

# 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

การศึกษาวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ วิชางานไฟฟ้ารถยนต์ รหัสวิชา 20101-2005 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) พุทธศักราช 2562 2) หาคุณภาพชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ 3) หาประสิทธิภาพชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ 4) ศึกษาดัชนีประสิทธิผลการเรียนรู้ของผู้เรียนจากการเรียนโดยใช้ชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ 5) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้ชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ 6) ศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนที่เรียนโดยใช้ชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ 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. ชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้น สามารถใช้เป็นสื่อการเรียนการสอน และเป็นเครื่องมือสำหรับฝึกวิเคราะห์หาสาเหตุข้อขัดข้องที่เกิดขึ้นจริงตามใบงาน ครอบคลุมเนื้อหาทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ

2. ผลการหาคุณภาพของชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ โดยเฉลี่ยรวมทั้ง 3 ด้านอยู่ในระดับมากที่สุด ( $\bar{X} = 4.88, S.D. = 0.31$ )

3. ผลการหาประสิทธิภาพของชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ มีประสิทธิภาพ 82.56/86.99 เมื่อเทียบกับเกณฑ์ 80/80 ซึ่งมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

4. ผลการศึกษาดัชนีประสิทธิผลการเรียนรู้ของผู้เรียน จากการเรียนโดยใช้ชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้อง

ระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ ผู้เรียนมีคะแนนเพิ่มขึ้นเกิดประสิทธิผลในการเรียนรู้ เฉลี่ยเท่ากับ 0.7835 หรือร้อยละ 78.35 แสดงว่ามีประสิทธิภาพอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ คือมีค่ามากกว่า 0.60

5. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดฝึกชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05

6. ผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนที่เรียนโดยใช้ชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ มีความพึงพอใจเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด ( $\bar{x} = 4.71$ , S.D. = 0.28)

**คำสำคัญ :** ชุดฝึกวิเคราะห์ , ระบบจุดระเบิด , ข้อขัดข้อง

## Abstract

The objectives of this research were 1) to develop a training set for analyzing electronic ignition system faults by computer-controlled problem simulation method for Automotive Electrical Engineering subject, course code 20101-2005, Vocational Certificate (Vocational Certificate, B.E. 2562), 2) to find the quality of the training set for analyzing electronic ignition system faults by computer-controlled problem simulation method, 3) to find the efficiency of the training set for analyzing electronic ignition system faults by computer-controlled problem simulation method, 4) to study the learning effectiveness index of learners from learning using the training set for analyzing electronic ignition system faults by computer-controlled problem simulation method, 5) to compare the learning achievement before and after learning using the training set for analyzing electronic ignition system faults by computer-controlled problem

simulation method, 6) to study the satisfaction of learners who learned using the training set for analyzing electronic ignition system faults by computer-controlled problem simulation method.

Conducting research Use a training kit 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 developed electronic ignition system failure analysis training kit by computer-controlled simulation method can be used as a teaching aid and a tool for practicing the analysis of the causes of actual failures according to the worksheet, covering both theoretical and practical contents.

2. The results of the quality assessment of the electronic ignition system failure analysis training set using computer-controlled problem simulation method, on

average, are at the highest level in all three aspects. ( $\bar{X} = 4.88$ , S.D. = 0.31).

3. The results of the efficiency test of the electronic ignition system failure analysis training set by computer-controlled problem simulation method showed an efficiency of 82.56/86.99 when compared to the criteria of 80/80, which is higher than the specified criteria.

4. The results of the study of the learning efficiency index of learners from learning by using the electronic ignition system failure analysis training set by simulating computer-controlled problems, learners' scores increased, resulting in learning efficiency, with an average of 0.7835 or 78.35 percent, indicating that the efficiency was acceptable, i.e., a value greater than 0.60.

5. The comparative analysis of the academic achievement after learning of students who studied using the training set of the electronic ignition system malfunction analysis training set by the computer control problem simulation method was significantly higher than before studying at the .05 level.

6. The results of the study on the satisfaction of students who studied using the electronic ignition system failure analysis training kit by computer-controlled problem simulation showed the highest level of average 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 จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนากำลังคนที่จะเข้าสู่ภาคอุตสาหกรรมของประเทศ

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา เป็นหน่วยงานหลักในการผลิตบุคลากรด้านสายอาชีพโดยมีจุดมุ่งหมายของหลักสูตร เพื่อให้มีความรู้ ทักษะและประสบการณ์ในงานอาชีพสอดคล้องกับมาตรฐานวิชาชีพ สามารถนำความรู้ทักษะและประสบการณ์ในงานอาชีพไปปฏิบัติงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กำหนดหลักสูตรการจัดการเรียนการสอนอาชีวศึกษา ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และฝึกปฏิบัติการใช้เครื่องมือ วัสดุอุปกรณ์ต่างๆ ผู้เรียนได้เพิ่มพูนและฝึกฝนทักษะ ซึ่งสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของยุทธศาสตร์ที่ 2 การผลิตและพัฒนากำลังคน ด้านการอาชีวศึกษาเพื่อสร้างขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ คือเพื่อผลิตและพัฒนากำลังคนอาชีวศึกษาให้มีสมรรถนะตรงกับความต้องการของตลาดแรงงานและการพัฒนาประเทศ (สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา, 2560, น. 11) ปัจจุบันปริมาณรถยนต์เพิ่มขึ้นเป็นจำนวนมากเพราะรถยนต์กลายเป็นปัจจัยที่ 5 ของคนเมือง ที่ต้องใช้ในชีวิตประจำวัน ซึ่งปัญหาที่ตามมานอกจากพื้นที่ถนนไม่เพียงพอยังมีอีกประการหนึ่งคือเรื่องของมลพิษจากไอเสียซึ่งเป็นปัญหาสำคัญที่ทั่วโลกให้ความสนใจ เหตุนี้เองมาจากรถยนต์ขาดการดูแลและตรวจสอบอย่างถูกวิธี ทำให้แก๊สไอเสียที่เกิดจากการเผาไหม้มีมลพิษปนออกมา และวิธีแก้ไขเพื่อการลดมลพิษของรถยนต์ทางที่ทำได้ดีที่สุด คือการพัฒนาด้านเทคโนโลยียานยนต์ให้ทันสมัยขึ้น โดยการปรับปรุงระบบควบคุมการทำงานต่าง ๆ ของรถยนต์ให้มีประสิทธิภาพขึ้น ในช่วงหลายปีที่ผ่านมา บริษัทผู้ผลิตรถยนต์ได้นำอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์มาใช้ควบคุมระบบการทำงานของรถยนต์ เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน ลดมลภาวะเป็นพิษ และยังช่วยในการแก้ปัญหาลดภาวะโลกร้อน เช่น ระบบจุดระเบิด และระบบฉีดเชื้อเพลิงได้พัฒนานำเอาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์มาเป็นส่วนประกอบในการทำงาน

โดยเฉพาะระบบจุดระเบิดเมื่อทำงานร่วมกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทำให้ระบบทำงานมีประสิทธิภาพดีขึ้นซึ่งมีข้อดีหลายประการ เช่น ช่วยให้ประกายไฟที่เขี้ยวหัวเทียนดียิ่งขึ้น ทำให้การเผาไหม้ส่วนผสมของเชื้อเพลิงสมบูรณ์มีมลพิษน้อย แต่ระบบและอุปกรณ์บางอย่างที่ใช้ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เมื่อใช้งานไประยะหนึ่งมักพบข้อบกพร่องคือ การเสื่อมสภาพหรือชำรุดใช้งานไม่ได้จึงเกิดปัญหาข้อขัดข้องขึ้น ส่งผลให้ระบบควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ทำงานผิดพลาด และควรที่จะได้รับการแก้ไขอย่างถูกวิธีจากช่างมืออาชีพที่ชำนาญ

วิทยาลัยเทคนิคสุพรรณบุรี เป็นหน่วยงานหนึ่งที่สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ที่เปิดสอนในสาขาวิชาช่างยนต์ มีหน้าที่ผลิตบุคลากรด้านสายอาชีพเพื่อตอบสนองความต้องการของตลาดแรงงาน 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 และเมื่อพิจารณาคะแนนของผู้เรียนในแต่ละหน่วยการเรียนรู้พบว่าหน่วยการเรียนรู้ที่ผู้เรียนมีคะแนนต่ำและส่งผลให้ผลการเรียนทั้งรายวิชาต่ำไปด้วย คือหน่วยที่ 5 โดยมีเนื้อหาเกี่ยวกับระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งผู้วิจัยได้สังเกตและสอบถามจากผู้เรียนเกี่ยวกับสาเหตุที่ทำให้คะแนนในหน่วยการเรียนรู้ดังกล่าวต่ำ เนื่องจากลักษณะของเนื้อหาเรื่องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ด้นั้นต้องอาศัยการฝึกทักษะ การฝึกวิเคราะห์แก้ไขข้อขัดข้องต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในระบบไฟฟ้ารถยนต์ แต่การจัดการเรียนการสอนในปัจจุบันของแผนกวิชาช่างยนต์ ยังขาดอุปกรณ์ที่ใช้ในการฝึกทักษะเรื่องดังกล่าวจึงทำให้ผู้เรียนไม่มีประสบการณ์ ไม่สามารถนำเอาความรู้ในภาคทฤษฎีไปประยุกต์สู่ภาคปฏิบัติได้ ส่งผลให้ผู้เรียนขาดความมั่นใจในการปฏิบัติ โดยเฉพาะในเรื่องของการตรวจหาข้อขัดข้องระบบไฟฟ้ารถยนต์ สื่อและอุปกรณ์การสอนสำหรับให้ผู้เรียนได้ฝึกวิเคราะห์เพื่อหาสาเหตุข้อขัดข้องที่เกิดขึ้นนั้น ยังคงเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นจริงคือ

1. อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับการฝึกทักษะเป็นอุปกรณ์ที่ไม่มีปัญหาข้อขัดข้อง ทำให้ผู้เรียนไม่ได้เกิดการเรียนรู้ ไม่สามารถฝึกทักษะการวิเคราะห์แก้ไขข้อขัดข้องได้ตามวัตถุประสงค์ของเนื้อหา หากถ้าผู้เรียนได้เรียนกับชุดฝึกและจำลองปัญหาข้อขัดข้องที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจะทำให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้ ในการหาสาเหตุของข้อขัดข้องนั้น
2. ครูผู้สอนต้องสร้างปัญหาข้อขัดข้องของเครื่องยนต์ที่นำมาใช้ฝึกปฏิบัติ เพื่อให้สอดคล้องกับใบงาน ทำให้เสียเวลาในการจัดเตรียมเป็นอย่างมาก อุปกรณ์ที่ทำ

ให้เสียไม่สามารถนำกลับมาใช้ได้อีก แต่ชุดฝึกและจำลอง ปัญหาข้อขัดข้องที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนั้น ครูผู้สอนจะสั่งการ ให้เกิดข้อขัดข้องโดยใช้คอมพิวเตอร์จำลองปัญหาในจุดที่ ผู้สอนต้องการได้ทันที ทำให้ผู้สอนไม่ต้องเสียเวลาในการ จัดเตรียมและอุปกรณ์นั้นๆ จะไม่ชำรุดเสียหาย

3. อุปกรณ์ที่ใช้ฝึกระบบไฟฟ้ารถยนต์ โดยทั่วไป ที่ใช้ส่วนมากสร้างขึ้นในการฝึกทักษะต่อวงจรเท่านั้น มีลักษณะไม่ใกล้เคียงกับความเป็นจริง เพราะใน เครื่องยนต์จริงหลายวงจรสายไฟจะรวมเข้าด้วยกัน ทำให้ ผู้เรียนไม่ได้รับประสบการณ์ที่ใกล้เคียงกับส่วนประกอบ ที่เป็นจริง ทำให้เกิดความไม่มั่นใจในการออกไปปฏิบัติงาน จริง แต่ชุดฝึกและจำลองปัญหาข้อขัดข้องที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จะมีลักษณะวงจรไฟฟ้าที่ใกล้เคียงกับวงจรไฟฟ้าของ รถยนต์จริง ทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เสมือนปฏิบัติงานจริง

4. ในการฝึกปฏิบัติถ้าให้ผู้เรียนฝึกกับรถยนต์ จริงที่สามารถใช้งานได้ อาจทำให้เสี่ยงต่อการเสียหาย ได้ เพราะผู้เรียนยังอยู่ในช่วงฝึกหัดจึงควรให้ผู้เรียนได้ เรียนรู้กับสื่อชุดฝึกและจำลองปัญหาข้อขัดข้องจนผู้เรียน เกิดทักษะความชำนาญก่อนปฏิบัติงานจริง เพื่อลดการ สูญเสียของอุปกรณ์หรือรถยนต์จริง

จากปัญหาที่ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ใน เกณฑ์ที่ต่ำ เนื่องมาจากขาดสื่อ ชุดอุปกรณ์ในการฝึก ปฏิบัติ วิเคราะห์ และแก้ไขปัญหาข้อขัดข้องของระบบ จดทะเบียนอิเล็กทรอนิกส์ ถ้าไม่ได้รับการแก้ไขจะส่งผลเสีย ต่อผู้เรียนในการศึกษาต่อ และการเรียนการสอนใน รายวิชาอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง อีกทั้งยังมีผลต่อการไปประกอบ อาชีพของผู้เรียนในอนาคต ดังนั้นปัญหาดังกล่าวควรได้รับการ แก้ไขอย่างเร่งด่วน ซึ่งการแก้ไขปัญหาก็ได้ผลอย่าง หนึ่งคือการใช้สื่อการสอนที่เหมาะสม ผู้วิจัยได้เห็น ความสำคัญของเทคโนโลยีทางการสอนสมัยใหม่และ สามารถนำไปใช้ได้ คือการใช้สื่อการสอนประเภทชุด สาธิตหรือชุดฝึกจำลองปัญหาข้อขัดข้อง

จากความสำคัญดังกล่าว ผู้วิจัยได้ตระหนักถึง คุณค่าของสื่อการเรียนการสอน จึงมีความเห็นว่าการ เรียนการสอนวิชาไฟฟ้ารถยนต์ ถ้าผู้เรียนได้มีการศึกษา จากชุดฝึกและจำลองปัญหาข้อขัดข้อง โดยผู้เรียนได้ฝึก แก้ไขข้อขัดข้องระบบไฟฟ้าจากชุดฝึกที่สร้างเงื่อนไขหรือ ข้อขัดข้อง โดยสั่งจากคอมพิวเตอร์ ซึ่งผู้เรียนไม่สามารถ

ทราบได้เลยว่าครูผู้สอนสั่งให้ระบบไฟฟ้าขัดข้องที่ตรงจุด ไตไม่ต้องเสียเวลาในการทำให้อุปกรณ์ระบบไฟฟ้าของ เครื่องยนต์ชำรุดหรือขัดข้อง เช่น การดึงสายไฟ หรือการ ถอดอุปกรณ์บางส่วนออก ซึ่งหากผู้เรียนเป็นคนช่างสังเกต อาจพบปัญหาที่กำหนดไว้ได้โดยง่ายและรวดเร็ว ดังนั้นใน การค้นหาปัญหาข้อขัดข้องก็ไม่ได้วัดและพิสูจน์ให้เห็นว่า ผู้เรียนมีองค์ความรู้และหลักการวินิจฉัย การใช้เครื่องมือ และการใช้ทักษะความรู้ความสามารถในการสืบค้นหา สาเหตุข้อขัดข้องได้อย่างแท้จริง ไม่เกิดการวิเคราะห์ว่า ระบบไฟฟ้าขัดข้องเพราะอะไร

ผู้วิจัยคาดหวังว่า ชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้อง ระบบจดทะเบียนอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหา ควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจะช่วยให้ผู้เรียน มีความรู้ความเข้าใจ ได้ฝึกทักษะให้ผู้เรียนสามารถ วิเคราะห์ และ แก้ไข ข้อขัดข้อง ระบบจดทะเบียน อิเล็กทรอนิกส์ได้ และส่งผลให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนสูงขึ้นตามไปด้วย

## 2. วัตถุประสงค์ของโครงการ

2.1 เพื่อพัฒนาชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจดทะเบียนอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุม ด้วยคอมพิวเตอร์ วิชางานไฟฟ้ารถยนต์ รหัสวิชา 20101-2005 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) พุทธศักราช 2562

2.2 เพื่อหาคุณภาพชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้อง ระบบจดทะเบียนอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหา ควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์

2.3 เพื่อหาประสิทธิภาพชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้อง ระบบจดทะเบียนอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหา ควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์

2.4 เพื่อศึกษาดัชนีประสิทธิผลการเรียนรู้ของผู้เรียน จากการเรียนโดยใช้ชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบ จดทะเบียนอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุม ด้วยคอมพิวเตอร์

2.5 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อน เรียนและหลังเรียนโดยใช้ชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้อง ระบบจดทะเบียนอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหา ควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์

2.6 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนที่เรียนโดยใช้ชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ 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 คนที่ไม่เคยเรียนวิชางานไฟฟ้ารถยนต์

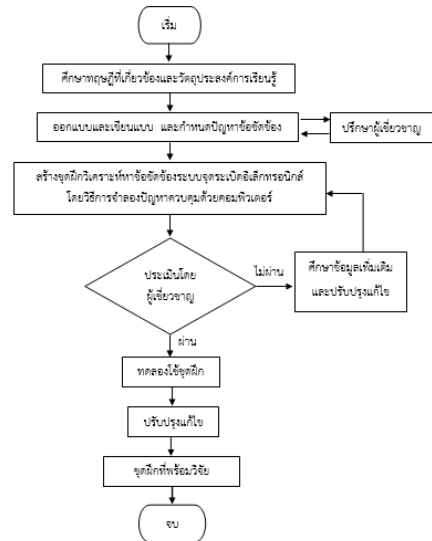
3.1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นผู้เรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ(ปวช.) ชั้นปีที่ 1 กลุ่ม 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 วิทยาลัยเทคนิคสุพรรณบุรี จำนวน 20 คน ได้มาจากการสุ่มโดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่ม

#### 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้สำหรับการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

3.2.1 ชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์

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



3.2.1.1 ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ ที่สร้างขึ้นเพื่อใช้ในการเรียนการสอน วิชางานไฟฟ้ารถยนต์ รหัสวิชา 20101-2005 เริ่มจากศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง หัวข้อเรื่อง และเนื้อหาการเรียนรู้อำหนดวัตถุประสงค์ ทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ โดยวัตถุประสงค์ต้องสอดคล้องกับหัวข้อเรื่องที่วิเคราะห์ไว้ซึ่งผู้เรียนจะต้องศึกษาภาคทฤษฎี และภาคปฏิบัติควบคู่กันไป

3.2.1.2 ออกแบบ เขียนแบบ และกำหนดปัญหาข้อขัดข้อง ผู้วิจัยได้ออกแบบและเขียนแบบพร้อมกับกำหนดปัญหาข้อขัดข้องต่าง ๆ ที่ต้องการให้ผู้เรียนได้ฝึกวิเคราะห์ปัญหาโดยเลือกปัญหาที่มักจะเกิดขึ้นจริงกับรถยนต์ในปัจจุบัน แล้วนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณา ให้คำแนะนำ จากนั้นจึงแก้ไขและปรับปรุงข้อบกพร่องต่าง ๆ ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ และในส่วนของเครื่องยนต์ที่ได้นำมาใช้วางปัญหาข้อขัดข้องใช้เครื่องยนต์จริงที่สามารถทำงานได้ตามปกติและเป็นเครื่องยนต์ที่ใช้กับรถยนต์ในปัจจุบัน โดยการนำมาประยุกต์ในการสร้างสื่อที่ใช้ในการเรียนการสอน และสร้างคู่มือการใช้ประกอบชุดฝึกที่สร้างขึ้น

ผู้วิจัยได้ออกแบบชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ ซึ่งสามารถใช้เป็นสื่อการเรียนการสอน และเป็นเครื่องมือสำหรับฝึกวิเคราะห์หาสาเหตุ

ข้อขัดข้องที่เกิดขึ้นจริง ฝึกตรวจสอบหาข้อขัดข้องระบบไฟฟ้าตามใบงานในเรื่องต่างๆ ดังนี้

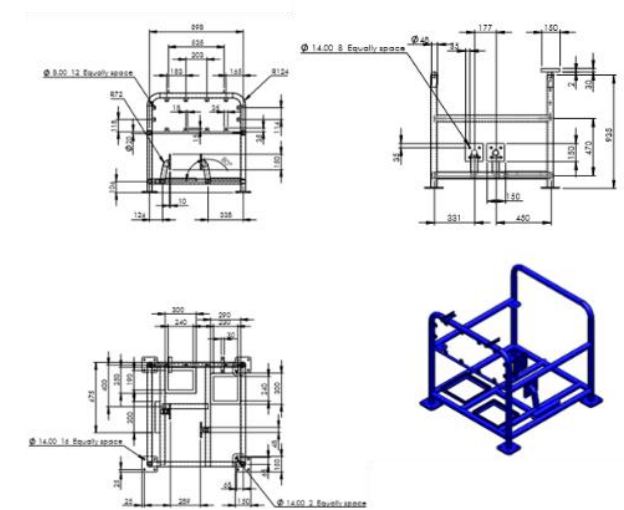
1. ตรวจสอบข้อขัดข้องวงจรไฟฟ้าควบคุมรีเลย์หลัก
2. ตรวจสอบข้อขัดข้องวงจรไฟฟ้าตัวตรวจจับมุมเพลาล้อเหยียง
3. ตรวจสอบข้อขัดข้องวงจรไฟฟ้าตัวตรวจจับมุมเพลาลูกเบี้ยว
4. ตรวจสอบข้อขัดข้องวงจรไฟฟ้ามาตรวจวัดการไหลของอากาศ
5. ตรวจสอบข้อขัดข้องวงจรไฟฟ้าตัวตรวจจับอุณหภูมิน้ำ
6. ตรวจสอบข้อขัดข้องวงจรไฟฟ้าตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่ง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

และจากการที่ผู้เรียนได้เรียนโดยใช้ชุดฝึกที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีการฝึกปฏิบัติตามใบงานสามารถตรวจวิเคราะห์หาสาเหตุข้อขัดข้องของอุปกรณ์ระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ รู้จักวิธีการใช้เครื่องมือวิเคราะห์ปัญหาเมื่อถือ (OBD) สามารถบอกตำแหน่งข้อบกพร่องของอุปกรณ์จากรหัสปัญหาที่เครื่องมือวิเคราะห์ปัญหาตรวจพบจากการจำลองปัญหาของผู้สอน และให้ผู้เรียนได้ฝึกวิเคราะห์หาสาเหตุข้อขัดข้องโดยตรวจสอบหาค่าต่าง ๆ เทียบกับค่ามาตรฐาน ซึ่งเมื่อผู้เรียนได้เรียนรู้จากชุดฝึกที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นแล้ว สามารถนำความรู้และพื้นฐานการวิเคราะห์ปัญหาข้อขัดข้องของระบบไฟฟ้ารถยนต์ที่ได้ไปใช้ในการประกอบอาชีพตามสายงานที่เกี่ยวข้องได้

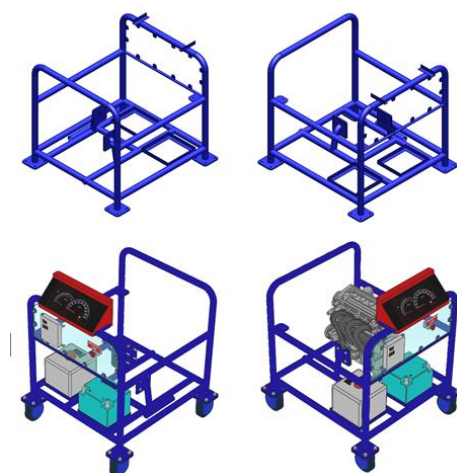
3.2.1.3 สร้างชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างชุดฝึกโดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

3.2.1.3.1 ส่วนที่ 1 เครื่องยนต์สำหรับใช้ในการจำลองปัญหาข้อขัดข้องเพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกวิเคราะห์ตรวจสอบข้อขัดข้องของระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ โดยมีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

ก) เขียนแบบโครงสร้างชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ เพื่อใช้ในการติดตั้งเครื่องยนต์สำหรับจำลองปัญหาข้อขัดข้อง



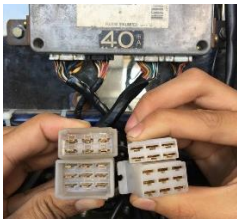
ข) ตัดเหล็กให้ได้ขนาดตามแบบและเชื่อมขึ้นรูปเป็นโครงสร้างสำหรับนำเครื่องยนต์มาติดตั้ง



ค) นำเครื่องยนต์ติดตั้งบนโครงสร้าง พร้อมกับประกอบชิ้นส่วนต่าง ๆ และเดินสายไฟเข้าระบบเพื่อให้เครื่องยนต์สามารถทำงานได้

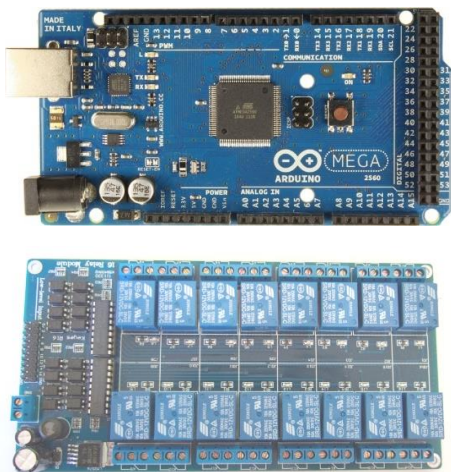


ง) ตัดแยกสายไฟของวงจรไฟฟ้าควบคุมอุปกรณ์ระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์เพื่อต่อเข้ากับชุดอุปกรณ์ควบคุมสำหรับการจำลองปัญหาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ ตามที่ได้วางแผนและออกแบบไว้



3.2.1.3.2 ส่วนที่ 2 เป็นส่วนของชุดควบคุมการจำลองปัญหาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ โดยแบ่งชุดควบคุมออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนของ ชุดอุปกรณ์ควบคุมและส่วนของโปรแกรมควบคุมการทำงาน

ก) ชุดอุปกรณ์ควบคุมการจำลองปัญหาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ประกอบด้วย บอร์ด Arduino MEGA 2560 R3 และ Relay 16 CH 12 V 10 A



ข) โปรแกรมควบคุมการทำงาน เป็นส่วนที่สร้างขึ้นเพื่อควบคุม ชุดอุปกรณ์สำหรับจำลองปัญหาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิด

อิเล็กทรอนิกส์ควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ เขียนด้วยภาษาเบสิก และภาษาซี โดยภาษาเบสิกใช้โปรแกรม Microsoft Visual Studio สำหรับสร้างปุ่มควบคุมการทำงาน เพื่อส่งคำสั่งควบคุมไปยังบอร์ด Arduino MEGA 2560 R3 โดยส่งการผ่าน Bluetooth จากคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ก (NoteBook) ส่วนภาษาซี ใช้โปรแกรม Arduino C++ สร้างเป็น Source Code เพื่อใช้ในการควบคุมการทำงานของชุดอุปกรณ์โมดูล Relay 16 CH 12V 10A สำหรับจำลองปัญหาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ และอัทโหลดลงคอนโทรลเลอร์ Arduino MEGA 2560 R3



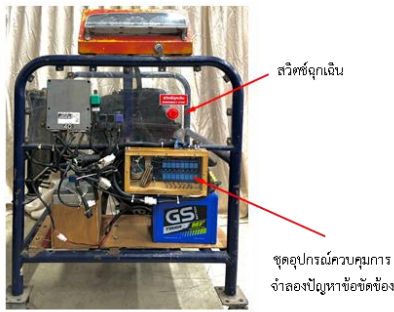
ประกอบชุดอุปกรณ์เข้าด้วยกัน เพื่ออัทโหลดชุดคำสั่งสำหรับควบคุมการทำงานของรีเลย์ ที่ใช้จำลองปัญหาข้อขัดข้องของวงจรไฟฟ้าระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยให้รีเลย์ 1 ตัว จำลองปัญหาข้อขัดข้อง 1 รายการ ตรงกับคำสั่งรายการจำลองปัญหาข้อขัดข้องจากคอมพิวเตอร์ ด้วยการทำให้วงจรไฟฟ้าขาด อุปกรณ์ไม่สามารถทำงานได้ หรือค่าแรงดันไฟฟ้าของอุปกรณ์ผิดไปจากค่ากำหนด แทนการจำลองปัญหาโดยใช้สวิตซ์ตัดต่อแบบเดิมในยุคแรกๆ



3.2.1.3.3 ติดตั้งชุดอุปกรณ์ควบคุมสำหรับจำลองปัญหาข้อขัดข้องเข้ากับชุดฝึกเครื่องยนต์ โดยต่อสายจากรีเลย์ของชุดอุปกรณ์ควบคุม



การจำลองปัญหาเข้ากับปลั๊กต่อให้ตรงกับปลั๊กจำลอง ปัญหาข้อขัดข้องของเครื่องยนต์



### 3.2.1.4 ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ

นำชุดฝึกที่สร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ที่มีประสบการณ์ในการสอน เพื่อตรวจสอบและประเมินคุณภาพของชุดฝึกที่สร้างและพัฒนาขึ้นก่อนนำไปทดลองใช้ รวมทั้งให้ข้อเสนอแนะเพื่อนำมาปรับปรุงและแก้ไขข้อบกพร่องตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ เพื่อให้ได้ชุดฝึกที่มีคุณภาพพร้อมใช้เป็นสื่อการเรียนการสอน

### 3.2.1.5 ทดลองใช้ชุดฝึก นำชุดฝึกที่

ผ่านการประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญ มาทดลองใช้กับผู้เรียนที่มีคุณสมบัติเหมือนกับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อหาข้อบกพร่องต่างๆ และความเหมาะสมของเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอน

### 3.2.1.6 นำข้อบกพร่องต่างๆ ของชุดฝึก

ที่ได้จากการทดลองใช้ มาปรับปรุงอีกครั้งก่อนนำไปใช้จริง

### 3.2.1.7 ได้ชุดฝึกที่สมบูรณ์พร้อมนำไป

ทดลองใช้กับกลุ่มทดลอง (กลุ่มตัวอย่าง)

## 3.2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

คะแนนระหว่างเรียนและเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การสร้างเครื่องมือในการเก็บรวบรวม

คะแนน แบ่งได้เป็น 2 ส่วน คือ

### 3.2.2.1 แบบวัดความก้าวหน้าหรือ

แบบฝึกหัด เป็นแบบวัดความก้าวหน้าของผู้เรียนในระหว่างเรียนแต่ละหัวข้อเรื่อง โดยภาคทฤษฎีได้สร้างเป็นข้อคำถามแบบเลือกตอบและแบบเติมคำ ส่วนภาคปฏิบัติสร้างเป็นใบงาน จำนวน 10 ใบงาน คิดเป็นคะแนน 246 คะแนน

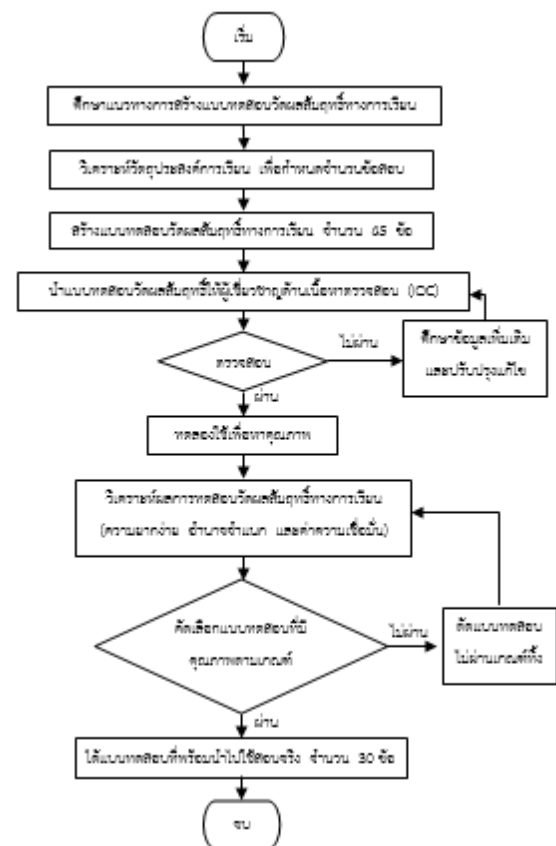
### 3.2.2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

ทางการเรียน ผู้วิจัยได้ทำการสร้างแบบทดสอบ วัด

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยคะแนนหลังการเรียน มี 2 แบบ คือ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาคทฤษฎีและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาคปฏิบัติ มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

#### 3.2.2.2.1 แบบทดสอบวัด

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาคทฤษฎี มีรายละเอียดและขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบภาคทฤษฎี ดังภาพ



จากภาพ อธิบายรายละเอียดในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ภาคทฤษฎี) ได้ดังนี้

1) ศึกษาแนวทางในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง ตำราต่างๆ

2) วิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ โดยการสร้างตารางวิเคราะห์การออกข้อสอบตามจุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อกำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้ โดยพิจารณาถึงความจำเป็นของการนำไปใช้ในการแก้ปัญหาในการทำงาน ความยากง่ายของเนื้อหา และปริมาณของ

เนื้อหา แล้วนำค่าที่ได้จากการประเมินความสำคัญตามระดับของวัตถุประสงค์ลงในตารางวิเคราะห์ข้อสอบ (Test Blueprint) เพื่อกำหนดจำนวนข้อของข้อสอบในแต่ละวัตถุประสงค์ ซึ่งมีจำนวนข้อสอบที่ต้องการทั้งหมด 30 ข้อ

3) สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก ซึ่งแบบทดสอบที่ออกนั้นต้องให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ และยึดหลักจำนวนข้อสอบที่ออกต้องมากกว่าจำนวนข้อของแบบทดสอบที่ต้องการอย่างน้อย 25 เปอร์เซ็นต์ 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 มาแล้ว

จำนวน 14 คน ซึ่งเป็นคนละกลุ่มกับครั้งแรก เพื่อหาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ โดยได้ผลการวิเคราะห์ดังนี้

- ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ มีค่าเท่ากับ 0.915

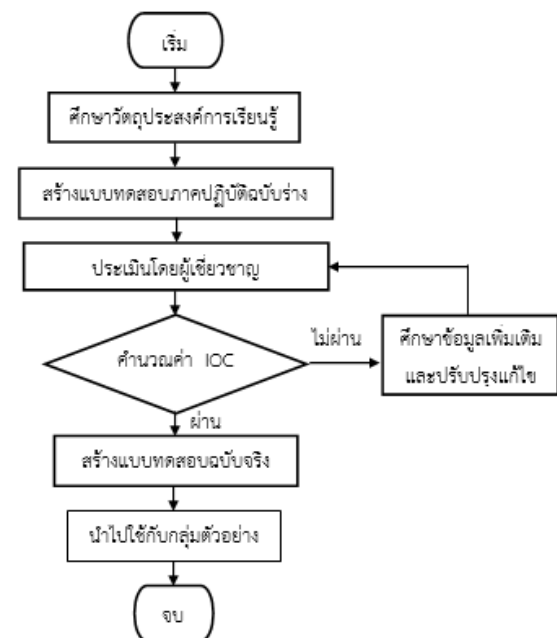
- มีค่าความยากง่าย ( $p$ ) เฉลี่ยเท่ากับ 0.64

- ค่าอำนาจจำแนก ( $r$ ) ของแบบทดสอบ เฉลี่ยเท่ากับ 0.41

8) ได้แบบทดสอบฉบับสมบูรณ์จำนวน 30 ข้อ ใช้ในการวิจัย

### 3.2.2.2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาคปฏิบัติ

มีรายละเอียดขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบภาคปฏิบัติ ดังนี้



จากภาพแสดงขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ภาคปฏิบัติ) ได้ดังนี้

1) ศึกษาวัตถุประสงค์การเรียนรู้ และระดับพฤติกรรมการเรียนรู้ที่ได้วิเคราะห์ไว้ในตารางการวิเคราะห์วัตถุประสงค์การเรียนรู้เพื่อออกข้อสอบ

2) สร้างแบบทดสอบ โดยออกข้อสอบให้ครอบคลุมวัตถุประสงค์การเรียนรู้ซึ่งในแบบทดสอบประกอบไปด้วยหัวข้อต่างๆ ได้แก่ ชื่อเรื่อง คำสั่ง ภาพแบบงาน เครื่องมือและอุปกรณ์ แบบบันทึกผลการตรวจสอบ สรุปผลการตรวจสอบ โดยแบบทดสอบภาคปฏิบัติจะสอดคล้องกับไปประเมินผลแบบทดสอบ

ภาคปฏิบัติ เพื่อให้คะแนน โดยมีเกณฑ์การประเมินผล การปฏิบัติงาน ตามเกณฑ์พิจารณา ดังนี้

1 คะแนน ผลการปฏิบัติงานใช้งานได้ดี  
 0 คะแนน ไม่มีผลการปฏิบัติงานหรือ ใช้งานไม่ได้

3) นำแบบทดสอบภาคปฏิบัติให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน พิจารณาและให้คำแนะนำในการ ปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบ เพื่อความสมบูรณ์ของข้อสอบ และประเมินความสอดคล้องวัตถุประสงค์การเรียนรู้กับ ข้อสอบ (IOC) โดยกำหนดเกณฑ์การพิจารณาค่าดัชนี ความสอดคล้อง ดังนี้

เห็นว่าสอดคล้อง	ให้คะแนน +1
ไม่แน่ใจ	ให้คะแนน 0
เห็นว่าไม่สอดคล้อง	ให้คะแนน -1

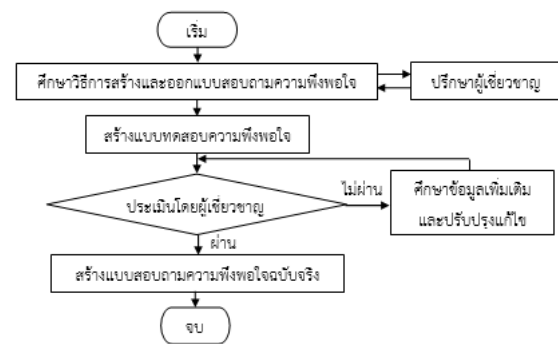
นำผลจากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์ หาดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence : IOC) พบว่าแบบทดสอบมีค่าดัชนีความ สอดคล้อง 1.00

4) สร้างแบบทดสอบฉบับจริง โดยนำ แบบทดสอบที่ให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินความสอดคล้อง และ ปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญแล้ว นำมาสร้าง เป็นแบบทดสอบฉบับจริง

5) นำแบบทดสอบฉบับจริงไปใช้กับ กลุ่มตัวอย่าง

3.2.3 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ความพึงพอใจของผู้เรียน

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมความ พึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนโดยใช้ชุดฝึกวิเคราะห์ หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการ จำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ สามารถแสดง ขั้นตอนการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เรียน ดังนี้



จากภาพแสดงขั้นตอนการสร้าง แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เรียน ซึ่งมีขั้นตอนใน การสร้างดังนี้

### 3.2.3.1 ศึกษาวิธีการในการสร้าง

เอกสารที่เกี่ยวข้องและออกแบบสอบถามความพึงพอใจ ในขณะกำลังสร้างได้ปรึกษาผู้เชี่ยวชาญไปด้วย

### 3.2.3.2 สร้างแบบสอบถามความพึง

พอใจ เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ของ ลิเคิร์ต (Likert) มีข้อความจำนวน 15 ข้อ แบ่งกลุ่ม คำถามเป็น 2 ด้าน คือ ด้านเนื้อหาและใบงานประกอบ ชุดฝึก จำนวน 10 ข้อ และด้านการออกแบบและสร้าง ชุดฝึก จำนวน 5 ข้อ

### 3.2.3.3 นำแบบสอบถามความพึงพอใจ

ที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินเพื่อตรวจสอบความ เทียงตรงของเนื้อหา (Content Validity) ภาษาที่ใช้ และ หัวข้อการประเมินที่ถูกต้อง

### 3.2.3.4 นำแบบสอบถามที่ปรับปรุง

แล้วมาสร้างเป็นแบบสอบถามความพึงพอใจฉบับจริง เพื่อ นำไปเก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

## 3.3 การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

### 3.3.1 การออกแบบการทดลองในการ

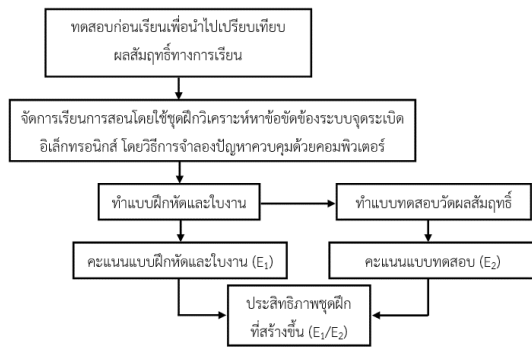
ดำเนินการทดลองครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามรูปแบบ การวิจัยเชิงทดลองแบบกลุ่มทดลองกลุ่มเดียว โดยการ ทดสอบก่อนและหลังการทดลอง (One-Group Pretest – Posttest Design)

### 3.3.2 การเก็บรวบรวมข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญ

จำนวน 5 ท่าน โดยใช้แบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับ ชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิด อิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วย คอมพิวเตอร์ที่สร้างขึ้น ในด้านการออกแบบและสร้าง

ชุดฝึก ด้านการนำไปใช้งาน และด้านคู่มือการใช้งาน  
ใบงาน ใบประเมินผล

3.3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูลจากการใช้ชุดฝึก  
วิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดย  
วิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ เพื่อหา  
ประสิทธิภาพ ( $E_1/E_2$ ) ดังแผนภาพ



จากภาพแสดงขั้นตอนการดำเนินการทดลองและ  
เก็บรวบรวมข้อมูล โดยมีขั้นตอนดังนี้

3.3.3.1 ทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) เพื่อ  
วัดความรู้พื้นฐานก่อนเรียนของผู้เรียนโดยใช้แบบทดสอบ  
วัดผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียน และเก็บรวบรวมคะแนนเป็น  
คะแนนทดสอบก่อนเรียน

3.3.3.2 ดำเนินการจัดการเรียนการสอน  
โดยใช้ชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบ จุดระเบิด  
อิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วย  
คอมพิวเตอร์ ในภาคทฤษฎี ระหว่างเรียนให้ผู้เรียนทำ  
แบบฝึกหัด ส่วนภาคปฏิบัติให้ผู้เรียนฝึกปฏิบัติตามใบงาน  
และรวบรวมคะแนนที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดและปฏิบัติ  
ตามใบงาน ในระหว่างกระบวนการ

3.3.3.3 ทดสอบหลังเรียน (Post-test)  
โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน  
ซึ่งเป็นชุดเดียวกับที่ใช้ทดสอบก่อนเรียนและทดสอบ  
ภาคปฏิบัติ และเก็บรวบรวมคะแนนเป็นคะแนนทดสอบ  
หลังเรียน

3.3.3.4 ประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่  
มีต่อการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ชุดฝึกวิเคราะห์หา  
ข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลอง  
ปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ โดยให้ผู้เรียนตอบ

แบบสอบถามประเมินผลความพึงพอใจ และเก็บรวบรวม  
คะแนน

### 3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.4.1 วิเคราะห์หาคุณภาพของชุดฝึกจาก  
คะแนนการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ที่มีต่อ  
ชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิด  
อิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วย  
คอมพิวเตอร์

3.4.2 วิเคราะห์หาประสิทธิภาพชุดฝึกวิเคราะห์  
หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการ  
จำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ โดยนำคะแนน  
จากการทำแบบฝึกหัดและใบงาน มาคิดเป็นร้อยละ และ  
นำคะแนนจากการทำแบบทดสอบ มาคิดเป็นร้อยละตาม  
เกณฑ์ 80/80 โดยใช้สูตร  $E_1/E_2$

3.4.3 วิเคราะห์หาค่าดัชนีประสิทธิผลการเรียนรู้  
ของผู้เรียนจากการเรียนโดยใช้ชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้อง  
ระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหา  
ควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ โดยใช้ค่าดัชนีประสิทธิผล ( $E.I$ )

3.4.4 วิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการ  
เรียน จากคะแนนการทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลัง  
เรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้อง  
ระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหา  
ควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ โดยใช้การทดสอบหาค่าที่  
(t - test Independent)

3.4.2 วิเคราะห์ประเมินความคิดเห็นของ  
ผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุด  
ระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วย  
คอมพิวเตอร์

3.4.5 วิเคราะห์ประเมินความพึงพอใจของผู้เรียน  
ที่มีต่อการเรียนด้วยชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุด  
ระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วย  
คอมพิวเตอร์

## 4. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและหา  
ประสิทธิภาพการเรียนการสอนโดยใช้ชุดฝึกวิเคราะห์หา  
ข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการ  
จำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

วิทยางานไฟฟ้ารถยนต์ รหัส 20101-2005 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) พุทธศักราช 2562 สาขาวิชาช่างยนต์ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลตามขั้นตอนซึ่งมีผลการวิเคราะห์ข้อมูลสรุปได้ดังนี้

4.1 ผลการพัฒนาชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ วิทยางานไฟฟ้ารถยนต์ รหัสวิชา 20101-2005 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) พุทธศักราช 2562 ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น สามารถใช้เป็นสื่อการเรียนการสอน และเป็นเครื่องมือสำหรับฝึกวิเคราะห์หาสาเหตุข้อขัดข้องที่เกิดขึ้นจริง

4.2 ผลการหาคุณภาพของชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์

**ตารางที่ 1** ผลการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์

ด้าน	ค่าเฉลี่ย	S.D.	แปลความหมาย
1. ด้านการออกแบบและสร้างชุดฝึก	4.84	0.37	มากที่สุด
2. ด้านการนำไปใช้งาน	4.92	0.28	มากที่สุด
3. ด้านคู่มือการใช้งาน ใบบางใบประเมินผล	4.88	0.33	มากที่สุด
<b>ค่าเฉลี่ยรวม</b>	<b>4.88</b>	<b>0.31</b>	<b>มากที่สุด</b>

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 ( $\bar{X} = 4.92, S.D. = 0.28$ ) และด้านคู่มือ

การใช้งาน ใบบาง ใบประเมินผล มีความคิดเห็นอยู่ในระดับมากที่สุด ( $\bar{X} = 4.88, S.D. = 0.33$ )

4.3 ผลการหาประสิทธิภาพของชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์

**ตารางที่ 2** ผลการประเมินหาประสิทธิภาพชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ ( $E_1/E_2$ )

รายการ	แบบฝึกหัดและใบบาง ( $E_1$ )	แบบทดสอบ ( $E_2$ )
จำนวนผู้เรียน	20	20
คะแนนเต็ม	246	88
คะแนนที่ได้	4,062	1,531
<b>ร้อยละของคะแนนที่ได้</b>	<b>82.56</b>	<b>86.99</b>

จากตารางที่ 2 ผลปรากฏว่า ผู้เรียนกลุ่มตัวอย่างจำนวน 20 คน ทำแบบฝึกหัดและใบบาง ได้คะแนนคิดเป็นร้อยละ 82.56 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์กำหนด ร้อยละ 80 และคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คิดเป็นร้อยละ 86.99 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ร้อยละ 80 แสดงว่าประสิทธิภาพของชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ มีค่าเท่ากับ  $82.56/86.99$  เมื่อเทียบกับเกณฑ์ 80/80 ผลปรากฏว่าชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

4.4 ผลการศึกษาดัชนีประสิทธิผลการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยการใช้ชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ พบว่าหลังจากการนำชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ ไปใช้กับกลุ่มผู้เรียนกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 20 คน กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนได้ถูกต้อง น้อยกว่าการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน ซึ่งแสดงว่าการสอนด้วยชุดฝึก

วิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ ดังกล่าวนี้ทำให้เกิดประสิทธิผลในการเรียนรู้ เฉลี่ยเท่ากับ 0.7835 หรือร้อยละ 78.35 กล่าวคือ หลังการเรียน โดยใช้ชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิด อิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วย คอมพิวเตอร์ ผู้เรียนมีคะแนนเพิ่มขึ้นร้อยละ 78.35 แสดงว่าชุดฝึกฯ ที่พัฒนาขึ้น มีประสิทธิภาพอยู่ในเกณฑ์ ที่ยอมรับได้ คือมีค่ามากกว่า 0.60

4.5 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้ชุดฝึกวิเคราะห์หา ข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการ จำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์

**ตารางที่ 3** ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของคะแนน ประเมินผลก่อนเรียน และหลังเรียน

คะแนน ประเมินผล	จำนวน ผู้เรียน	ผลรวมของ คะแนน	$\Sigma D$	$\Sigma D^2$	t
ก่อนเรียน	20	220	313	5,017	28.02
หลังเรียน	20	513			

จากตารางที่ 3 แสดงให้เห็นว่าผลการทดสอบ คะแนนของผู้เรียน จำนวน 20 คน มีคะแนนก่อนเรียน รวม 200 คะแนน และมีคะแนนหลังเรียน รวม 513 คะแนน เมื่อทดสอบความแตกต่าง ระหว่างคะแนน คะแนนก่อนเรียนกับหลังเรียน พบว่ามีค่า t จากการ คำนวณเท่ากับ 28.02 ซึ่งมากกว่าค่า t จากการเปิด ตาราง (ค่า t จากการเปิดตารางแจกแจง  $t = 1.73$  แสดงว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่าง เมื่อเรียนด้วยชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิด อิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วย คอมพิวเตอร์ที่สร้างขึ้น หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมี นัยสำคัญที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้ กล่าวคือ การเรียนด้วยชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบ จุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุม ด้วยคอมพิวเตอร์ ทำให้ผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้น

4.6 ผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียน ที่มีต่อ ชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิด อิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วย คอมพิวเตอร์

**ตารางที่ 4** แสดงผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยระดับ ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดฝึกและจำลอง ปัญหาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ควบคุม ด้วยคอมพิวเตอร์

ข้อ ที่	รายการประเมิน	N = 20 คน		
		$\bar{X}$	S.D.	แปล ความหมาย
	ด้านเนื้อหาและใบงาน ประกอบชุดฝึก			
1	ใบเนื้อหาที่มีความเข้าใจง่าย	5.00	0.00	มากที่สุด
2	รูปภาพใบเนื้อหาชัดเจน	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	แบบฝึกหัดเหมาะสมกับระดับของ ผู้เรียน	4.70	0.66	มากที่สุด
9	ข้อความในแบบฝึกหัดเข้าใจง่าย	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 ที่มีต่อชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิด อิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วย คอมพิวเตอร์ โดยเฉลี่ยด้านเนื้อหาและใบงานประกอบ ชุดฝึก มีค่าความพึงพอใจ เฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด ( $\bar{X} = 4.71$ , S.D. = 0.17) และด้านการออกแบบและ สร้างชุดฝึก มีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจ อยู่ในระดับมาก

ที่สุด ( $\bar{X} = 4.72$ , 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) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าชุดฝึกที่พัฒนาขึ้น มีคุณภาพสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้เป็นอย่างดี

5.1.3 ผลการหาประสิทธิภาพชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ โดยการนำชุดฝึกที่สร้างขึ้นไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนกับผู้เรียนกลุ่มตัวอย่าง พบว่าผู้เรียนมีคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบฝึกหัดและใบงาน คิดเป็นร้อยละ เท่ากับ 82.56 และมีคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ คิดเป็นร้อยละ เท่ากับ 86.99 ซึ่งมีค่าสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80

5.1.4 ผลการศึกษาดัชนีประสิทธิผลการเรียนรู้ของผู้เรียน จากการเรียนโดยใช้ชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการ

จำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้น ผู้เรียนมีคะแนนเพิ่มขึ้นเกิดประสิทธิผลในการเรียนรู้ เฉลี่ยเท่ากับ 0.7835 หรือร้อยละ 78.35 แสดงว่ามีประสิทธิภาพอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ คือมีค่ามากกว่า 0.60

5.1.5 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้ชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ โดยการทดสอบค่าที่ (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) และเมื่อรวม ทั้ง 2 ด้าน มีค่าความพึงพอใจ เฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด ( $\bar{X} = 4.71$ , S.D. = 0.28) ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

### 5.2 อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัย การพัฒนา วิชางานไฟฟ้ารถยนต์ รหัสวิชา 20101-2005 ของสำนักงานคณะกรรมการอาชีวศึกษา สามารถอภิปรายผลการวิจัยได้ดังนี้

5.2.1 อภิปรายผลการหาคุณภาพชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ วิชางานไฟฟ้ารถยนต์ รหัสวิชา 20101-2005

จากผลการวิจัยพบว่า ชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ ที่พัฒนาขึ้นผ่าน

การประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน โดยผลการประเมินอยู่ในระดับมากที่สุด ทั้งด้านการออกแบบและสร้างชุดฝึก ด้านการนำไปใช้งาน และด้านคู่มือการใช้ ใบบาง ใบประเมินผล เป็นไปตามสมมติฐานของการวิจัยที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เนื่องจากผู้วิจัยได้พัฒนาชุดฝึกตามทฤษฎีแนวคิดของชุดฝึกปฏิบัติ ซึ่งได้ยึดแนวทางในการออกแบบชุดฝึกตามแนวทางที่ วัลลภ (2543 : 110-128) ได้กล่าวไว้ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ซึ่งผู้วิจัยได้นำขั้นตอนมาสร้างและพัฒนาชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ โดยวิเคราะห์หลักสูตรรายวิชา กำหนดหัวข้อเรื่อง จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ออกแบบและเขียนแบบ กำหนดปัญหาข้อขัดข้อง สร้างสื่อชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ จัดทำใบบินเนื้อหา ใบแบบฝึกหัดและเฉลย ใบบางฝึกปฏิบัติ ใบแบบทดสอบและเฉลย สำหรับภาคทฤษฎี ใบประเมินผลการปฏิบัติงาน สำหรับภาคปฏิบัติ ซึ่งในแต่ละขั้นตอนผู้วิจัยได้ปรึกษาและขอคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญ แล้วจึงนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้อง เพื่อนำข้อบกพร่องและข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไข ด้วยเหตุผลนี้จึงทำให้ผลการประเมินคุณภาพชุดฝึกโดยผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นผลการประเมินคุณภาพอยู่ในระดับมากที่สุด ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยที่ตั้งไว้ จากผลการวิจัย สอดคล้องกับงานวิจัยของ ประภาช (2560 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่องการสร้างชุดฝึกระบบเครื่องยนต์แก๊สโซลีน ควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ ผลการวิจัย พบว่า คุณภาพของชุดฝึกระบบเครื่องยนต์แก๊สโซลีนควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ มีค่าเฉลี่ยรวมทุกด้านเท่ากับ 4.75 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ ภาวนา ประชิต และปรีชา (2560 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่องการสร้างชุดฝึกปฏิบัติการต่อวงจรระบบไฟฟ้า ในรถจักรยานยนต์ ผลการวิจัยพบว่า การประเมินคุณภาพของชุดฝึกปฏิบัติการต่อวงจรระบบไฟฟ้าในรถจักรยานยนต์ โดยผู้เชี่ยวชาญ 7 ท่าน ในภาพรวมทั้ง 3 ด้าน มีคุณภาพอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.83 สอดคล้องกับงานวิจัยของ นุกูล (2560 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัย

เรื่อง การสร้าง ชุดสาธิตวงจรดิจิทัล วิชาดิจิทัลเบื้องต้น รหัสวิชา 2104 – 2107 ผลการวิจัยพบว่า ผู้เชี่ยวชาญเห็นว่าชุดสาธิตมีคุณภาพอยู่ในระดับมาก ( $\bar{X} = 4.17, S.D. = 0.51$ )

5.2.2 อภิปรายผลการหาประสิทธิภาพชุดฝึกวิเคราะห์ หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ วิชาการไฟฟ้ารถยนต์ รหัสวิชา 20101-2005

จากผลการวิจัยพบว่า ประสิทธิภาพของชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 82.56/86.99 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 ที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เพราะชุดฝึกที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นได้ผ่านกระบวนการตรวจสอบอย่างมีคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญ ได้รับคำแนะนำปรับปรุงแก้ไขอย่างมีขั้นตอน จึงทำให้ชุดฝึกที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเหมาะสมสำหรับใช้เป็นสื่อการเรียนการสอน ซึ่งชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นสามารถจำลองปัญหาได้ 10 รายการ คือ ข้อขัดข้องวงจรไฟฟ้าควบคุมรีเลย์หลัก ข้อขัดข้องวงจรไฟฟ้าตัวตรวจจัมมเพลลาข้อเหวี่ยง ข้อขัดข้องวงจรไฟฟ้าตัวตรวจจัมมเพลลาลูกเบี้ยว ข้อขัดข้องวงจรไฟฟ้ามาตรวัดการไหลของอากาศ ข้อขัดข้องวงจรไฟฟ้าตัวตรวจจัมมหมึมน้ำ ข้อขัดข้องวงจรไฟฟ้าตัวตรวจจัมมตำแหน่งลิ้นเร่ง ข้อขัดข้องวงจรไฟฟ้าควบคุมรีเลย์เปิดวงจร ข้อขัดข้องวงจรไฟฟ้าควบคุมปั้มน้ำมันเชื้อเพลิง ข้อขัดข้องวงจรไฟฟ้าควบคุมหัวฉีด และข้อขัดข้องวงจรไฟฟ้าควบคุมคอยล์จุดระเบิด โดยผู้เรียนจะได้ฝึกทักษะการใช้เครื่องวิเคราะห์ปัญหาเมื่อถือ OBD ซึ่งเป็นอุปกรณ์ของจริงที่ตามศูนย์บริการรถยนต์ที่ทันสมัยในปัจจุบันใช้ ในการวิเคราะห์หาข้อบกพร่องของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์จากหน่วยความจำ โดยนำไปต่อเข้ากับชุดฝึกวิเคราะห์ข้อขัดข้องซึ่งใช้เครื่องยนต์จริงมาจำลองปัญหา และฝึกอ่านรหัสข้อบกพร่องจากเครื่องวิเคราะห์ปัญหาเมื่อถือ (OBD) และเมื่อผู้เรียนอ่านพบข้อบกพร่องของอุปกรณ์ระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ จากเครื่องวิเคราะห์ปัญหาเมื่อถือ (OBD) ผู้เรียนจะต้องตรวจสอบว่าอุปกรณ์เสียตรงจุดใดโดยใช้เครื่องมือวัดมัลติ



มิเตอร์ ซึ่งผู้เรียนจะได้ฝึกทักษะการใช้เครื่องมือวัด ฝึกการอ่านค่า และนำไปเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน เพื่อวิเคราะห์ว่าข้อขัดข้องที่ตรวจพบเกิดจากสาเหตุใด อุปกรณ์ใดเสียหรือชำรุดตรงจุดใด และมีแนวทางการ แก้ไขอย่างไร โดยผู้เรียนจะได้รับความรู้ และทักษะ จากการลงปฏิบัติด้วยสื่อที่ใกล้เคียงของจริงมากที่สุด สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการทำงานได้จริง ซึ่ง สอดคล้องกับคำกล่าวของนักการศึกษาที่กล่าวว่า การที่ จะทำให้กระบวนการเรียนการสอนในสาขาวิชาช่าง อุตสาหกรรมดำเนินไปได้ด้วยดี ครูผู้สอนควรมีสื่อที่ดี มีคุณภาพและมีมาตรฐาน จึงทำให้คุณภาพการเรียน การสอนดีขึ้นโดยเฉพาะสื่อ ในวิชาฝึกปฏิบัติ เช่น ชุดสวิต หรือชุดฝึกปฏิบัติ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สุรพงษ์ (2557, บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่องการสร้างและหา ประสิทธิภาพชุดฝึกระบบฉีดเชื้อเพลิงแบบอิเล็กทรอนิกส์ ในรถจักรยานยนต์ ผลการวิจัยพบว่าชุดฝึกที่สร้างขึ้นมี ประสิทธิภาพ 83.58/83.28 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 สอดคล้องกับงานวิจัยของ บรรเจิด (2557 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่องการสร้างและหา ประสิทธิภาพชุดฝึกระบบฉีดเชื้อเพลิงเครื่องยนต์ดีเซล แบบคอมมอลเลอร์ควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ ผลการวิจัย พบว่า ชุดฝึกที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 84.58/82.79 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด สอดคล้องกับงานวิจัยของ ประทีป (2559, บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่องการพัฒนา และหาประสิทธิภาพชุดฝึกงานกลึงมินิซีเอ็นซี ผลการวิจัย พบว่า ชุดฝึกที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 82.29/81.63 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 และสอดคล้องกับ งานวิจัยของ สุรพล (2546, บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัย เรื่องการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดจำลองสถานการณ์ ข้อขัดข้องของระบบจุดระเบิดแบบอิเล็กทรอนิกส์ใน รถยนต์ ผลการวิจัยพบว่า ชุดฝึกที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 90.27/85.66 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

สำหรับค่าประสิทธิภาพตัวแรกเป็นคะแนนที่ได้ จากการทำแบบฝึกหัดและใบงาน ซึ่งมีค่าประสิทธิภาพสูง กว่าเกณฑ์กำหนด เพราะว่า

1) การเรียนการสอนด้วยสื่อชุดฝึกวิเคราะห์หา ข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยใช้วิธีการ จำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์นั้น มีส่วนกระตุ้น

ให้ผู้เรียนเกิดความตั้งใจและสนใจใฝ่เรียน เนื่องจาก ผู้วิจัยได้สร้างปัญหาข้อขัดข้องของเครื่องยนต์ โดยใช้ ระบบคอมพิวเตอร์เข้ามามีส่วนร่วมในการตัดระบบ วงจรไฟฟ้าซึ่งผู้เรียนไม่สามารถสังเกตเห็นได้ จึงทำให้ ผู้เรียนได้ฝึกการวิเคราะห์ปัญหาด้วยตนเองว่าเครื่องยนต์ ข้อขัดข้องตรงจุดใด สร้างความกระตือรือร้นให้ผู้เรียนส่งผล ให้คะแนนเฉลี่ยของประสิทธิภาพตัวแรกสูงกว่าเกณฑ์ ที่ตั้งไว้

2) การเรียนการสอนด้วยสื่อชุดฝึกวิเคราะห์หา ข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยใช้วิธีการ จำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ ผู้วิจัยได้ทำการ ออกแบบและสร้างชุดฝึก ใบงาน พร้อมกับกำหนดปัญหา ข้อขัดข้องต่าง ๆ โดยเลือกปัญหาที่มักเกิดขึ้นจริงกับ รถยนต์ในปัจจุบัน ส่งผลให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะวิเคราะห์ ปัญหาได้จริง และผู้สอนได้ออกแบบชุดฝึกไว้สำหรับฝึก ผู้เรียนในการวิเคราะห์หลายปัญหา โดยใช้คอมพิวเตอร์ เป็นตัวสั่งการทำให้สะดวกรวดเร็วต่อการฝึกผู้เรียน จึงทำ ให้การเรียนการสอนบรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

สำหรับค่าประสิทธิภาพตัวหลังเป็นคะแนนที่ได้มา จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้ง ภาคทฤษฎี และภาคปฏิบัติ ซึ่งมีประสิทธิภาพสูงกว่า เกณฑ์ เพราะผู้เรียนได้ผ่านการเรียนทั้งภาคทฤษฎี และ ได้ฝึกทักษะ ฝึกวิเคราะห์ปัญหาจากชุดฝึกในภาคปฏิบัติ ทำให้ผู้เรียน มีความรู้เพิ่มขึ้นเข้าใจปัญหาข้อขัดข้องของ ระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ในเครื่องยนต์

5.2.3 อภิปรายผลการศึกษาค่าดัชนีประสิทธิผล การเรียนรู้ของผู้เรียน โดยใช้ชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้อง ระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยใช้วิธีการจำลองปัญหา ควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ วิชางานไฟฟ้ารถยนต์ รหัสวิชา 20101-2005

จากผลการวิจัยการวิเคราะห์ค่าดัชนี ประสิทธิภาพทางการเรียนรู้ โดยใช้ชุดฝึกวิเคราะห์ หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยใช้วิธีการ จำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ วิชางานไฟฟ้า รถยนต์ รหัสวิชา 20101-2005 ทำให้ผู้เรียนมีประสิทธิ ภาพทางการเรียนรู้ เท่ากับ 0.7835 หรือร้อยละ 78.35 กล่าวคือ ผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้น ร้อยละ 78.35 จาก ผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ ฉลองวุฒิ (2563 :

บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่องการพัฒนาชุดฝึกทักษะ วิชางานเครื่องมือกลเบื้องต้น เรื่องงานตัด งานเจียรไน และงานเจาะ ด้วยกระบวนการสอนรูปแบบ MIAP สำหรับผู้เรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ผลการวิจัย พบว่า ค่าดัชนีประสิทธิผลการเรียนรู้ด้วยชุดฝึกทักษะ ปฏิบัติ เท่ากับ 0.7112 ผู้เรียนมีความรู้และทักษะปฏิบัติ เพิ่มขึ้น 0.7112 หรือคิดเป็นร้อยละ 71.12 และยัง สอดคล้องกับงานวิจัยของ พูนพงศ์ (2563 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่องการพัฒนาชุดฝึกเครื่องปรับอากาศ รถยนต์ ผลการวิจัยพบว่า การใช้นวัตกรรมการเรียนรู้ ชุดฝึกเครื่องปรับอากาศรถยนต์ ทำให้นักศึกษามี ความก้าวหน้าทางการเรียนรู้เพิ่มขึ้น มีค่าดัชนี ประสิทธิภาพทางการเรียนเท่ากับ 0.8070 หรือคิดเป็น ร้อยละ 80.70

5.2.4 อภิปรายผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้ ชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิด อิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วย คอมพิวเตอร์ วิชางานไฟฟ้ารถยนต์ รหัสวิชา 20101-2005

ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนก่อนเรียนกับหลังเรียน พบว่ามีผลคะแนน จากทำแบบประเมินผลการเรียนหลังเรียน สูงกว่าก่อน เรียน เพราะผู้เรียนได้เรียนโดยใช้ชุดฝึกวิเคราะห์หา ข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการ จำลองปัญหาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ ที่มีความพร้อมทั้ง ใบความรู้ ใบงาน ใบประเมินผล และได้ฝึกปฏิบัติจริงใน การวิเคราะห์หาข้อขัดข้องของเครื่องยนต์จากชุดฝึกที่ ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สุรพล (2546, บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การสร้างและหา ประสิทธิภาพชุดจำลองสถานการณ์ข้อขัดข้องของระบบ จุดระเบิดแบบอิเล็กทรอนิกส์ในรถยนต์ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการคะแนนทำแบบทดสอบ หลังเรียนสูงกว่าคะแนนจากการทำแบบทดสอบก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สอดคล้องกับงาน วิจัยของ ประดิษฐ์ (2562, บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยการ พัฒนาและหาประสิทธิภาพชุดสาธิตและฝึกปฏิบัติ วงจรไฟฟ้ารถจักรยานยนต์ Honda Wave 110 i ผล

ปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทาง สถิติที่ระดับ .05 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ ภาวนา, ประชิต, และ ปรีชา. (2561, บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัย เรื่องการสร้างชุดฝึกปฏิบัติการต่อวงจรระบบไฟฟ้า ใน รถจักรยานยนต์ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนของนักศึกษา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ .05

5.3.5 อภิปรายผลการศึกษาค้นคว้าความพึงพอใจของ ผู้เรียนที่เรียนโดยใช้ชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุด ระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุม ด้วยคอมพิวเตอร์ วิชางานไฟฟ้ารถยนต์ รหัสวิชา 20101-2005

จากการสอบถามความคิดเห็นของผู้เรียนที่มี ต่อการเรียนการสอนด้วยชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้อง ระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหา ควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ พบว่าผู้เรียนมีความพึงพอใจอยู่ ในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ยรวม 4.71) สูงกว่าเกณฑ์ ที่กำหนดไว้ เพราะผู้เรียนมีความสนใจจากการเรียน การสอนด้วยชุดฝึกเป็นอย่างมาก เพราะมีใบเนื้อหา ใบ งาน แบบฝึกหัดประกอบการเรียนด้วยชุดฝึก ซึ่งใบเนื้อหา ใบงาน และแบบฝึกหัด ผู้เรียนสามารถเข้าใจได้ง่าย มีคำอธิบายชัดเจนสอดคล้องกับคำบรรยาย มีรูปภาพ ชัดเจน ลำดับขั้นตอนการปฏิบัติเข้าใจง่าย ข้อคำถาม ของแบบฝึกหัดเหมาะสม สอดคล้องกับเนื้อหา หลากหลาย ครอบคลุมเนื้อหาวิชาและจุดประสงค์ การเรียนรู้ เหมาะสมกับระดับผู้เรียน

### 5.3 ข้อเสนอแนะ

#### 5.3.1 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งนี้

เครื่องยนต์ที่นำมาใช้ประกอบเข้ากับ ชุดฝึกวิเคราะห์หาข้อขัดข้องระบบจุดระเบิด อิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีการจำลองปัญหาควบคุมด้วย คอมพิวเตอร์ เป็นเครื่องยนต์ใช้แล้วที่ได้รับการบริจาคม มาให้อุปกรณ์ส่วนประกอบระบบอื่น ๆ ที่ไม่เกี่ยวกับระบบ ข้อขัดข้องที่จำลองขึ้นขาดหายไป เช่น ระบบพวงมาลัย เพาเวอร์ ระบบตรวจจับความเร็ว เป็นต้น ส่งผลให้ หน่วยความจำอิเล็กทรอนิกส์แสดงผลข้อขัดข้องตลอด ทำให้ไฟเตือน รูปเครื่องยนต์ติดตลอดเวลา ต้องทำการ

ลบทหส์ข้อบกพร่องทุกครั้งก่อนทำการจำลองปัญหา  
ข้อขัดข้องระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ หากนำไปใช้กับ  
เครื่องยนต์ที่มีส่วนประกอบครบจะขจัดปัญหานี้ออกไปได้

### 5.3.2 ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

5.3.2.1 ควรมีการศึกษาวิจัยเพื่อสร้าง  
และพัฒนาชุดฝึกและจำลองปัญหาข้อขัดข้องของระบบ  
ไฟฟ้าในระบบเครื่องยนต์ดีเซล เพื่อให้ผู้เรียนได้มีความรู้  
ในเครื่องยนต์หลายๆ รูปแบบ

5.3.2.2 ควรมีการศึกษาวิจัยเพื่อสร้าง  
และพัฒนาชุดฝึกและจำลองปัญหาข้อขัดข้องในรูปแบบ  
อื่นๆ เช่น ระบบไฟแสงสว่าง ระบบอุปกรณ์อำนวยความสะดวก  
ระบบประจุไฟ เป็นต้น

## 6. เอกสารอ้างอิง

บรรเจิด เปาจีน. การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึก  
ระบบฉีดเชื้อเพลิงเครื่องยนต์ดีเซลแบบคอม  
มอนเรลควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์. ผลงาน  
วิชาการ, 2557. (เอกสารอัดสำเนา)

บุญใจ ศรีสถิตยน์รากุล. การพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพ  
เครื่องมือวิจัย:คุณสมบัติการวัดเชิงจิตวิทยา.  
กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์  
มหาวิทยาลัย, 2555.

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

ประดิษฐ์ เลิศโพธาวัฒนา. (2562). การพัฒนาและหา  
ประสิทธิภาพชุดสาธิตและฝึกปฏิบัติวงจรไฟฟ้า  
รถจักรยานยนต์ Honda Wave 110i.  
การอาชีวศึกษภาคกลาง, 3, (1) (2019), หน้า  
49-57.

ประทีป ฟองเพชร. (2559). การพัฒนาและหา  
ประสิทธิภาพชุดฝึกงานกลึงมินิซีเอ็นซี. กรุงเทพฯ:  
สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา.

พรรณี ลีกิจวัฒน์. วิธีการวิจัยทางการศึกษา.  
พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ : คณะครุศาสตร์  
อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอม  
เกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 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](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.rmutsv.ac.th/upload/doc/202006/fBUx  
tLMUorL5BlzUiPMV/fBUxtLMUorL5BlzUiPMV.pdf](https://riss.rmutsv.ac.th/upload/doc/202006/fBUxtLMUorL5BlzUiPMV/fBUxtLMUorL5BlzUiPMV.pdf)  
มนตรี แยมกสิกร. “เกณฑ์ประสิทธิภาพในงานวิจัยและพัฒนาสื่อ  
การสอนความแตกต่าง 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](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](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 คำนวนศักดิ์. (2546). การสร้างและหาประสิทธิภาพ  
ชุดจำลองสถานการณ์ข้อขัดข้อง ของระบบจุด  
ระเบิดแบบอิเล็กทรอนิกส์ในรถยนต์. วิทยานิพนธ์  
ปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาเครื่องกล บัณฑิตวิทยาลัย สถาบัน  
เทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.