้น สอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ที่เน้นการลงมือปฏิบัติจริง (Learning by Doing) เพื่อให้เกิดการจดจำและทักษะที่ยั่งยืน

ข้อเสนอแนะ

1) ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

จากการศึกษาครั้งนี้พบว่าชุดฝึกทักษะการต่อวงจรไฟฟ้าด้วยรีเลย์เชิงปฏิบัติการเป็นเครื่องมือที่มีคุณภาพในการพัฒนาทักษะวิชาชีพ ดังนั้นสถานศึกษาหรือครูผู้สอนในรายวิชางานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้นควรนำชุดฝึกทักษะนี้ไปประยุกต์ใช้เป็นสื่อหลักในการจัดการเรียนการสอน โดยก่อนการใช้งาน ครูผู้สอนควรจัดกิจกรรมปูพื้นฐานความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีวงจรไฟฟ้าและคุณสมบัติของอุปกรณ์ไฟฟ้าให้นักเรียนมีความเข้าใจที่ชัดเจนเสียก่อน เพื่อลดความผิดพลาดในการปฏิบัติงาน ในขณะปฏิบัติการ ครูควรเน้นย้ำให้นักเรียนตรวจสอบความพร้อมของอุปกรณ์และสายต่อวงจรทุกครั้งเพื่อความปลอดภัย และควรส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้คู่มือปฏิบัติงานควบคู่ไปกับการลงมือทำ เพื่อสร้างกระบวนการเรียนรู้ด้วยตนเองอย่างมีระบบ ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนสามารถวิเคราะห์และแก้ปัญหาหน้างานได้อย่างมีคุณภาพสอดคล้องกับความต้องการของภาคอุตสาหกรรม

2) ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

เพื่อให้เกิดความก้าวหน้าทางวิชาการและเทคโนโลยีที่ทันสมัยอย่างต่อเนื่อง ควรมีการขยายขอบเขตการพัฒนาชุดฝึกทักษะไปยังเนื้อหาที่มีความซับซ้อนมากขึ้น เช่น ระบบการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า กระแสสลับ หรือการประยุกต์ใช้ระบบควบคุมอัตโนมัติร่วมกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ขั้นสูง นอกจากนี้ควรมีการศึกษาเชิงเปรียบเทียบระหว่างการใช้ชุดฝึกทักษะควบคู่กับรูปแบบการเรียนรู้ที่หลากหลาย เช่น การเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning) หรือการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Cooperative Learning) เพื่อประเมินผลกระทบที่มีต่อทักษะการคิดวิเคราะห์และสมรรถนะการ



ปฏิบัติงานของนักเรียนในมิติที่กว้างขึ้น ตลอดจนควรมีการศึกษาติดตามผล (Follow-up study) เกี่ยวกับความคงทนในการเรียนรู้และการนำทักษะไปใช้ในการประกอบอาชีพจริง เพื่อให้มั่นใจว่าชุดฝึกทักษะที่พัฒนาขึ้นสามารถสร้างคุณประโยชน์ต่อการพัฒนาอาชีวศึกษาได้อย่างยั่งยืน

เอกสารอ้างอิง

- สุภาวดี กังเม่ง. (2565). การพัฒนาทักษะการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า ของนักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 2 แผนกช่างอุตสาหกรรมฐานวิทยาศาสตร์ สาขาเทคโนโลยีเมคคาทรอนิกส์ โดยใช้โปรแกรมจำลองร่วมกับอุปกรณ์จริง (รายงานผลการวิจัย). ชลบุรี: วิทยาลัยอาชีวศึกษาเทคโนโลยีฐานวิทยาศาสตร์ ชลบุรี.
- Aclan, C. M. P., Eser, C. D. M., Estores, B., Señorin, I. P. F., & Alviz, Dz. T. (2020). Development of DC Motor Control Simulator Trainer Based on Electromechanical Relay. *International Journal of Electrical and Electronics Research*. Philippines : Lyceum of the Philippines University.
- Bloom, B. S. (1976). *Human characteristics and school learning*. New York: McGraw-Hill.
- Dewi, C., Yanto, D. T. P., & Hastuti, H. (2020). The Development of Power Electronics Training Kits for Electrical Engineering Students: A Validity Test Analysis. *Journal of Vocational Education and Technology*. Indonesia: Universitas Negeri Padang.
- Gagné, R. M. (1985). *The conditions of learning and theory of instruction* (4th ed.). New York : Holt, Rinehart and Winston.
- Isnaini, M., Sinaga, D. H., & Emilawati, V. (2023). Development of Electric Motor Control Trainer Kit as Student Practicum Media. *Proceedings of the International Conference on Innovative Education, Science and Culture (ICIESC)*. Indonesia : Universitas Negeri Medan.
- Supanya Singkorn, Kanyawit Klinbumrung, & Somsak Akatimagool. (2025). Development of Instructional Package Using Innovation-Based Learning Model in High Frequency Engineering for Enhancing Innovative Analytical Thinking Skill. *Ratchaphruek Journal*. Thailand: King Mongkut's University of Technology North Bangkok.
- Somchai Pachob, & Jirawan Pachob. (2024). The development of instructional packages using cooperative learning on digital multimedia for instruction for students Faculty of Education Pitchayabundit College. *Academic Journal of Mahamakut Buddhist University Roi Et Campus*. Thailand: Pitchayabundit College.