

**การพัฒนาชุดทดลองควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส เพื่อส่งเสริมทักษะการต่อวงจรควบคุม
มอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟสของนักศึกษาคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม**

กิตติศักดิ์ คงสีไพร¹

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

บทความวิจัย

รับต้นฉบับ: 18 ตุลาคม 2565 วันที่แก้ไข: 7 ธันวาคม 2565 วันที่ตอบรับตีพิมพ์: 14 ธันวาคม 2565

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อ 1) พัฒนาชุดทดลองควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส 2) ส่งเสริมทักษะการต่อวงจรควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟสของนักศึกษาคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม และ 3) ศึกษาความพึงพอใจต่อการเรียนรู้ด้วยชุดทดลองควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส ประชากรที่ใช้วิจัยเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 2 สาขาวิศวกรรมเครื่องกลที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1/2565 จำนวน 15 คน เครื่องมือที่ใช้วิจัย ประกอบด้วย ชุดทดลองควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส ใบงานการทดลองจำนวน 5 ใบงาน แบบวัดทักษะปฏิบัติการต่อวงจรควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส และแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการเรียนรู้ด้วยชุดทดลองควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส โดยแบบวัดทักษะปฏิบัติมีค่าความเชื่อมั่น 0.88 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง 0.31 – 0.85 แบบสอบถามความพึงพอใจมีค่าความเชื่อมั่น 0.81 ค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ประสิทธิภาพของชุดทดลองควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส (E1/E2) ค่าเฉลี่ย (M) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) และการทดสอบค่าเฉลี่ย 2 กลุ่มที่ไม่เป็นอิสระจากกัน (T-Test)

ผลการวิจัย พบว่า

1. ชุดทดลองควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส มีประสิทธิภาพ 89.90/90.17
2. ประชากรมีผลการวัดทักษะปฏิบัติหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน โดยมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05
3. ประชากรมีความพึงพอใจต่อผลการเรียนรู้ด้วยชุดทดลองควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส อยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ย 4.55

คำสำคัญ: ชุดทดลอง มอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส ทักษะการต่อวงจร

¹ การติดต่อและการร้องขอบทความนี้ กรุณาส่งถึง กิตติศักดิ์ คงสีไพร มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม E-Mail: Kittisak.kh@psru.ac.th

DEVELOPMENT OF THE 3 PHASE ELECTRIC MOTOR CONTROL EXPERIMENT KIT TO PROMOTE THE SKILLS IN CONNECTING THE 3 PHASE ELECTRIC MOTOR CONTROL CIRCUIT OF THE STUDENTS OF THE FACULTY OF INDUSTRIAL TECHNOLOGY, PIBULSONGKRAM RAJABHAT UNIVERSITY

Kittisak Khongseeprai¹

Pibulsongkram Rajabhat university

Received: October 18 October 2022 Revised: 7 December 2022 Accepted: 14 December 2022

Research Article

The objective of this research was to 1) develop a 3-phase electric motor control experimental kit 2) promote skills in connecting circuits to control 3-phase electric motors of students of the Faculty of Industrial Technology, Phibunsongkhram Rajabhat University 3) study the satisfaction of learning with a 3-phase electric motor control experimental kit. The population of research was the second year undergraduate students in mechanical engineering who are studying in semester 1/2565 of 15 students. The research instruments consisted of a 3-phase electric motor control experiment kit, 5 experimental worksheets, practice skills test for connection of a 3-phase electric motor control circuit, and the satisfaction questionnaire on learning with a 3-phase electric motor control experiment kit. The practical skills test showed a reliability value of 0.88 and the power classification value in the range of 0.31 – 0.85. The satisfaction questionnaire had a reliability value of 0.81. The parameters used in the research were the efficiency of the 3-phase electric motor control experiment kit (E1/E2), mean (M), standard deviation (S) and the paired-samples test (T-Test).

The results of the research showed that

1. The efficiency of the 3-phase electric motor control experiment kit was 89.90/90.17.
2. The population had higher scores in practical skills measurements after learning than before learning by statistically significant at the 0.05 level.
3. The population's satisfaction with learning by the 3-phase electric motor control experiment kit was at the highest level by has to mean of 4.55

Keywords: experiment kit, 3 phase electric motor, circuit connection skills

¹Correspondence concerning this article and requests for reprints should be addressed to Kittisak Khongseeprai

E-mail: Kittisak.kh@psru.ac.th

บทนำ

มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานกล ซึ่งปัจจุบันมีการใช้งานมอเตอร์ไฟฟ้ากันอย่างแพร่หลาย โดยเฉพาะมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับที่ใช้ในภาคครัวเรือน เช่น เครื่องซักผ้า เครื่องปั่น แอร์ พัดลม เป็นต้น หรือแม้กระทั่งในภาคอุตสาหกรรมก็มีการใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับเช่นกัน ไม่ว่าจะเป็นการใช้มอเตอร์ในการขับเคลื่อนระบบสายพานลำเลียง ระบบสูบน้ำ ระบบลิฟท์ เป็นต้น ด้วยเหตุนี้จึงถือได้ว่ามอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับเป็นอุปกรณ์ที่มีความสำคัญและมีความจำเป็นอย่างยิ่งต่อกระบวนการผลิตในภาคอุตสาหกรรมตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งมอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 3 เฟส อย่างไรก็ตามการนำมอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 3 เฟส ไปใช้งานจำเป็นต้องเข้าใจหลักการต่อวงจรควบคุมการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้าให้ถูกต้อง ทั้งนี้ก็เพื่อให้สามารถใช้งานมอเตอร์ไฟฟ้าได้ตรงตามความต้องการลักษณะของงาน รวมถึงเป็นการช่วยป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นกับมอเตอร์ไฟฟ้าด้วย ดังนั้นการต่อวงจรควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าจึงมีความสำคัญยิ่ง

และจากแผนยุทธศาสตร์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏระยอง 20 ปี (พ.ศ. 2560 – 2579) ว่าด้วยแผนยุทธศาสตร์ที่ 3 (สำนักงานที่ประชุมอธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏ, 2561) ที่ได้กล่าวถึงการพัฒนาอุปกรณ์การเรียนรู้เพื่อสนับสนุนการผลิตบัณฑิตให้ตรงตามความต้องการของผู้ใช้บัณฑิต ยิ่งเป็นการสะท้อนให้เห็นอย่างยิ่งว่าหากต้องการให้นักศึกษาที่เรียนในหลักสูตรวิศวกรรมเครื่องกล และหลักสูตรวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์สำเร็จการศึกษาไปเป็นบัณฑิตที่มีคุณภาพตรงตามความต้องการของผู้ใช้บัณฑิต ไม่เพียงเฉพาะแต่นักศึกษาจะเข้าใจในหลักการแห่งทฤษฎีเท่านั้น แต่สิ่งสำคัญที่สุดที่นักศึกษาจะต้องมีก็คือทักษะการลงมือปฏิบัติงานจริงจากการเรียนรู้ในห้องปฏิบัติการเพื่อใช้เป็นพื้นฐานในการประกอบอาชีพของตนต่อไปในอนาคต

ซึ่งจากสภาพปัญหาในปัจจุบันของนักศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมเครื่องกล คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ที่ศึกษาวิชาพื้นฐานวิศวกรรมไฟฟ้าและการประยุกต์ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์สำหรับวิศวกรเครื่องกล ยังขาดความพร้อมในเรื่องของห้องปฏิบัติการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า โดยวิธีจัดการเรียนการสอนที่ผ่านมาเป็นการเรียนรู้ผ่านโปรแกรมจำลอง (Simulation Software) ส่งผลให้นักศึกษาขาดทักษะด้านความรู้การต่อวงจรควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าจากการปฏิบัติงานจริง

ด้วยเหตุผลดังกล่าวนี้การเรียนรู้ผ่านการลงมือปฏิบัติด้วยชุดทดลองควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส ที่พัฒนาขึ้นจะช่วยให้นักศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมเครื่องกล คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม เกิดทักษะการต่อวงจรควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส ดังที่สถาพร พงษ์พิบูล (2558) กล่าวว่า การเรียนรู้ผ่านการปฏิบัติจะช่วยให้มีประสบการณ์ตรง เข้าใจในสิ่งที่เรียนได้ดีขึ้น เกิดทักษะและเกิดการเรียนรู้ที่คงทนมากยิ่งขึ้น รวมถึงเป็นพื้นฐานการเรียนรู้ในสิ่งที่ซับซ้อนมากยิ่งขึ้น สามารถนำไปใช้ในสถานการณ์อื่นๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และ Dale (1969) ที่ได้อธิบายในรูปของกรวยประสบการณ์ (Cone of Experience) ว่าการเรียนรู้ในสถานการณ์จำลอง รวมถึงการฝึกปฏิบัติในสภาพจริงที่เชื่อมโยงกับสถานการณ์ต่าง จะทำให้เกิดผลการเรียนรู้เพิ่มขึ้นเป็น 90% ซึ่งจากแนวคิดดังกล่าวสามารถพิสูจน์ให้เห็นได้จากบทความวิจัยของ อมร แสงหิรัญ และคณะ (2564) ที่ได้พัฒนาชุดฝึกอบรมเรื่องการเดินท่อนในงานอุตสาหกรรมการผลิต ทำให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมหลังจากฝึกอบรมเสร็จแล้วผ่านการประเมินคิดเป็น 100% Yuniarti et al (2020)

ได้พัฒนาชุดฝึกอบรบระบบควบคุมสนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่สามารถใช้ป็นสื่อการเรียนรู้นบนพื้นฐานของการออกแบบโมดูล โดยผลการวิจัยพบว่าสื่อการเรียนรูที่พัฒนาขึ้นผ่านการทดสอบตามการใช้งานและทำงานได้ดีตามทีออกแบบ และงานวิจัยของ Sillang (2020) ที่ได้ทำการพัฒนาชุดฝึกซ่อมอิเล็กทรอนิกส์ ทำให้ผู้เรียนมีค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยจากการได้ปฏิบัติจริงอยู่ที่ 4.80

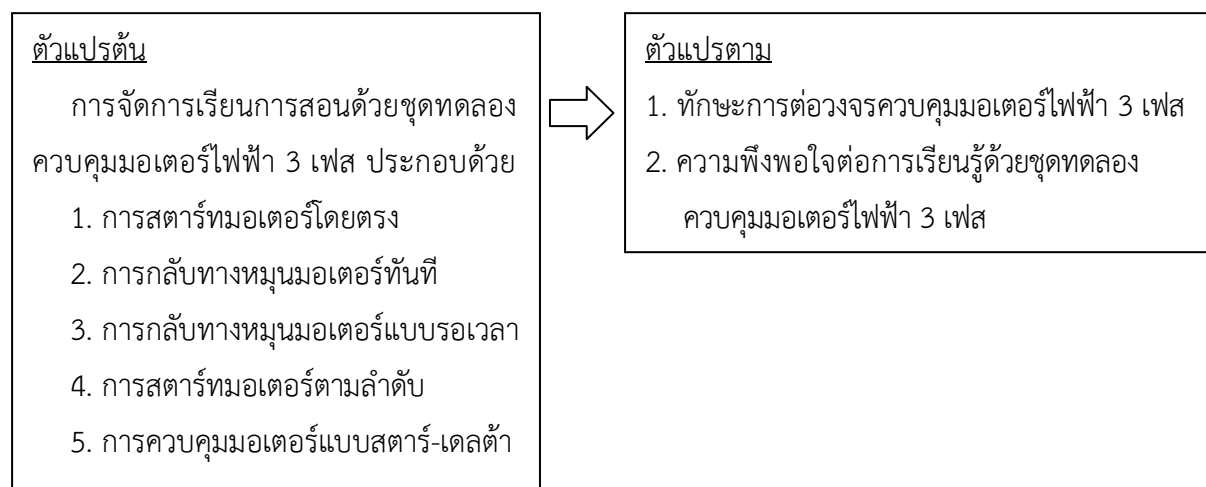
จากแนวคิดและบทความวิจัยข้างต้นเห็นได้ว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านการลงมือปฏิบัติ ย่อมส่งผลให้ผู้เรียนสามารถสร้างความเข้าใจได้โดยง่าย ดังนั้นชุดทดลองควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส จึงเป็นเครื่องมือหนึ่งที่จะช่วยให้นักศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมเครื่องกล คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม เกิดทักษะการต่อวงจรควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส ที่สูงขึ้น อันเป็นแนวทางแก้โจทย์ปัญหาทางการศึกษาที่ท้าทาย ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในวิธีการจัดการเรียนรู้เพื่อตอบสนองต่อความก้าวหน้าสู่ศตวรรษที่ 21

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อพัฒนาชุดทดลองควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80
2. เพื่อเปรียบเทียบทักษะการต่อวงจรควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส ของนักศึกษาระหว่างก่อนเรียนปฏิบัติและหลังเรียนปฏิบัติด้วยชุดทดลองควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส
3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการเรียนรู้ด้วยชุดทดลองควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส

กรอบแนวคิดในการวิจัย

การใช้ชุดทดลองควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส สำหรับการจัดการเรียนการสอน เป็นอีกวิธีการหนึ่งที่จะช่วยให้นักศึกษาเกิดการเรียนรู้ผ่านประสบการณ์ใหม่ๆ นอกจากความรู้ในหนังสือแบบเรียน เป็นการสร้างองค์ความรู้ให้แก่ตนเองจนเป็นทักษะความรู้ที่ติดตัว ดังที่แสดงกรอบแนวคิดในการวิจัยไว้ในภาพ 1



ภาพ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงครามที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1/2565 ในรายวิชา พื้นฐานวิศวกรรมไฟฟ้าและการประยุกต์ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์สำหรับวิศวกรเครื่องกล รหัสวิชา MEEN271 จำนวน 15 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. ชุดทดลองควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส และใบงานการทดลอง

เพื่อให้ได้ชุดทดลองควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส ที่มีคุณภาพและสามารถนำไปพัฒนาทักษะการต่อวงจรควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส ของนักศึกษาได้จริง ผู้วิจัยจึงได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1.1 ศึกษาแนวทางการออกแบบและสร้างชุดทดลองควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส โดยผู้วิจัยได้ยึดตามหลักแนวความคิดของวัลลภ จันทรตระกูล (2543)

1.2 สร้างชุดทดลองควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส จำนวน 1 ชุด พร้อมทั้งจัดทำใบงานการทดลองควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส จำนวน 5 ใบงาน ได้แก่

- 1.2.1 การต่อวงจรสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้าโดยตรง
- 1.2.2 การต่อวงจรกลับทางหมุนมอเตอร์ไฟฟ้าทันที
- 1.2.3 การต่อวงจรกลับทางหมุนมอเตอร์ไฟฟ้าแบบรอเวลา
- 1.2.4 การต่อวงจรสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้าตามลำดับ
- 1.2.5 การต่อวงจรควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าแบบสตาร์ท-เดลด้า

1.3 นำชุดทดลองควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส และใบงานการทดลอง ไปให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่านที่มีความเชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมไฟฟ้าและด้านวิศวกรรมเครื่องกล เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมในการนำไปใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้แบบประเมินมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) มี 5 ระดับ ดังนี้

5 คะแนน หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

4 คะแนน หมายถึง เหมาะสมมาก

3 คะแนน หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

2 คะแนน หมายถึง เหมาะสมน้อย

1 คะแนน หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

และเกณฑ์การให้ความหมายของค่าเฉลี่ย กำหนดตามเกณฑ์ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย 4.51-5.00 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

คะแนนเฉลี่ย 3.51-4.50 หมายถึง เหมาะสมมาก

คะแนนเฉลี่ย 2.51-3.50 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

คะแนนเฉลี่ย 1.51-2.50 หมายถึง เหมาะสมน้อย

คะแนนเฉลี่ย 1.00-1.50 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

1.4 นำชุดทดลองควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส และใบงานการทดลองที่ได้ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ไปใช้กับกลุ่มทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ซึ่งไม่ใช่ประชากรที่ใช้ในการวิจัยและไม่เคยเรียนรู้ด้วยชุดทดลองควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส และใบงานการทดลองควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส จำนวน 5 ใบงานมาก่อน โดยขั้นตอนการหาประสิทธิภาพแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน ซึ่งแต่ละขั้นตอนใช้กลุ่มทดสอบที่ไม่ใช่กลุ่มเดิมและทำการทดสอบกลุ่มละ 1 ครั้ง ดังนี้

1.4.1 ขั้นหนึ่งต่อหนึ่ง (One-to-One Testing) เป็นการนำชุดทดลองควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส และใบงานการทดลอง ไปใช้กับนักศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ ชั้นปีที่ 3 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1/2565 จำนวน 3 คน แบ่งออกเป็นนักศึกษาที่เรียนเก่ง เรียนปานกลาง และเรียนอ่อน เพื่อปรับปรุงเรื่องความเข้าใจ การใช้ภาษา และเวลาที่ใช้ในการศึกษา ด้วยการสังเกตพฤติกรรมการเรียน ความต่อเนื่องของการเรียน และการปฏิบัติกิจกรรมทั้ง 5 กิจกรรม พร้อมทั้งนำไปปรับปรุงพัฒนาสำหรับนำไปใช้ในขั้นตอนต่อไป

1.4.2 นำผลดำเนินการในข้อ 1.4.1 มาพัฒนาปรับปรุงแก้ไขอีกครั้ง แล้วนำไปใช้กับกลุ่มชั้นภาคสนาม (Field Testing) ซึ่งเป็นนักศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ ชั้นปีที่ 3 (หลักสูตรเทียบโอน) ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1/2565 จำนวน 26 คน เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดทดลองควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส โดยผู้วิจัยได้อาศัยแนวคิดของชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2556) ที่ได้กำหนดเกณฑ์ (E1/E2) เอาไว้ที่ 80/80 กล่าวคือ เมื่อนักศึกษาเรียนปฏิบัติด้วยชุดทดลองควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส เสร็จแล้ว นักศึกษาจะต้องทำใบงานการทดลองทั้ง 5 ใบงานให้ได้ผลเฉลี่ยร้อยละ 80 ขึ้นไป และประเมินหลังเรียนต้องได้ผลเฉลี่ยร้อยละ 80 ขึ้นไปเช่นกัน ทั้งนี้ก็นำข้อมูลที่ได้มาปรับปรุงพัฒนาก่อนนำไปใช้กับประชากรที่ใช้ในการวิจัยต่อไป

2. แบบวัดทักษะปฏิบัติการต่อวงจรควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส

แบบวัดทักษะปฏิบัติการต่อวงจรควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส ที่ผู้วิจัยใช้ในการทดสอบก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุดทดลองควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส มีขั้นตอนการสร้างแบบวัดดังนี้

2.1 ศึกษาหลักแนวคิดเกี่ยวกับการสร้างแบบวัด โดยผู้วิจัยยึดหลักแนวคิดของพิสนุ พองศรี (2552) ในการสร้างแบบวัดให้เกิดประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด

2.2 สร้างแบบวัดให้มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของแบบวัด โดยแบบวัดที่ใช้เป็นแบบประเมินรูปิก (Rubric) ที่ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ เกณฑ์ที่ใช้ประเมินผลการปฏิบัติของผู้เรียน และระดับคุณภาพหรือระดับคะแนน 3 ระดับ (สุวิมล ว่องวานิช, 2550)

2.3 นำแบบวัดไปให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ที่เป็นกลุ่มเดิม ตรวจสอบค่าความตรง ได้แก่ ความถูกต้องของเนื้อหา ความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ และระยะเวลาการทดสอบ โดยพิจารณาจากค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) พร้อมทั้งคัดเลือกรายการคุณลักษณะที่ต้องการวัดที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป

2.4 นำแบบวัดที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปใช้กับกลุ่มทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ซึ่งไม่ใช่ประชากรที่ใช้ในการวิจัยและไม่เคยทดสอบกับแบบวัดชุดนี้มาก่อน ทั้งนี้ขั้นตอนหาประสิทธิภาพแบบวัดแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน ซึ่งแต่ละขั้นตอนใช้กลุ่มทดสอบที่ไม่ใช่กลุ่มเดิมโดยทำการทดสอบกลุ่มละ 1 ครั้ง ดังนี้

2.4.1 นำแบบวัดไปทดลองใช้กับนักศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ ชั้นปีที่ 3 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1/2565 จำนวน 3 คน แบ่งเป็นนักศึกษาเรียนเก่ง เรียนปานกลาง และเรียนอ่อน เพื่อตรวจสอบความชัดเจนของประเด็นคำถาม ความยากง่ายของเนื้อหา ภาษาที่ใช้ ด้วยการสังเกตพฤติกรรมทดสอบ พร้อมทั้งนำไปปรับปรุงพัฒนาเพื่อนำไปใช้ในขั้นตอนต่อไป

2.4.2 นำแบบวัดที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้ (Tryout) กับกลุ่มนักศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ ชั้นปีที่ 3 (หลักสูตรเทียบโอน) ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1/2565 จำนวน 26 คน เพื่อให้แบบวัดมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด โดยผลจากการหาประสิทธิภาพของแบบวัดทักษะพบว่ามีความเชื่อมั่น 0.88 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.31 – 0.85

2.5 นำแบบวัดที่ปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้วไปจัดทำเป็นแบบวัดฉบับสมบูรณ์ เพื่อใช้เก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มประชากรต่อไป

3. แบบสอบถามความพึงพอใจต่อการเรียนรู้ด้วยชุดทดลองควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส

แบบสอบถามความพึงพอใจเป็นแบบสอบถามความคิดเห็นของนักศึกษาหลังจากที่ได้เรียนรู้ผ่านชุดทดลองควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแบบวัดความพึงพอใจตามขั้นตอนดังนี้

3.1 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบวัดความพึงพอใจ เพื่อเป็นการกำหนดกรอบแนวคิดทั้งนี้การสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจต่อผลการเรียนรู้ด้วยชุดทดลองควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส ผู้วิจัยได้ยึดแนวคิดของพิสนุ ฟองศรี (2552) ที่สร้างแบบวัดความพึงพอใจตามวิธีการของลิเคิร์ต (Likert's Method)

3.2 สร้างแบบสอบถามความพึงพอใจตามกรอบความคิดที่กำหนดไว้ จำนวน 20 ข้อ ประเมินผลด้วยวิธีการกำหนดมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) มี 5 ระดับ ดังนี้

4.21-5.00 หมายถึง มีความพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด

3.41-4.20 หมายถึง มีความพอใจอยู่ในระดับมาก

2.61-3.40 หมายถึง มีความพอใจอยู่ในระดับปานกลาง

1.81-2.60 หมายถึง มีความพอใจอยู่ในระดับน้อย

1.00-1.80 หมายถึง มีความพอใจอยู่ในระดับน้อยที่สุด

3.3 นำแบบสอบถามความพึงพอใจที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ที่เป็นกลุ่มเดิม ตรวจสอบค่าความตรง ได้แก่ ความถูกต้องของเนื้อหา ความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ และระยะเวลาสอบถาม โดยพิจารณาจากค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) พร้อมทั้งคัดเลือกรายการข้อคำถามของแบบทดสอบที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป มาใช้ในการพัฒนาครั้งนี้

3.4 นำแบบสอบถามความพึงพอใจที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปใช้กับกลุ่มทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ซึ่งไม่ใช่ประชากรที่ใช้ในการวิจัยและไม่เคยใช้แบบสอบถามชุดนี้มาก่อน ทั้งนี้ขั้นตอนหาประสิทธิภาพแบบสอบถามแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน ซึ่งแต่ละขั้นตอนใช้กลุ่มทดสอบที่ไม่ใช่กลุ่มเดิมโดยทำการทดสอบกลุ่มละ 1 ครั้ง ดังนี้

3.4.1 นำแบบวัดไปทดลองใช้กับนักศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ ชั้นปีที่ 3 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1/2565 จำนวน 3 คน แบ่งเป็นนักศึกษาเรียนเก่ง เรียนปานกลาง และเรียนอ่อน

เพื่อตรวจสอบความชัดเจนของประเด็นคำถาม ภาษาที่ใช้ ความยากง่ายของเนื้อหา สังเกตและบันทึกพฤติกรรมอย่างละเอียด พร้อมทั้งนำไปปรับปรุงพัฒนาเพื่อนำไปใช้ในขั้นตอนต่อไป

3.4.2 นำแบบสอบถามที่ปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้ (Tryout) กับกลุ่มนักศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ ชั้นปีที่ 3 (หลักสูตรเทียบโอน) ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1/2565 จำนวน 26 คน เพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามซึ่งเป็นการหาสัมประสิทธิ์แอลฟา โดยผลจากการหาประสิทธิภาพของแบบสอบถามพบว่ามีความเชื่อมั่น 0.81

3.5 นำแบบสอบถามความพึงพอใจที่ปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้ว ไปจัดทำเป็นแบบสอบถามฉบับสมบูรณ์เพื่อใช้เก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มประชากรต่อไป

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-Experimental Research) ผู้วิจัยจึงดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ให้กลุ่มประชากรทดสอบด้วยวิธีการปฏิบัติจากแบบวัดทักษะปฏิบัติการต่อวงจรควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส เพื่อวัดทักษะการต่อวงจรควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส ก่อนเรียน
2. ผู้วิจัยทำการสอนต่อวงจรควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส จากใบงานการทดลอง ด้วยชุดทดลองควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส จนครบทั้ง 5 ใบงาน
3. ให้กลุ่มประชากรทดสอบด้วยวิธีการปฏิบัติจากแบบวัดทักษะปฏิบัติการต่อวงจรควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส เพื่อวัดทักษะการต่อวงจรควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส หลังเรียนครบทั้ง 5 ใบงาน ทั้งนี้แบบวัดเป็นชุดเดียวกันกับแบบวัดที่ใช้ทดสอบก่อนเรียน
4. ให้กลุ่มประชากรทำแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการเรียนรู้ด้วยชุดทดลองควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส
5. นำข้อมูลคะแนนทดสอบก่อนเรียน คะแนนทดสอบหลังเรียน และระดับความพึงพอใจ ไปวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อสรุปผลและอภิปรายผลตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ประสิทธิภาพของชุดทดลองควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส

วิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพ ($E1/ E2$) ของชุดทดลองควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส หาได้จากสมการ (1) และสมการ (2) ดังนี้ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2556)

$$E1 = \left[\left(\frac{\sum_{i=1}^N X_i}{N_{\text{field group}}} \right) / A \right] \times 100 \quad (1)$$

และ

$$E2 = \left[\left(\frac{\sum_{i=1}^N Y_i}{N_{\text{field group}}} \right) / B \right] \times 100 \quad (2)$$

เมื่อ $E1$ คือ ค่าคะแนนเฉลี่ยร้อยละจากใบงานการทดลองในแต่ละเรื่อง, $E2$ คือ ค่าคะแนนเฉลี่ยร้อยละจากแบบวัดทักษะปฏิบัติการต่อวงจรควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส, X_i คือ คะแนนระหว่างเรียนของผู้ทดสอบคนที่ i จากใบงานการทดลอง, Y_i คือ คะแนนจากแบบวัดทักษะปฏิบัติการหลังจากเรียนครบ 5 ใบงานการทดลองของคนที่ i , A คือ คะแนนเต็มของใบงานการทดลอง, B คือ คะแนนเต็มของแบบวัด

2. ทักษะการต่อวงจรควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส

2.1 วิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์จากแบบวัดทักษะปฏิบัติการต่อวงจรควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส วิเคราะห์โดยค่าเฉลี่ย (M) จากสมการ (3) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) จากสมการ (4) ดังนี้ (พิสนุ พองศรี, 2552)

$$M = \frac{\sum_{i=1}^{N_p} z_i}{N_p} \quad (3)$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{N_p} (z_i - M)^2}{N_p}} \quad (4)$$

เมื่อ z_i คือ ค่าคะแนนแบบรายข้อของประชากรคนที่ i , และ N_p คือ จำนวนประชากร

2.2 เปรียบเทียบผลคะแนนที่ได้จากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยชุดทดลองควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส วิเคราะห์โดยการทดสอบค่าทีแบบสองกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระจากกัน (Paired – Samples T Test) หาได้จากสมการ (5) ดังนี้ (พิสนุ พองศรี, 2552)

$$t = \frac{\sum_{i=1}^N D_i}{\sqrt{\frac{N \sum_{i=1}^N D_i^2 - \left(\sum_{i=1}^N D_i \right)^2}{N-1}}} \quad (5)$$

เมื่อ D_i คือ ผลต่างระหว่างข้อมูลแต่ละคู่, N คือ จำนวนคู่

3. ความพึงพอใจต่อการเรียนรู้ด้วยชุดทดลองควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส

วิเคราะห์ความพึงพอใจต่อการเรียนรู้ด้วยชุดทดลองควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส โดยใช้ค่าเฉลี่ย (M) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) จากสมการ (3) และสมการ (4) ตามลำดับ

ผลการวิจัย

1. ผลการหาประสิทธิภาพชุดทดลองควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส

สำหรับการหาประสิทธิภาพชุดทดลองควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส และใบงานการทดลอง จำนวน 5 ใบงาน แสดงไว้ในตาราง 1 ดังนี้

ตาราง 1 ผลการหาประสิทธิภาพชุดทดลองควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส

คะแนนจากใบงานการทดลอง (ร้อยละ)					คะแนนจากแบบวัดทักษะปฏิบัติ (ร้อยละ)
ใบงานที่ 1	ใบงานที่ 2	ใบงานที่ 3	ใบงานที่ 4	ใบงานที่ 5	
88.81	90.20	90.66	89.79	90.02	
$E1 = 89.90$					$E2 = 90.17$

จากตาราง 1 เห็นได้ว่า ประสิทธิภาพชุดทดลองควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด โดยคะแนนระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ($E1$) มีค่าเฉลี่ยรวมคิดเป็นร้อยละ 89.90 โดยค่าน้อยที่สุดมีค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 88.81 และค่ามากที่สุดมีค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 90.66 ซึ่งมากกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ทุกใบงานการทดลอง ส่วนคะแนนเฉลี่ยจากผลการทดสอบด้วยแบบวัดทักษะปฏิบัติการต่อวงจรควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส หลังจากการเรียนรู้ครบทั้ง 5 ใบงานการทดลอง ($E2$) มีค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 90.17 ซึ่งก็มากกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้เช่นกัน

2. ผลการเปรียบเทียบทักษะการต่อวงจรควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส ก่อนและหลังการเรียนรู้ปฏิบัติด้วยชุดทดลองควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส

สำหรับการเปรียบเทียบทักษะการต่อวงจรควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนปฏิบัติด้วยชุดทดลองควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส แสดงไว้ในตาราง 2 ดังนี้

ตาราง 2 ผลการเปรียบเทียบทักษะการต่อวงจรควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยชุดทดลองควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส

การวัดทักษะ	N_p	M	S	t - Test	Sig.
ก่อนเรียน	15	0.52	0.38	-10.08	0.00*
หลังเรียน	15	4.79	0.64		

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตาราง 2 เห็นได้ว่า ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยชุดทดลองควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส ประชากรซึ่งเป็นนักศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมเครื่องกล จำนวน 15 คน มีผลการวัดทักษะปฏิบัติการต่อวงจรควบคุมมอเตอร์

ไฟฟ้า 3 เฟส เฉลี่ยอยู่ที่ 0.52 และ 4.78 ตามลำดับ โดยมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 0.38 และ 0.64 ตามลำดับ ทั้งนี้เมื่อเปรียบเทียบทักษะการต่อวงจรควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยชุดทดลองควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส โดยใช้สถิติการทดสอบค่าทีแบบสองกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระจากกัน พบว่ามีความต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนมีค่าสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน

3. ผลการศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อการเรียนรู้ด้วยชุดทดลองควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส

เมื่อดำเนินการจัดการเรียนการสอนด้วยชุดทดลองควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส เสร็จสิ้นแล้ว ผู้วิจัยจึงทำการศึกษาความพึงพอใจของกลุ่มประชากรที่มีต่อการเรียนรู้ด้วยชุดทดลองควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส โดยผลการศึกษาแสดงไว้ในดังตาราง 3 ดังนี้

ตาราง 3 ผลการศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อการเรียนรู้ด้วยชุดทดลองควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส

รายการประเมิน	M	S	ระดับความพึงพอใจ
สื่อการเรียนรู้	4.55	0.49	มากที่สุด
1. ชุดทดลองควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส ช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความอยากที่จะเรียนรู้	4.47	0.50	มากที่สุด
2. ชุดทดลองควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจ เกิดความคิดรวบยอดรวดเร็ว และสรุปองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง	4.60	0.49	มากที่สุด
3. ชุดทดลองควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส ช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะการต่อวงจรควบคุมมอเตอร์	4.53	0.50	มากที่สุด
4. ใบงานการทดลองมีความชัดเจน เข้าใจง่าย	4.60	0.49	มากที่สุด
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้	4.52	0.50	มากที่สุด
5. กิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับจุดประสงค์ที่กำหนดไว้	4.47	0.50	มากที่สุด
6. กิจกรรมการเรียนรู้มีความสอดคล้องตามขั้นตอนของกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ	4.60	0.49	มากที่สุด
7. กิจกรรมการเรียนรู้มีความหลากหลาย	4.53	0.50	มากที่สุด
8. ระยะเวลาในการจัดกิจกรรมเหมาะสมต่อการเรียนในเนื้อหาแต่ละชุดกิจกรรม	4.47	0.50	มากที่สุด
การวัดผลการเรียนรู้	4.58	0.48	มากที่สุด
9. เครื่องมือที่ใช้วัดผลการเรียนรู้ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้	4.53	0.50	มากที่สุด

รายการประเมิน	<i>M</i>	<i>S</i>	ระดับความพึงพอใจ
10. เกณฑ์ที่ใช้วัดผลการเรียนรู้ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้	4.73	0.44	มากที่สุด
11. การวัดผลการเรียนรู้เน้นการประเมินตามสภาพจริง	4.53	0.50	มากที่สุด
12. การวัดผลการเรียนรู้มีความยุติธรรมต่อผู้เรียน	4.53	0.50	มากที่สุด
รวมเฉลี่ย	4.55	0.49	มากที่สุด

จากตาราง 3 ในรายการประเมินสื่อการเรียนรู้ เห็นได้ว่า กลุ่มประชากรมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ($M = 4.55$, $S = 0.49$) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ เห็นได้ว่าข้อที่มีความพึงพอใจมากที่สุด คือ ชุดทดลองควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจ เกิดความคิดรวบยอดรวดเร็ว และสรุปองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง ($M = 4.60$, $S = 0.49$) และใบงานการทดลองมีความชัดเจน เข้าใจง่าย ($M = 4.60$, $S = 0.49$) โดยทั้ง 2 ข้อมีระดับความพึงพอใจมากที่สุดเท่ากัน รองลงมาเป็นชุดทดลองควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส ช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะการต่อวงจรควบคุมมอเตอร์ ($M = 4.53$, $S = 0.50$) ซึ่งมีระดับความพึงพอใจมากที่สุด ส่วนข้อที่มีความพึงพอใจน้อยที่สุด คือ ชุดทดลองควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส ช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้อยากเรียน ($M = 4.47$, $S = 0.50$) ซึ่งมีระดับความพึงพอใจมากที่สุด ส่วนรายการประเมินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เห็นได้ว่า กลุ่มประชากรมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ($M = 4.52$, $S = 0.50$) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ เห็นได้ว่าข้อที่มีความพึงพอใจมากที่สุด คือ กิจกรรมการเรียนรู้มีความสอดคล้องตามขั้นตอนของกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ($M = 4.60$, $S = 0.49$) ซึ่งมีระดับความพึงพอใจมากที่สุด รองลงมาเป็นกิจกรรมการเรียนรู้มีความหลากหลาย ($M = 4.53$, $S = 0.50$) ซึ่งมีระดับความพึงพอใจมากที่สุด ส่วนข้อที่มีความพึงพอใจน้อยที่สุดคือกิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับจุดประสงค์ที่กำหนดไว้ ($M = 4.47$, $S = 0.50$) และระยะเวลาในการจัดกิจกรรมเหมาะสมต่อการเรียนในเนื้อหาแต่ละชุดกิจกรรม ($M = 4.47$, $S = 0.50$) โดยทั้ง 2 ข้อมีระดับความพึงพอใจมากที่สุดเท่ากัน ส่วนผลการประเมินการวัดผลเรียนรู้ เห็นได้ว่า กลุ่มประชากรมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ($M = 4.58$, $S = 0.48$) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่าข้อที่มีความพึงพอใจมากที่สุดคือเกณฑ์ที่ใช้วัดผลการเรียนรู้ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ ($M = 4.73$, $S = 0.44$) ซึ่งมีระดับความพึงพอใจมากที่สุด รองลงามี 3 ข้อ ได้แก่ เครื่องมือที่ใช้วัดผลการเรียนรู้ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ ($M = 4.53$, $S = 0.50$) การวัดผลเรียนรู้เน้นการประเมินตามสภาพจริง ($M = 4.53$, $S = 0.50$) และการวัดผลการเรียนรู้มีความยุติธรรมต่อผู้เรียน ($M = 4.53$, $S = 0.50$) ซึ่งทั้ง 3 ข้อมีระดับความพึงพอใจมากที่สุดเท่ากัน สุดท้ายเมื่อมองในภาพรวมของความพึงพอใจ เห็นได้ว่า กลุ่มประชากรมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ($M = 4.55$, $S = 0.49$)

สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

ประสิทธิภาพชุดทดลองควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด โดยคะแนนจากใบงานการทดลองซึ่งเป็นคะแนนระหว่างเรียนมีผลคะแนนเฉลี่ยรวมคิดเป็นร้อยละ 89.90 ทั้งนี้ผลคะแนนเฉลี่ยแต่ละใบงานการทดลองมีค่าระหว่างร้อยละ 88.81 ถึงร้อยละ 90.66 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ทั้ง 5 ใบงาน นอกจากนี้ผลการประเมินจากแบบวัดทักษะปฏิบัติการต่อวงจรควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส หลังจากเรียนด้วยชุดทดลองควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส พบว่า มีผลคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 90.17 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้เช่นกัน ทั้งนี้อาจเนื่องจากชุดทดลองควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส และใบงานการทดลอง ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นได้ยึดแนวความคิดของวัลลภ จันทรตระกูล (2543) เกี่ยวกับการออกแบบและสร้างชุดฝึกปฏิบัติว่าด้วยเรื่องของการกำหนดจุดมุ่งหมายเพื่อกำหนดคุณลักษณะให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของเรื่อง รวมถึงการเตรียมเอกสารประกอบซึ่งก็คือใบงานการทดลองที่ต้องมีวัตถุประสงค์ของการปฏิบัติที่ชัดเจน รายการเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ต้องใช้ในการปฏิบัติ มีลำดับขั้นตอนการทำงานที่ถูกต้อง มีวงจรที่ใช้ในการปฏิบัติ และคำถามที่กระตุ้นความคิดของผู้เรียน นอกจากนี้เมื่อสร้างชุดทดลองควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส และใบงานการทดลองเสร็จ ผู้วิจัยได้นำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ที่มีความเชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมไฟฟ้าและด้านวิศวกรรมเครื่องกล เพื่อช่วยตรวจสอบความเหมาะสมในการนำไปใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ พร้อมทั้งนำไปทดลองใช้กับกลุ่มทดสอบประสิทธิภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยตามหลักกระบวนการวิจัยของชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2556) ด้วยเหตุผลดังกล่าวนี้จึงทำให้ชุดทดลองควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด

นักศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมเครื่องกล ชั้นปีที่ 2 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1/2565 จำนวน 15 คน ซึ่งเป็นกลุ่มประชากร มีทักษะปฏิบัติการต่อวงจรควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส ที่สูงขึ้น โดยผลการประเมินด้วยแบบวัดทักษะ คะแนนเฉลี่ยจากก่อนเรียนและหลังเรียนมีความต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ทั้งนี้อาจเนื่องจากชุดทดลองควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด อีกทั้งใบงานการทดลองที่สร้างขึ้นเป็นการจำลองสถานการณ์ต่างๆ เพื่อให้นักศึกษาได้ฝึกปฏิบัติด้วยตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับแนวความคิดของเอดการ์ เดล (Dale, 1969) ที่ได้กล่าวว่าการเรียนรู้ในสถานการณ์จำลอง รวมถึงการฝึกปฏิบัติในสภาพจริงที่เชื่อมโยงกับสถานการณ์ต่างๆ จะทำให้เกิดผลการเรียนรู้เพิ่มขึ้นเป็น 90% ซึ่งจากแนวคิดดังกล่าวสามารถพิสูจน์ได้จากงานวิจัยของอมร แสงหิรัญ และคณะ (2564) ที่พัฒนาชุดฝึกอบรมเรื่องการเดินท่อในงานอุตสาหกรรมการผลิตให้มีประสิทธิภาพ ตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด โดยประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมที่ได้คือ 85.39/88.40 และการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปฏิบัติของผู้เข้ารับการฝึกอบรมหลังจากฝึกอบรมเสร็จแล้ว พบว่า ผ่านการประเมินคิดเป็น 100% ซึ่งจากความสอดคล้องดังกล่าวนี้จึงกล่าวสรุปได้ว่าชุดทดลองควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด และการฝึกปฏิบัติในรูปแบบจำลองสถานการณ์ต่างๆ จากใบงานการทดลอง ส่งผลให้หลังจากเรียนด้วยชุดทดลองควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส นักศึกษามีทักษะการต่อวงจรควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส สูงกว่าก่อนเรียน

นักศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมเครื่องกล ชั้นปีที่ 2 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1/2565 จำนวน 15 คน ซึ่งเป็นกลุ่มประชากร มีความพึงพอใจในภาพรวมต่อการเรียนรู้ด้วยชุดทดลองควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส

อยู่ในระดับมากที่สุด และเมื่อพิจารณาในแต่ละด้าน ได้แก่ สื่อการเรียนรู้ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และการวัดผลการเรียนรู้ พบว่านักศึกษามีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุดทุกด้าน ทั้งนี้อาจเนื่องจากการได้เรียนรู้ผ่านการลงมือปฏิบัติเป็นการเรียนที่พัฒนาศักยภาพทางความคิด การแก้ปัญหา การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ โดยมีครูผู้สอนเป็นผู้คอยแนะนำ กระตุ้น หรืออำนวยความสะดวกให้แก่ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ ทำให้การเรียนไม่น่าเบื่อจำเจเนื่องจากผู้เรียนมีส่วนร่วมตลอดเวลา ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของวารินทร์พร พันเพ็ญฟู (2562) ที่ได้อธิบายถึงข้อดีในการเรียนรู้แบบปฏิบัติเอาไว่ว่าเป็นวิธีที่ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วม โดยมีครูผู้สอนทำหน้าที่เป็นผู้กำกับและอำนวยความสะดวก รวมทั้งเป็นผู้สนับสนุนและเสริมแรงให้ผู้เรียนเป็นผู้แสดงและตอบ ผู้เรียนจะถูกกระตุ้นให้มีส่วนร่วมในการเรียน ตลอดเวลา ทำให้เกิดการชอบเรียน ต้องการเรียนรู้ และต้องการแสวงหาความรู้เพิ่มเติมด้วยตนเอง ซึ่งจากแนวความคิดดังกล่าวนี้สามารถพิสูจน์ได้จากงานวิจัยของฉลองวุฒิ ศรีทองบริบูรณ์ (2563) ที่ได้พัฒนาชุดฝึกทักษะปฏิบัติการเครื่องมือกลเบื้องต้น โดยความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดฝึกทักษะอยู่ในระดับมาก ดังนั้นจึงอาจกล่าวได้ว่าการเรียนโดยมีครูผู้สอนเป็นผู้แนะนำ กระตุ้น หรืออำนวยความสะดวกให้แก่ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ผ่านสถานการณ์จำลองต่างๆ ทำให้ผู้เรียนรู้สึกพึงพอใจในด้านบวกต่อการเรียนรู้จากประสบการณ์ใหม่ๆ ที่ได้จากชุดทดลองควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส และใบงานการทดลองที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้สอนควรสนับสนุนและส่งเสริมการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน และระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียน ซึ่งผู้สอนควรอำนวยความสะดวกในเรื่องของการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน
2. ผู้สอนควรสนับสนุนและส่งเสริมให้ผู้เรียนมีอิสระในการใช้ความคิด และนำเสนอความคิดเห็น
3. ควรฝึกทักษะด้วยชุดทดลองควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส อย่างต่อเนื่อง เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการเรียนรู้ที่สูงขึ้น

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

ควรมีการพัฒนาชุดฝึกทักษะในเรื่องอื่นที่นักศึกษาสามารถนำไปใช้งานได้จริงเมื่อจบจากสถาบันการศึกษาไปแล้ว

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณกองทุนพัฒนาการวิจัยและบริหารจัดการงานวิจัย มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ที่ให้ความอนุเคราะห์ทุนสนับสนุนงานวิจัยประจำปีงบประมาณ 2565 ตามสัญญารับทุน RDI-2-65-15 คณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ที่ให้การรับรองการยกเว้นพิจารณาจริยธรรมโครงการวิจัยตามแนวทางหลักจริยธรรมการวิจัยในคนที่เป็นมาตรฐานสากล ตามหนังสือรับรอง PSRU-EC No.2022/044

เอกสารอ้างอิง

- ฉลองวุฒิ ศรีทองบริบูรณ์. (2563). พัฒนาชุดฝึกทักษะปฏิบัติวิิงานเครื่องมือกลเบื้องต้น เรื่อง งานตัด งานเจียรไน และงานเจาะ ด้วยกระบวนการสอนรูปแบบ MIAP สำหรับผู้เรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ. *วารสารศิลปการศึกษาศาสตร์วิจัย*, 12(1), 281-296.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2556). การทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน. *วารสารศิลปการศึกษาศาสตร์วิจัย*, 5(1), 7-20.
- พิสนุ พองศรี. (2552). *การสร้างและพัฒนาเครื่องมือวิจัย*. กรุงเทพฯ: ด้านสุทธาการพิมพ์.
- วัลลภ จันทรตระกูล. (2543). *สื่อการเรียนการสอน*. กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- วารินทพร พันเพื่องฟู. (2562). การจัดการเรียนรู้ Active Learning ให้สำเร็จ. *วารสารวไลยอลงกรณ์ปริทัศน์ (มนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์)*. 9(1), 135-145.
- สถาพร พงษ์พิกุล. (2558). *เอกสารประกอบการฝึกอบรม “คุณภาพผู้เรียนเกิดจากกระบวนการเรียนรู้”*. สระแก้ว: คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตสระแก้ว.
- สำนักงานที่ประชุมอธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏ. (2561). *ยุทธศาสตร์มหาวิทยาลัยราชภัฏ เพื่อการพัฒนาท้องถิ่น ระยะ 20 ปี (พ.ศ. 2560–2579)*. สืบค้นเมื่อ 7 พฤศจิกายน 2564, จาก <http://rdi.bru.ac.th/2018/wp-content/uploads/2020/08/แผนยุทธศาสตร์-มรภ-ระยะ-20-ปี-พ.ศ.2560-2579-ปรับปรุง11.pdf>
- สุวิมล ว่องวานิช (2550). การประเมินการปฏิบัติงาน. ใน สุวิมล ว่องวานิช (บรรณาธิการ), *การประเมินผล การเรียนรู้แนวใหม่* (หน้า 215-240). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อมร แสงหิรัญ และคณะ. (2564). การพัฒนาชุดฝึกอบรม เรื่องการเดินท่อในงานอุตสาหกรรมการผลิต. *วารสารวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรม พระจอมเกล้าพระนครเหนือ*, 12(2), 102-111.
- Dale, E. (1969). *Audiovisual Methods in Teaching*. 3rd Edition. New York, USA.: Holt, Rinehart and Winston, Inc.
- Sillang, M., Patricia, S., & Fata, A. (2020). Perception and Use of Electronic Trainer Kit (ETK) by Students in the Laboratory Session. *International Journal of Advanced Research in Technology and Innovation*, 2(3), 50-54.
- Yuniarti, N., Setiawan, A.L., & Hariyanto, D. (2020). The Development and Comprehensive Evaluation of Control System Training Kit as a Modular-Based Learning Media. *Journal Technology Education Management Informatics*, 9(3), 1234-1242. DOI: 10.18421/TEM93-52