

การสร้างชุดการสอนเรื่องการควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ด้วยพีแอลซี Construction of Teaching Package on Servo motor Control with PLC

สุนทร ก้องสินธุ์^{1*}, และ ณัฐวิรัช สุขสง¹
Soontorn Kongsintu^{1*} and Nattawich Suksong¹

(วันรับบทความ : 12 กรกฎาคม 2566/วันแก้ไขบทความ : 9 สิงหาคม 2566 /วันตอบรับบทความ : 16 สิงหาคม 2566)
(Received Date : July 12, 2023, Revised Date : August 9, 2023, Accepted Date : August 16, 2023)

บทคัดย่อ

บทความวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) สร้างชุดการสอนเรื่องการควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ด้วยพีแอลซี 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนที่เรียนด้วยชุดการสอนที่สร้างขึ้น และ 3) ศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนด้วยชุดการสอนเรื่องการควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ด้วยพีแอลซี กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี เทคโนโลยีบัณฑิต (ทล.บ.) วิทยาลัยเทคนิคมีนบุรี สาขาวิชาเทคโนโลยีเมคคาทรอนิกส์และหุ่นยนต์ที่ได้ลงทะเบียนเรียนวิชาการขับเคลื่อนไฟฟ้าและระบบเซอร์โว จำนวน 11 คน โดยใช้วิธีเลือกแบบเจาะจงเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย ชุดการสอน แบบประเมินคุณภาพชุดการสอน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และ แบบประเมินความพึงพอใจของผู้เรียน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลคือ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และ T-test แบบ Dependent ผลการวิจัย พบว่า 1) ชุดการสอนเรื่องการควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ด้วยพีแอลซี มีประสิทธิภาพ (1.251) ตามสูตรของเมกุยแกนส์ที่ได้กำหนดไว้ 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนหลังจากผ่านการเรียนด้วยชุดการสอนเรื่องการควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ด้วยพีแอลซีที่พัฒนาขึ้นมีค่าสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ 3) ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดการสอนเรื่องการควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ด้วยพีแอลซีที่สร้างขึ้นนี้อยู่ในระดับมาก ($\bar{x} = 4.41$, S.D. = 0.72) ผลงานวิจัยที่ได้สามารถนำไปเป็นแนวทางการสร้างชุดการสอน และหากผู้สอนที่จะนำชุดการสอนนี้ไปใช้จะต้องเข้าใจเนื้อหา วิธีการใช้สื่อประกอบการสอนเป็นอย่างดี เพื่อให้การเรียนการสอนเกิดประสิทธิภาพสูงสุด

คำสำคัญ : ชุดการสอน; เซอร์โวมอเตอร์; โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล (พีแอลซี)

¹ สาขาวิชาเทคโนโลยีเมคคาทรอนิกส์และหุ่นยนต์/วิทยาลัยเทคนิคมีนบุรี/สถาบันการอาชีวศึกษากรุงเทพมหานคร
Mechatronics and Robotic Technology Department/Minburi Technical College16/Institute of Vocational Education,
Bangkok

* ผู้พิมพ์ประสานงาน อีเมล: soonwa4@gmail.com

* Corresponding author e-mail: soonwa4@gmail.com

Abstract

This research article aims to 1) create a teaching package on servo motor control with PLC, 2) compare learning achievements before and after learning with the created teaching package, and 3) study the effectiveness of PLC control. Satisfaction of the students with learning with the teaching package on servo motor control with a PLC. The sample used in the research was 11 undergraduate students, Bachelor of Technology (B.Tech.), Minburi Technical College, Mechatronics and Robotics Technology Program, enrolled in electric propulsion and servo system subjects, using the method of purposive sampling. The research instruments consisted of a teaching package, a teaching package quality assessment form, a learning achievement test, and a student satisfaction assessment form. The statistics used to analyze the data were the Mean, Standard Deviation, and Dependent T-Test. The research results showed that 1) The teaching package for servo motor control with a PLC has an efficiency (1.251) according to the formula set by Meguigans. 2) The students' learning achievements after learning with the developed PLC servo motor control teaching package were significantly higher than before learning at .01 level. 3) The students' satisfaction with the created teaching package on servo motor control with a PLC was at a high level ($\bar{x} = 4.41$, S.D. = 0.72). The results of the research can be used as a guideline for creating a teaching package, and the instructor who uses this teaching package must understand the content and teaching aids in order to maximize the effectiveness of teaching and learning.

Keyword : Teaching package, Servo motor, Programmable Logic Control (PLC)

บทนำ

องค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา (OECD) ได้เริ่มประเมินสมรรถนะการแก้ปัญหาครั้งแรกเมื่อปี ค.ศ. 2012 (OECD, 2013) และมีการประเมินต่อเนื่องในปี ค.ศ. 2015 โดยพัฒนามาเป็นการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ (Collaborative Problem Solving) ซึ่งผลการประเมินของผู้เรียนไทยในปี 2015 พบว่า ผู้เรียนส่วนใหญ่ประมาณ 42% มีความสามารถในการแก้ปัญหาในระดับที่ 1 จากทั้งหมด 6 ระดับ หมายความว่า ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาในระดับความยาก หรือปัญหาที่ไม่ซับซ้อนได้ และผู้เรียนขาดความสามารถในการแก้ปัญหาผ่านกระบวนการทำงานแบบร่วมมือภายในกลุ่ม (PISA Thailand, 2018) ข้อเท็จจริงข้างต้นสะท้อนให้เห็นว่าผู้เรียนไทยยังประสบปัญหาในการเชื่อมโยงประสบการณ์ การเรียนรู้ในห้องเรียนไปสู่การแก้ปัญหาในชีวิตจริงนอกห้องเรียน การพัฒนาการและความก้าวหน้าอย่างต่อเนื่องของเทคโนโลยีสมัยใหม่ในยุคของเทคโนโลยีดิจิทัลที่ถูกนำมาประยุกต์ใช้กับการศึกษา ส่งผลให้การเรียนการสอนจำเป็นต้องปรับเปลี่ยนกระบวนการในการจัดสภาพแวดล้อมของการเรียนรู้ให้มีลักษณะและบรรยากาศที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมกับกิจกรรมการเรียนการสอนต้องสนับสนุนให้ผู้เรียนได้มีโอกาสเรียนรู้ได้ตามอัตราความก้าวหน้าของตนเอง ตามความถนัดและความสนใจของผู้เรียนซึ่งสอดคล้องกับกระบวนการที่เน้นให้ผู้เรียนรู้จักคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ องค์ความรู้ด้วยตนเองโดยมีแนวโน้มที่จะเปลี่ยนแปลงรูปแบบการเรียนการสอนจากเดิมไปเป็นการเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ดังนั้นการเรียนการสอนในยุคใหม่จะเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางเป็นเหตุให้ผู้สอนมีบทบาทที่ท้าทายมากขึ้นด้วย โดยเปลี่ยนจากผู้รอบรู้หน้าชั้นเรียนที่มีความเชี่ยวชาญซึ่งผู้เรียนจะต้องพึ่งแต่เพียงอย่างเดียวมาเป็นผู้ส่งเสริม ผู้กำกับการสอน ผู้ออกแบบการสอนเป็นสะพานที่เชื่อมโยงผู้เรียนกับเทคโนโลยีการศึกษาต่าง ๆ (Kankaew, 2021)

ปัจจุบันเทคโนโลยีระบบเซอร์โวมอเตอร์ได้เข้ามามีบทบาทสำคัญในอุตสาหกรรม เซอร์โวมอเตอร์ (Servo Motor) เป็นมอเตอร์ที่มีการควบคุมการเคลื่อนที่ไม่ว่าจะเป็นระยะ ความเร็ว มุมการหมุน โดยใช้การควบคุมแบบป้อนกลับ (Feedback control) เป็นอุปกรณ์ที่สามารถควบคุมเครื่องจักรกลหรือระบบการทำงานนั้น ๆ ให้เป็นไปตามความต้องการ เช่น ความเร็ว (Speed), แรงบิด (Torque), ตำแหน่ง (Position), ระยะทางในการเคลื่อนที่ (Position Control) ซึ่งมอเตอร์ทั่วไปไม่สามารถควบคุมในลักษณะดังกล่าวได้ โดยให้ผลลัพธ์ตามความต้องการที่มีความแม่นยำสูง (Thanaon et al., 2020) ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารงานวิจัยการพัฒนาและหาประสิทธิภาพชุดทดลองของการประยุกต์ใช้บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ในการควบคุมหุ่นยนต์ วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์และอินเตอร์เฟส (Ungkanawin, 2020) ซึ่งผลการวิจัยพบว่าชุดทดลองที่พัฒนาขึ้นอยู่ในระดับดีมาก ด้านการประเมินความพึงพอใจของนักศึกษาอยู่ในระดับดีมาก และประสิทธิภาพของชุดทดลองที่สร้างขึ้น มีค่าเท่ากับ 82.78/92.36 งานวิจัยการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นทักษะการปฏิบัติในรายวิชาการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ปีที่ 1 สาขาวิชาไฟฟ้ากำลัง (Srisusach & Promtow, 2020) ผลการวิจัยพบว่า 1) แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ (1) ขั้นสาธิต (2) ขั้นทำตามแบบ (3) ขั้นปฏิบัติ (4) ขั้นเทคนิควิธีการ และ (5) ขั้นเชื่อมโยงความรู้ 2) กิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นทักษะการปฏิบัติที่พัฒนาขึ้น มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก และมีประสิทธิภาพ เท่ากับ 82.75/83.50 และ 3) นักเรียนมีทักษะในการปฏิบัติหลังเรียน และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลพบว่าหลักสูตรและเนื้อหาในเรื่องการควบคุมระบบและการควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (PLC) ที่เป็นเรื่องสำคัญสำหรับผู้ที่จะเป็นช่างควบคุมเครื่องจักรอัตโนมัติ ซึ่งในการจัดการเรียนการสอนปกติแล้วผู้เรียนนำ PLC มาใช้ควบคุมอุปกรณ์ที่ไม่สอดคล้องกับภาคอุตสาหกรรม และในเรื่องดังกล่าวยังพบปัญหา อาทิเช่น นักศึกษาได้เรียนรู้เกี่ยวกับการเขียนโปรแกรมแล้ว นักศึกษาจะต้องนำโปรแกรมที่เขียนเสร็จแล้วไปทดลองใช้ควบคุมการทำงานกับอุปกรณ์จริงกับระบบเซอร์โวมอเตอร์ แต่ไม่สามารถดำเนินการได้ตามเงื่อนไขที่กำหนด เพราะไม่มีอุปกรณ์จริงให้นักศึกษาใช้ทดลอง เนื่องจากอุปกรณ์มีราคาแพง อีกทั้งจำนวนนักศึกษาในแต่ละชั้นเรียนมีจำนวนค่อนข้างมาก จึงอาจเป็นอีกหนึ่งสาเหตุที่ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาอยู่ในเกณฑ์ต่ำที่สอดคล้องกับงานวิจัยของก่อนหน้านี้ (Suksong et al., 2020) ซึ่งแนวทางหนึ่งของการปรับเปลี่ยนกระบวนการในการจัดสภาพแวดล้อมของการเรียนรู้ดังกล่าว ได้แก่ การบูรณาการเทคโนโลยีทางการศึกษาในการสอนและการเรียนรู้ หมายถึง กระบวนการในการกำหนดวิธีการสอนโดยการรวมสื่อการสอนมากกว่าหนึ่งชนิดเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาทางการเรียนการสอนในห้องเรียนได้อย่างเหมาะสม (Pettong & Koseeyaporn, 2016) สามารถประยุกต์แนวทางนี้ในการนำไปใช้ได้กับทุก ๆ วิชา รวมไปถึงวิชาวิชาการขับเคลื่อนไฟฟ้าและระบบเซอร์โวที่เป็นวิชาที่มีการเรียน การสอนทั้งในระดับอาชีวศึกษาและระดับอุดมศึกษา จึงมีความจำเป็นที่จะต้องบูรณาการสื่อหลาย ๆ ประเภทเข้าด้วยกันเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพทั้งทักษะทางด้านการต่อวงจรทางอิเล็กทรอนิกส์ และทักษะทางด้านเขียนโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล ให้สอดคล้องกับทางภาคอุตสาหกรรม

ด้วยสาเหตุนี้ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอนเรื่องการควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ด้วยพีแอลซีที่จะเป็นประโยชน์แก่อาจารย์ผู้สอน อีกทั้งยังสามารถใช้เป็นแนวทางให้แก่สถาบันการศึกษาทางด้านอาชีวศึกษาทั้งภาครัฐและเอกชนอื่นต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

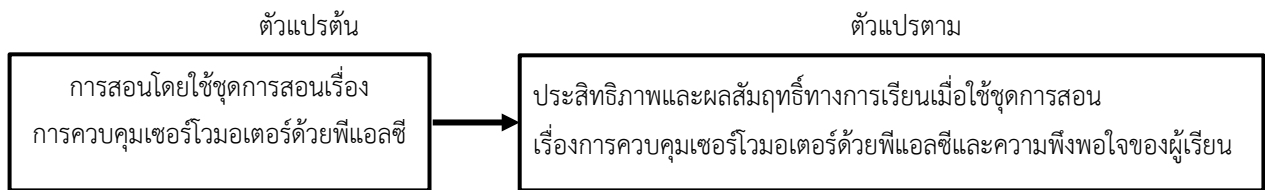
1. เพื่อสร้างชุดการสอนเรื่องการควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ด้วยพีแอลซี
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนที่เรียนด้วยชุดการสอนที่สร้างขึ้น
3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนด้วยชุดการสอนเรื่องการควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ด้วยพีแอลซี

สมมติฐานการวิจัย

1. คุณภาพชุดการสอนเรื่องการควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ด้วยพีแอลซีที่สร้างขึ้น ประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิ มีคุณภาพอยู่ในระดับดี
2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนที่เรียนด้วยชุดการสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐานของเมกุยแกนส์ที่ต้องมีค่ามากกว่า 1
3. ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนด้วยชุดการสอนที่สร้างขึ้นอยู่ในระดับมาก

กรอบแนวคิดการวิจัย

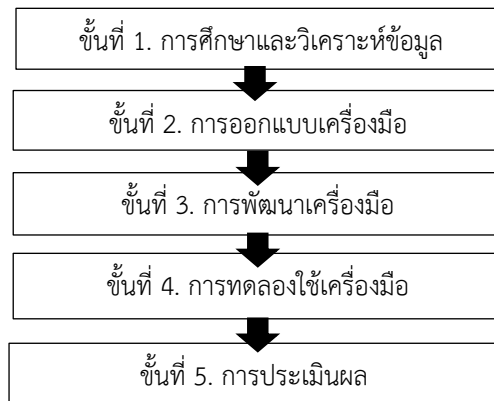
การวิจัยเรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอนเรื่องการควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ด้วยพีแอลซีครั้งนี้โดยกำหนดตัวแปรต้นและตัวแปรตาม ดังนี้



รูปที่ 1 กรอบแนวคิดของการวิจัย

วิธีการดำเนินการวิจัย

1. การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอน เรื่องการควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ด้วยพีแอลซีโดยผู้วิจัย ใช้กระบวนการวิจัยของ ADDIE Model (Khamanee, 2016) มี 5 ขั้นตอนดังนี้



รูปที่ 2 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

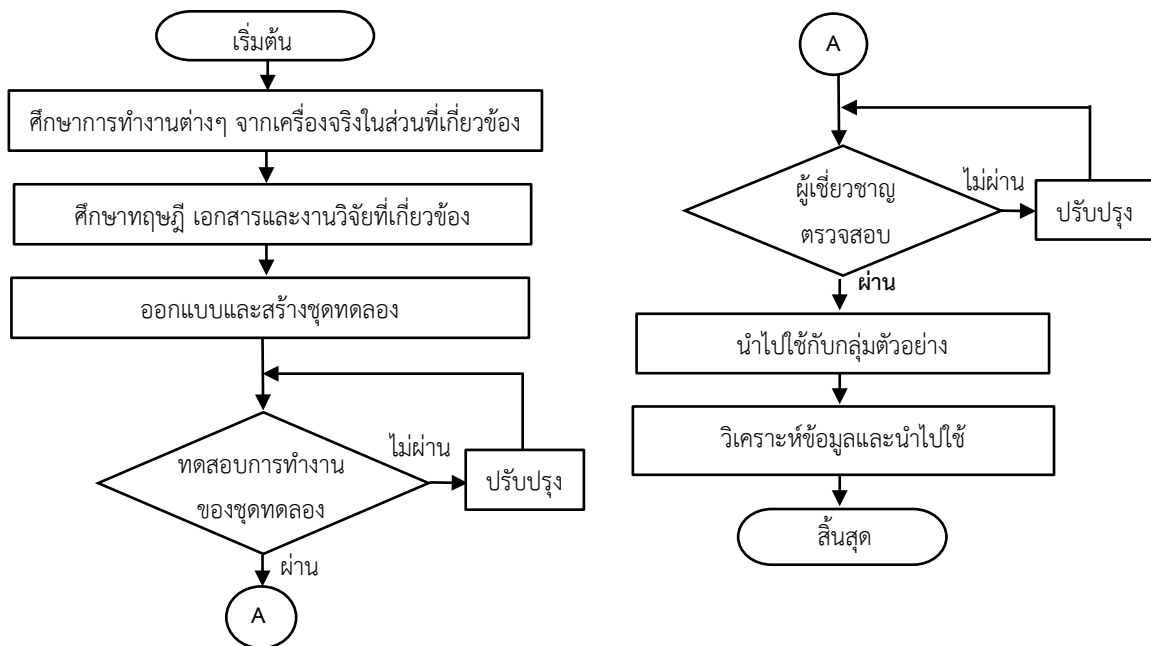
a. ขั้นที่ 1 การศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยทำการศึกษาข้อมูลพื้นฐานทั้งหมด ดังต่อไปนี้ 1) ศึกษาเอกสาร แนวคิด ทฤษฎี และผลการวิจัยที่เกี่ยวข้อง 2) สังเคราะห์งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล และการวิเคราะห์เนื้อหาวิชาการขับเคลื่อนไฟฟ้าและระบบเซอร์โว 3) ศึกษาพื้นฐานความรู้ความสามารถของผู้เรียนระดับปริญญาตรี 4) ศึกษาความต้องการในการใช้ชุดการสอนในวิชาการขับเคลื่อนไฟฟ้าและระบบเซอร์โวเรื่องการควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ด้วยพีแอลซีของผู้เรียน

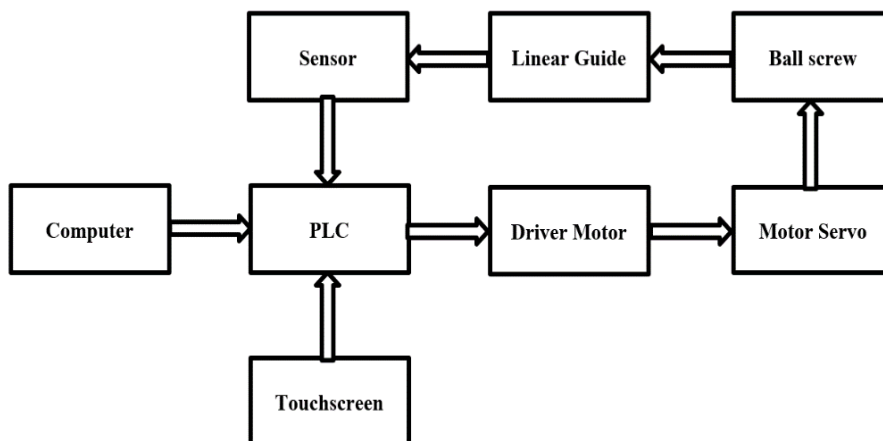
ในระดับปริญญาตรี 5) ศึกษารูปแบบของชุดการสอนและการวัดประเมินผลในการเรียนรู้ด้วยชุดการสอน 6) ศึกษาความสำคัญของชุดการสอน การออกแบบสื่อประกอบการเรียนการสอน และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยชุดการสอน

b. ขั้นที่ 2 การออกแบบเครื่องมือ ผู้วิจัยได้ดำเนินการดังนี้

- i. ออกแบบชุดการสอนจากการนำข้อมูลที่วิเคราะห์ได้จากขั้นตอนที่ 1 มาทำการกำหนดเป็นจุดประสงค์การเรียนรู้ กำหนดเครื่องมือวัดและประเมินผล กำหนดเนื้อหาวิชาการ การสร้างและออกแบบชุดทดลองเรื่องการควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ด้วยพีแอลซีและทดลองสร้างชุดต้นแบบ
- ii. ออกแบบชุดทดลองการควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ด้วยพีแอลซี เพื่อให้ผู้เรียนได้ใช้ในการทดลองตามใบเนื้อหา ผู้วิจัยได้จัดสร้างชุดทดลองโดยใช้พีแอลซี ยี่ห้อ Mitsubishi รุ่น FX5U-32MT ที่เหมาะสมกับการทดลองเบื้องต้น ดังรูปที่ 3 และรูปที่ 4



รูปที่ 3 แผนผังขั้นตอนการออกแบบชุดทดลอง



รูปที่ 4 ผังชุดทดลองควบคุมระบบเซอร์โวมอเตอร์

c. ขั้นที่ 3 การพัฒนาเครื่องมือ

ขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้พัฒนาและหาประสิทธิภาพชุดการสอนเรื่องการควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ด้วยพีแอลซี เป็นขั้นตอนที่นำผลที่ออกแบบตามขั้นตอนที่ 2 มาใช้ในการสร้างและพัฒนาชุดการสอน โดยนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ในด้านแผนการจัดการเรียนรู้ ด้านเอกสารชุดการสอน (คู่มือสำหรับผู้สอน คู่มือสำหรับผู้เรียน) ด้านชุดทดลองการควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ด้วยพีแอลซี ด้านโปรแกรมนำเสนอด้วยเพาเวอร์พอยต์ และด้านแบบทดสอบ เพื่อประเมินความเหมาะสมและตรวจสอบค่าดัชนีความสอดคล้องของชุดการสอน จากนั้นจึงนำไปทดลองใช้งาน แบบรายบุคคล และทดลองใช้แบบกลุ่มเล็กเพื่อนำผลที่ได้ไปพัฒนาและปรับปรุง หลังจากนั้นจึงเตรียมนำไปหา ค่าประสิทธิภาพกับกลุ่มตัวอย่าง

d. ขั้นที่ 4 การทดลองใช้เครื่องมือ

ผู้วิจัยทำการทดลองใช้ชุดการสอนกับกลุ่มตัวอย่าง เป็นการนำชุดการสอนที่สร้างขึ้นในขั้นที่ 3 ไปทดลองใช้ กับกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักศึกษาระดับชั้นปริญญาตรี หลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต (ทล.บ.) สถาบันการอาชีวศึกษา กรุงเทพมหานคร สาขาวิชาเทคโนโลยีเมคคาทรอนิกส์และหุ่นยนต์ จำนวน 11 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบเจาะจง แบบแผนการวิจัยในครั้งนี้คือ One Group Pretest – Posttest Design เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบไปด้วย ชุดการสอน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแผนกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องการควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ด้วยพีแอลซี ใช้สอนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565

e. ขั้นที่ 5 การประเมินผล

เป็นการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยชุดการสอนเรื่องการควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ด้วย PLC ซึ่งแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นแบบทดสอบปรนัยแบบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ โดยตอบถูกได้ 1 คะแนนและตอบผิดได้ 0 คะแนน จากนั้นจึงทำการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนด้วยแบบสอบถามแบบประเมินค่า 5 ระดับ จากนั้นนำผลที่ได้มาวิเคราะห์ผลข้อมูลโดยใช้ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าสถิติ

2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต (ทล.บ.) สาขาวิชาเทคโนโลยีเมคคาทรอนิกส์ และหุ่นยนต์

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต (ทล.บ.) วิทยาลัยเทคนิค มินบุรี สถาบันการอาชีวศึกษากรุงเทพมหานคร สาขาวิชาเทคโนโลยีเมคคาทรอนิกส์และหุ่นยนต์ที่ได้ลงทะเบียนเรียน วิชาการขับเคลื่อนไฟฟ้าและระบบเซอร์โว (รหัสวิชา 33-4127-3001) จำนวน 11 คน โดยเป็นการเลือกกลุ่มตัวอย่าง แบบเจาะจง (Purposive Sampling)

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอน เรื่องการควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ด้วยพีแอลซี เป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย

- ชุดการสอน เรื่องการควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ด้วยพีแอลซี ประกอบด้วย 1) เอกสารชุดการสอน (คู่มือสำหรับผู้สอน คู่มือสำหรับผู้เรียน) 2) โปรแกรมนำเสนอเพาเวอร์พอยต์ 3) ชุดทดลองการควบคุม เซอร์โวมอเตอร์ด้วย พีแอลซี 4) แผนการจัดการเรียนรู้
- แบบประเมินคุณภาพชุดการสอน เรื่องการควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ด้วยพีแอลซี
- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซึ่งเป็นแบบทดสอบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ
- แบบประเมินความพึงพอใจของผู้เรียน

4. การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือการวิจัย

ผู้วิจัยเริ่มต้นศึกษาและวิเคราะห์หลักสูตรรายวิชาในหลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต ปริญญาตรี(ต่อเนื่อง) และสำรวจหัวข้อต่าง ๆ สิ่งใหม่ ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ด้วยพีแอลซี เพื่อกำหนดหัวข้อเรื่อง และรายละเอียดของหลักสูตรรายวิชา จากนั้นให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ประเมินน้ำหนักความสำคัญของเนื้อหาและนำมาสร้างเป็นตารางวิเคราะห์หลักสูตร เขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเพื่อเป็นแนวทางในการสร้างใบเนื้อหาและออกแบบสร้างชุดการสอน กำหนดกิจกรรมการเรียนการสอนและสื่อการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับเนื้อหา (Chookhampaeng, 2016) โดยเครื่องมือที่ใช้สำหรับกรวิจัยครั้งนี้ มีดังนี้

a. เอกสารชุดการสอน เป็นเอกสารประกอบชุดการสอนที่พัฒนาขึ้น มีดังต่อไปนี้

- i. คู่มือสำหรับผู้สอน เป็นชุดเอกสารที่จัดเตรียมไว้สำหรับผู้สอนในการจัดการเรียนการสอน โดยมีรายละเอียดของคู่มือสำหรับผู้สอนประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ ใบเนื้อหา ใบงานการทดลอง แบบทดสอบท้ายหน่วยเรียน และคู่มือการใช้งาน
- ii. คู่มือสำหรับผู้เรียน เป็นชุดเอกสารที่จัดเตรียมไว้สำหรับผู้เรียน เพื่อใช้ในการเรียนรู้ มีทั้งหมด 5 หน่วย โดยมีรายละเอียดของคู่มือประกอบด้วย กิจกรรมการเรียนรู้อิงเนื้อหา ใบงาน และคู่มือการใช้งาน
- iii. โปรแกรมนำเสนอเพาเวอร์พอยต์ สำหรับใช้ประกอบการเรียนการสอน มีทั้งหมด 5 หน่วย โดยพิจารณาให้เหมาะสมกับเนื้อหา และสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เลือกสื่อที่เหมาะสมกับระดับของผู้เรียนและกิจกรรมการเรียนการสอนให้ใช้งานได้สะดวก เก็บรักษาง่ายและมีความเหมาะสมกับสภาพการจัดการเรียนการสอน
- iv. ชุดทดลอง เป็นสื่อการสอนที่ช่วยอธิบายการทำงานของการทำงานของควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ด้วยพีแอลซีที่สร้างขึ้น มา เพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอนด้านปฏิบัติ เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจหลักการและการทำงานของ การควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ด้วยพีแอลซี และช่วยเพิ่มจินตนาการของผู้เรียน

b. แบบประเมินคุณภาพ

ศึกษาวิธีการสร้างแบบประเมินคุณภาพจากงานวิจัย วิทยานิพนธ์ และค้นคว้าแบบอิสระ ผู้วิจัยดำเนินการสร้างแบบประเมินคุณภาพให้ครอบคลุมกับวัตถุประสงค์ของการวัดผล แล้วนำแบบประเมินคุณภาพไปตรวจสอบความถูกต้อง ตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา (Content Validity) ความเหมาะสมของภาษา และความสอดคล้องของข้อความกับเนื้อหา (Index of Item Objective Congruence : IOC) กับผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คนตรวจสอบเพื่อนำมาพิจารณาปรับปรุงและแก้ไขข้อความตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ และคำนวณหาความสอดคล้องของข้อความกับเนื้อหา แบบประเมินคุณภาพ มีค่าความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.67-1.00 หลังจากนั้นจัดทำแบบประเมินคุณภาพฉบับสมบูรณ์เป็นเครื่องมือการวิจัยโดยนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลตามแผนที่วางไว้

c. แบบทดสอบ

เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดประสิทธิภาพของชุดการสอน การสร้างแบบทดสอบ ผู้วิจัยได้ทำการออกข้อสอบตามตารางวิเคราะห์หลักสูตรที่ได้จากการให้น้ำหนักคะแนนความสำคัญของเนื้อหาและพฤติกรรม จากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน จำนวน 20 ข้อ เป็นข้อสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก เมื่อออกข้อสอบเสร็จแล้วให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินความตรงเชิงเนื้อหา เพื่อนำมาพิจารณาปรับปรุงให้เหมาะสมที่สามารถนำไปทดลองใช้กับกลุ่มทดลอง เพื่อวิเคราะห์หาคุณภาพของชุดข้อสอบ

d. แบบประเมินความพึงพอใจของผู้เรียน

ศึกษาวิธีการสร้างแบบประเมินความพึงพอใจจากงานวิจัย วิทยานิพนธ์ และค้นคว้าแบบอิสระ ผู้วิจัยดำเนินการสร้างแบบประเมินความพึงพอใจให้ครอบคลุมกับวัตถุประสงค์ของการวัดผล แล้วนำแบบประเมินความพึงพอใจไปตรวจสอบความถูกต้อง ตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา (Content Validity) ความเหมาะสมของภาษา กับผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คนตรวจสอบ เพื่อนำมาพิจารณาปรับปรุงและแก้ไขข้อคำถามตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ และคำนวณหาค่าความสอดคล้องของข้อคำถามกับเนื้อหา แบบประเมินความพึงพอใจ มีค่าความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.67-1.00 หลังจากนั้นจัดทำแบบประเมินความพึงพอใจแบบสมบูรณ์เป็นเครื่องมือการวิจัยโดยนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลตามแผนที่วางไว้

e. การเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บข้อมูลตามขั้นตอนต่อไปนี้ คือ

- i. ชี้แจงวัตถุประสงค์และเกณฑ์การประเมินคุณภาพของชุดการสอน เรื่องการควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ด้วยพีแอลซี
- ii. ชี้แจงการเรียนการสอนโดยใช้ชุดการสอน เรื่องการควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ด้วยพีแอลซีกับนักศึกษาที่เรียนรายวิชาการขับเคลื่อนไฟฟ้าและระบบเซอร์โว (รหัสวิชา 33-4127-3001)
- iii. จัดการเรียนการสอนโดยใช้ชุดการสอน เรื่องการควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ด้วยพีแอลซี โดยมีการทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน
- iv. ให้นักศึกษาประเมินความพึงพอใจหลังเสร็จการเรียนการสอนด้วยชุดการสอน เรื่องการควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ด้วยพีแอลซี
- v. เก็บรวบรวมข้อมูลแบบทดสอบและแบบประเมินความพึงพอใจกลับคืน
- vi. นำข้อมูลไปวิเคราะห์ผลทางสถิติ

f. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอน เรื่องการควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ด้วยพีแอลซี โดยใช้สถิติพื้นฐาน คือ ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและ T-test แบบ Dependent โดยการแปลผลความหมายคะแนนเฉลี่ยที่ได้มาจัดระดับความสำคัญเป็น 5 ระดับ คือ ค่าเฉลี่ยของคะแนนความหมาย ผู้วิจัยใช้เกณฑ์ในการวิเคราะห์ตามแนวคิดของ (John et al., (2016) มีรายละเอียดดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.50 - 5.00 หมายถึง ระดับมากที่สุด	ค่าเฉลี่ย 3.50 - 4.49 หมายถึง ระดับมาก
ค่าเฉลี่ย 2.50 - 3.49 หมายถึง ระดับปานกลาง	ค่าเฉลี่ย 1.50 - 2.49 หมายถึง ระดับน้อย
ค่าเฉลี่ย 0.50 - 1.49 หมายถึง ระดับน้อยที่สุด	

ผลการวิจัย

ผลการวิจัยเพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอน เรื่องการควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ด้วยพีแอลซี มีรายละเอียดดังนี้

1. ผลการสร้างและผลการประเมินคุณภาพของชุดการสอน เรื่องการควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ด้วยพีแอลซี

ผู้วิจัยทำการสร้างและออกแบบชุดการสอน เรื่องการควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ด้วยพีแอลซี แล้วได้นำไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบและขอคำแนะนำและข้อเสนอแนะต่าง ๆ เมื่อผู้วิจัยได้ข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญมาแล้วทำการพัฒนาและปรับปรุงตามคำแนะนำและข้อเสนอแนะ โดยสามารถประมวลภาพการสร้างและออกแบบชุดการสอน ดังรูปที่ 5 ผลการประเมินคุณภาพของชุดการสอน เรื่องการควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ด้วย PLC ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

โดยประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 5 ท่าน โดยผลการประเมินเฉลี่ยรวม 4.57 จัดอยู่ในเกณฑ์มากที่สุดแสดงดังตารางที่ 1

2. ผลการประเมินประสิทธิภาพของชุดการสอนที่สร้างขึ้น

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนก่อนเรียนกับหลังจากการเรียนรู้ด้วยชุดการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมานั้น ถูกลำมาวิเคราะห์ผลและแสดงดังตารางที่ 2 กับตารางที่ 3 ตามลำดับ

ตารางที่ 1 ผลการประเมินคุณภาพชุดการสอน

รายการประเมิน	\bar{x}	S.D.	ระดับคุณภาพ
1. ด้านแผนการจัดการเรียนรู้	4.48	0.18	ดี
2. ด้านเอกสารชุดการสอน (คู่มือสำหรับผู้สอน คู่มือสำหรับผู้เรียน)	4.60	0.32	ดีมาก
3. ด้านชุดทดลองการควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ด้วย PLC	4.72	0.23	ดีมาก
4. ด้านโปรแกรมนำเสนอด้วยเพาเวอร์พอยต์	4.64	0.24	ดีมาก
5. ด้านแบบทดสอบ	4.44	0.26	ดี
ค่าเฉลี่ยรวม	4.57	0.28	ดีมาก



รูปที่ 5 ประมวลผลการสร้างและออกแบบชุดการสอน

ตารางที่ 2 ผลวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดการสอน

คะแนน	N	คะแนนเต็ม	\bar{x}	S.D.	ประสิทธิภาพ
ก่อน	11	20	7.8	3.87	1.251
หลัง	11	20	17.3	2.12	

จากตารางที่ 2 พบว่าเมื่อนำค่าคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบก่อนเรียน กับค่าคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบหลังเรียน มาหาประสิทธิภาพตามสูตรของเมกุยแกนส์ จะมีค่าเท่ากับ 1.251 แสดงว่ามีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐานของเมกุยแกนส์ที่มีค่ามากกว่า 1

ตารางที่ 3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้

คะแนน	N	คะแนนเต็ม	\bar{x}	S.D.	t-test
ก่อน	11	20	7.8	3.87	7.041*
หลัง	11	20	17.3	2.12	

จากตารางที่ 3 พบว่า ค่า t-test ที่คำนวณได้มีค่าเท่ากับ 7.041 เมื่อเทียบกับค่า t-test จากตารางที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .01 และ df = 10 เปิดตารางได้ค่า t-test เท่ากับ 2.8214 ซึ่งค่า t-test ที่คำนวณได้มีค่ามากกว่า ค่า t-test ที่เปิดจากตาราง จึงสรุปได้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนหลังเรียนด้วยชุดการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนั้นมีค่าสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

3. ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนมีต่อการเรียนด้วยชุดการสอนที่ผู้วิจัยได้สร้างและพัฒนาขึ้น

ผู้เรียนทำแบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อการเรียนด้วยชุดการสอนที่ผู้วิจัยได้สร้างและพัฒนาขึ้นซึ่งมีลักษณะเป็นมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ วิเคราะห์ผลจากแบบประเมินความพึงพอใจ โดยกำหนดให้มีความหมายของค่าเฉลี่ยตามเกณฑ์ ดังนี้ 4.51 - 5.00 หมายถึง พึงพอใจมากที่สุด 3.51 - 4.50 หมายถึง พึงพอใจมาก 2.51 - 3.50 หมายถึง พึงพอใจปานกลาง 1.51 - 2.50 หมายถึง พึงพอใจน้อย และ 1.00 - 1.50 หมายถึง พึงพอใจน้อยที่สุด ได้แสดงข้อมูลดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียน

รายการประเมิน	\bar{x}	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
1. ช่วยในการเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสม	4.40	0.73	มาก
2. มีความน่าสนใจในการใช้เรียน	4.40	0.82	มาก
3. มีองค์ประกอบในการเรียนรู้เหมาะสม	4.46	0.63	มาก
4. เนื้อหาที่มีความยากง่ายเหมาะสม	4.26	0.79	มาก
5. กิจกรรมในการเรียนรู้เหมาะสม	4.26	0.79	มาก
6. ขั้นตอนในการเรียนรู้เข้าใจง่าย	4.33	0.72	มาก
7. มีการฝึกทักษะเหมาะสม	4.40	0.82	มาก
8. วิธีการจัดการเรียนรู้เหมาะสม	4.46	0.83	มาก
9. ปริมาณเนื้อหาเหมาะสม	4.33	0.81	มาก
10. สื่อการเรียนรู้ที่ใช้มีความเหมาะสม	4.46	0.63	มาก
11. ครอบคลุมเนื้อหา ตรงกับระดับการเรียนรู้	4.33	0.72	มาก
12. ตรงกับความต้องการในการเรียนรู้	4.60	0.63	มากที่สุด
13. มีรูปแบบที่แปลกใหม่ในการเรียนรู้	4.26	0.79	มาก

ตารางที่ 4 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียน (ต่อ)

รายการประเมิน	\bar{x}	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
14. เรียนรู้ได้ตามความสามารถของตนเอง	4.40	0.73	มาก
15. สอดคล้องกับเทคโนโลยีในภาคอุตสาหกรรม	4.80	0.41	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวม	4.41	0.72	มาก

จากตารางที่ 4 พบว่าผู้ตอบแบบประเมินความพึงพอใจของชุดการสอน เรื่องการควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ด้วย พีแอลซี โดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{x} = 4.41$, S.D. = 0.72) ในประเด็นเรื่อง สอดคล้องกับเทคโนโลยีในภาคอุตสาหกรรม รองลงมา คือ ตรงกับความต้องการในการเรียนรู้ อยู่ในระดับมากที่สุด

สรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัยเรื่องการสร้างชุดการสอนเรื่องการควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ด้วยพีแอลซี สามารถสรุปผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ได้ดังนี้

1. ชุดการสอนเรื่องการควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ด้วยพีแอลซีที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 1.251 เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ของเกณฑ์มาตรฐานเมกุยกานส์
2. ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยชุดการสอนเรื่องการควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ด้วยพีแอลซีที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนด้วยชุดการสอนนี้ สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
3. ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนต่อชุดการสอนเรื่องการควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ด้วยพีแอลซีอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.41 โดยผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อชุดการสอนนี้ในประเด็นด้าน ตรงกับความต้องการในการเรียนรู้และสอดคล้องกับเทคโนโลยีในภาคอุตสาหกรรม อยู่ในระดับมากที่สุด

อภิปรายผลการวิจัย

ผลการวิจัยเรื่องการสร้างชุดการสอนเรื่องการควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ด้วยพีแอลซี สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้ ชุดการสอนเรื่องการควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ด้วยพีแอลซีที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 1.251 ตามเกณฑ์ของเมกุยกานส์ หลังจากผู้เรียนเรียนรู้ด้วยชุดการสอนเรื่องการควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ด้วยพีแอลซีที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนด้วยชุดการสอนนี้ สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนต่อชุดการสอนเรื่องการควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ด้วยพีแอลซี อยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.41 โดยผู้เรียนมีต่อชุดการสอนนี้ว่า ตรงกับความต้องการในการเรียนรู้และสอดคล้องกับเทคโนโลยีในภาคอุตสาหกรรมอยู่ในระดับมากที่สุด ทั้งนี้เป็นเพราะว่าในการสร้างชุดการสอนเรื่องการควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ด้วยพีแอลซีนั้น ผู้วิจัยได้จัดทำขึ้นอย่างเป็นระบบเป็นขั้นเป็นตอน ตรงตามทฤษฎีและหัวใจหลักของการสร้างชุดการสอน โดยเริ่มจากการศึกษาข้อมูลพื้นฐาน เนื้อหาวิชา งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และความต้องการในการเรียนรู้มาใช้เป็นแนวทางในการออกแบบ การสร้างและพัฒนา ชุดการสอนเรื่องการควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ด้วยพีแอลซี จนได้ชุดการสอนที่สมบูรณ์เหมาะสมกับระดับความรู้ความสามารถของผู้เรียน ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ ประพนอม และนครินทร์ (Khruewan & Chaikaw, 2020) ที่กล่าวว่าหัวใจของชุดการสอนนั้นคือการนำชุดการสอนหลายๆ อย่างมาสัมพันธ์กันเพื่อถ่ายทอดเนื้อหาสาระในลักษณะที่ชุดการสอนแต่ละชิ้นจะส่งเสริมสนับสนุนซึ่งกันและกัน ช่วยให้ผู้เรียนมีการเรียนรู้เนื้อหาต่างๆ ได้ดีจากแหล่งหลายแหล่ง โดยถือว่าชุดการสอนแต่ละอย่างนั้นให้คุณค่าที่แตกต่างกัน ทั้งยังสอดคล้องกับแนวคิด

(Meechai et al., 2022) ว่าชุดการสอนจะทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในการเรียนจากข้อมูลที่หลากหลาย ไม่รู้สึกเบื่อหน่าย ประหยัดเวลาการเรียนรู้โดยอาศัยประสิทธิภาพจากข้อมูลแต่ละประเภทที่ทำให้ผู้เรียนมีการเรียนรู้ได้อย่างดี และสอดคล้องกับความคิด (Panprayoon, 2020) ที่กล่าวว่าการใช้สื่อชนิดใดชนิดหนึ่งไม่อาจทำให้บรรลุวัตถุประสงค์เท่าที่ควร ดังนั้น เราควรนำสื่อหลายๆ ชนิดมาใช้ร่วมกันอย่างเป็นระบบสัมพันธ์กัน และส่งเสริมซึ่งกันและกัน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้ ดังนั้นชุดการสอนเรื่องการควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ด้วยพีแอลซีที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจึงมีประสิทธิภาพที่จะส่งเสริมให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ดีขึ้นเป็นอย่างดีเหมาะสมกับระดับความรู้ความสามารถในการเรียนรู้ของผู้เรียน สอดคล้องกับการ (PhromWong, 2013) เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนตามความสามารถและความต้องการของตน อัตราการเรียนของแต่ละคนจะมีมากน้อยแตกต่างกันไปตามความสามารถของแต่ละบุคคล และชุดการสอนช่วยเสริมสร้างการเรียนรู้แบบต่อเนื่อง ช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ ทำให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพและยังสอดคล้องกับความคิดเห็นที่ (Hutamarn, 2022) ได้กล่าวไว้ว่า สื่อการสอนแต่ละชนิดนั้นมีคุณค่าต่อการเรียนการสอนเป็นอย่างดี ผู้สอนสามารถที่จะเอาสื่อใช้ประกอบการเรียนการสอนได้ทุกระดับชั้นตั้งแต่การศึกษาระดับปฐมวัยจนถึงระดับอุดมศึกษา

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปประยุกต์ใช้ มีดังนี้

1. ควรมีการแนะนำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจในการใช้งานและทำความเข้าใจเกี่ยวกับการใช้ชุดทดลอง เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการใช้งาน
2. ประสิทธิภาพของชุดการสอนจะสูงหรือต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ไม่ได้ขึ้นอยู่กับชุดการสอนเพียงอย่างเดียว หากแต่ขึ้นอยู่กับตัวผู้สอนด้วย ในกรณีนี้ผู้สอนที่จะนำชุดการสอนไปใช้จะต้องเข้าใจเนื้อหา และวิธีการใช้สื่อประกอบการเรียนการสอนเป็นอย่างดี เพื่อให้การเรียนการสอนเกิดประสิทธิภาพสูงสุด
3. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป
4. ตรวจสอบใช้อุปกรณ์ควบคุมหรืออุปกรณ์ตรวจจับชนิดอื่นบ้าง เช่น ตรวจจับการเคลื่อนไหว ตรวจจับความเร็ว
5. ควรมีการศึกษาวิจัยในการสร้างชุดการสอนการขับเคลื่อนไฟฟ้าและระบบเซอร์โวให้ครบทุกหน่วยการเรียนเพื่อจะได้ชุดการสอนที่สมบูรณ์ทั้งรายวิชา

เอกสารอ้างอิง

- Chookhampaeng, C. (2016). *Curriculum Research and Development Concept and Process*. Chulalongkorn University Press. [in Thai]
- Hutamarn, S., (2022). The Effect of using MIAP Learning Model with Demonstration Set and Simulation to Promote Learning on Electric Drive and Servo System Subject. *Journal of Education KhonKaen University*, 45(1), 32-43. [in Thai]
- Best, J. W., Kahn, J. V., & Jha, A. K. (2016). *Research in education* (10th ed.). Pearson Education
- Kankaew, R. (2021). Instructional Design for Digital Television Producing Programs Based on Flipped-Classroom Under the Epidemic Situation of COVID-19: from Policy to Practice. In Kalayaporn Parmmarerng (Eds.), *Research and Innovations to Sustainable Development. The Proceedings of the 16th National and International Sripatum University Online Conference* (pp. 1870-1880). Sripatum University. <http://dSPACE.spu.ac.th/handle/123456789/7819> [in Thai]

- Khamanee, T. (2016). *Pedagogical sciences: Knowledge for organizing effective learning processes* (20th ed.). Bangkok: Chulalongkorn University Printing House. [in Thai].
- Khrueawan, P., & Chaikaew, N. (2020). The Efficiency Evaluation of the Teaching Publication on the Subject of Geographic Information Systems, University of Phayao. *Journal of Professional Routine to Research*, 7(1), 43-47. [in Thai]
- Meechai, C., Pattanakulchai, W., Sunasuan, N., & Ninbun N. (2022). The Development of Instructional Packages on Special Topics in Educational Management Innovation using Blended Learning Techniques. *Journal of Academic for Public and Private Management*, 4(2), 13-26. [in Thai]
- OECD. (2013). *PISA 2012 assessment and analytical framework mathematics, reading, science, problem solving and financial literacy*. OECD Publishing..
- Panprayoon, T. (2020). Construction and efficiency verification of the experimental set for electric motor controller with programmable logic controller for the second years students in higher vocational certificate level, electric power division, Chiangrai Industrial and Community Education College. *Journal of Teacher Professional Development*, 1(1), 73-83. [in Thai]
- Pettong, W., & Koseeyaporn, P. (2016). Development of an Instructional Model Based on Constructionism Theory: A Case Study of Analysis and Design of DC Motor Control System with PID. *Journal of Education Naresuan University*, 18(1), 119-132. [in Thai]
- PhromWong, C. (2013). Test Efficiency Media or Teaching Package. *Silpakorn Educational Research Journal*, 5(1), 7-20. [in Thai]
- PISA Thailand. (2018). *PISA 2015 results: Science, reading and mathematics, excellence and equality in education*. Success Publication.. [in Thai]
- Thanaon, M., Cummata, T., Pinphat, J., & Khunavaree, P. (2020). A study of design and build an automatic robotics arm small. *Journal of Science and Technology Northern*, 1(3), 54-62. [in Thai]
- Srisusach, A., & Promtow, A. (2020). Development of learning activities emphasizes practical skills on electric motor control subject of vocational certificate students in electrical power. *Journal of Education Rajabhat Maha Sarakham University*, 17(3), 153-164.. [in Thai]
- Suksong, N., Kosolsombat, S., Dumnuy, S., Singjan, A., & Sangpho, C. (2019). The efficiency evaluation of instruction module for servo pneumatic control through PLC. *Journal for Research and Innovation Institute of Vocational Education Bangkok*, 2(2), 60-72.. [in Thai]
- Ungkanawin, K. (2020). The development of an experimental set and finding efficiency the application using microcontroller boards of the controller robots in microprocessor and interfacing. *Journal of Educational Innovation and Research*, 2(2), 117-128.. [in Thai]



การอ้างอิงบทความนี้

- APA Kongsintu, S., & Suksong, N. (2023). Construction of Teaching Package on Servo motor Control with PLC. *Journal of Technical and Engineering Education*, 14(2), 16–29. Thaijo.
<https://doi.org/10.14416/j.ft ee.2023.08.02>
- MLA Kongsintu, Soontorn., & Suksong, Nattawich. “Construction of Teaching Package on Servo motor Control with PLC” *Journal of Technical and Engineering Education*, vol. 14, no. 2, Aug. 2023, pp. 16–29, <https://doi.org/10.14416/j.ft ee.2023.08.02>. Thaijo.
- ISO690 K. Soontorn., & S. Nattawich “Construction of Teaching Package on Servo motor Control with PLC” *Journal of Technical and Engineering Education*, vol. 14, no. 2, pp. 16–29, Aug. 2023, doi: <https://doi.org/10.14416/j.ft ee.2023.08.02>.