

การพัฒนาชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์

Development a Training to Analyze Problems in the Electronic Ignition System by Means of Simulating Computer Control Problems

ดิเรก ใจดี^{1*}

Direk Jaidee^{1*}

^{1*} แผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคสุพรรณบุรี สถาบันการอาชีวศึกษาภาคกลาง 4 สุพรรณบุรี 72000

^{1*} Department of Automotive Engineering, Suphanburi Technical College, Institute of Vocational Education
Central Region 4, Suphanburi 72000

Received : May 20, 2024 Revised : June 22, 2024 Accepted : June 24, 2024

บทคัดย่อ

การศึกษาวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาและหาประสิทธิภาพชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ 2) หาคุณภาพของชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ 3) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนกับหลังเรียนโดยใช้ชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ และ 4) ศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนต่อการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ การดำเนินการวิจัย นำชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ที่สร้างขึ้น ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 1 กลุ่ม 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 วิทยาลัยเทคนิคสุพรรณบุรี จำนวน 20 คน โดยให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนภาคทฤษฎี และในระหว่างเรียนให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด ฝึกปฏิบัติตามใบงาน หลังเรียนจบบทเรียนให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ นำคะแนนมาวิเคราะห์หาประสิทธิภาพ และเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนก่อนเรียนกับหลังเรียน และให้นักเรียนตอบแบบสอบถามเพื่อประเมินความพึงพอใจ

ผลการวิจัยพบว่า 1. ชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุม

*ดิเรก ใจดี

E-mail : direkjaidee@gmail.com

ด้วยคอมพิวเตอร์ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 82.56/81.65 เป็นไปตามเกณฑ์เกณฑ์ที่กำหนด 80/80 2. คุณภาพของชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ที่สร้างขึ้น โดยรวมทั้งสองด้านอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.91$, S.D. = 0.11) 3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนตามแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยสื่อชุดฝึกที่สร้างขึ้น สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 4. ความพึงพอใจของผู้เรียนที่เรียนด้วยชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ที่สร้างขึ้น มีความพึงพอใจเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.71$, S.D. = 0.28)

คำสำคัญ : ชุดฝึกวิเคราะห์, ระบบจุดระเบิด, ข้อขัดข้อง

Abstract

This experimental research aimed to 1) Develop and find efficiency in training for analyzing problems in the electronic ignition system by means of simulating computer control problems. 2) To determine the quality of the training for analyzing problems in the electronic ignition system by means of simulating computer control problems. 3) compare the students' learning achievement between before and after studying procedure. and 4) Study the students' satisfaction toward the afore - mentioned instructional package conducting research Use a training to analyze

problems in the electronic ignition system. By means of computer generated simulation of control problems. To be used with the sample group They are 20 students at the Vocational Certificate level (Vocational Certificate), Year 1, Group 1, Semester 2, Academic Year 2023, Suphanburi Technical College. They were to take the theoretical pretest. During the learning process, these experimental students were given the instructional package through exercises and worksheets. After finishing the lessons, they had to take theoretical as well as practical tests. Then, the scores were calculated to evaluate its efficiency and also make a comparison of the difference between pretest and posttest scores. Subsequently, they were asked to fill in a questionnaire about their satisfaction assessment.

The results revealed the followings : 1. The efficiency of the instructional package is 82.56/81.65 which was higher than the preset criterion of 80/80. 2. The quality of the training set and simulation of computer controlled electronic detonation problems created by combining both sides was at the highest level. ($\bar{x} = 4.91$, S.D. = 0.11) 3. The learning achievement scores of the participants, studying with the instructional package were higher than before learning process with statistical significance level at 0.05. 4. The participants who studied with this package and model got the highest level of satisfaction ($\bar{x} = 4.71$, SD = 0.28).

Keywords : Analysis Training Set, Ignition System, Failure

1. บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันประเทศไทย ได้มีการพัฒนาทั้งในด้าน เศรษฐกิจ การจ้างงาน การส่งเสริมการลงทุน การส่งออก โดยประเทศไทยเริ่มมีนโยบายเปิดเสรีทางการค้า และเข้า

เป็นสมาชิกองค์การการค้าโลก (World Trade Organization - WTO) และได้ร่วมลงนามข้อตกลงเขตการค้าเสรี อาเซียน (ASEAN Free Area - AFTA) ทำให้ประเทศไทยมีการเติบโตและขยายตัวของเศรษฐกิจและภาคอุตสาหกรรมอย่างต่อเนื่อง จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนา กำลังคนที่จะเข้าสู่ภาคอุตสาหกรรมของประเทศ

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา เป็นหน่วยงานหลักในการผลิตบุคลากรด้านสายอาชีพโดยมี จุดมุ่งหมายของหลักสูตร เพื่อให้มีความรู้ ทักษะและ ประสบการณ์ในงานอาชีพสอดคล้องกับมาตรฐานวิชาชีพ สามารถนำความรู้ทักษะและประสบการณ์ในงานอาชีพไป ปฏิบัติงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยสำนักงาน คณะกรรมการการอาชีวศึกษา กำหนดหลักสูตรการจัดการเรียนการสอนอาชีวศึกษา ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และ ฝึกปฏิบัติการใช้เครื่องมือ วัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ผู้เรียน ได้เพิ่มพูนและฝึกฝนทักษะ ซึ่งสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ ของยุทธศาสตร์ที่ 2 การผลิตและพัฒนากำลังคนด้าน การอาชีวศึกษาเพื่อสร้างขีดความสามารถในการแข่งขัน ของประเทศ คือเพื่อผลิตและพัฒนากำลังคนอาชีวศึกษา ให้มีสมรรถนะตรงกับความต้องการของตลาดแรงงาน และการพัฒนาประเทศ (สำนักงานคณะกรรมการการ อาชีวศึกษา, 2560, น. 11) ปัจจุบันปริมาณรถยนต์เพิ่มขึ้นเป็นจำนวนมากเพราะรถยนต์กลายเป็นปัจจัยที่ 5 ของคนเมืองที่ต้องใช้ในชีวิตประจำวัน ซึ่งปัญหาที่ตามมา นอกจากพื้นที่ถนนไม่เพียงพอยังมีอีกประการหนึ่งคือเรื่องของมลพิษจากไอเสียซึ่งเป็นปัญหาสำคัญที่ทั่วโลกให้ความสนใจ เหตุเนื่องมาจากรถยนต์ขาดการดูแลและตรวจสอบ อย่างถูกวิธี ทำให้แก๊สไอเสียที่เกิดจากการเผาไหม้มี มลพิษปนออกมา และวิธีแก้ไขเพื่อการลดมลพิษของ รถยนต์ทางที่ทำได้ดีที่สุด คือการพัฒนาด้านเทคโนโลยี ยานยนต์ให้ทันสมัยขึ้นโดยการปรับปรุงระบบควบคุม การทำงานต่าง ๆ ของรถยนต์ให้มีประสิทธิภาพขึ้น ในช่วงหลายปีที่ผ่านมาบริษัทผู้ผลิตรถยนต์ได้นำอุปกรณ์ อิเล็กทรอนิกส์มาใช้ควบคุมระบบการทำงานของรถยนต์ เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน ลดมลภาวะเป็นพิษ และยังช่วยในการแก้ปัญหาลดภาวะโลกร้อน เช่น ระบบ จุดระเบิดและระบบฉีดเชื้อเพลิงได้พัฒนานำเอาอุปกรณ์ อิเล็กทรอนิกส์มาเป็นส่วนประกอบในการทำงาน โดยเฉพาะ ระบบจุดระเบิดเมื่อทำงานร่วมกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ทำให้ระบบทำงานมีประสิทธิภาพดีขึ้นซึ่งมีข้อดีหลาย ประการ เช่น ช่วยให้ประกายไฟที่เขี้ยวหัวเทียนดียิ่งขึ้น ทำให้การเผาไหม้ส่วนผสมของเชื้อเพลิงสมบูรณ์ มีมลพิษน้อย แต่ระบบและอุปกรณ์บางอย่างที่ใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เมื่อใช้งานไประยะหนึ่งมักพบข้อบกพร่อง คือ การเสื่อมสภาพ

หรือขาดใช้งานไม่ได้จึงเกิดปัญหาข้อขัดข้องขึ้น ส่งผลให้ระบบควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ทำงานผิดพลาด และควรที่จะได้รับการแก้ไขอย่างถูกวิธีจากช่างมืออาชีพที่ชำนาญ

วิทยาลัยเทคนิคสุพรรณบุรี เป็นหน่วยงานหนึ่งที่สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ที่เปิดสอนในสาขาวิชาช่างยนต์ มีหน้าที่ผลิตบุคลากรด้านสายอาชีพ เพื่อตอบสนองความต้องการของตลาดแรงงาน ได้เห็นความสำคัญดังกล่าวจึงบรรจุวิชางานไฟฟ้ารถยนต์ รหัสวิชา 20101 - 2005 ไว้ในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา พ.ศ. 2562 สาขาวิชาช่างยนต์ มีวัตถุประสงค์ที่จะให้ผู้เรียนเข้าใจหลักการทำงานของระบบไฟฟ้ารถยนต์ การใช้เครื่องมือวัด เครื่องมือทดสอบของระบบไฟฟ้ารถยนต์ ถอดประกอบ ตรวจสอบสภาพอุปกรณ์ของระบบไฟฟ้ารถยนต์ บริการ บำรุงรักษา แก้ไขข้อขัดข้องระบบไฟฟ้ารถยนต์ (สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา, 2565, น. 149)

แผนกวิชาช่างยนต์มีหน้าที่จัดการเรียนการสอน เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของหลักสูตร และจากประสบการณ์การสอนวิชางานไฟฟ้ารถยนต์ ผู้วิจัยได้สำรวจข้อมูลเกี่ยวกับผลการเรียนของผู้เรียนในรายวิชางานไฟฟ้ารถยนต์ วิทยาลัยเทคนิคสุพรรณบุรี เมื่อปีการศึกษา 2563 ถึงปีการศึกษา 2565 พบว่าผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับสูง ร้อยละ 28.26 ระดับปานกลาง ร้อยละ 39.13 และระดับต่ำ ร้อยละ 32.61 ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนวิชางานไฟฟ้ารถยนต์ วิทยาลัยเทคนิคสุพรรณบุรี ปี 2563 - 2565

ผลการเรียน	จำนวนผู้เรียน / ปีการศึกษา				ร้อยละ	จัดกลุ่ม
	2563	2564	2565	รวม		
4	-	8	-	8	28.26	สูง
3.5	-	-	-	-		
3	2	2	1	5		
2.5	1	3	1	5	39.13	ปานกลาง
2	7	1	5	13		
1.5	-	-	6	6	32.61	ต่ำ
1	5	2	2	9		
0	-	-	-	-		
รวม	15	16	15	46		

ซึ่งโดยปกติแล้วในรายวิชาที่มีการเรียนด้วยวิธีปฏิบัติ ควรมีจำนวนผู้เรียนที่มีผลการเรียนอยู่ในระดับสูงมากกว่านี้ และเมื่อพิจารณาคะแนนของผู้เรียนในแต่ละหน่วยการเรียนพบว่าหน่วยการเรียนที่ผู้เรียนมีคะแนนต่ำและส่งผลให้ผลการเรียนทั้งรายวิชาต่ำไปด้วย คือหน่วยที่ 5 โดยมีเนื้อหาเกี่ยวกับระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งผู้วิจัย

ได้สังเกตและสอบถามจากผู้เรียนเกี่ยวกับสาเหตุที่ทำให้คะแนนในหน่วยการเรียนดังกล่าวต่ำ เนื่องจากลักษณะของเนื้อหาเรื่องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ ที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ขึ้นนั้นต้องอาศัยการฝึกทักษะการฝึกวิเคราะห์แก้ไขข้อขัดข้องต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในระบบไฟฟ้ารถยนต์ แต่การจัดการเรียนการสอนในปัจจุบันของแผนกวิชาช่างยนต์ ยังขาดอุปกรณ์ที่ใช้ในการฝึกทักษะเรื่องดังกล่าวจึงทำให้ผู้เรียนไม่มีประสบการณ์ไม่สามารถนำเอาความรู้ในภาคทฤษฎีไปประยุกต์สู่ภาคปฏิบัติได้ ส่งผลให้ผู้เรียนขาดความมั่นใจในการปฏิบัติ โดยเฉพาะในเรื่องของการตรวจหาข้อขัดข้องระบบไฟฟ้ารถยนต์ สื่อและอุปกรณ์การสอนสำหรับผู้เรียนได้ฝึกวิเคราะห์เพื่อหาสาเหตุข้อขัดข้อง ที่เกิดขึ้นนั้น ยังคงเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นจริงคือ

1. อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับการฝึกทักษะเป็นอุปกรณ์ที่ไม่มีปัญหาข้อขัดข้อง ทำให้ผู้เรียนไม่ได้เกิดการเรียนรู้ไม่สามารถฝึกทักษะการวิเคราะห์แก้ไขข้อขัดข้องได้ตามวัตถุประสงค์ของเนื้อหา หากถ้าผู้เรียนได้เรียนกับชุดฝึกและจำลองปัญหาข้อขัดข้องที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจะทำให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้ ในการหาสาเหตุของข้อขัดข้องนั้น

2. ครูผู้สอนต้องสร้างปัญหาข้อขัดข้องของเครื่องยนต์ที่นำมาใช้ฝึกปฏิบัติ เพื่อให้สอดคล้องกับใบงานทำให้เสียเวลาในการจัดเตรียมเป็นอย่างมาก อุปกรณ์ที่ทำให้เสียไม่สามารถนำกลับมาใช้ได้อีก แต่ชุดฝึกและจำลองปัญหาข้อขัดข้องที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนั้น ครูผู้สอนจะสั่งการให้เกิดข้อขัดข้องโดยใช้คอมพิวเตอร์จำลองปัญหาในจุดที่ผู้สอนต้องการได้ทันที ทำให้ผู้สอนไม่ต้องเสียเวลาในการจัดเตรียมและอุปกรณ์นั้น ๆ จะไม่ชำรุดเสียหาย

3. อุปกรณ์ที่ใช้ฝึกระบบไฟฟ้ารถยนต์โดยทั่วไปที่ใช้ส่วนมากสร้างขึ้นในการฝึกทักษะต่อวงจรเท่านั้น มีลักษณะไม่ใกล้เคียงกับความเป็นจริง เพราะในเครื่องยนตร์จริงหลายวงจรสายไฟจะรวมเข้าด้วยกัน ทำให้ผู้เรียนไม่ได้รับประสบการณ์ที่ใกล้เคียงกับส่วนประกอบที่เป็นจริงทำให้เกิดความไม่มั่นใจในการออกไปปฏิบัติงานจริง แต่ชุดฝึกและจำลองปัญหาข้อขัดข้องที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จะมีลักษณะวงจรไฟฟ้าที่ใกล้เคียงกับวงจรไฟฟ้าของรถยนต์จริงทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เสมือนปฏิบัติงานจริง

4. ในการฝึกปฏิบัติถ้าให้ผู้เรียนฝึกกับรถยนต์จริงที่สามารถใช้งานได้อยู่ อาจทำให้เสี่ยงต่อการเสียหายได้ เพราะผู้เรียนยังอยู่ในช่วงฝึกหัดจึงควรให้ผู้เรียนได้เรียนรู้กับสื่อชุดฝึกและจำลองปัญหาข้อขัดข้องจนผู้เรียนเกิดทักษะความชำนาญก่อนปฏิบัติงานจริง เพื่อลดการสูญเสียของอุปกรณ์หรือรถยนต์จริง

จากปัญหาที่ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำ เนื่องจากจากขาดสื่อ ขาดอุปกรณ์ในการฝึกปฏิบัติ วิเคราะห์ และแก้ไขปัญหาข้อขัดข้องของระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ ถ้าไม่ได้รับการแก้ไขจะส่งผลเสียต่อผู้เรียนในการศึกษาต่อ และการเรียนการสอนในรายวิชาอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง อีกทั้งยังมีผลต่อการไปประกอบอาชีพของผู้เรียนในอนาคต ดังนั้นปัญหาดังกล่าวควรได้รับการแก้ไขอย่างเร่งด่วน ซึ่งการแก้ไขปัญหาที่ได้ผลอย่างหนึ่งคือการใช้สื่อการสอนที่เหมาะสม ผู้วิจัยได้เห็นความสำคัญของเทคโนโลยีทางการสอนสมัยใหม่และสามารถนำไปใช้ได้ คือการใช้สื่อการสอนประเภทชุดสาธิตหรือชุดฝึกจำลองปัญหาข้อขัดข้อง

จากความสำคัญดังกล่าว ผู้วิจัยได้ตระหนักถึงคุณค่าของสื่อการเรียนการสอน จึงมีความเห็นว่าควรเรียนการสอนวิชาไฟฟ้ารถยนต์ ถ้าผู้เรียนได้มีการศึกษาจากชุดฝึกและจำลองปัญหาข้อขัดข้อง โดยผู้เรียนได้ฝึกแก้ไขข้อขัดข้องระบบไฟฟ้าจากชุดฝึกที่สร้างเงื่อนไขหรือข้อขัดข้อง โดยส่งจากคอมพิวเตอร์ ซึ่งผู้เรียนไม่สามารถทราบได้เลยว่าครูผู้สอนสั่งให้ระบบไฟฟ้าข้อขัดข้องที่ตรงจุดใด ไม่ต้องเสียเวลาในการทำให้อุปกรณ์ระบบไฟฟ้าของเครื่องยนต์ชำรุดหรือข้อขัดข้อง เช่น การดึงสายไฟ หรือการถอดอุปกรณ์บางส่วนออก ซึ่งหากผู้เรียนเป็นคนช่างสังเกตอาจพบปัญหาที่กำหนดไว้ได้โดยง่ายและรวดเร็ว ดังนั้นในการค้นหาปัญหาข้อขัดข้องก็ไม่ได้วัดและพิสูจน์ให้เห็นว่าผู้เรียนมีองค์ความรู้และหลักการวินิจฉัย การใช้เครื่องมือ และการใช้ทักษะความรู้ความสามารถในการสืบค้นหาสาเหตุข้อขัดข้องได้อย่างแท้จริง ไม่เกิดการวิเคราะห์ว่าระบบไฟฟ้าข้อขัดข้องเพราะอะไร

ผู้วิจัยคาดหวังว่า ชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจะช่วยให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจ ได้ฝึกทักษะให้ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์และแก้ไขข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ได้ และส่งผลให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นตามไปด้วย

2. วัตถุประสงค์ของโครงการ

2.1 เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์

2.2 เพื่อหาคุณภาพของชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ที่สร้างขึ้น

2.3 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนกับหลังเรียนโดยใช้ชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ที่สร้างขึ้น

2.4 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนต่อการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ที่สร้างขึ้น

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นผู้เรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาช่างยนต์ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 วิทยาลัยเทคนิคสุพรรณบุรี ที่ลงทะเบียนเรียน วิชางานไฟฟ้ารถยนต์ รหัสวิชา 20101-2005 จำนวน 120 คน

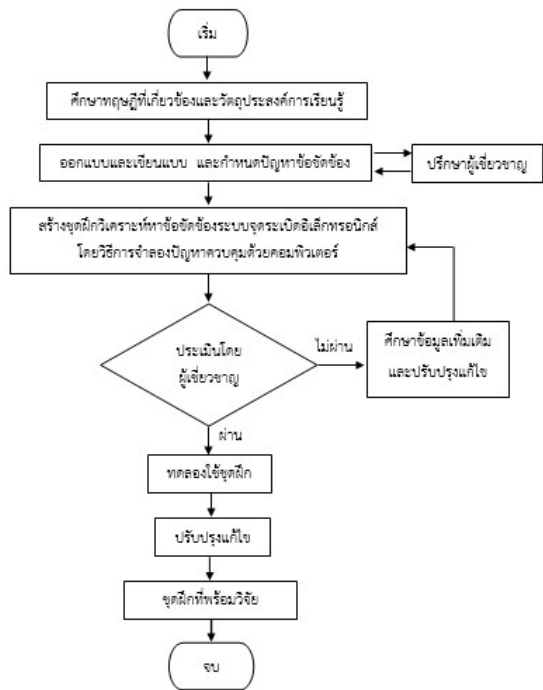
3.1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นผู้เรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 1 กลุ่ม 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 วิทยาลัยเทคนิคสุพรรณบุรี จำนวน 20 คน ได้มาจากการสุ่มแบบง่าย โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่ม ซึ่งเป็นกลุ่มที่ผู้วิจัยจัดการเรียนการสอนด้วยตนเอง เพื่อให้การดำเนินการศึกษามีความสะดวกยิ่งขึ้น

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้สำหรับการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบสอบถามความพึงพอใจ โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างตามขั้นตอนดังนี้

3.2.1 ชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์

การสร้างชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ วิชางานไฟฟ้ารถยนต์ รหัสวิชา 20101-2005 ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) พุทธศักราช 2562 สาขาวิชาช่างยนต์ โดยมีรายละเอียดตามขั้นตอนดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ขั้นตอนในการพัฒนาชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์

3.2.1.1 ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ ที่สร้างขึ้นเพื่อใช้ในการเรียนการสอน วิชางานไฟฟ้ารถยนต์ รหัสวิชา 20101 - 2005 เริ่มจากศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องหัวข้อเรื่อง และเนื้อหาการเรียนรู้ออกแบบและเขียนแบบ กำหนดวัตถุประสงค์ทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ โดยวัตถุประสงค์ต้องสอดคล้องกับหัวข้อเรื่องที่วิเคราะห์ไว้ ซึ่งผู้เรียนจะต้องศึกษาภาคทฤษฎี และภาคปฏิบัติควบคู่กันไป

3.2.1.2 ออกแบบ เขียนแบบ และกำหนดปัญหาข้อขัดข้อง ผู้วิจัยได้ออกแบบและเขียนแบบ พร้อมกับกำหนดปัญหาข้อขัดข้องต่าง ๆ ที่ต้องการให้ผู้เรียนได้ฝึกวิเคราะห์ปัญหาโดยเลือกปัญหาที่มักเกิดขึ้นจริงกับรถยนต์ในปัจจุบัน แล้วนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาให้คำแนะนำ จากนั้นจึงแก้ไขและปรับปรุงข้อบกพร่องต่าง ๆ ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ และในส่วนของเครื่องยนต์ที่ได้นำมาใช้วางปัญหาข้อขัดข้อง ใช้เครื่องยนต์จริงที่สามารถทำงานได้ตามปกติและเป็นเครื่องยนต์ที่ใช้กับรถยนต์ในปัจจุบัน โดยการนำมาประยุกต์ในการสร้างสื่อที่ใช้ในการเรียนการสอน และสร้างคู่มือการใช้ประกอบชุดฝึกที่สร้างขึ้น

ผู้วิจัยได้ออกแบบชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ ซึ่งสามารถใช้เป็นสื่อการเรียนการสอน

และเป็นเครื่องมือสำหรับฝึกวิเคราะห์หาสาเหตุข้อขัดข้องที่เกิดขึ้นจริง ฝึกตรวจสอบหาข้อขัดข้องระบบไฟฟ้าตามใบงานในเรื่องต่าง ๆ ดังนี้

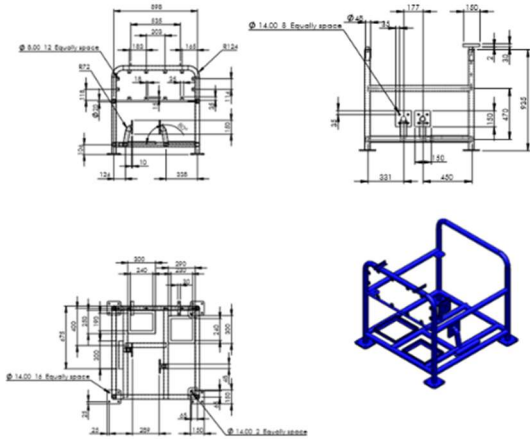
1. ตรวจสอบข้อขัดข้องวงจรไฟฟ้าควบคุมรีเลย์หลัก
2. ตรวจสอบข้อขัดข้องวงจรไฟฟ้าตัวตรวจจับมุมเพลาคือเหวี่ยง
3. ตรวจสอบข้อขัดข้องวงจรไฟฟ้าตัวตรวจจับมุมเพลาลูกเบี้ยว
4. ตรวจสอบข้อขัดข้องวงจรไฟฟ้ามาตรวจวัดการไหลของอากาศ
5. ตรวจสอบข้อขัดข้องวงจรไฟฟ้าตัวตรวจจับอุณหภูมิน้ำ
6. ตรวจสอบข้อขัดข้องวงจรไฟฟ้าตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่ง
7. ตรวจสอบข้อขัดข้องวงจรไฟฟ้าควบคุมรีเลย์เปิดวงจร
8. ตรวจสอบข้อขัดข้องวงจรไฟฟ้าควบคุมปั้มน้ำมันเชื้อเพลิง
9. ตรวจสอบข้อขัดข้องวงจรไฟฟ้าควบคุมหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง
10. ตรวจสอบข้อขัดข้องวงจรไฟฟ้าควบคุมคอยล์จุดระเบิด

และจากการที่ผู้เรียนได้เรียนโดยใช้ชุดฝึกที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีการฝึกปฏิบัติตามใบงานสามารถตรวจวิเคราะห์หาสาเหตุข้อขัดข้องของอุปกรณ์ระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ รู้จักวิธีการใช้เครื่องมือวิเคราะห์ปัญหาที่มีชื่อ (OBD) สามารถบอกตำแหน่งข้อบกพร่องของอุปกรณ์จากรหัสปัญหาที่เครื่องมือวิเคราะห์ปัญหาตรวจพบจากการจำลองปัญหาของผู้สอน และให้ผู้เรียนได้ฝึกวิเคราะห์หาสาเหตุข้อขัดข้องโดยตรวจสอบหาค่าต่าง ๆ เทียบกับค่ามาตรฐานซึ่งเมื่อผู้เรียนได้เรียนรู้จากชุดฝึกที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นแล้วสามารถนำความรู้และพื้นฐานการวิเคราะห์ปัญหาข้อขัดข้องของระบบไฟฟ้ารถยนต์ที่ได้ไปใช้ในการประกอบอาชีพตามสายงานที่เกี่ยวข้องได้

3.2.1.3 สร้างชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างชุดฝึกโดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

1) ส่วนที่ 1 เครื่องยนต์สำหรับใช้ในการจำลองปัญหาข้อขัดข้องเพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกวิเคราะห์ตรวจสอบข้อขัดข้องของระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ โดยมีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

1.1) เขียนแบบโครงสร้างชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์เพื่อใช้ในการติดตั้งเครื่องยนต์สำหรับจำลองปัญหาข้อขัดข้อง



ภาพที่ 2 โครงสร้างชุดฝักกวีเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบ
จุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์

1.2) ตัดเหล็กให้ได้ขนาด
ตามแบบและเชื่อมขึ้นรูปเป็นโครงสร้าง สำหรับนำเครื่องยนต์
มาติดตั้ง



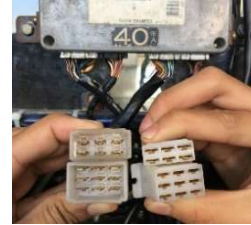
ภาพที่ 2 โครงสร้าง สำหรับนำเครื่องยนต์มาติดตั้ง

1.3) นำเครื่องยนต์ติดตั้งบน
โครงสร้าง พร้อมกับประกอบชิ้นส่วนต่าง ๆ และเดิน
สายไฟเข้าระบบเพื่อให้เครื่องยนต์สามารถทำงานได้



ภาพที่ 3 ประกอบชิ้นส่วนต่าง ๆ

1.4) ตัดแยกสายไฟของวงจร
ไฟฟ้าควบคุมอุปกรณ์ระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อ
ต่อเข้ากับชุดอุปกรณ์ควบคุมสำหรับการจำลองปัญหา
ข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ ตามที่ได้วางแผน
และออกแบบไว้



ภาพที่ 4 วงจรไฟฟ้าควบคุมอุปกรณ์ระบบจุดระเบิด
อิเล็กทรอนิกส์

2) ส่วนที่ 2 เป็นส่วนของชุด
ควบคุมการจำลองปัญหาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิด
อิเล็กทรอนิกส์ควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ โดยแบ่งชุด
ควบคุมออกเป็น 2 ส่วน คือส่วนของ ชุดอุปกรณ์
ควบคุมและส่วนของโปรแกรมควบคุมการทำงาน

2.1) ชุดอุปกรณ์ควบคุม
การจำลองปัญหาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์
ประกอบด้วยบอร์ด Arduino MEGA 2560 R3 และ
Relay 16 CH 12 V 10 A



ภาพที่ 5 บอร์ด Arduino MEGA 2560 R3 และ
Relay 16 CH 12 V 10 A

2.2) โปรแกรมควบคุมการ
ทำงาน เป็นส่วนที่สร้างขึ้นเพื่อควบคุม ชุดอุปกรณ์สำหรับ
จำลองปัญหาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ควบคุม
ด้วยคอมพิวเตอร์ เขียนด้วยภาษาเบสิก และภาษาซี

โดยภาษาเบสิกใช้โปรแกรม Microsoft Visual Studio สำหรับสร้างปุ่มควบคุมการทำงาน เพื่อส่งคำสั่งควบคุมไปยังบอร์ด Arduino MEGA 2560 R3 โดยส่งการผ่าน Bluetooth จากคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ก (NoteBook) ส่วนภาษาซีใช้โปรแกรม Arduino C++ สร้างเป็น Source Code เพื่อใช้ในการควบคุมการทำงานของชุดอุปกรณ์โมดูล Relay 16 CH 12V 10A สำหรับจำลองปัญหาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ ควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ และอัทโพลลดคอนโทรลเลอร์ Arduino MEGA 2560 R3



ภาพที่ 6 สร้างปุ่มควบคุมการทำงาน เพื่อส่งคำสั่งควบคุมไปยังบอร์ด Arduino MEGA 2560 R3 โดยส่งการผ่าน Bluetooth

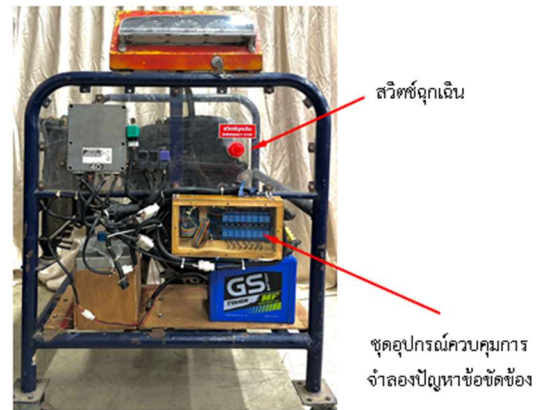
ประกอบชุดอุปกรณ์เข้าด้วยกัน เพื่ออัทโพลลดชุดคำสั่งสำหรับควบคุมการทำงานของรีเลย์ ที่ใช้จำลองปัญหาข้อขัดข้องของวงจรไฟฟ้าระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยให้รีเลย์ 1 ตัว จำลองปัญหาข้อขัดข้อง 1 รายการ ตรงกับคำสั่งรายการจำลองปัญหาข้อขัดข้องจากคอมพิวเตอร์ ด้วยการทำให้วงจรไฟฟ้าขาด อุปกรณ์ไม่สามารถทำงานได้ หรือค่าแรงดันไฟฟ้าของอุปกรณ์ผิดไปจากค่ากำหนดแทนการจำลองปัญหาโดยใช้สวิตซ์ตัดต่อแบบเดิมในยุคแรก ๆ



ภาพที่ 7 วงจรไฟฟ้าระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์

3) ติดตั้งชุดอุปกรณ์ควบคุม สำหรับจำลองปัญหาข้อขัดข้องเข้ากับชุดฝึกเครื่องยนต์ โดยต่อสายจากรีเลย์ของชุดอุปกรณ์ควบคุมการจำลอง

ปัญหาเข้ากับปลั๊กต่อให้ตรงกับปลั๊กจำลองปัญหาข้อขัดข้องของเครื่องยนต์



ภาพที่ 8 ติดตั้งชุดอุปกรณ์ควบคุมสำหรับจำลองปัญหาข้อขัดข้องเข้ากับชุดฝึกเครื่องยนต์

3.2.1.4 ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ เมื่อดำเนินการสร้างชุดฝึกเสร็จเรียบร้อยแล้ว นำไปให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินหาคุณภาพของชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ ในด้านการออกแบบสร้างชุดฝึกและการนำไปใช้งาน ด้านใบงานประกอบชุดฝึกด้วยแบบประเมิน และนำมาปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ เพื่อให้ได้ชุดฝึกที่มีคุณภาพพร้อมใช้เป็นที่การเรียนการสอน

3.2.1.5 ทดลองใช้ชุดฝึกนำชุดฝึกที่ผ่านการประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญ มาทดลองใช้กับผู้เรียนที่มีคุณสมบัติเหมือนกับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อหาข้อบกพร่องต่าง ๆ และความเหมาะสมของเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอน

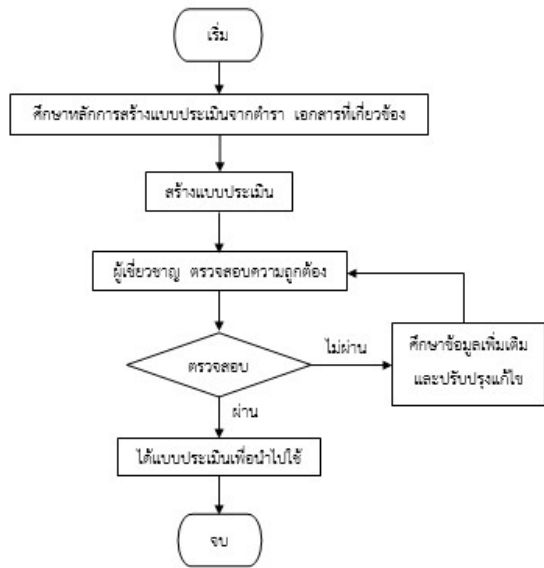
3.2.1.6 นำข้อบกพร่องต่าง ๆ ของชุดฝึกที่ได้จากการทดลองใช้มาปรับปรุงอีกครั้งก่อนนำไปใช้จริง

3.2.1.7 ได้ชุดฝึกที่สมบูรณ์พร้อมนำไปทดลองใช้กับกลุ่มทดลอง (กลุ่มตัวอย่าง)

3.2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อประเมินคุณภาพชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล สำหรับใช้ในการประเมินชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ ได้แก่ แบบสอบถามความคิดเห็นสำหรับผู้เชี่ยวชาญ เป็นแบบรายการประเมิน

ค่าสำหรับประเมินชุดฝึก โดยดำเนินการสร้างและหาคุณภาพตามขั้นตอน ดังภาพที่ 9



ภาพที่ 9 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินสร้างแบบประเมินหาคุณภาพชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์

จากภาพขั้นตอนสำหรับการสร้างแบบประเมินหาคุณภาพชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ มีรายละเอียดดังนี้

3.2.2.1 ศึกษาวิธีการสร้างแบบประเมินจากตำรา หรือเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบประเมินเพื่อนำไปสร้างแบบประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์

3.2.2.2 สร้างแบบประเมินผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแบบประเมินที่มีลักษณะเป็นมาตราส่วนประเมินค่า (Rating Scale) 5 ระดับ

3.2.2.3 นำแบบประเมินเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อพิจารณาความถูกต้องและเหมาะสม และให้ข้อเสนอแนะแล้ว นำมาปรับปรุงแก้ไข เพื่อให้แบบประเมินมีความถูกต้องและสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

3.2.2.4 นำแบบประเมินที่ปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญแล้ว ไปใช้เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อประเมินความคิดเห็นที่มีต่อชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์

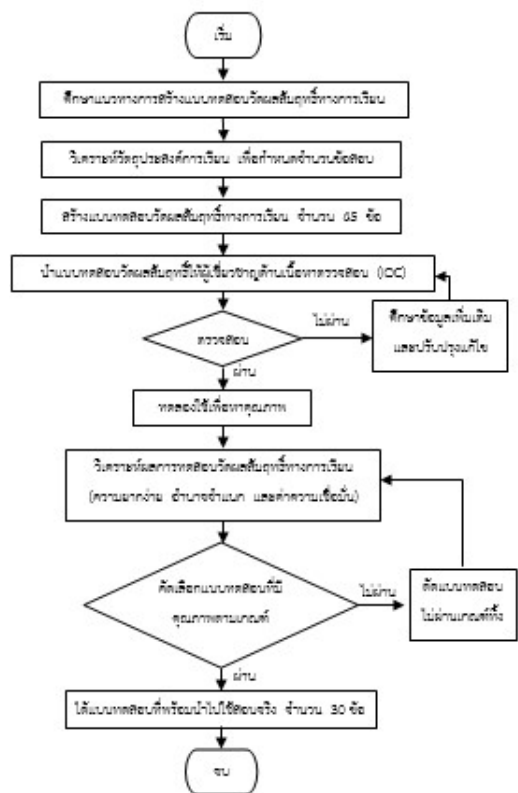
3.2.3 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลคะแนนระหว่างเรียนและเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การสร้างเครื่องมือในการเก็บรวบรวมคะแนนแบ่งได้เป็น 2 ส่วน คือ

3.2.3.1 แบบวัดความก้าวหน้าหรือแบบฝึกหัด เป็นแบบวัดความก้าวหน้าของผู้เรียนในระหว่างเรียนแต่ละหัวข้อเรื่อง โดยภาคทฤษฎีได้สร้างเป็นข้อคำถามแบบเลือกตอบและแบบเติมคำ ส่วนภาคปฏิบัติสร้างเป็นใบงาน จำนวน 10 ใบงาน คิดเป็นคะแนน 217 คะแนน

3.2.3.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผู้วิจัยได้ทำการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยคะแนนหลังการเรียน มี 2 แบบ คือ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาคทฤษฎีและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาคปฏิบัติ มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

1) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาคทฤษฎีมีรายละเอียด และขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบภาคทฤษฎี ดังภาพที่ 10



ภาพที่ 10 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ภาคทฤษฎี)

จากภาพอธิบายรายละเอียดในการสร้างแบบทดสอบ
วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ภาคทฤษฎี) ได้ดังนี้

1.1) ศึกษาแนวทางในการสร้าง
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากเอกสารที่
เกี่ยวข้องตำราต่าง ๆ

1.2) วิเคราะห์จุดประสงค์การ
เรียนรู้ โดยการสร้างตารางวิเคราะห์การออกข้อสอบตาม
จุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อกำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้
โดยพิจารณาถึงความจำเป็นของการนำไปใช้ในการแก้ปัญหา
ในการทำงาน ความยากง่ายของเนื้อหา และปริมาณของ
เนื้อหา แล้วนำค่าที่ได้จากการประเมินความสำคัญตาม
ระดับของวัตถุประสงค์ลงในตารางวิเคราะห์ข้อสอบ (Test
Blueprint) เพื่อกำหนดจำนวนข้อของข้อสอบในแต่ละ
วัตถุประสงค์ ซึ่งมีจำนวนข้อสอบที่ต้องการทั้งหมด 30 ข้อ

1.3) สร้างแบบทดสอบวัดผล
สัมฤทธิ์ทางการเรียน ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบเป็นแบบ
ปรนัย 4 ตัวเลือก ซึ่งแบบทดสอบที่ออกนั้นต้องให้
สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ และยึดหลักจำนวน
ข้อสอบที่ออกต้องมากกว่าจำนวนข้อของแบบทดสอบที่
ต้องการอย่างน้อย 25 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งผู้วิจัยได้ออก
ข้อสอบทั้งหมด จำนวน 45 ข้อ

1.4) นำแบบทดสอบวัดผล
สัมฤทธิ์ทางการเรียนให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน
ตรวจสอบพิจารณาความเที่ยงตรงของเนื้อหา (Content
Validity) และนำมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ แล้ว
วิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบ
วัดผลสัมฤทธิ์กับวัตถุประสงค์ (Index of Item
Objective Congruence : IOC) เลือกแบบทดสอบที่
มีค่าความสอดคล้องตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป ผลการวิเคราะห์
แบบทดสอบทั้ง 45 ข้อ พบว่าแบบทดสอบมีค่าความ
สอดคล้อง 0.6 - 1.0

1.5) นำแบบทดสอบที่ผ่านการ
วิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้องแล้ว ไปใช้กับผู้เรียน
ที่เคยผ่านการเรียน วิชางานไฟฟ้ารถยนต์ รหัสวิชา
2101 - 2005 จำนวน 14 คน เพื่อนำผลคำตอบมา
วิเคราะห์หาคุณภาพของแบบทดสอบ

1.6) หาคุณภาพของแบบทดสอบ
นำผลคำตอบมาวิเคราะห์ ดังนี้

ค่าความยากง่าย (Difficulty
Index) หรือค่า p โดยมีเกณฑ์คัดเลือกความยากง่าย
ระหว่าง 0.20 - 0.80

ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination
Index) หรือค่า r โดยมีเกณฑ์ค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่
0.20 ขึ้นไป

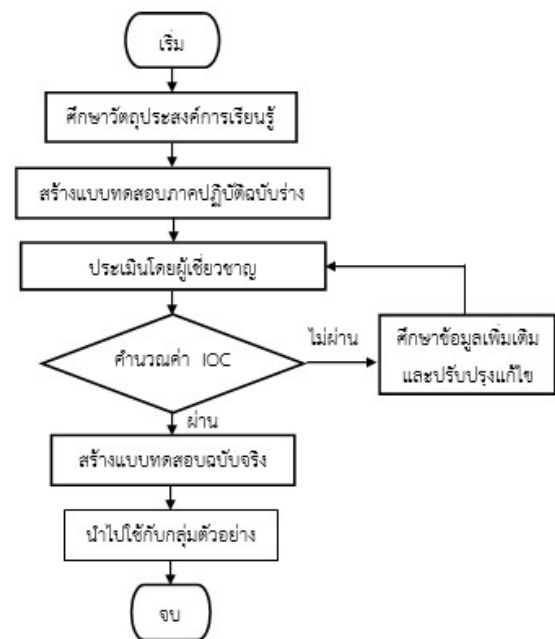
1.7) คัดเลือกข้อสอบที่มีคุณภาพ
ตามเกณฑ์ จำนวน 30 ข้อ และนำไปใช้กับผู้เรียนที่เคย
ผ่านการเรียน วิชางานไฟฟ้ารถยนต์ รหัสวิชา 2101 - 2005
มาแล้วจำนวน 14 คน ซึ่งเป็นคนละกลุ่มกับครั้งแรก
เพื่อหาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับโดยได้ผลการวิเคราะห์ดังนี้

- ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
ทั้งฉบับ มีค่าเท่ากับ 0.941

- มีค่าความยากง่าย (p) เฉลี่ย
เท่ากับ 0.581

- ค่าอำนาจจำแนก (r) ของ
แบบทดสอบเฉลี่ยเท่ากับ 0.486 ได้แบบทดสอบฉบับ
สมบูรณ์จำนวน 30 ข้อ ใช้ในการวิจัย

2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนภาคปฏิบัติ มีรายละเอียดขั้นตอนในการ
สร้างแบบทดสอบภาคปฏิบัติ ดังนี้



ภาพที่ 11 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทาง
การเรียน (ภาคปฏิบัติ)

จากภาพแสดงขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัด
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ภาคปฏิบัติ) ได้ดังนี้

1) ศึกษาวัตถุประสงค์การเรียนรู้
และระดับพฤติกรรมการเรียนรู้ที่ได้วิเคราะห์ไว้ในตาราง
การวิเคราะห์ วัตถุประสงค์การเรียนรู้เพื่อออกข้อสอบ

2) สร้างแบบทดสอบโดยออก
ข้อสอบให้ครอบคลุมวัตถุประสงค์การเรียนรู้ซึ่งในแบบ
ทดสอบประกอบไปด้วยหัวข้อต่าง ๆ ได้แก่ ชื่อเรื่อง คำสั่ง
ภาพแบบงาน เครื่องมือและอุปกรณ์ แบบบันทึกผลการ

ตรวจสอบ สรุปผลการตรวจสอบ โดยแบบทดสอบภาคปฏิบัติ จะสอดคล้องกับใบประเมินผลแบบทดสอบภาคปฏิบัติ เพื่อให้คะแนนโดยมีเกณฑ์การประเมินผลการปฏิบัติงาน ตามเกณฑ์พิจารณา ดังนี้

- 1 คะแนน ผลการปฏิบัติงานใช้งานได้ดี
- 0 คะแนน ไม่มีผลการปฏิบัติงานหรือใช้งานไม่ได้

3) นำแบบทดสอบภาคปฏิบัติให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน พิจารณาและให้คำแนะนำในการปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบ เพื่อความสมบูรณ์ของข้อสอบ และประเมินความสอดคล้องวัตถุประสงค์การเรียนรู้กับข้อสอบ (IOC) โดยกำหนดเกณฑ์การพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้อง ดังนี้

- เห็นว่าสอดคล้อง ให้คะแนน +1
- ไม่แน่ใจ ให้คะแนน 0
- เห็นว่าไม่สอดคล้อง ให้คะแนน -1

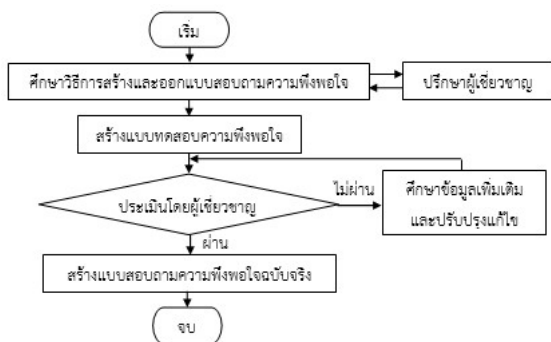
นำผลจากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์หาดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence : IOC) พบว่าแบบทดสอบมีค่าดัชนีความสอดคล้อง 1.00

4) สร้างแบบทดสอบฉบับจริงโดยนำแบบทดสอบที่ให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินความสอดคล้องและปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญแล้ว นำมาสร้างเป็นแบบทดสอบฉบับจริง

5) นำแบบทดสอบฉบับจริงไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

3.2.4 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ความพึงพอใจของผู้เรียน

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนโดยใช้ชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ สามารถแสดงขั้นตอนการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เรียน ดังนี้



ภาพที่ 12 ขั้นตอนการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เรียน

จากภาพแสดงขั้นตอนการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เรียน ซึ่งมีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

3.2.4.1 ศึกษาวิธีการในการสร้างเอกสารที่เกี่ยวข้องและออกแบบสอบถามความพึงพอใจในขณะกำลังสร้างได้ปรึกษาผู้เชี่ยวชาญไปด้วย

3.2.4.2 สร้างแบบสอบถามความพึงพอใจเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับของ ลิเคิร์ท (Likert) มีข้อคำถามจำนวน 15 ข้อ แบ่งกลุ่มคำถามเป็น 2 ด้าน คือ ด้านเนื้อหาและใบงานประกอบชุดฝึกจำนวน 10 ข้อ และด้านการออกแบบและสร้างชุดฝึกจำนวน 5 ข้อ

3.2.4.3 นำแบบสอบถามความพึงพอใจที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินเพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา (Content Validity) ภาษาที่ใช้และหัวข้อการประเมินที่ถูกต้อง

3.2.4.4 นำแบบสอบถามที่ปรับปรุงแล้วมาสร้างเป็นแบบสอบถามความพึงพอใจฉบับจริง เพื่อนำไปเก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

3.3 การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อหาประสิทธิภาพของชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ โดยดำเนินการดังต่อไปนี้

3.3.1 การเก็บรวบรวมข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน โดยใช้แบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ที่สร้างขึ้น ในด้านการออกแบบสร้างชุดฝึกและการนำไปใช้งาน และด้านใบงานประกอบชุดฝึก

3.3.2 การเก็บรวบรวมข้อมูลจากการใช้ชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ เพื่อหาประสิทธิภาพ (E1/E2) ดังแผนภาพ



ภาพที่ 13 ขั้นตอนในการเก็บข้อมูลจากแบบทดสอบก่อนเรียน

จากภาพ แสดงขั้นตอนในการเก็บข้อมูลจากแบบทดสอบก่อนเรียน การทำแบบฝึกหัดและใบงาน และวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน แล้วดำเนินการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ ที่สร้างขึ้นหลังจากการเรียนการสอนได้ให้ผู้เรียนทำแบบฝึกหัดและใบงาน เพื่อประเมินความก้าวหน้า หลังจากเรียนจบเนื้อหาตามจุดประสงค์การเรียนรู้ ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียนทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติโดยเก็บรวบรวมข้อมูลคะแนนจากการทำแบบฝึกหัด ตอบถูกได้ 1 คะแนน ตอบผิดได้ 0 คะแนน และเก็บรวบรวมข้อมูลจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ตอบถูกได้ 1 คะแนน ตอบผิดได้ 0 คะแนน



ภาพที่ 14 การจัดการเรียนการสอนโดยใช้ชุดฝึกที่สร้างขึ้น

3.3.3 วิเคราะห์หาประสิทธิภาพชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ นำผลคะแนนของกลุ่มตัวอย่าง จากการทำแบบฝึกหัดและใบงาน และการทดสอบหลังเรียน มาวิเคราะห์หาประสิทธิภาพ E1/E2

3.3.4 วิเคราะห์การทดลองใช้และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน และหลังเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยสื่อชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบ

จุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

3.3.5 เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อประเมินความพึงพอใจ โดยมีขั้นตอนดังนี้

3.3.5.1 ผู้วิจัยทำการแจกแบบประเมินให้ผู้เรียนประเมินความพึงพอใจในการเรียน โดยใช้ชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์

3.3.5.2 รวบรวมข้อมูลแบบสอบถามจากผู้เรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง และนำมาวิเคราะห์ข้อมูล

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.4.1 วิเคราะห์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยการหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ (IOC) หาค่าอำนาจจำแนก (p) หาค่าความยากง่าย (r) และหาค่าความเชื่อมั่น

3.4.2 วิเคราะห์ประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์

3.4.3 วิเคราะห์หาประสิทธิภาพชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ โดยนำคะแนนจากการทำแบบฝึกหัดและใบงาน มาคิดเป็นร้อยละ และนำคะแนนจากการทำแบบทดสอบ มาคิดเป็นร้อยละตามเกณฑ์ 80/80 โดยใช้สูตร E1/E2

3.4.4 วิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากคะแนนการทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ โดยใช้การทดสอบค่าที (t - test Independent)

3.4.5 วิเคราะห์ประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนด้วยชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์

4. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพการเรียนการสอนโดยใช้ชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น วิชางานไฟฟ้ารถยนต์ รหัส 20101 - 2005 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) พุทธศักราช 2562

สาขาวิชาช่างยนต์ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลตามขั้นตอนซึ่งมีผลการวิเคราะห์ข้อมูลสรุปได้ดังนี้

4.1 ผลการวิเคราะห์หาคุณภาพของชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์

ตารางที่ 2 ผลการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์

ด้าน	ค่าเฉลี่ย	S.D.	แปลความหมาย
1. ด้านการออกแบบสร้างชุดฝึกและนำไปใช้งาน	4.90	0.11	มากที่สุด
2. ด้านใบงานประกอบชุดฝึก	4.92	0.11	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวม	4.91	0.11	มากที่สุด

จากตารางที่ 2 ผลการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดฝึกและจำลองปัญหา ข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ครอบคลุมทั้ง 2 ด้านพบว่าโดยรวมมีความคิดเห็นอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.91$, S.D. = 0.11) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่าด้านการออกแบบสร้างชุดฝึกและการนำไปใช้งานมีความคิดเห็น อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.90$, S.D. = 0.11) และด้านใบงานประกอบชุดฝึก มีความคิดเห็นอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.92$, S.D. = 0.11)

4.2 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์

ตารางที่ 3 ผลการประเมินหาประสิทธิภาพชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ (E1/E2)

รายการ	แบบฝึกหัดและใบงาน (E ₁)	แบบทดสอบ (E ₂)
จำนวนผู้เรียน	20	20
คะแนนเต็ม	246	88
คะแนนที่ได้	4,062	1,437
ร้อยละของคะแนนที่ได้	82.56	81.65

จากตารางที่ 3 ผลปรากฏว่า ผู้เรียนกลุ่มตัวอย่างจำนวน 20 คน ทำแบบฝึกหัดและใบงานได้คะแนนคิดเป็นร้อยละ 82.56 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์กำหนด ร้อยละ 80 และคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คิดเป็นร้อยละ 81.65 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 80 แสดงว่าประสิทธิภาพของชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ มีค่าเท่ากับ 82.56/81.65 เมื่อเทียบกับเกณฑ์ 80/80 ผลปรากฏว่าชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

4.3 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนกับหลังเรียนโดยใช้ชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์

ตารางที่ 4 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของคะแนนประเมินผลก่อนเรียนกับหลังเรียน

คะแนนประเมินผล	จำนวนผู้เรียน	ผลรวมของคะแนน	ΣD	ΣD^2	t
ก่อนเรียน	20	220	199	2,163	14.340
หลังเรียน	20	419			

จากตารางที่ 4 แสดงให้เห็นว่าผู้เรียนจำนวน 20 คน มีผลคะแนนจากการทำแบบประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนกับหลังเรียน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 ค่า t จากการเปิดตาราง เท่ากับ 1.7396 (df = 19) และค่า t ที่ได้จากการคำนวณเท่ากับ 14.340 ซึ่งค่า t ที่ได้จากการคำนวณมากกว่าจากการเปิดตาราง แสดงว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่าง เมื่อเรียนด้วยชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ที่สร้างขึ้น หลังเรียนมีค่าสูงกว่าก่อนเรียนจริง

4.4 ผลการวิเคราะห์ระดับความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์

ตารางที่ 5 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยระดับความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดฝึกและจำลองปัญหาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์

ข้อที่	รายการประเมิน	n = 20 คน		
		\bar{x}	S.D.	แปลความหมาย
	ด้านเนื้อหาและใบงานประกอบชุดฝึก			
1	ใบเนื้อหามีความเข้าใจง่าย	5.00	0.00	มากที่สุด
2	รูปภาพในใบเนื้อหาชัดเจน	4.20	0.77	มาก
3	คำอธิบายขั้นตอนการปฏิบัติชัดเจน	4.90	0.31	มากที่สุด
4	รูปภาพประกอบใบงานชัดเจน	4.40	0.68	มาก
5	รูปภาพสอดคล้องกับคำบรรยาย	4.75	0.64	มากที่สุด
6	ลำดับขั้นการปฏิบัติเข้าใจง่าย	4.60	0.68	มากที่สุด
7	ใบงานง่ายต่อการปฏิบัติ	4.85	0.49	มากที่สุด
8	แบบฝึกหัดเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน	4.70	0.66	มากที่สุด
9	ข้อความในแบบฝึกหัดเข้าใจง่าย	5.00	0.00	มากที่สุด
10	แบบฝึกหัดสอดคล้องกับเนื้อหา	4.70	0.66	มากที่สุด
	เฉลี่ยด้านเนื้อหาและใบงานประกอบชุดฝึก	4.71	0.17	มากที่สุด
	ด้านการออกแบบและสร้างชุดฝึก			
1	ชุดฝึกที่สร้างขึ้นช่วยกระตุ้นความสนใจแก่ผู้เรียน	4.90	0.31	มากที่สุด
2	ชุดฝึกที่สร้างขึ้นมีประโยชน์ต่อการเรียนการสอน	4.65	0.67	มากที่สุด
3	ชุดฝึกที่สร้างขึ้นใช้งานง่าย	4.65	0.49	มากที่สุด
4	ชุดฝึกที่สร้างขึ้นสามารถจำลองปัญหาได้เหมือนจริง	4.85	0.49	มากที่สุด
5	ชุดฝึกที่สร้างขึ้นมีขนาดเหมาะสม	4.55	0.94	มากที่สุด
	เฉลี่ยด้านการออกแบบและสร้างชุดฝึก	4.72	0.39	มากที่สุด
	เฉลี่ยรวมทั้งสองด้าน	4.71	0.28	มากที่สุด

จากตารางที่ 5 พบว่าความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ โดยเฉลี่ยด้านเนื้อหาและใบงานประกอบชุดฝึก มีค่าความพึงพอใจเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.71, S.D. = 0.17$) และด้านการออกแบบและสร้างชุดฝึก มีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจ อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.72, S.D. = 0.39$) และเมื่อรวมทั้ง 2 ด้าน มีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจ อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.71, S.D. = 0.28$)

5. สรุปผลการวิจัย

5.1 การประเมินหาคุณภาพชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ที่สร้างขึ้น โดยผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน มีความคิดเห็นว่า ชุดฝึกที่สร้างขึ้นมีคุณภาพสูงกว่าเกณฑ์กำหนดที่ตั้งไว้ โดยเมื่อนำมาพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า ในด้านการออกแบบสร้างชุดฝึกและนำไปใช้งาน มีความคิดเห็นอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.90, S.D. = 0.11$) และด้านใบงานประกอบชุดฝึกมีความ

คิดเห็นอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.92, S.D. = 0.11$) และเมื่อเฉลี่ยรวมทั้งสองด้าน มีความคิดเห็นอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.91, S.D. = 0.11$) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าชุดฝึกที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีคุณภาพสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้เป็นอย่างดี

5.2 การหาประสิทธิภาพของชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ โดยการนำชุดฝึกที่สร้างขึ้นไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนกับผู้เรียน กลุ่มตัวอย่างพบว่าผู้เรียนมีคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบฝึกหัดและใบงาน คิดเป็นร้อยละเท่ากับ 82.56 และมีคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติคิดเป็นร้อยละ เท่ากับ 81.65 ซึ่งมีค่าสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80

5.3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ที่สร้างขึ้นสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

5.4 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ โดยเฉลี่ยด้านเนื้อหาและใบงานประกอบชุดฝึก มีค่าความพึงพอใจ เฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.71, S.D. = 0.17$) และด้านการออกแบบสร้างชุดฝึก มีค่าความพึงพอใจ เฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.72, S.D. = 0.39$) และเมื่อรวมทั้ง 2 ด้าน มีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจ อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.71, S.D. = 0.28$) ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

6. อภิปรายผลการวิจัย

6.1 จากผลการวิจัยพบว่า ประสิทธิภาพของชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 82.56/81.65 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 ที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เพราะชุดฝึกที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นได้ผ่านกระบวนการตรวจสอบอย่างมีคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญ ได้รับคำแนะนำปรับปรุงแก้ไขอย่างมีขั้นตอน จึงทำให้ชุดฝึกที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเหมาะสมสำหรับใช้เป็นสื่อการเรียนการสอน ซึ่งชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นสามารถจำลองปัญหาได้ 10 รายการ คือ ข้อขัดข้อง

วงจรไฟฟ้าควบคุมรีเลย์หลัก ข้อขัดข้องวงจรไฟฟ้าตัวตรวจจับมุมเพลลาข้อเหวี่ยง ข้อขัดข้องวงจรไฟฟ้าตัวตรวจจับมุมเพลลาลูกเบี้ยว ข้อขัดข้องวงจรไฟฟ้ามาตรวัดการไหลของอากาศ ข้อขัดข้องวงจรไฟฟ้าตัวตรวจจับอุณหภูมิน้ำ ข้อขัดข้องวงจรไฟฟ้าตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่ง ข้อขัดข้องวงจรไฟฟ้าควบคุมรีเลย์เปิดวงจร ข้อขัดข้องวงจรไฟฟ้าควบคุมปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิง ข้อขัดข้องวงจรไฟฟ้าควบคุมหัวฉีด และข้อขัดข้องวงจรไฟฟ้าควบคุมคอยล์ จูกระเบิด โดยผู้เรียนจะได้ฝึกทักษะการใช้เครื่องมือวิเคราะห์ปัญหาเมื่อถือ OBD ซึ่งเป็นอุปกรณ์ของจริงที่ตามศูนย์บริการรถยนต์ที่ทันสมัยในปัจจุบันใช้ในการวิเคราะห์หาข้อบกพร่องของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์จากหน่วยความจำ โดยนำไปต่อเข้ากับชุดฝึกวิเคราะห์ข้อขัดข้อง ซึ่งใช้เครื่องยนต์จริงมาจำลองปัญหา และฝึกอ่านรหัสข้อบกพร่อง จากเครื่องวิเคราะห์ปัญหาเมื่อถือ (OBD) และเมื่อผู้เรียนอ่านพบข้อบกพร่องของอุปกรณ์ระบบจูกระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ จากเครื่องวิเคราะห์ปัญหาเมื่อถือ (OBD) ผู้เรียนจะต้องตรวจสอบว่าอุปกรณ์เสียตรงจุดใด โดยใช้เครื่องมือวัดมัลติมิเตอร์ ซึ่งผู้เรียนจะได้ฝึกทักษะการใช้เครื่องมือวัดฝึกการอ่านค่า และนำไปเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน เพื่อวิเคราะห์ว่าข้อขัดข้องที่ตรวจพบเกิดจากสาเหตุใด อุปกรณ์ใดเสียหรือชำรุดตรงจุดใด และมีแนวทางการแก้ไขอย่างไร โดยผู้เรียนจะได้รับความรู้ และทักษะ จากการลงปฏิบัติด้วยสื่อที่ใกล้เคียงของจริงมากที่สุด สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการทำงานได้จริง ซึ่งสอดคล้อง กับคำกล่าวของนักการศึกษาที่กล่าวว่า การที่จะทำให้กระบวนการเรียนการสอนในสาขาวิชาช่างอุตสาหกรรมดำเนินไปได้ด้วยดี ครูผู้สอนควรมีสื่อที่ดีมีคุณภาพและมีมาตรฐาน จึงทำให้คุณภาพการเรียนการสอนดีขึ้นโดยเฉพาะสื่อในวิชาฝึกปฏิบัติ เช่น ชุดสาธิตหรือชุดฝึกปฏิบัติ ได้ทำการวิจัยเรื่องการสร้างและหาประสิทธิภาพ ชุดฝึก ระบบฉีดเชื้อเพลิงแบบอิเล็กทรอนิกส์ในรถจักรยานยนต์ ผลการวิจัยพบว่าชุดฝึกที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 83.58 /83.28 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 การวิจัยเรื่องการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกกระบอกฉีดเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เซลแบบคอมมอลเรลควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ ผลการวิจัยพบว่า ชุดฝึกที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 84.58/82.79 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด สอดคล้องกับงานวิจัยของ ประทีป ฟองเพชร (2559, น. บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่องการพัฒนาและหาประสิทธิภาพชุดฝึกงานกลึงมินิซีเอ็นซี ผลการวิจัยพบว่า ชุดฝึกที่สร้างขึ้น มีประสิทธิภาพ 82.29/81.63 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ สุรพล คำนวนศักดิ์

(2546, น. บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่องการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดจำลองสถานการณ์ ข้อขัดข้องของระบบจูกระเบิดแบบอิเล็กทรอนิกส์ในรถยนต์ ผลการวิจัยพบว่าชุดฝึกที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 90.27 /85.66 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

สำหรับค่าประสิทธิภาพตัวแรกเป็นคะแนนที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดและใบงาน ซึ่งมีค่าประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์กำหนด เพราะว่า

1) การเรียนการสอนด้วยสื่อชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจูกระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์นั้น มีส่วนกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความตั้งใจและสนใจใฝ่เรียน เนื่องจากผู้วิจัยได้สร้างปัญหาข้อขัดข้องของเครื่องยนต์ โดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์เข้ามามีส่วนร่วมในการตัดระบบวงจรไฟฟ้าซึ่งผู้เรียนไม่สามารถสังเกตเห็นได้ จึงทำให้ผู้เรียนได้ฝึกการวิเคราะห์ปัญหาด้วยตนเองว่าเครื่องยนต์ขัดข้องตรงจุดใด สร้างความกระตือรือร้นให้ผู้เรียนส่งผลให้คะแนนเฉลี่ยของประสิทธิภาพตัวแรกสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้

2) การเรียนการสอนด้วยสื่อชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจูกระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบและสร้างชุดฝึก ใบงานพร้อมกับกำหนดปัญหาข้อขัดข้องต่าง ๆ โดยเลือกปัญหาที่มักเกิดขึ้นจริงกับรถยนต์ในปัจจุบัน ส่งผลให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะวิเคราะห์ปัญหาได้จริง และผู้สอนได้ออกแบบชุดฝึกไว้สำหรับฝึกผู้เรียนในการวิเคราะห์หลายปัญหา โดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นตัวสั่งการทำให้สะดวกรวดเร็วต่อการฝึกผู้เรียน จึงทำให้การเรียนการสอนบรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

สำหรับค่าประสิทธิภาพตัวหลังเป็นคะแนนที่ได้มา จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ ซึ่งมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ เพราะว่าผู้เรียนได้ผ่านการเรียนทั้งภาคทฤษฎี และได้ฝึกทักษะ ฝึกวิเคราะห์ปัญหาจากชุดฝึกในภาคปฏิบัติ ทำให้ผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นเข้าใจปัญหาข้อขัดข้องของระบบจูกระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ในเครื่องยนต์

6.2 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนกับหลังเรียน พบว่ามีผลคะแนนจากทำแบบประเมินผลการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน เพราะว่าผู้เรียนได้เรียนโดยใช้ชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจูกระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ ที่มีความพร้อมทั้งใบความรู้ใบงาน ใบประเมินผล และได้ฝึกปฏิบัติจริงในการวิเคราะห์หาข้อขัดข้องของเครื่องยนต์จากชุดฝึกที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่ง

สอดคล้องกับงานวิจัยของ สุรพล คำนวนศักดิ์ (2546, น. บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพ ชุดจำลองสถานการณ์ข้อขัดข้องของระบบจุดระเบิดแบบอิเล็กทรอนิกส์ในรถยนต์ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการคะแนนทำแบบทดสอบหลังเรียน สูงกว่าคะแนนจากการทำแบบทดสอบก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 สอดคล้องกับงานวิจัยของ ประดิษฐ์ เลิศไพธำวัฒนา (2562, น. บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยการพัฒนาและหาประสิทธิภาพชุดสาธิต และฝึกปฏิบัติวงจรไฟฟ้ารถจักรยานยนต์ Honda Wave 110 i ผลปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ ภาวนา พรหมสาลี, ประชิต พรหมสุวรรณ, และ ปรีชา ชัยกุล. (2561, น. บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การสร้างชุดฝึกปฏิบัติการต่อวงจรระบบไฟฟ้า ในรถจักรยานยนต์ ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05

จากการสอบถามความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนการสอนด้วยชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ พบว่าผู้เรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ยรวม 4.71) สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ เพราะผู้เรียนมีความสนใจจากการเรียนการสอนด้วยชุดฝึกเป็นอย่างมาก เพราะมีใบเนื้อหา ใบงาน แบบฝึกหัดประกอบการเรียนด้วยชุดฝึก ซึ่งใบเนื้อหา ใบงาน และแบบฝึกหัด ผู้เรียนสามารถเข้าใจได้ง่ายมีคำอธิบายชัดเจนสอดคล้องกับคำบรรยาย มีรูปภาพชัดเจนลำดับขั้นตอนการปฏิบัติเข้าใจง่าย ข้อคำถามของแบบฝึกหัดเหมาะสม สอดคล้องกับเนื้อหา หลากหลาย ครอบคลุมเนื้อหาวิชาและจุดประสงค์ การเรียนรู้ เหมาะสมกับระดับผู้เรียน

7. ข้อเสนอแนะ

7.1 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งนี้

เครื่องยนต์ที่นำมาใช้ประกอบเข้ากับชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ เป็นเครื่องยนต์ใช้แล้วที่ได้รับการบริจาคมา ทำให้อุปกรณ์ส่วนประกอบระบบอื่น ๆ ที่ไม่เกี่ยวกับระบบข้อขัดข้องที่จำลองขึ้นขาดหายไป เช่น ระบบพวงมาลัยเพาเวอร์ ระบบตรวจจับความเร็ว เป็นต้น ส่งผลให้หน่วยความจำอิเล็กทรอนิกส์แสดงผลข้อขัดข้องตลอด ทำให้ไฟเตือนรูปเครื่องยนต์ติดตลอดเวลา ต้องทำการลบรหัสข้อบกพร่องทุกครั้งก่อนทำการจำลองปัญหาข้อขัดข้องระบบ

จุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ หากนำไปใช้กับเครื่องยนต์ที่มีส่วนประกอบครบจะจัดปัญหานี้ออกไปได้

7.2 ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

- 7.2.1 ควรมีการศึกษาวิจัยเพื่อสร้างและพัฒนาชุดฝึกและจำลองปัญหาข้อขัดข้องของระบบไฟฟ้าในระบบเครื่องยนต์ดีเซล เพื่อให้ผู้เรียนได้มีความรู้ในหลาย ๆ รูปแบบ
- 7.2.2 ควรมีการศึกษาวิจัยเพื่อสร้างและพัฒนาชุดฝึกและจำลองปัญหาข้อขัดข้องในรูปแบบอื่น ๆ เช่น ระบบไฟแสงสว่าง ระบบอุปกรณ์อำนวยความสะดวก ระบบประจุไฟ เป็นต้น

8. เอกสารอ้างอิง

- ประดิษฐ์ เลิศไพธำวัฒนา. (2562). การพัฒนาและหาประสิทธิภาพชุดสาธิตและฝึกปฏิบัติวงจรไฟฟ้ารถจักรยานยนต์ Honda Wave 110i. *วารสารการอาชีวศึกษาภาคกลาง*, 3, (1) (2019), หน้า 49-57.
- ประทีป พองเพชร. (2559). *การพัฒนาและหาประสิทธิภาพชุดฝึกงานกลึงมินิซีเอ็นซี*. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา.
- ภาวนา พรหมสาลี, ประชิต พรหมสุวรรณ และ ปรีชา ชัยกุล. (2561). การสร้างชุดฝึกปฏิบัติการต่อวงจรระบบไฟฟ้าในรถจักรยานยนต์. ค้นเมื่อ สิงหาคม 18, 2566, จาก <https://riss.rmuts.ac.th/upload/doc/202006/fBUxtLMUorL5BlzUiPMV/fBUxtLMUorL5BlzUiPMV.pdf>
- สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา. กระทรวงศึกษาธิการ. (2565). *หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2562 (ปรับปรุง พ.ศ. 2565)*. ค้นเมื่อ สิงหาคม 10, 2566, จาก <https://bsq.vec.go.th/Portals/9/Course/20/2562amend2565/20100/20101v2.pdf>
- สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา. กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *แผนพัฒนาการอาชีวศึกษา พ.ศ. 2565-2579*. ค้นเมื่อ สิงหาคม 10, 2566, จาก <http://www.lampangvc.ac.th/2021/admin/ckfinder/userfiles/files/ITA/2563/%E0%B8%9E%E0%B8%A3%E0%B8%9A/O6-6.pdf>
- สุรพล คำนวนศักดิ์. (2546). การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดจำลองสถานการณ์ข้อขัดข้อง ของระบบจุดระเบิดแบบอิเล็กทรอนิกส์ในรถยนต์. *วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรบัณฑิตสาขาสหวิทยาการบัณฑิต สาขาวิชาเครื่องกล บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ*.