

การพัฒนาชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์

โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์

Development a training to analyze problems in the electronic ignition system.

By means of simulating computer control problems.

ดิเรก ใจดี

Direk Jaidee

แผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคสุพรรณบุรี สถาบันการอาชีวศึกษาภาคกลาง 4 จังหวัดสุพรรณบุรี

Department of Automotive Engineering Suphanburi Technical College Central Vocational

Education Institute 4, Suphanburi Province

บทคัดย่อ

การศึกษาวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาและหาคุณภาพชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้อง ระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ 2) เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ 3) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ 4) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนด้วยชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ กับเกณฑ์ร้อยละ 75 5) เพื่อเปรียบเทียบทักษะการปฏิบัติหลังเรียนด้วยชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ กับเกณฑ์ร้อยละ 75 และ 6) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนที่เรียนด้วยชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์

การดำเนินการวิจัย นำชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 1 กลุ่ม 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 วิทยาลัยเทคนิคสุพรรณบุรี จำนวน 20 คน โดยให้

นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนภาคทฤษฎี และในระหว่างเรียนให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดและฝึกปฏิบัติตามใบงาน เมื่อจบบทเรียนให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาคทฤษฎี และทดสอบภาคปฏิบัติ นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาประสิทธิภาพ และเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนก่อนเรียนกับหลังเรียน และให้นักเรียนตอบแบบสอบถามเพื่อประเมินความพึงพอใจ

ผลการวิจัยพบว่า

1) คุณภาพของชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ โดยรวมมีความคิดเห็นอยู่ในระดับมากที่สุด

2) ประสิทธิภาพของชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ (E1) เท่ากับ 82.56 และ (E2) เท่ากับ 85.06 เมื่อเทียบกับเกณฑ์ 80/80 ซึ่งมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และค่าดัชนีประสิทธิผลการเรียนรู้ของผู้เรียนจากการเรียนโดยใช้ชุดฝึกมีค่าเท่ากับ 0.7825 หรือร้อยละ 78.25

3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน ที่เรียนด้วยชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ พบว่า หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน ที่เรียนด้วยชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 75 พบว่า หลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5) คะแนนทักษะการปฏิบัติทางการเรียนของผู้เรียน ที่เรียนด้วยชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อ ขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์หลังเรียนเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 75 พบว่าหลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05

6) ความพึงพอใจของผู้เรียน ที่เรียนด้วยชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ พบว่า ความพึงพอใจของผู้เรียนโดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด

คำสำคัญ : ชุดฝึกวิเคราะห์ , ระบบจุดระเบิด , ข้อขัดข้อง

Abstract

This research aimed to 1) develop and find the quality of the electronic ignition system failure analysis training kit using computer simulation method; 2) find the efficiency of the electronic ignition system failure analysis training kit using computer simulation method; 3) to compare the learning achievement before and after learning with the electronic ignition system failure analysis training kit by computer control problem simulation method. 4) to compare the learning achievement after learning with the electronic ignition system failure analysis training kit by computer-controlled problem simulation method with the 75 percent criterion. 5) to compare practical skills after learning with the electronic ignition system failure analysis training kit by computer-controlled problem simulation

method with the 75 percent criterion. and 6) to study the satisfaction of learners who study with the electronic ignition system failure analysis training kit using computer-controlled problem simulation method. The sample group used in this research was 20 students in the first year of the Vocational Certificate (Vocational Certificate) in the second semester of the academic year 2023 at Suphanburi Technical College, which were obtained by cluster random sampling using the classroom as the sampling unit. The research tools included an electronic ignition system malfunction analysis training kit using a computer-controlled problem simulation method, an achievement test, and a student satisfaction questionnaire.

The research results found that :

1. The quality of the electronic ignition system failure analysis training kit using computer-controlled problem simulation method was generally of the highest level.

2. The efficiency of the electronic ignition system failure analysis training set by computer control problem simulation method (E1) was 82.56 and (E2) was 85.06 when compared with the criteria of 80/80, which is higher than the specified criteria. The learning efficiency index of the learners from learning by using the training set was 0.7825 or 78.25 percent.

3. The academic achievement of students who studied with the electronic ignition system malfunction analysis training kit by computer control problem simulation method found that after studying was significantly higher than before studying at the statistical level of .05.

4. The learning achievement of students who studied with the electronic ignition system malfunction analysis training kit by computer

control problem simulation method compared to the 75 percent criterion found that after studying, the average score was significantly higher than the 75 percent criterion at the .05 statistical level.

5. The scores of the students' practical learning skills who studied with the electronic ignition system malfunction analysis training kit by computer-controlled problem simulation method after studying compared to the 75 percent criterion found that after studying, the average scores were significantly higher than the 75 percent criterion at the .05 statistical level.

6. The satisfaction of the learners who studied with the electronic ignition system failure analysis training kit by computer-controlled problem simulation method found that the overall satisfaction of the learners was at the highest level.

Keywords : analysis training set, ignition system, failure

1. บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันประเทศไทย ได้มีการพัฒนาทั้งในด้านเศรษฐกิจ การจ้างงาน การส่งเสริมการลงทุน การส่งออก โดยประเทศไทยเริ่มมีนโยบายเปิดเสรีทางการค้า และเข้าเป็นสมาชิกองค์การการค้าโลก (World Trade Organization - WTO) และได้ร่วมลงนามข้อตกลงเขตการค้าเสรีอาเซียน (ASEAN Free Area - AFTA) ทำให้ประเทศไทยมีการเติบโตและขยายตัวของเศรษฐกิจและภาคอุตสาหกรรมอย่างต่อเนื่อง จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนากำลังคนที่จะเข้าสู่ภาคอุตสาหกรรมของประเทศ

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา เป็นหน่วยงานหลักในการผลิตบุคลากรด้านสายอาชีพโดยมีจุดมุ่งหมายของหลักสูตร เพื่อให้มีความรู้ ทักษะและประสบการณ์ในงานอาชีพสอดคล้องกับมาตรฐานวิชาชีพ สามารถนำความรู้ทักษะและประสบการณ์ในงานอาชีพไปปฏิบัติงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยสำนักงาน

คณะกรรมการการอาชีวศึกษา กำหนดหลักสูตรการจัดการเรียนการสอนอาชีวศึกษา ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และฝึกปฏิบัติการใช้เครื่องมือ วัสดุอุปกรณ์ต่างๆ ผู้เรียนได้เพิ่มพูนและฝึกฝนทักษะ ซึ่งสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของยุทธศาสตร์ที่ 2 การผลิตและพัฒนากำลังคน ด้านการอาชีวศึกษาเพื่อสร้างขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ คือเพื่อผลิตและพัฒนาากำลังคนอาชีวศึกษาให้มีสมรรถนะตรงกับความต้องการของตลาดแรงงานและการพัฒนาประเทศ (สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา, 2560, น. 11) ปัจจุบันปริมาณรถยนต์เพิ่มขึ้นเป็นจำนวนมากเพราะรถยนต์กลายเป็นปัจจัยที่ 5 ของคนเมือง ที่ต้องใช้ในชีวิตประจำวัน ซึ่งปัญหาที่ตามมานอกจากพื้นที่ถนนไม่เพียงพอ ยังมีอีกประการหนึ่งคือเรื่องของมลพิษจากไอเสียซึ่งเป็นปัญหาสำคัญที่ทั่วโลกให้ความสนใจ เหตุเนื่องมาจากรถยนต์ขาดการดูแลและตรวจสอบอย่างถูกวิธี ทำให้แก๊สไอเสียที่เกิดจากการเผาไหม้มีมลพิษปนออกมา และวิธีแก้ไขเพื่อการลดมลพิษของรถยนต์ทางที่ทำได้ดีที่สุด คือการพัฒนาด้านเทคโนโลยียานยนต์ให้ทันสมัยขึ้น โดยการปรับปรุงระบบควบคุมการทำงานต่าง ๆ ของรถยนต์ให้มีประสิทธิภาพขึ้น ในช่วงหลายปีที่ผ่านมา บริษัทผู้ผลิตรถยนต์ได้นำอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์มาใช้ควบคุมระบบการทำงานของรถยนต์ เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน ลดมลภาวะเป็นพิษ และยังช่วยในการแก้ปัญหาลดภาวะโลกร้อน เช่น ระบบจุดระเบิดและระบบฉีดเชื้อเพลิงได้พัฒนานำเอาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์มาเป็นส่วนประกอบในการทำงาน โดยเฉพาะระบบจุดระเบิดเมื่อทำงานร่วมกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทำให้ระบบทำงานมีประสิทธิภาพดีขึ้นซึ่งมีข้อดีหลายประการ เช่น ช่วยให้ประกายไฟที่เขียวหวั่นเทียนดียิ่งขึ้น ทำให้การเผาไหม้ส่วนผสมของเชื้อเพลิงสมบูรณ์มีมลพิษน้อย แต่ระบบและอุปกรณ์บางอย่างที่ใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เมื่อใช้งานไประยะหนึ่งมักพบข้อบกพร่อง คือ การเสื่อมสภาพหรือชำรุดใช้งานไม่ได้จึงเกิดปัญหาข้อขัดข้องขึ้น ส่งผลให้ระบบควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ทำงานผิดพลาด และควรที่จะได้รับการแก้ไขอย่างถูกวิธีจากช่างมืออาชีพที่ชำนาญ

วิทยาลัยเทคนิคสุพรรณบุรี เป็นหน่วยงานหนึ่งที่สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ที่เปิดสอน

ในสาขาวิชาช่างยนต์ 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)

แผนกวิชาช่างยนต์มีหน้าที่จัดการเรียนการสอนเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของหลักสูตร และจากประสบการณ์การสอนวิชางานไฟฟ้ารถยนต์ ผู้วิจัยได้สำรวจข้อมูลเกี่ยวกับผลการเรียนของผู้เรียนในรายวิชางานไฟฟ้ารถยนต์ วิทยาลัยเทคนิคสุพรรณบุรี เมื่อปีการศึกษา 2563 ถึงปีการศึกษา 2565 พบว่าผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับสูง ร้อยละ 28.26 ระดับปานกลาง ร้อยละ 39.13 และระดับต่ำ ร้อยละ 32.61

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 ซึ่งผู้วิจัยได้สังเกตและสอบถามจากผู้เรียนเกี่ยวกับสาเหตุที่ทำให้คะแนนในหน่วยการเรียนดังกล่าวต่ำ เนื่องจาก

ลักษณะของเนื้อหาเรื่องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์จะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดังนั้นต้องอาศัยการฝึกทักษะ การฝึกวิเคราะห์แก้ไขข้อผิดพลาดต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในระบบไฟฟ้ารถยนต์ แต่การจัดการเรียนการสอนในปัจจุบันของแผนกวิชาช่างยนต์ ยังขาดอุปกรณ์ที่ใช้ในการฝึกทักษะเรื่องดังกล่าวจึงทำให้ผู้เรียนไม่มีประสบการณ์ ไม่สามารถนำเอาความรู้ในภาคทฤษฎีไปประยุกต์สู่ภาคปฏิบัติได้ ส่งผลให้ผู้เรียนขาดความมั่นใจในการปฏิบัติ โดยเฉพาะในเรื่องของการตรวจหาข้อผิดพลาดของระบบไฟฟ้ารถยนต์ สื่อและอุปกรณ์การสอนสำหรับผู้เรียนได้ฝึกวิเคราะห์เพื่อหาสาเหตุข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นนั้น ยังคงเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นจริงคือ

1. อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับการฝึกทักษะเป็นอุปกรณ์ที่ไม่มีปัญหาข้อขัดข้อง ทำให้ผู้เรียนไม่ได้เกิดการเรียนรู้ ไม่สามารถฝึกทักษะการวิเคราะห์แก้ไขข้อผิดพลาดตามวัตถุประสงค์ของเนื้อหา หากถ้าผู้เรียนได้เรียนกับชุดฝึกและจำลองปัญหาข้อขัดข้องที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจะทำให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้ ในการหาสาเหตุของข้อผิดพลาดนั้น

2. ครูผู้สอนต้องสร้างปัญหาข้อขัดข้องของเครื่องยนต์ที่นำมาใช้ฝึกปฏิบัติ เพื่อให้สอดคล้องกับใบงาน ทำให้เสียเวลาในการจัดเตรียมเป็นอย่างมาก อุปกรณ์ที่ทำให้เสียไม่สามารถนำกลับมาใช้ได้อีก แต่ชุดฝึกและจำลองปัญหาข้อขัดข้องที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนั้น ครูผู้สอนจะสั่งการให้เกิดข้อขัดข้องโดยใช้คอมพิวเตอร์จำลองปัญหาในจุดที่ผู้สอนต้องการได้ทันที ทำให้ผู้สอนไม่ต้องเสียเวลาในการจัดเตรียมและอุปกรณ์นั้นๆ จะไม่ชำรุดเสียหาย

3. อุปกรณ์ที่ใช้ฝึกในระบบไฟฟ้ารถยนต์ โดยทั่วไปที่ใช้ส่วนมากสร้างขึ้นในการฝึกทักษะต่อวงจรเท่านั้น มีลักษณะไม่ใกล้เคียงกับความเป็นจริง เพราะในเครื่องยนต์จริงหลายวงจรสายไฟจะรวมเข้าด้วยกัน ทำให้ผู้เรียนไม่ได้รับประสบการณ์ที่ใกล้เคียงกับส่วนประกอบที่เป็นจริง ทำให้เกิดความไม่มั่นใจในการออกไปปฏิบัติงานจริง แต่ชุดฝึกและจำลองปัญหาข้อขัดข้องที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจะมีลักษณะวงจรไฟฟ้าที่ใกล้เคียงกับวงจรไฟฟ้าของรถยนต์จริง ทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เสมือนปฏิบัติงานจริง

4. ในการฝึกปฏิบัติทำให้ผู้เรียนฝึกกับรถยนต์จริงที่สามารถใช้งานได้อยู่ อาจทำให้เสี่ยงต่อการเสียหายได้ เพราะผู้เรียนยังอยู่ในช่วงฝึกหัดจึงควรให้ผู้เรียนได้

เรียนรู้กับสื่อชุดฝึกและจำลองปัญหาข้อขัดข้องจนผู้เรียนเกิดทักษะความชำนาญก่อนปฏิบัติงานจริง เพื่อลดการสูญเสียของอุปกรณ์หรือรถยนต์จริง

จากปัญหาที่ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำ เนื่องจากขาดสื่อ ขาดอุปกรณ์ในการฝึกปฏิบัติ วิเคราะห์ และแก้ไขปัญหาข้อขัดข้องของระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ ถ้าไม่ได้รับการแก้ไขจะส่งผลเสียต่อผู้เรียนในการศึกษาต่อ และการเรียนการสอนในรายวิชาอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง อีกทั้งยังมีผลต่อการไปประกอบอาชีพของผู้เรียนในอนาคต ดังนั้นปัญหาดังกล่าวควรได้รับการแก้ไขอย่างเร่งด่วน ซึ่งการแก้ไขปัญหาก็ได้ผลอย่างหนึ่งคือการใช้สื่อการสอนที่เหมาะสม ผู้วิจัยได้เห็นความสำคัญของเทคโนโลยีการสอนสมัยใหม่และสามารถนำไปใช้ได้ คือการใช้สื่อการสอนประเภทชุดสาธิตหรือชุดฝึกจำลองปัญหาข้อขัดข้อง

จากความสำคัญดังกล่าว ผู้วิจัยได้ตระหนักถึงคุณค่าของสื่อการเรียนการสอน จึงมีความเห็นว่าการเรียนการสอนวิชาไฟฟ้ารถยนต์ ถ้าผู้เรียนได้มีการศึกษาจากชุดฝึกและจำลองปัญหาข้อขัดข้อง โดยผู้เรียนได้ฝึกแก้ไขข้อขัดข้องระบบไฟฟ้าจากชุดฝึกที่สร้างเงื่อนไขหรือข้อขัดข้อง โดยสั่งจากคอมพิวเตอร์ ซึ่งผู้เรียนไม่สามารถทราบได้เลยว่าครูผู้สอนสั่งให้ระบบไฟฟ้าขัดข้องที่ตรงจุดใดไม่ต้องเสียเวลาในการทำให้อุปกรณ์ระบบไฟฟ้าของเครื่องยนต์ชำรุดหรือขัดข้อง เช่น การดึงสายไฟ หรือการถอดอุปกรณ์บางส่วนออก ซึ่งหากผู้เรียนเป็นคนช่างสังเกต อาจพบปัญหาที่กำหนดไว้ได้โดยง่ายและรวดเร็ว ดังนั้นในการค้นหาปัญหาข้อขัดข้องก็ไม่ได้วัดและพิสูจน์ให้เห็นว่าผู้เรียนมีองค์ความรู้และหลักการวินิจฉัย การใช้เครื่องมือและการใช้ทักษะความรู้ความสามารถในการสืบค้นหาสาเหตุข้อขัดข้องได้อย่างแท้จริง ไม่เกิดการวิเคราะห์ว่าระบบไฟฟ้าขัดข้องเพราะอะไร

ผู้วิจัยคาดหวังว่า ชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจะช่วยให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจ ได้ฝึกทักษะให้ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์ และแก้ไขข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ได้ และส่งผลให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นตามไปด้วย

2. วัตถุประสงค์ของโครงการ

2.1 เพื่อพัฒนาและหาคุณภาพชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้อง ระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์

2.2 เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์

2.3 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์

2.4 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนด้วยชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ กับเกณฑ์ร้อยละ 75

2.5 เพื่อเปรียบเทียบทักษะการปฏิบัติหลังเรียนด้วยชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ กับเกณฑ์ร้อยละ 75 และ

2.6 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนที่เรียนด้วยชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นผู้เรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ(ปวช.) ปีที่ 1 สาขาวิชาช่างยนต์ กลุ่ม 1 – 6 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 วิทยาลัยเทคนิคสุพรรณบุรี ที่ลงทะเบียนเรียน วิชางานไฟฟ้ารถยนต์ รหัสวิชา 20101-2005 จำนวน 120 คน ที่ไม่เคยเรียนวิชางานไฟฟ้ารถยนต์

3.1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นผู้เรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 1 กลุ่ม 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 วิทยาลัยเทคนิคสุพรรณบุรี จำนวน 20 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มโดยใช้

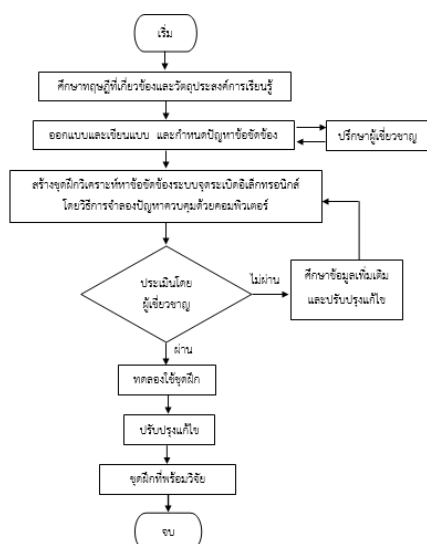
ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่ม (Cluster random sampling)

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้สำหรับการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

3.2.1 ชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์

การสร้างชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ วิชางานไฟฟ้ารถยนต์ รหัสวิชา 210101-2005 ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) พุทธศักราช 2562 สาขาวิชาช่างยนต์ โดยมีรายละเอียดตามขั้นตอนดังภาพ



3.2.1.1 ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ ที่สร้างขึ้นเพื่อใช้ในการเรียนการสอน วิชางานไฟฟ้ารถยนต์ รหัสวิชา 210101-2005 เริ่มจากศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง หัวข้อเรื่อง และเนื้อหาการเรียนรู้ กำหนดวัตถุประสงค์ ทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ โดยวัตถุประสงค์ต้องสอดคล้องกับหัวข้อเรื่องที่วิเคราะห์ไว้ ซึ่งผู้เรียนจะต้องศึกษาภาคทฤษฎี และภาคปฏิบัติควบคู่กันไป

3.2.1.2 ออกแบบ เขียนแบบ และกำหนดปัญหาข้อขัดข้อง ผู้วิจัยได้ออกแบบและเขียนแบบพร้อมกับกำหนดปัญหาข้อขัดข้องต่าง ๆ ที่ต้องการให้

ผู้เรียนได้ฝึกวิเคราะห์ปัญหาโดยเลือกปัญหาที่มักจะเกิดขึ้นจริงกับรถยนต์ในปัจจุบัน แล้วนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณา ให้คำแนะนำ จากนั้นจึงแก้ไขและปรับปรุงข้อบกพร่องต่าง ๆ ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ และในส่วนของรถยนต์ที่ได้นำมาใช้วางปัญหาข้อขัดข้องใช้เครื่องยนต์จริงที่สามารถทำงานได้ตามปกติและเป็นเครื่องยนต์ที่ใช้กับรถยนต์ในปัจจุบัน โดยการนำมาประยุกต์ในการสร้างสื่อที่ใช้ในการเรียนการสอน และสร้างคู่มือการใช้ประกอบชุดฝึกที่สร้างขึ้น

ผู้วิจัยได้ออกแบบชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ ซึ่งสามารถใช้เป็นสื่อการเรียนการสอน และเป็นเครื่องมือสำหรับฝึกวิเคราะห์หาสาเหตุข้อขัดข้องที่เกิดขึ้นจริง ฝึกตรวจสอบหาข้อขัดข้องระบบไฟฟ้าตามใบงานในเรื่องต่างๆ ดังนี้

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

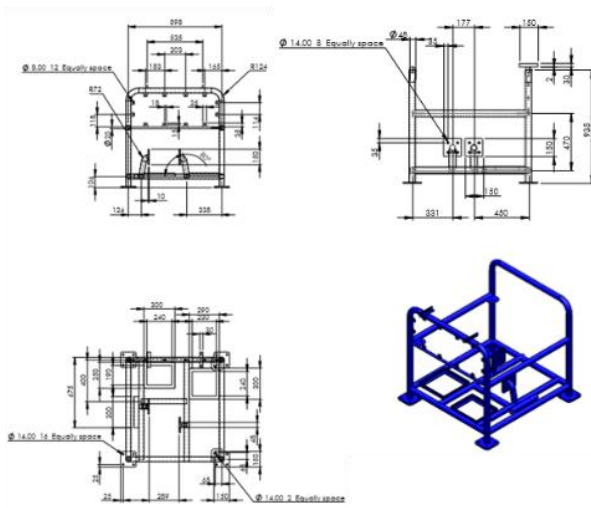
และจากการที่ผู้เรียนได้เรียนโดยใช้ชุดฝึกที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีการฝึกปฏิบัติตามใบงานสามารถตรวจวิเคราะห์หาสาเหตุข้อขัดข้องของอุปกรณ์ระบบจุดระเบิด

อิเล็กทรอนิกส์ รู้จักวิธีการใช้เครื่องมือวิเคราะห์ปัญหาเมื่อ
 ถีอ (OBD) สามารถบอกตำแหน่งข้อบกพร่องของอุปกรณ์
 จากระบบที่เครื่องมือวิเคราะห์ปัญหาตรวจสอบพบ
 จากการจำลองปัญหาของผู้สอน และให้ผู้เรียนได้ฝึก
 วิเคราะห์หาสาเหตุข้อขัดข้องโดยตรวจสอบค่าต่าง ๆ
 เทียบกับค่ามาตรฐาน ซึ่งเมื่อผู้เรียนได้เรียนรู้จากชุดฝึกที่
 ผู้วิจัยสร้างขึ้นแล้ว สามารถนำความรู้และพื้นฐานการ
 วิเคราะห์ปัญหาข้อขัดข้องของระบบไฟฟ้ารถยนต์ที่ได้
 ไปใช้ในการประกอบอาชีพตามสายงานที่เกี่ยวข้องได้

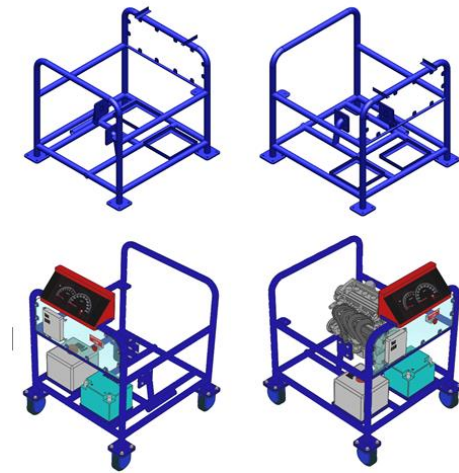
3.2.1.3 สร้างชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้อง
 ระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหา
 ควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างชุดฝึก
 โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

3.2.1.3.1 ส่วนที่ 1 เครื่องยนต์
 สำหรับใช้ในการจำลองปัญหาข้อขัดข้องเพื่อให้ผู้เรียนได้
 ฝึกวิเคราะห์ตรวจสอบข้อขัดข้องของระบบจุดระเบิด
 อิเล็กทรอนิกส์ควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ โดยมีขั้นตอนใน
 การสร้างดังนี้

ก) เขียนแบบโครงสร้าง
 ชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิด
 อิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วย
 คอมพิวเตอร์ เพื่อใช้ในการติดตั้งเครื่องยนต์สำหรับจำลอง
 ปัญหาข้อขัดข้อง



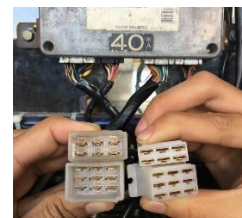
ข) ตัดเหล็กให้ได้ขนาด
 ตามแบบและเชื่อมขึ้นรูปเป็นโครงสร้าง สำหรับนำ
 เครื่องยนต์มาติดตั้ง



ค) นำเครื่องยนต์ติดตั้ง
 บนโครงสร้าง พร้อมกับประกอบชิ้นส่วนต่าง ๆ และเดิน
 สายไฟเข้าระบบเพื่อให้เครื่องยนต์สามารถทำงานได้



ง) ตัดแยกสายไฟของ
 วงจรไฟฟ้าควบคุมอุปกรณ์ระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์
 เพื่อต่อเข้ากับชุดอุปกรณ์ควบคุมสำหรับการจำลองปัญหา
 ข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ ตามที่ได้วางแผน
 และออกแบบไว้



3.2.1.3.2 ส่วนที่ 2 เป็นส่วน
 ของชุดควบคุมการจำลองปัญหาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิด
 อิเล็กทรอนิกส์ควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ โดยแบ่งชุด
 ควบคุมออกเป็น 2 ส่วน คือส่วนของ ชุดอุปกรณ์ควบคุม
 และส่วนของโปรแกรมควบคุมการทำงาน

ก) ชุดอุปกรณ์ควบคุม
 การจำลองปัญหาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์
 ประกอบด้วย บอร์ด Arduino MEGA 2560 R3 และ
 Relay 16 CH 12 V 10 A



ข) โปรแกรมควบคุม

การทำงาน เป็นส่วนที่สร้างขึ้นเพื่อควบคุม ชุดอุปกรณ์ สำหรับจำลองปัญหาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิด อิเล็กทรอนิกส์ควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ เขียนด้วยภาษา เบสิก และภาษาซี โดยภาษาเบสิกใช้โปรแกรม Microsoft Visual Studio สำหรับสร้างโปรแกรมควบคุมการทำงาน เพื่อส่ง คำสั่งควบคุมไปยังบอร์ด Arduino MEGA 2560 R3 โดย ส่งการผ่าน Bluetooth จากคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ก (NoteBook) ส่วนภาษาซี ใช้โปรแกรม Arduino C++ สร้างเป็น Source Code เพื่อใช้ในการควบคุมการทำงานของชุดอุปกรณ์โมดูล Relay 16 CH 12V 10A สำหรับ จำลองปัญหาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ ควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ และอัปโหลดลงคอนโทรลเลอร์ Arduino MEGA 2560 R3



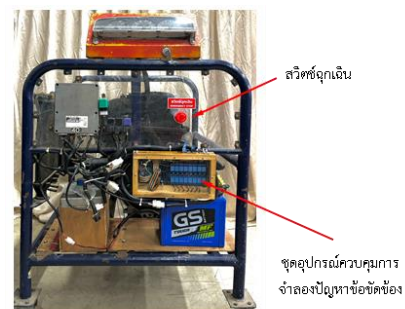
ประกอบชุดอุปกรณ์เข้าด้วยกัน เพื่ออัปโหลด ชุดคำสั่งสำหรับควบคุมการทำงานของรีเลย์ ที่ใช้จำลอง ปัญหาข้อขัดข้องของวงจรไฟฟ้าระบบจุดระเบิด อิเล็กทรอนิกส์ โดยให้รีเลย์ 1 ตัว จำลองปัญหาข้อขัดข้อง 1 รายการ ตรงกับคำสั่งรายการจำลองปัญหาข้อขัดข้อง จากคอมพิวเตอร์ ด้วยการทำให้วงจรไฟฟ้าขาด อุปกรณ์

ไม่สามารถทำงานได้ หรือค่าแรงดันไฟฟ้าของอุปกรณ์ผิด ไปจากค่ากำหนด แทนการจำลองปัญหาโดยใช้สวิตช์ตัด ต่อแบบเดิมในยุคแรกๆ



3.2.1.3.3 ติดตั้งชุดอุปกรณ์

ควบคุมสำหรับจำลองปัญหาข้อขัดข้องเข้ากับชุดฝึก เครื่องยนต์ โดยต่อสายจากรีเลย์ของชุดอุปกรณ์ควบคุม การจำลองปัญหาเข้ากับปลั๊กต่อให้ตรงกับปลั๊กจำลอง ปัญหาข้อขัดข้องของเครื่องยนต์



3.2.1.4 ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ

นำชุดฝึกที่สร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ที่มีประสบการณ์ในการสอน เพื่อตรวจสอบและประเมิน คุณภาพของชุดฝึกที่สร้างและพัฒนาขึ้นก่อนนำไปทดลอง ใช้ รวมทั้งให้ข้อเสนอแนะเพื่อนำมาปรับปรุงและแก้ไข ข้อบกพร่องตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ เพื่อให้ได้ชุดฝึก ที่มีคุณภาพพร้อมใช้เป็นที่การเรียนการสอน

3.2.1.5 ทดลองใช้ชุดฝึก นำชุดฝึกที่

ผ่านการประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญ มาทดลองใช้กับ ผู้เรียนที่มีคุณสมบัติเหมือนกับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อหา ข้อบกพร่องต่างๆ และความเหมาะสมของเวลาที่ใช้ในการ จัดการเรียนการสอน

3.2.1.6 นำข้อบกพร่องต่างๆ ของชุดฝึก

ที่ได้จากการทดลองใช้ มาปรับปรุงอีกครั้งก่อนนำไปใช้จริง

3.2.1.7 ได้ชุดฝึกที่สมบูรณ์พร้อมนำไปทดลองใช้กับกลุ่มทดลอง (กลุ่มตัวอย่าง)

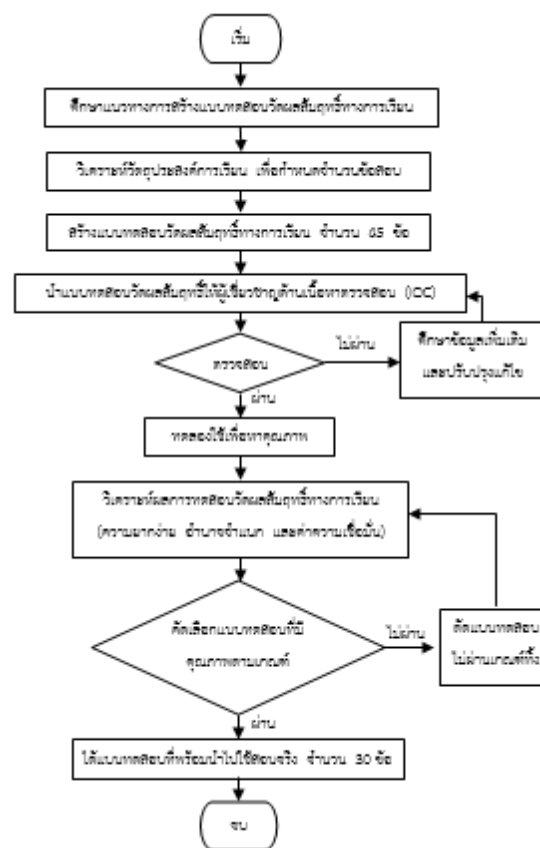
3.2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล
คะแนนระหว่างเรียนและเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การสร้างเครื่องมือในการเก็บรวบรวมคะแนน แบ่งได้เป็น 2 ส่วน คือ

3.2.2.1 แบบวัดความก้าวหน้าหรือแบบฝึกหัด เป็นแบบวัดความก้าวหน้าของผู้เรียนในระหว่างเรียนแต่ละหัวข้อเรื่อง โดยภาคทฤษฎีได้สร้างเป็นข้อคำถามแบบเลือกตอบและแบบเติมคำ ส่วนภาคปฏิบัติสร้างเป็นใบงาน จำนวน 10 ใบงาน คิดเป็นคะแนน 246 คะแนน

3.2.2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผู้วิจัยได้ทำการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยคะแนนหลังการเรียน มี 2 แบบ คือ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาคทฤษฎีและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาคปฏิบัติ มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

3.2.2.2.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาคทฤษฎี มีรายละเอียดและขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบภาคทฤษฎี ดังภาพ



จากภาพ อธิบายรายละเอียดในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ภาคทฤษฎี) ได้ดังนี้

1) ศึกษาแนวทางในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง ตำราต่างๆ

2) วิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ โดยการสร้างตารางวิเคราะห์การออกข้อสอบตามจุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อกำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้ โดยพิจารณาถึงความจำเป็นของการนำไปใช้ในการแก้ปัญหาในการทำงาน ความยากง่ายของเนื้อหา และปริมาณของเนื้อหา แล้วนำค่าที่ได้จากการประเมินความสำคัญตามระดับของวัตถุประสงค์ลงในตารางวิเคราะห์ข้อสอบ (Test Blueprint) เพื่อกำหนดจำนวนข้อของข้อสอบในแต่ละวัตถุประสงค์ ซึ่งมีจำนวนข้อสอบที่ต้องการทั้งหมด 30 ข้อ

3) สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก ซึ่งแบบทดสอบที่ออกนั้นต้องให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ และยึดหลักจำนวนข้อสอบที่ออก

ต้องมากกว่าจำนวนข้อของแบบทดสอบที่ต้องการอย่างน้อย 25 เปอร์เซนต์ ซึ่งผู้วิจัยได้ออกข้อสอบทั้งหมดจำนวน 45 ข้อ

4) นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบพิจารณาความเที่ยงตรงของเนื้อหา (Content Validity) และนำมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ แล้ววิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์กับวัตถุประสงค์ (Index of Item Objective Congruence : IOC) เลือกแบบทดสอบที่มีค่าความสอดคล้องตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป ผลการวิเคราะห์แบบทดสอบทั้ง 45 ข้อ พบว่าแบบทดสอบมีค่าความสอดคล้อง 0.6 - 1.0

5) นำแบบทดสอบที่ผ่านการวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้องแล้ว ไปใช้กับผู้เรียนที่เคยผ่านการเรียน วิชางานไฟฟ้ารถยนต์ รหัสวิชา 2101-2005 จำนวน 30 คน เพื่อนำผลคำตอบมาวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบทดสอบ

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

7) คัดเลือกข้อสอบที่มีคุณภาพตามเกณฑ์จำนวน 30 ข้อ และนำไปใช้กับผู้เรียนที่เคยผ่านการเรียน วิชางานไฟฟ้ารถยนต์ รหัสวิชา 2101-2005 มาแล้วจำนวน 30 คน ซึ่งเป็นคนละกลุ่มกับครั้งแรก เพื่อหาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ โดยได้ผลการวิเคราะห์ดังนี้

- ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ มีค่าเท่ากับ 0.915

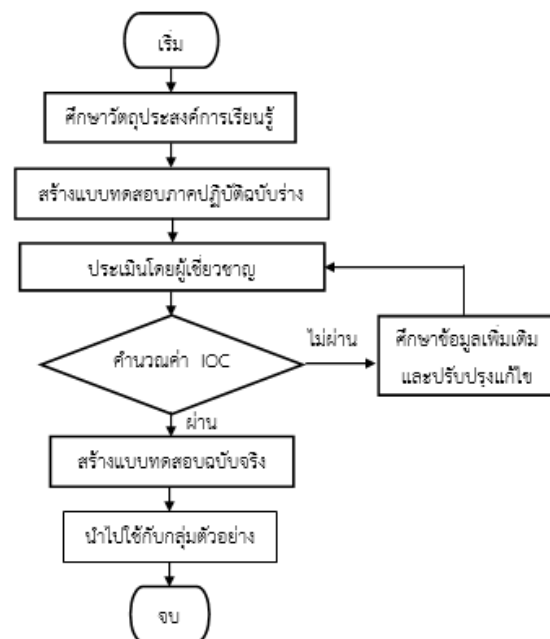
- มีค่าความยากง่าย (p) เฉลี่ยเท่ากับ 0.47 - 0.77

- ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบ เฉลี่ยเท่ากับ 0.27 - 0.35

8) ได้แบบทดสอบฉบับสมบูรณ์จำนวน 30 ข้อ ใช้ในการวิจัย

3.2.2.2.2 แบบทดสอบวัด

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาคปฏิบัติ มีรายละเอียดขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบภาคปฏิบัติ ดังนี้



จากภาพแสดงขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ภาคปฏิบัติ) ได้ดังนี้

1) ศึกษาวัตถุประสงค์การเรียนรู้ และระดับพฤติกรรมการเรียนรู้ที่ได้วิเคราะห์ไว้ในตารางการวิเคราะห์วัตถุประสงค์การเรียนรู้เพื่อออกข้อสอบ

2) สร้างแบบทดสอบ โดยออกข้อสอบให้ครอบคลุมวัตถุประสงค์การเรียนรู้ซึ่งในแบบทดสอบประกอบไปด้วยหัวข้อต่างๆ ได้แก่ ชื่อเรื่อง คำสั่ง ภาพแบบงาน เครื่องมือและอุปกรณ์ แบบบันทึกผลการตรวจสอบ สรุปผลการตรวจสอบ โดยแบบทดสอบภาคปฏิบัติจะสอดคล้องกับใบประเมินผลแบบทดสอบภาคปฏิบัติ เพื่อให้คะแนน โดยมีเกณฑ์การประเมินผลการปฏิบัติงาน ตามเกณฑ์พิจารณา ดังนี้

1 คะแนน ผลการปฏิบัติงานใช้งานได้ดี
0 คะแนน ไม่มีผลการปฏิบัติงานหรือใช้งานไม่ได้

3) นำแบบทดสอบภาคปฏิบัติให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน พิจารณาและให้คำแนะนำในการปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบ เพื่อความสมบูรณ์ของข้อสอบ และประเมินความสอดคล้องวัตถุประสงค์การเรียนรู้กับ

ข้อสอบ (IOC) โดยกำหนดเกณฑ์การพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้อง ดังนี้

เห็นว่าสอดคล้อง ให้คะแนน +1

ไม่แน่ใจ ให้คะแนน 0

เห็นว่าไม่สอดคล้อง ให้คะแนน -1

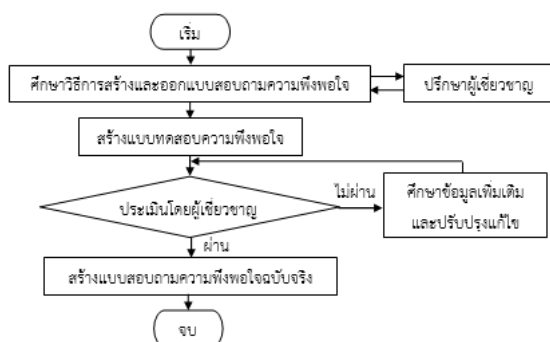
นำผลจากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์หาดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence : IOC) พบว่าแบบทดสอบมีค่าดัชนีความสอดคล้อง 1.00

4) สร้างแบบทดสอบฉบับจริง โดยนำแบบทดสอบที่ให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินความสอดคล้อง และปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญแล้ว นำมาสร้างเป็นแบบทดสอบฉบับจริง

5) นำแบบทดสอบฉบับจริงไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

3.2.3 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลความพึงพอใจของผู้เรียน

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนโดยใช้ชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ สามารถแสดงขั้นตอนการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เรียน ดังนี้



จากภาพแสดงขั้นตอนการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เรียน ซึ่งมีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

3.2.3.1 ศึกษาวิธีการในการสร้าง

เอกสารที่เกี่ยวข้องและออกแบบสอบถามความพึงพอใจ ในขณะที่กำลังสร้างได้ปรึกษาผู้เชี่ยวชาญไปด้วย

3.2.3.2 สร้างแบบสอบถามความพึงพอใจ เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ของ

ลิเคิร์ต (Likert) มีข้อคำถามจำนวน 15 ข้อ แบ่งกลุ่มคำถามเป็น 2 ด้าน คือ ด้านเนื้อหาและใบงานประกอบชุดฝึก จำนวน 10 ข้อ และด้านการออกแบบและสร้างชุดฝึก จำนวน 5 ข้อ

3.2.3.3 นำแบบสอบถามความพึงพอใจที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินเพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา (Content Validity) ภาษาที่ใช้ และหัวข้อการประเมินที่ถูกต้อง

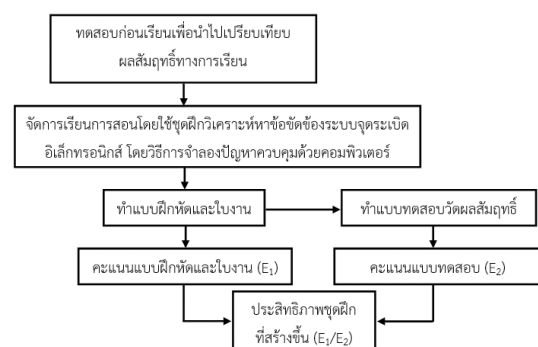
3.2.3.4 นำแบบสอบถามที่ปรับปรุงแล้วมาสร้างเป็นแบบสอบถามความพึงพอใจฉบับจริง เพื่อนำไปเก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

3.3 การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

3.3.1 การออกแบบการทดลองในการดำเนินการทดลองครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามรูปแบบการวิจัยเชิงทดลองแบบกลุ่มทดลองกลุ่มเดียว โดยการทดสอบก่อนและหลังการทดลอง (One-Group Pretest – Posttest Design)

3.3.2 การเก็บรวบรวมข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน โดยใช้แบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ที่สร้างขึ้น ในด้านการออกแบบและสร้างชุดฝึก ด้านการนำไปใช้งาน และด้านคู่มือการใช้งาน ใบประเมินผล

3.3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูลจากการใช้ชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ เพื่อหาประสิทธิภาพ (E_1/E_2) ดังแผนภาพ



จากภาพแสดงขั้นตอนการดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล โดยมีขั้นตอนดังนี้

3.3.3.1 ทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) เพื่อวัดความรู้พื้นฐานก่อนเรียนของผู้เรียนโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียน และเก็บรวบรวมคะแนนเป็นคะแนนทดสอบก่อนเรียน

3.3.3.2 ดำเนินการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบ จูกระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ ในภาคทฤษฎี ระหว่างเรียนให้ผู้เรียนทำแบบฝึกหัด ส่วนภาคปฏิบัติให้ผู้เรียนฝึกปฏิบัติตามใบงาน และรวบรวมคะแนนที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดและปฏิบัติตามใบงาน ในระหว่างกระบวนการ

3.3.3.3 ทดสอบหลังเรียน (Post-test) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน ซึ่งเป็นชุดเดียวกับที่ใช้ทดสอบก่อนเรียนและทดสอบภาคปฏิบัติ และเก็บรวบรวมคะแนนเป็นคะแนนทดสอบหลังเรียน

3.3.3.4 ประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบ จูกระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ โดยให้ผู้เรียนตอบแบบสอบถามประเมินผลความพึงพอใจ และเก็บรวบรวมคะแนน

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.4.1 วิเคราะห์หาคุณภาพของชุดฝึกจากคะแนนการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ที่มีต่อชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบ จูกระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์

3.4.2 วิเคราะห์หาประสิทธิภาพชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบ จูกระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ โดยนำคะแนนจากการทำแบบฝึกหัดและใบงาน มาคิดเป็นร้อยละ และนำคะแนนจากการทำแบบทดสอบ มาคิดเป็นร้อยละตามเกณฑ์ 80/80 โดยใช้สูตร E_1/E_2

3.4.3 วิเคราะห์หาค่าดัชนีประสิทธิผลการเรียนรู้ของผู้เรียนจากการเรียนโดยใช้ชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบ จูกระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ โดยใช้ค่าดัชนีประสิทธิผล (E.I)

3.4.4 วิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากคะแนนการทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบ จูกระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ โดยใช้การทดสอบหาค่าที่ (t – test Independent)

3.4.2 วิเคราะห์ประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบ จูกระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์

3.4.5 วิเคราะห์ประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนด้วยชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบ จูกระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์

4. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพการเรียนการสอนโดยใช้ชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบ จูกระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น วิชางานไฟฟ้ารถยนต์ รหัส 20101-2005 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) พุทธศักราช 2562 สาขาวิชาช่างยนต์ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลตามขั้นตอนซึ่งมีผลการวิเคราะห์ข้อมูลสรุปได้ดังนี้

4.1 ผลการหาคุณภาพของชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบ จูกระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์

ตารางที่ 1 ผลการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบ จูกระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์

ด้าน	ค่าเฉลี่ย	S.D.	แปลความหมาย
1. ด้านการออกแบบและสร้างชุดฝึก	4.84	0.37	มากที่สุด
2. ด้านการนำไปใช้งาน	4.92	0.28	มากที่สุด
3. ด้านคู่มือการใช้งาน ใบงาน ใบประเมินผล	4.88	0.33	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวม	4.88	0.31	มากที่สุด

จากตารางที่ 1 ผลการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดฝึกและจำลองปัญหา ข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ครอบคลุมทั้ง 3 ด้านพบว่าโดยรวมมีความคิดเห็นอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.88$, S.D. = 0.31) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า ด้านการออกแบบสร้างและสร้างชุดฝึก มีความคิดเห็นอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.84$, S.D. = 0.37) ด้านการนำไปใช้งาน มีความคิดเห็นอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.92$, S.D. = 0.28) และด้านคู่มือการใช้งาน ใบงาน ใบประเมินผล มีความคิดเห็นอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.88$, S.D. = 0.33)

4.2 ผลการหาประสิทธิภาพของชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์

ตารางที่ 2 ผลการประเมินหาประสิทธิภาพชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ (E_1/E_2)

รายการ	แบบฝึกหัดและใบงาน (E_1)	แบบทดสอบ (E_2)
จำนวนผู้เรียน	20	20
คะแนนเต็ม	246	90
คะแนนที่ได้	4,062	1,531
ร้อยละของคะแนนที่ได้	82.56	85.06

จากตารางที่ 2 ผลปรากฏว่า ผู้เรียนกลุ่มตัวอย่างจำนวน 20 คน ทำแบบฝึกหัดและใบงาน ได้คะแนนคิดเป็นร้อยละ 82.56 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์กำหนด ร้อยละ 80 และคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คิดเป็นร้อยละ 85.06 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ร้อยละ 80 แสดงว่าประสิทธิภาพของชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์

โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ มีค่าเท่ากับ 82.56/85.06 เมื่อเทียบกับเกณฑ์ 80/80 ผลปรากฏว่าชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

ค่าดัชนีประสิทธิผลในการเรียนรู้ของผู้เรียนจากการเรียนรู้ด้วยชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น พบว่า มีค่าดัชนีประสิทธิผลในการเรียนรู้ของผู้เรียน เท่ากับ 0.7825 หรือร้อยละ 78.25 กล่าวคือหลังจากการเรียนรู้ด้วยชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลอง ปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ ผู้เรียนมีคะแนนเพิ่มขึ้นร้อยละ 78.25

4.3 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้ชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์

ตารางที่ 3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของคะแนนประเมินผลก่อนเรียน และหลังเรียน

คะแนนประเมินผล	จำนวนผู้เรียน	ผลรวมของคะแนน	ΣD	ΣD^2	t
ก่อนเรียน	20	220	313	5,017	28.02
หลังเรียน	20	513			

จากตารางที่ 3 แสดงให้เห็นว่าผลการทดสอบคะแนนของผู้เรียน จำนวน 20 คน มีคะแนนก่อนเรียนรวม 200 คะแนน และมีคะแนนหลังเรียน รวม 513 คะแนน เมื่อทดสอบความแตกต่าง ระหว่างคะแนนก่อนเรียนกับหลังเรียน พบว่ามีค่า t จากการคำนวณเท่ากับ 28.02 ซึ่งมากกว่าค่า t จากการเปิดตาราง (ค่า t จากการเปิดตารางแจกแจง $t = 1.73$ แสดงว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่างเมื่อเรียนรู้ด้วยชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ที่สร้างขึ้น หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้

กล่าวคือ การเรียนด้วยชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบ จุกระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุม ด้วยคอมพิวเตอร์ ทำให้ผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้น

4.4 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลัง เรียน ด้วยชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบ จุกระเบิด อิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วย คอมพิวเตอร์ กับเกณฑ์ร้อยละ 75

การทดสอบ	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S.D.	t	p-value
หลังเรียน (ทฤษฎี)	30	25.65	2.25	6.249	.000*

ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของ ผู้เรียนหลังเรียนด้วยชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบ จุกระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วย คอมพิวเตอร์ เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 75 พบว่า หลังเรียนมี คะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 25.65 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 2.25 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตาม สมมุติฐานที่ตั้งไว้

4.5 การเปรียบเทียบทักษะการปฏิบัติหลังเรียนด้วย ชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบ จุกระเบิด อิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วย คอมพิวเตอร์ กับเกณฑ์ร้อยละ 75

การทดสอบ	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S.D.	t	p-value
หลังเรียน (ปฏิบัติ)	60	50.90	2.71	14.673	.000*

ผลการเปรียบเทียบคะแนนทักษะการปฏิบัติทาง การเรียนของผู้เรียนหลังเรียนด้วยชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้อง ระบบ จุกระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหา ควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ หลังเรียนเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 75 พบว่า หลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 50.90 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 2.71 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้

4.6 ผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียน ที่มีต่อ ชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบ จุกระเบิด อิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วย คอมพิวเตอร์

ตารางที่ 4 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยระดับ ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดฝึกและจำลอง ปัญหาข้อขัดข้องระบบ จุกระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ควบคุม ด้วยคอมพิวเตอร์

ข้อ ที่	รายการประเมิน	N = 20 คน		
		$\bar{X}$	S.D.	แปล ความหมาย
	ด้านเนื้อหาและใบงาน ประกอบชุดฝึก			
1	ใบเนื้อหามีความเข้าใจง่าย	5.00	0.00	มากที่สุด
2	รูปภาพในใบเนื้อหาชัดเจน	4.20	0.77	มาก
3	คำอธิบายขั้นตอนการปฏิบัติ ชัดเจน	4.90	0.31	มากที่สุด
4	รูปภาพประกอบใบงานชัดเจน	4.40	0.68	มาก
5	รูปภาพสอดคล้องกับคำบรรยาย	4.75	0.64	มากที่สุด
6	ลำดับขั้นตอนการปฏิบัติเข้าใจง่าย	4.60	0.68	มากที่สุด
7	ใบงานง่ายต่อการปฏิบัติ	4.85	0.49	มากที่สุด
8	แบบฝึกหัดเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน	4.70	0.66	มากที่สุด
9	ข้อคำถามในแบบฝึกหัดเข้าใจง่าย	5.00	0.00	มากที่สุด
10	แบบฝึกหัดสอดคล้องกับเนื้อหา	4.70	0.66	มากที่สุด
	เฉลี่ยด้านเนื้อหาและใบงาน ประกอบชุดฝึก	4.71	0.17	มากที่สุด
	ด้านการออกแบบและสร้างชุดฝึก			
1	ชุดฝึกที่สร้างขึ้นช่วยกระตุ้น ความสนใจแก่ผู้เรียน	4.90	0.31	มากที่สุด
2	ชุดฝึกที่สร้างขึ้นมีประโยชน์ต่อ การเรียนการสอน	4.65	0.67	มากที่สุด
3	ชุดฝึกที่สร้างขึ้นใช้งานง่าย	4.65	0.49	มากที่สุด
4	ชุดฝึกที่สร้างขึ้นสามารถจำลอง ปัญหาได้เหมือนจริง	4.85	0.49	มากที่สุด
5	ชุดฝึกที่สร้างขึ้นมีขนาดเหมาะสม	4.55	0.94	มากที่สุด
	เฉลี่ยด้านการออกแบบและ สร้างชุดฝึก	4.72	0.39	มากที่สุด
	เฉลี่ยรวมทั้งสองด้าน	4.71	0.28	มากที่สุด

จากตารางที่ 4 พบว่าความพึงพอใจของผู้เรียน ที่มีต่อชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบ จุกระเบิด อิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วย คอมพิวเตอร์ โดยเฉลี่ยด้านเนื้อหาและใบงานประกอบ ชุดฝึก มีค่าความพึงพอใจ เฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.71, S.D. = 0.17) และด้านการออกแบบและ สร้างชุดฝึก มีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจ อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.72, S.D. = 0.39) และเมื่อรวม ทั้ง 2 ด้าน มีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจ อยู่ในระดับ มากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.71, S.D. = 0.28)

5. สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการดำเนินการวิจัย

5.1.1 ชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้น สามารถใช้เป็นสื่อการเรียนการสอน และเป็นเครื่องมือสำหรับฝึกวิเคราะห์หาสาเหตุข้อขัดข้องที่เกิดขึ้นจริง ตามใบงาน ครอบคลุมเนื้อหาทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ

5.1.2 ผลการหาคุณภาพชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ โดยผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน มีความคิดเห็นว่าชุดฝึกมีคุณภาพ สูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ คือมีความคิดเห็นอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.88$, $S.D. = 0.31$) โดยเมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า ด้านการออกแบบและสร้างชุดฝึก มีความคิดเห็นอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.84$, $S.D. = 0.37$) ด้านการนำไปใช้งาน มีความคิดเห็นอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.92$, $S.D. = 0.28$) และด้านคู่มือการใช้งาน ใบงาน ใบประเมินผล มีความคิดเห็นอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.88$, $S.D. = 0.33$) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าชุดฝึกที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้เป็นอย่างดี

5.1.3 ผลการหาประสิทธิภาพชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ โดยการนำชุดฝึกที่สร้างขึ้นไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนกับผู้เรียนกลุ่มตัวอย่าง พบว่าผู้เรียนมีคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบฝึกหัดและใบงาน คิดเป็นร้อยละ เท่ากับ 82.56 และมีคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ คิดเป็นร้อยละ เท่ากับ 85.06 ซึ่งมีค่าสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80

5.1.4 ผลการศึกษาดัชนีประสิทธิผลการเรียนรู้ของผู้เรียน จากการเรียนโดยใช้ชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้น ผู้เรียนมีคะแนนเพิ่มขึ้นเกิดประสิทธิผลในการเรียนรู้ เฉลี่ย เท่ากับ 0.7835 หรือร้อยละ 78.35 แสดงว่ามี

ประสิทธิภาพอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ คือมีค่ามากกว่า 0.60

5.1.5 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้ชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ โดยการทดสอบค่าที ($t - test$ Dependent)) พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 05 แสดงว่าการเรียนด้วยชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์นี้ ทำให้ผู้เรียนมีความรู้เพิ่มสูงขึ้น

5.1.6 ผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียน ที่เรียนโดยใช้ชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ โดยเฉลี่ยด้านใบเนื้อหาและใบงานประกอบชุดฝึก มีค่าความพึงพอใจ เฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.71$, $S.D. = 0.17$) และด้านการออกแบบสร้างชุดฝึก มีค่าความพึงพอใจ เฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.72$, $S.D. = 0.39$) และเมื่อรวมทั้ง 2 ด้าน มีค่าความพึงพอใจ เฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.71$, $S.D. = 0.28$) ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัย การพัฒนา วิชางานไฟฟ้ารถยนต์ รหัสวิชา 20101-2005 ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา สามารถอภิปรายผลการวิจัยได้ดังนี้

5.2.1 อภิปรายผลการหาคุณภาพชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ วิชางานไฟฟ้ารถยนต์ รหัสวิชา 20101-2005

จากผลการวิจัยพบว่า ชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ ที่พัฒนาขึ้นผ่านการประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน โดยผลการประเมินอยู่ในระดับมากที่สุด ทั้งด้านการออกแบบและสร้างชุดฝึก ด้านการนำไปใช้งาน และด้าน

คู่มือการใช้ ใบงาน ใบประเมินผล เป็นไปตามสมมติฐานของการวิจัยที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เนื่องจากผู้วิจัยได้พัฒนาชุดฝึกตามทฤษฎีแนวคิดของชุดฝึกปฏิบัติ ซึ่งได้ยึดแนวทางในการออกแบบชุดฝึกตามแนวทางที่ วัลลภ (2543 : 110-128) ได้กล่าวไว้ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ซึ่งผู้วิจัยได้นำขั้นตอนมาสร้างและพัฒนาชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ โดยวิเคราะห์หลักสูตรรายวิชา กำหนดหัวข้อเรื่อง จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ออกแบบและเขียนแบบ กำหนดปัญหาข้อขัดข้อง สร้างสื่อชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ จัดทำใบเนื้อหา ใบแบบฝึกหัดและเฉลย ใบงานฝึกปฏิบัติ ใบแบบทดสอบและเฉลย สำหรับภาคทฤษฎี ใบประเมินผลการปฏิบัติงาน สำหรับภาคปฏิบัติ ซึ่งในแต่ละขั้นตอนผู้วิจัยได้ปรึกษาและขอคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญ แล้วจึงนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้อง เพื่อนำข้อบกพร่องและข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไข ด้วยเหตุผลนี้จึงทำให้ผลการประเมินคุณภาพชุดฝึกโดยผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นผลการประเมินคุณภาพอยู่ในระดับมากที่สุด ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยที่ตั้งไว้จากผลการวิจัย สอดคล้องกับงานวิจัยของ ประภาช (2560 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่องการสร้างชุดฝึกระบบเครื่องยนต์แก๊สโซลีน ควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ ผลการวิจัย พบว่า คุณภาพของชุดฝึกระบบเครื่องยนต์แก๊สโซลีนควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ มีค่าเฉลี่ยรวมทุกด้านเท่ากับ 4.75 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ ภาวนา ประชิด และปรีชา (2560 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่องการสร้างชุดฝึกปฏิบัติการต่อวงจรระบบไฟฟ้า ในรถจักรยานยนต์ ผลการวิจัยพบว่า การประเมินคุณภาพของชุดฝึกปฏิบัติการต่อวงจรระบบไฟฟ้าในรถจักรยานยนต์โดยผู้เชี่ยวชาญ 7 ท่าน ในภาพรวมทั้ง 3 ด้าน มีคุณภาพอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.83 สอดคล้องกับงานวิจัยของ นุกูล (2560 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การสร้าง ชุดสาธิตวงจรดิจิทัล วิชาดิจิทัลเบื้องต้น รหัสวิชา 2104 – 2107 ผลการวิจัยพบว่า

ผู้เชี่ยวชาญเห็นว่าชุดสาธิตมีคุณภาพอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.17$, S.D. = 0.51)

5.2.2 อภิปรายผลการหาประสิทธิภาพชุดฝึก

วิเคราะห์ หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์

โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์

วิชางานไฟฟ้ารถยนต์ รหัสวิชา 20101-2005

จากผลการวิจัยพบว่า ประสิทธิภาพของชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 82.56/85.06 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 ที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เพราะชุดฝึกที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นได้ผ่านกระบวนการตรวจสอบอย่างมีคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญ ได้รับคำแนะนำปรับปรุงแก้ไขอย่างมีขั้นตอน จึงทำให้ชุดฝึกที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเหมาะสมสำหรับใช้เป็นสื่อการเรียนการสอน ซึ่งชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นสามารถจำลองปัญหาได้ 10 รายการ คือ ข้อขัดข้องวงจรไฟฟ้าควบคุมรีเลย์หลัก ข้อขัดข้องวงจรไฟฟ้าตัวตรวจจับมุมเพลาลูกเบี้ยว ข้อขัดข้องวงจรไฟฟ้าตัวตรวจจับมุมเพลาลูกเบี้ยว ข้อขัดข้องวงจรไฟฟ้ามาตรวัดการไหลของอากาศ ข้อขัดข้องวงจรไฟฟ้าตัวตรวจจับอุณหภูมิ น้ำ ข้อขัดข้องวงจรไฟฟ้าตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่ง ข้อขัดข้องวงจรไฟฟ้าควบคุมรีเลย์เปิดวงจร ข้อขัดข้องวงจรไฟฟ้าควบคุมปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิง ข้อขัดข้องวงจรไฟฟ้าควบคุมหัวฉีด และข้อขัดข้องวงจรไฟฟ้าควบคุมคอยล์จุดระเบิด โดยผู้เรียนจะได้ฝึกทักษะการใช้เครื่องวิเคราะห์ปัญหาเมื่อถือ OBD ซึ่งเป็นอุปกรณ์ของจริงที่ตามศูนย์บริการรถยนต์ที่ทันสมัยในปัจจุบันใช้ ในการวิเคราะห์หาข้อบกพร่องของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์จากหน่วยความจำ โดยนำไปต่อเข้ากับชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องซึ่งใช้เครื่องยนต์จริงมาจำลองปัญหา และฝึกอ่านรหัสข้อบกพร่องจากเครื่องวิเคราะห์ปัญหาเมื่อถือ (OBD) และเมื่อผู้เรียนอ่านพบข้อบกพร่องของอุปกรณ์ระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์จากเครื่องวิเคราะห์ปัญหาเมื่อถือ (OBD) ผู้เรียนจะต้องตรวจสอบว่าอุปกรณ์เสียตรงจุดใดโดยใช้เครื่องมือวัดมัลติมิเตอร์ ซึ่งผู้เรียนจะได้ฝึกทักษะการใช้เครื่องมือวัดฝึกการอ่านค่า และนำไปเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน

เพื่อวิเคราะห์ว่าข้อขัดข้องที่ตรวจพบเกิดจากสาเหตุใด อุปกรณ์ใดเสียหรือชำรุดตรงจุดใด และมีแนวทางการแก้ไขอย่างไร โดยผู้เรียนจะได้รับความรู้ และทักษะจากการลงปฏิบัติด้วยสื่อที่ใกล้เคียงของจริงมากที่สุด สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการทำงานได้จริง ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของนักการศึกษาที่กล่าวว่า การที่จะทำให้กระบวนการเรียนการสอนในสาขาวิชาช่างอุตสาหกรรมดำเนินไปได้ด้วยดี ครูผู้สอนควรมีสื่อที่ดี มีคุณภาพและมีมาตรฐาน จึงทำให้คุณภาพการเรียนการสอนดีขึ้นโดยเฉพาะสื่อ ในวิชาฝึกปฏิบัติ เช่น ชุดสาธิตหรือชุดฝึกปฏิบัติ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สุรพงษ์ (2557, บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่องการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกกระบวนฝึกเชื่อมเหล็กแบบอิเล็กทรอนิกส์ ในรถจักรยานยนต์ ผลการวิจัยพบว่าชุดฝึกที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 83.58/83.28 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 สอดคล้องกับงานวิจัยของ บรรเจิด (2557 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่องการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกกระบวนฝึกเชื่อมเหล็กเครื่องยนต์ดีเซล แบบคอมมอลเลอร์ควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ ผลการวิจัยพบว่า ชุดฝึกที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 84.58/82.79 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด สอดคล้องกับงานวิจัยของ ประทีป (2559, บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่องการพัฒนาและหาประสิทธิภาพชุดฝึกงานกลึงมินิซีเอ็นซี ผลการวิจัยพบว่า ชุดฝึกที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 82.29/81.63 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ สุรพล (2546, บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่องการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดจำลองสถานการณ์ข้อขัดข้องของระบบจุดระเบิดแบบอิเล็กทรอนิกส์ในรถยนต์ ผลการวิจัยพบว่า ชุดฝึกที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 90.27/85.66 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

สำหรับค่าประสิทธิภาพตัวแรกเป็นคะแนนที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดและใบงาน ซึ่งมีค่าประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์กำหนด เพราะว่า

1) การเรียนการสอนด้วยสื่อชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์นั้น มีส่วนกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความตั้งใจและสนใจใฝ่เรียน เนื่องมาจากผู้วิจัยได้สร้างปัญหาข้อขัดข้องของเครื่องยนต์ โดยใช้

ระบบคอมพิวเตอร์เข้ามามีส่วนร่วมในการตัดระบบวงจรไฟฟ้าซึ่งผู้เรียนไม่สามารถสังเกตเห็นได้ จึงทำให้ผู้เรียนได้ฝึกการวิเคราะห์ปัญหาด้วยตนเองว่าเครื่องยนต์ข้อขัดข้องตรงจุดใด สร้างความกระตือรือร้นให้ผู้เรียนส่งผลให้คะแนนเฉลี่ยของประสิทธิภาพตัวแรกสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้

2) การเรียนการสอนด้วยสื่อชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบและสร้างชุดฝึก ใบงาน พร้อมกับกำหนดปัญหาข้อขัดข้องต่าง ๆ โดยเลือกปัญหาที่มักเกิดขึ้นจริงกับรถยนต์ในปัจจุบัน ส่งผลให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะวิเคราะห์ปัญหาได้จริง และผู้สอนได้ออกแบบชุดฝึกไว้สำหรับฝึกผู้เรียนในการวิเคราะห์หลายปัญหา โดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นตัวสั่งการทำให้สะดวกรวดเร็วต่อการฝึกผู้เรียน จึงทำให้การเรียนการสอนบรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

สำหรับค่าประสิทธิภาพตัวหลังเป็นคะแนนที่ได้มาจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งภาคทฤษฎี และภาคปฏิบัติ ซึ่งมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ เพราะว่าผู้เรียนได้ผ่านการเรียนทั้งภาคทฤษฎี และได้ฝึกทักษะ ฝึกวิเคราะห์ปัญหาจากชุดฝึกในภาคปฏิบัติ ทำให้ผู้เรียน มีความรู้เพิ่มขึ้นเข้าใจปัญหาข้อขัดข้องของระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ในเครื่องยนต์

5.2.3 อภิปรายผลการศึกษาค่าดัชนีประสิทธิผลการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยใช้ชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ วิชางานไฟฟ้ารถยนต์ รหัสวิชา 20101-2005

จากผลการวิจัยการวิเคราะห์ค่าดัชนีประสิทธิผลทางการเรียนรู้ โดยใช้ชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ วิชางานไฟฟ้ารถยนต์ รหัสวิชา 20101-2005 ทำให้ผู้เรียนมีประสิทธิภาพทางการเรียนรู้ เท่ากับ 0.7835 หรือร้อยละ 78.35 กล่าวคือ ผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้น ร้อยละ 78.35 จากผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ ฉลองวุฒิ (2563 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่องการพัฒนาชุดฝึกทักษะวิชางานเครื่องมือกลเบื้องต้น เรื่องงานตัด งานเจียรระโน

และงานเจาะ ด้วยกระบวนการสอนรูปแบบ MIAP สำหรับผู้เรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ผลการวิจัยพบว่า ค่าดัชนีประสิทธิผลการเรียนรู้ด้วยชุดฝึกทักษะปฏิบัติ เท่ากับ 0.7112 ผู้เรียนมีความรู้และทักษะปฏิบัติเพิ่มขึ้น 0.7112 หรือคิดเป็นร้อยละ 71.12 และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ พูนพงศ์ (2563 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่องการพัฒนาชุดฝึกเครื่องปรับอากาศรถยนต์ ผลการวิจัยพบว่า การใช้วัตรกรรมการเรียนรู้ชุดฝึกเครื่องปรับอากาศยานยนต์ ทำให้นักศึกษามีความก้าวหน้าทางการเรียนรู้เพิ่มขึ้น มีค่าดัชนีประสิทธิผลทางการเรียนเท่ากับ 0.8070 หรือคิดเป็นร้อยละ 80.70

5.2.4 อภิปรายผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้ชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ วิชางานไฟฟ้ารถยนต์ รหัสวิชา 20101-2005

ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนกับหลังเรียน พบว่ามีผลคะแนนจากทำแบบประเมินผลการเรียนหลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียน เพราะว่าผู้เรียนได้เรียนโดยใช้ชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ ที่มีความพร้อมทั้งใบความรู้ ใบงาน ใบประเมินผล และได้ฝึกปฏิบัติจริงในการวิเคราะห์หาข้อขัดข้องของเครื่องยนต์จากชุดฝึกที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สุรพล (2546, บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดจำลองสถานการณ์ข้อขัดข้องของระบบจุดระเบิดแบบอิเล็กทรอนิกส์ในรถยนต์ ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการคะแนนทำแบบทดสอบหลังเรียนสูงกว่าคะแนนจากการทำแบบทดสอบก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สอดคล้องกับงานวิจัยของ ประดิษฐ์ (2562, บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยการพัฒนาและหาประสิทธิภาพชุดสาธิตและฝึกปฏิบัติวงจรไฟฟ้ารถจักรยานยนต์ Honda Wave 110 i ผลปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทาง

สถิติที่ระดับ .05 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ ภาวนา, ประชิต, และ ปรีชา. (2561, บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่องการสร้างชุดฝึกปฏิบัติการต่อวงจรระบบไฟฟ้า ในรถจักรยานยนต์ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

5.3.5 อภิปรายผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนที่เรียนโดยใช้ชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ วิชางานไฟฟ้ารถยนต์ รหัสวิชา 20101-2005

จากการสอบถามความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนการสอนด้วยชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ พบว่าผู้เรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ยรวม 4.71) สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ เพราะว่าผู้เรียนมีความสนใจจากการเรียนการสอนด้วยชุดฝึกเป็นอย่างมาก เพราะมีใบเนื้อหา ใบงาน แบบฝึกหัดประกอบการเรียนด้วยชุดฝึก ซึ่งใบเนื้อหา ใบงาน และแบบฝึกหัด ผู้เรียนสามารถเข้าใจได้ง่าย มีคำอธิบายชัดเจนสอดคล้องกับคำบรรยาย มีรูปภาพชัดเจน ลำดับขั้นตอนการปฏิบัติเข้าใจง่าย ข้อคำถามของแบบฝึกหัดเหมาะสม สอดคล้องกับเนื้อหาหลากหลาย ครอบคลุมเนื้อหาวิชาและจุดประสงค์การเรียนรู้ เหมาะสมกับระดับผู้เรียน

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งนี้

เครื่องยนต์ที่นำมาใช้ประกอบเข้ากับชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ เป็นเครื่องยนต์ใช้แล้วที่ได้รับการบริจาคนำมาทำให้อุปกรณ์ส่วนประกอบระบบอื่น ๆ ที่ไม่เกี่ยวกับระบบข้อขัดข้องที่จำลองขึ้นขาดหายไป เช่น ระบบพวงมาลัย เพาเวอร์ ระบบตรวจจับความเร็ว เป็นต้น ส่งผลให้หน่วยความจำอิเล็กทรอนิกส์แสดงผลข้อขัดข้องตลอดทำให้ไฟเตือน รูปเครื่องยนต์ติดตลอดเวลา ต้องทำการลบรหัสข้อบกพร่องทุกครั้งก่อนทำการจำลองปัญหา

ข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ หากนำไปใช้กับเครื่องยนต์ที่มีส่วนประกอบครบจะขจัดปัญหานี้ออกไปได้

5.3.2 ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

5.3.2.1 ควรมีการศึกษาวิจัยเพื่อสร้างและพัฒนาชุดฝึกและจำลองปัญหาข้อขัดข้องของระบบไฟฟ้าในระบบเครื่องยนต์ดีเซล เพื่อให้ผู้เรียนได้มีความรู้ในเครื่องยนต์หลายๆ รูปแบบ

5.3.2.2 ควรมีการศึกษาวิจัยเพื่อสร้างและพัฒนาชุดฝึกและจำลองปัญหาข้อขัดข้องในรูปแบบอื่นๆ เช่น ระบบไฟแสงสว่าง ระบบอุปกรณ์อำนวยความสะดวก ระบบประจุไฟ เป็นต้น

6. เอกสารอ้างอิง

บรรเจิด เปาจีน. การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกระบบฉีดเชื้อเพลิงเครื่องยนต์ดีเซลแบบคอมพิวเตอร์ควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์. ผลงานวิชาการ, 2557. (เอกสารอัดสำเนา)

บุญใจ ศรีสถิตยน์รากุล. การพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัย:คุณสมบัติการวัดเชิงจิตวิทยา. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2555.

บุญชม ศรีสะอาด. การวิจัยเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น, 2553.

ประดิษฐ์ เลิศโพธาวัฒนา. (2562). การพัฒนาและหาประสิทธิภาพชุดสาธิตและฝึกปฏิบัติวงจรไฟฟ้ารถจักรยานยนต์ Honda Wave 110i. การอาชีวศึกษาภาคกลาง, 3, (1) (2019), หน้า 49-57.

ประทีป พองเพชร. (2559). การพัฒนาและหาประสิทธิภาพชุดฝึกงานกลึงมินิซีเอ็นซี. กรุงเทพฯ : สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา.

พรรณี ลีกิจวัฒน์. วิธีการวิจัยทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ : คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2553.

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542

แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 4) พ.ศ. 2562.

(ออนไลน์). สืบค้นเมื่อวันที่ 10 สิงหาคม

2566 จาก <https://skm.go.th/portal/wp-content/uploads/2022/06/03.pdf>

ภาวนา พรหมสาลี, ประชิต พรหมสุวรรณ, และ ปรีชา ชัยกุล.

(2561). การสร้างชุดฝึกปฏิบัติการต่อวงจรระบบไฟฟ้า

ในรถจักรยานยนต์. ค้นเมื่อ สิงหาคม 18, 2566, จาก

<https://riss.rmuts.ac.th/upload/doc/202006/fBUxtLMUorL5BlzUiPMV/fBUxtLMUorL5BlzUiPMV.pdf>

มนตรี แยมกสิกร. “เกณฑ์ประสิทธิภาพในงานวิจัยและพัฒนาสื่อการสอนความแตกต่าง 90/90 Standard และ E1/E2”วารสารศึกษาศาสตร์. ปีที่19(2550) : 10-11.

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา.

กระทรวงศึกษาธิการ. หลักสูตร

ประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช

2562 (ปรับปรุง พ.ศ. 2565). (2565).

ค้นเมื่อ สิงหาคม 10, 2566, จาก

<https://bsq.vec.go.th/Portals/9/Course/20/2562amend2565/20100/20101v2.pdf>

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). แผนพัฒนาการ

อาชีวศึกษา 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>

สุรพงษ์ พงษ์ศรี. การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึก

ระบบฉีดเชื้อเพลิงแบบอิเล็กทรอนิกส์ใน

รถจักรยานยนต์. ผลงานวิชาการ, 2557.

(เอกสารอัดสำเนา)

สุรพล คำวนศักดิ์. (2546). การสร้างและหาประสิทธิภาพ

ชุดจำลองสถานการณ์ข้อขัดข้อง ของระบบจุด

ระเบิดแบบอิเล็กทรอนิกส์ในรถยนต์. วิทยานิพนธ์

ปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต

สาขาวิชาเครื่องกล บัณฑิตวิทยาลัย สถาบัน

เทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.