



วารสารวิชาการ

สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออก

Institute of Vocational Education : Eastern Region Journal

ผลิตและพัฒนากำลังคนอาชีวศึกษาสมรรถนะสูง ตามมาตรฐานสากล

1. การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้สื่อการเรียนรู้รายวิชาโปรแกรมฐานข้อมูล สำหรับระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ
2. แนวทางการนำหลักธรรมาภิบาลมาใช้ในการบริหารจัดการงานจัดซื้อจัดจ้าง บริษัท ดับเบิลเอ (1991) จำกัด (มหาชน)
3. กลยุทธ์ส่วนผสมทางการตลาดที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อไข่เค็มดินสอพองของผู้บริโภค
4. คุณลักษณะการเป็นผู้ประกอบการของนักเรียน นักศึกษา วิทยาลัยเทคนิคพุนศรี
5. การออกแบบและพัฒนาเครื่องผสมอาหารปลา Safety First Design And Development Of Fish Feed Mixer Safety First
6. การสร้างและหาประสิทธิภาพเครื่อง Process cooling water plant The Creating and Efficiency Evaluation Of Process cooling water plant
7. การศึกษาประสิทธิภาพของระบบ Selective Catalytic Reduction ในการลดก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ ของโรงไฟฟ้าโดยใช้แอมโมเนีย
8. การวิเคราะห์ความผิดปกติในกระบวนการผลิตเม็ดพลาสติก Grade Makrolon เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและมาตรฐานการผลิต
9. การพัฒนาสื่อการเรียนออนไลน์เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ภาษา HTML ด้วย Game English For HTML
10. การศึกษาคุณสมบัติการรับกำลังของดินซีเมนต์ที่มีส่วนผสมของน้ำยางพารา Study of the strength properties of cement soil containing latex
11. การพัฒนาชุดฝึกทักษะการวิเคราะห์ปัญหาข้อจัดข้องของเครื่องยนต์ TOYOTA รุ่น 1NZ-FE ในระบบบรรจุไอดี (อุปกรณ์ตรวจจับการไหลของมวลอากาศ Mass Air Flow Sensor) วิชางานอิเล็กทรอนิกส์รถยนต์เบื้องต้น (20101-2012) ของนักเรียน ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ(ปวช.1/1) แผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคสมุทรปราการ
12. ปัจจัยที่ส่งผลต่อความสำเร็จในการจัดทำบัญชีของกองทุนหมู่บ้านและชุมชนเมืองในเขตอำเภอเมือง จังหวัดฉะเชิงเทรา
13. การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน แบบฉีดตรง (Gasoline Direct Injection) ระดับชั้น ปวช. 3 สาขางานยานยนต์ ภาคเรียนที่ 2/2566 วิทยาลัยเทคนิคปราจีนบุรี

ปีที่ 3 ฉบับที่ 2 เดือนกรกฎาคม - ธันวาคม 2567

Vol. 3 No. 2 July - December 2023

ISSN 2821-9422 (print) ISSN 3057-0565 (online)

**การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกปฏิบัติ
ระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ของเครื่องยนต์แก๊สโซลีนแบบฉีดตรง**
**CONSTRUCTION AND EFFICIENCY OF PRACTICAL TRAINING KIT FOR THE ELECTRONIC
FUEL INJECTION SYSTEM OF GASOLINE DIRECT INJECTION ENGINES**

ยงยุทธ เครือวงษา¹* พัทยา ศรีเสตกญฺชร¹ และสุธี เจตน์เจริญ¹
Yongyuth kueawongsa¹* Pittaya sesatakunchon¹ Sutee Jedjaroen¹

1. บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ของเครื่องยนต์แก๊สโซลีนแบบฉีดตรง เพื่อหาคุณภาพชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน แบบฉีดตรง และเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน ด้วยชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ของเครื่องยนต์แก๊สโซลีนแบบฉีดตรง กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 3/1 กลุ่ม 2 สาขางานยานยนต์ จำนวน 20 คน โดยการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้คือ ชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ของเครื่องยนต์แก๊สโซลีนแบบฉีดตรง เอกสารประกอบการสอนแบบสอบถามหาคุณภาพการสร้างชุดฝึกฯ ในการประเมินหาคุณภาพ ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความยากง่ายของข้อสอบ ค่าอำนาจจำแนก ค่าความเชื่อมั่น วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ย ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าที่

ผลการศึกษาพบว่า ชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ของเครื่องยนต์แก๊สโซลีนแบบฉีดตรง สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ 80/80 ชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ของเครื่องยนต์แก๊สโซลีนแบบฉีดตรง ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นอยู่ในเกณฑ์คุณภาพดีมาก และผลการเปรียบเทียบความแตกต่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน โดยมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

คำสำคัญ : ระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์, เครื่องยนต์แก๊สโซลีนแบบฉีดตรง, ชุดฝึกปฏิบัติ

Abstract

This research aims to construction and find the efficiency of a training set of electronic fuel injection systems of direct injection gasoline engines, to find the quality of a training set of electronic fuel injection systems of direct injection gasoline engines, and to compare the

¹ สาขาวิชาเทคโนโลยียานยนต์ วิทยาลัยเทคนิคปราจีนบุรี สถาบันการอาชีวศึกษาภาคกลาง 3

¹ Automotive Technology Prachinburi Technical College Central Vocational Education Institute 3

* Corresponding Author, E-mail : lip6mp@gmail.com

Received : 05 กุมภาพันธ์ ค.ศ.2025 Revised : 17 มีนาคม ค.ศ.2025 Accepted: 20 มีนาคม ค.ศ.2025

academic achievement before and after learning with a training set of electronic fuel injection systems of direct injection gasoline engines. The sample group used in the research was 20 third-year vocational certificate students, Group 2, Automotive Engineering, by purposive selection. The instruments used in this experiment were a training set of electronic fuel injection systems of direct injection gasoline engines, teaching materials, a questionnaire to find the quality of the training set construction for quality of achievement test, the difficulty of the test, the discrimination power, and the reliability value and data analysis using the mean, standard deviation, and t-test.

The results of the study found that the training set of electronic fuel injection systems of direct injection gasoline engines was higher than the specified criteria of 80/80. The training set of electronic fuel injection systems of direct injection gasoline engines created by the researcher was of very good quality. and the results of the comparison of the differences in academic achievement from the scores of the academic achievement test before and after studying, with the academic achievement after studying being significantly higher than the academic achievement before studying at a statistical level of 0.05.

Keywords : Electronic fuel injection system, Direct injection gasoline engine, Training Kit

2. บทนำ

อุตสาหกรรมยานยนต์มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องเพื่อตอบสนองความต้องการด้านประสิทธิภาพการประหยัดพลังงาน และการลดมลพิษ เทคโนโลยีที่มีบทบาทสำคัญในการปรับปรุงประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ในปัจจุบันคือ ระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์แบบฉีดตรง (Gasoline Direct Injection: GDI) ซึ่งช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการเผาไหม้ ลดการใช้เชื้อเพลิง และลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ระบบ GDI มีความซับซ้อนสูงและต้องใช้ความรู้ทางเทคนิคที่เฉพาะเจาะจงในการตรวจสอบ บำรุงรักษา และซ่อมแซม

การศึกษาค้นคว้าในสาขาวิชาช่างยนต์เป็นสาขาที่ศึกษาถึงการทำงานระบบฉีดเชื้อเพลิงควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน และเครื่องยนต์ดีเซล รวมถึงการฝึกปฏิบัติงานจริงในการซ่อมแซมและการบำรุงรักษาเครื่องยนต์ เพื่อให้เครื่องยนต์ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ หากสังเกตผิวเผินจะเห็นว่าระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน เหมือนกับเครื่องยนต์ดีเซล เพราะใช้น้ำมันเชื้อเพลิงส่งไปยังหัวฉีดเพื่อให้หัวฉีดฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงให้เป็นฝอยละออง แต่แตกต่างกันที่การจุดระเบิดเพื่อเผาไหม้น้ำมันเชื้อเพลิง โดยระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน น้ำมันเชื้อเพลิงแก๊สโซลีนจุดระเบิดด้วยประกายไฟจากหัวเทียน แต่เครื่องยนต์ดีเซลจุดระเบิดด้วยกำลังของตัวเครื่องยนต์เอง จากการทำงานที่แตกต่างกันระหว่างระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน และเครื่องยนต์ดีเซล จึงทำให้ต้องมีเครื่องมือ เพื่อใช้ประกอบการสอนทั้งในภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ เพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจในการศึกษา และปัญหาที่สำคัญอีกอย่างในการเรียนวิชานี้คือจำนวนสื่อการสอนยังมีจำนวนน้อย ไม่เพียงพอกับจำนวนนักเรียนทำให้ระยะเวลาในการปฏิบัติมีน้อย ดังนั้นการพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้และทักษะ รวมทั้งมีความปลอดภัยในการปฏิบัติการ ทดลองโดยเฉพาะนักศึกษาที่ยังไม่

มีประสบการณ์ จำเป็นต้องพัฒนาชุดฝึกปฏิบัติการ ที่มีความเหมาะสมเพื่อให้ นักศึกษามีความรู้ความเข้าใจ ในการปฏิบัติซึ่งมีหลายวิธี เช่น การจำลองการทำงาน ด้วยชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ ของเครื่องยนต์แก๊สโซลีนแบบฉีดตรง ผู้เรียนต้องมีความรู้และทักษะการปฏิบัติ โดยการปฏิบัติหลาย ๆ ครั้ง และใช้งบประมาณน้อย เนื่องจากวิทยาลัยเทคนิคปราจีนบุรี ยังไม่มีชุดฝึกปฏิบัติการดังกล่าว ผู้วิจัยได้ จึงคิดค้นประดิษฐ์ชุดฝึกขึ้นมา เพื่อใช้เป็นสื่อให้นักเรียนได้ฝึกปฏิบัติ ซึ่งชุดฝึกปฏิบัติดังกล่าวเป็นสื่อช่วยในการให้ผู้เรียนมีความมั่นใจ มีความรู้ และมีทักษะการปฏิบัติจริงและยังช่วยลดงบประมาณวัสดุฝึกของ สถานศึกษาได้

จากหลักการและเหตุผลดังกล่าวข้างต้นแสดงให้เห็นว่า ชุดฝึกปฏิบัติสามารถทำให้นักเรียนมี ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น ทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะสร้างชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ของ เครื่องยนต์แก๊สโซลีนแบบฉีดตรง รายวิชางานระบบฉีดเชื้อเพลิงควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ รหัส 20101-2104 เพื่อให้นักเรียนเกิดทักษะความชำนาญในการแก้ไข และซ่อมบำรุงรักษาระบบฉีดเชื้อเพลิง อิเล็กทรอนิกส์ของเครื่องยนต์แก๊สโซลีนแบบฉีดตรงได้มากขึ้น

3. วัตถุประสงค์การวิจัย

3.1 เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ของเครื่องยนต์ แก๊สโซลีนแบบฉีดตรง ใช้สำหรับเป็นสื่อประกอบการเรียนการสอนในรายวิชางานระบบฉีดเชื้อเพลิง ควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ รหัส 20101-2104

3.2 เพื่อหาคุณภาพชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ของเครื่องยนต์แก๊สโซลีนแบบ ฉีดตรง (Gasoline Direct Injection)

3.3 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน ด้วยชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีด เชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ของเครื่องยนต์แก๊สโซลีนแบบฉีดตรง (Gasoline Direct Injection)

4. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

4.1 ระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ของเครื่องยนต์แก๊สโซลีนแบบฉีดตรง เป็นเทคโนโลยี สมัยใหม่ ที่ให้ช่วงการควบคุมอากาศกับน้ำมันเชื้อเพลิงกว้างขึ้น ซึ่งเป็นการควบคุมเชื้อเพลิงที่มี ประสิทธิภาพมากขึ้น และง่ายขึ้นในการควบคุม โดยการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงจะฉีดเข้าไปในห้องเผาไหม้ โดยตรง จะทำให้กระบอกสูบ และลูกสูบเย็นลง ดังนั้นจึงเป็นเหตุให้อัตราส่วนการอัดสูงกว่า การควบคุม ความเร็วของการเผาไหม้รวดเร็วมากขึ้น พลังงานที่ส่งออกมาได้เพิ่มมากขึ้น และเป็นอีกระดับของการ ควบคุมการปล่อยก๊าซไอเสีย ระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ของเครื่องยนต์แก๊สโซลีนแบบฉีดตรง เป็นระบบฉีดเชื้อเพลิงแบบ D-Jetronic หรือ L-Jetronic ที่ตรงเข้ายังห้องเผาไหม้ โดยการควบคุมการฉีด น้ำมันเชื้อเพลิงจะอาศัยการวัดความดันอากาศภายในท่อไอดี เพื่อหาปริมาณอากาศที่เข้ากระบอกสูบด้วย เซ็นเซอร์วัดแรงดันอากาศในท่อร่วมไอดีหรือมาตรวัดการไหลของอากาศ แล้วเปลี่ยนเป็นสัญญาณไฟฟ้า ส่งไปยังกล่องโมดูลควบคุมเครื่องยนต์ (ECM) เพื่อกำหนดระยะเวลาในการฉีดเชื้อเพลิงให้เหมาะสมกับ ปริมาณอากาศที่บรรจุเข้าสู่กระบอกสูบเครื่องยนต์ทำให้การเผาไหม้สมบูรณ์

4.2 เฉลิมศักดิ์ ดัวงาม. (2559) [1] ได้ทำการวิจัยการพัฒนาชุดฝึกปฏิบัติการต่อวงจรระบบ สัญญาณไฟฟารถยนต์สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตร สาขางานยานยนต์ การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์การวิจัยเพื่อ 1) สร้างและหาประสิทธิภาพของชุดฝึกปฏิบัติการต่อวงจรระบบสัญญาณไฟฟ้า

รถยนต์ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตร สาขางานยานยนต์ 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างนักเรียน ที่ใช้ชุดฝึกปฏิบัติการต่อวงจรระบบ สัญญาณไฟฟ้ารถยนต์ กับนักเรียนที่เรียนแบบปกติ โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัย เป็นนักเรียน ประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 ประจำภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 56 คน ได้มาด้วย วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม เวลาที่ใช้ในการทดลอง 6 สัปดาห์ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) ชุดฝึกปฏิบัติการต่อวงจรระบบสัญญาณไฟฟ้ารถยนต์ 2) แบบประเมินคุณภาพของชุดฝึก ปฏิบัติการต่อวงจรระบบสัญญาณไฟฟ้ารถยนต์ ซึ่งมี 2 ด้าน คือ (1) การประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา (2) การประเมินคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อ 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 30 ข้อ ซึ่งมีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างเนื้อหา กับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเท่ากับ 0.80-1.00 ค่าความยากง่ายเท่ากับ 0.50-0.78 ค่าอำนาจจำแนกเท่ากับ 0.22-0.67 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.72 (3) แบบทดสอบวัดทักษะวงจรระบบสัญญาณไฟฟ้ารถยนต์ ซึ่งมีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่าง เนื้อหา กับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเท่ากับ 0.80-1.00 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.90 สำหรับการ วิเคราะห์ข้อมูลใช้สถิติ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่า t-test independent samples ผลการวิจัยพบว่า 1. ชุดฝึกปฏิบัติการต่อวงจรระบบสัญญาณไฟฟ้ารถยนต์ มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 79.07 : 83.89 เป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดฝึก ปฏิบัติการต่อวงจรระบบสัญญาณไฟฟ้ารถยนต์ สูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบปกติมีอย่างมีนัยสำคัญทาง สถิติที่ระดับ 0.05

4.3 สมชาย ทองคำ. (2558). [2] ได้ทำการศึกษาการพัฒนาชุดฝึกอบรมเรื่องการสร้างหุ่นยนต์ขับเคลื่อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและหาคุณภาพรวมทั้งประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมเรื่องการสร้างหุ่นยนต์ขับเคลื่อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยร้อยละ 80 ของผู้เข้ารับการฝึกอบรมสามารถผ่านการทดสอบด้วยคะแนนร้อยละ 80 ขึ้นไป กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่ลงทะเบียนเข้าร่วมโครงการประกวดแข่งขันสิ่งประดิษฐ์ขับเคลื่อนด้วยพลังงานทางเลือกจากแสงอาทิตย์ ระดับมัธยมศึกษา ครั้งที่ 2 ประจำปี 2556 จัดการแข่งขันโดย มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม จำนวน 20 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย ชุดฝึกประดิษฐ์หุ่นยนต์ขับเคลื่อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ เอกสารประกอบการ ฝึกอบรม สื่อนำเสนอแบบทดสอบ และแบบประเมินรายการความสามารถ เครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ทั้งหมดได้ผ่านการตรวจสอบคุณภาพจากผู้ทรงคุณวุฒิ ผลจากการวิจัยพบว่าชุดฝึกอบรมเรื่องการสร้างหุ่นยนต์ขับเคลื่อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่สร้างขึ้นมีคุณภาพด้านเนื้อหาในระดับดี ($\bar{x} = 4.31$, S.D. = 0.58) และด้านเทคนิคการผลิตสื่ออยู่ในระดับดีมาก ($\bar{x} = 4.55$, S.D. = 0.43) และมีประสิทธิภาพเป็น ร้อยละ 90 ของผู้เข้ารับการฝึกอบรมผ่านการทดสอบด้วยคะแนนร้อยละ 80 ขึ้นไป เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ในสมมติฐานการวิจัย

4.4 สิทธิพันธ์ จันทรงาม. (2557). [3] ได้ทำการศึกษา ชุดฝึกปฏิบัติการการสร้างหม้อแปลงไฟฟ้าและมอเตอร์ไฟฟ้า วิชาปฏิบัติการเครื่องจักรกลไฟฟ้า วิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้าง หาคุณภาพและประสิทธิภาพของชุดฝึกปฏิบัติการ การ สร้างหม้อแปลงไฟฟ้าและมอเตอร์ไฟฟ้า วิชาปฏิบัติการเครื่องจักรกลไฟฟ้า กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ครั้งนี้ประกอบด้วย นักศึกษาชั้นปีที่ 4 หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (4 ปี) สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์ สุพรรณบุรี จำนวน 20 คน โดยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่าง

แบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย ชุดฝึกปฏิบัติการการสร้างหม้อแปลงไฟฟ้าและมอเตอร์ไฟฟ้า รายวิชาปฏิบัติการเครื่องจักรกลไฟฟ้า พร้อมใบงานการทดลองจำนวน 6 ใบงาน และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ผลการวิจัยพบว่า ชุดฝึก ปฏิบัติการสร้างหม้อแปลงไฟฟ้าและมอเตอร์ไฟฟ้า วิชาปฏิบัติการเครื่องจักรกลไฟฟ้า ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีคุณภาพด้านใบงานอยู่ในเกณฑ์ระดับดี ($\bar{x}=4.26, S.D = 0.11$) ด้านชุดฝึกปฏิบัติการการสร้างหม้อแปลงไฟฟ้าและมอเตอร์ไฟฟ้าอยู่ในเกณฑ์ระดับดี ($\bar{x}=4.32, S.D = 0.11$) และมีประสิทธิภาพ เท่ากับ 83.04/82.27 ซึ่งมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด คือ 80/80

4.5 ณัฐพงศ์ ล้อพิศาลไชย. (2561). [4] ได้ทำการพัฒนาชุดฝึกอบรมระบบไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ระดับต้นสำหรับนักศึกษาทวิภาคี งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ สร้างและหาประสิทธิภาพของการพัฒนาชุดฝึกอบรมระบบไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ระดับต้นสำหรับนักเรียนประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง(ทวิภาคี) หรือช่างเทคนิคซ่อมรถยนต์ และเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ทวิภาคี) หรือช่างเทคนิคซ่อมรถยนต์ ระหว่างนักเรียนประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงหรือช่างเทคนิคซ่อมรถยนต์ 1 ที่ใช้ชุดฝึกอบรมระบบไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ระดับต้น กับนักเรียนประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ทวิภาคี) โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัย เป็นนักเรียนประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 1 (ทวิภาคี) 1 ประจำศูนย์การซ่อมรถยนต์จำนวน 14 คน ได้มาจากการวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งกลุ่ม เวลาที่ใช้ในการทดลอง 4 วันหรือ 24 ชั่วโมง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) ชุดฝึกอบรมระบบไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ระดับต้น การประเมินคุณภาพของชุดฝึกปฏิบัติการต่อวงจรระบบไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ มี 4 ด้าน คือ (1) การประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา (2) การประเมินคุณภาพด้านใบงาน (3) การประเมินคุณภาพด้านใบสั่งงาน (4) การประเมินคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ผลการวิจัยพบว่าชุดฝึกอบรมระบบไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ระดับต้นนี้ มีประสิทธิภาพสูง และเมื่อนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง พบว่าสามารถพัฒนาให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในหลักการทำงานในอุปกรณ์ได้ดีมากขึ้น และผู้เรียนที่เรียนโดยใช้ชุดฝึกอบรมระบบไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ระดับต้น มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 83.92% พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น โดยใช้ชุดฝึกอบรมระบบไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ระดับต้นเป็นสื่อการเรียนการสอน

5. วิธีดำเนินการวิจัย

5.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร ได้แก่ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 3 สาขางานยานยนต์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 วิทยาลัยเทคนิคปราจีนบุรี ที่เรียนวิชางานระบบฉีดเชื้อเพลิงควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ รหัส 20101-2104 จำนวน 8 กลุ่ม รวมนักเรียนทั้งหมด 112 คน

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 3/1 กลุ่ม 2 สาขางานยานยนต์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 วิทยาลัยเทคนิคปราจีนบุรี ที่เรียนวิชางานระบบฉีดเชื้อเพลิงควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ รหัส 20101-2104 จำนวน 1 ห้องเรียน รวมนักเรียนจำนวน 20 คน ซึ่งได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง

5.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย ชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ของเครื่องยนต์แก๊สโซลีนแบบฉีดตรง วิชางานระบบฉีดเชื้อเพลิงควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ รหัสวิชา 20101-2104 คู่มือการใช้ชุดฝึกฯ เอกสารประกอบการสอน เรื่อง งานระบบฉีดเชื้อเพลิงควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ของเครื่องยนต์แก๊สโซลีนแบบฉีดตรง แบบประเมินคุณภาพของชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ของเครื่องยนต์แก๊สโซลีนแบบฉีดตรง และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง งานระบบฉีดเชื้อเพลิงควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ของเครื่องยนต์แก๊สโซลีนแบบฉีดตรง



ภาพที่ 1 ชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ของเครื่องยนต์แก๊สโซลีนแบบฉีดตรงที่เสร็จสมบูรณ์
ที่มา : นายยงยุทธ เครือวงษา (2561).

5.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการศึกษานี้ ได้ดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

5.3.1 ปฐมนิเทศนักเรียนกลุ่มตัวอย่างก่อนการเรียนภาคทฤษฎี

5.3.2 ให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน

5.3.3 ให้ความรู้ด้านเนื้อหา เรื่องงานระบบฉีดเชื้อเพลิงควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ของเครื่องยนต์แก๊สโซลีนแบบฉีดตรงกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ด้วยกระบวนการเรียนการสอนแบบ MIAP ตามขั้นตอนดังนี้

- 1) ขั้นสนใจปัญหา (Motivation)
- 2) ขั้นศึกษาข้อมูล (Information)
- 3) ขั้นพยายาม (Application)
- 4) ขั้นสำเร็จผล (Progress)

5.3.4 ให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทำแบบฝึกหัดหลังเรียน

5.3.5 ปฐมนิเทศนักเรียนกลุ่มตัวอย่างก่อนการเรียนภาคปฏิบัติ เกี่ยวกับการใช้ชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ ฯ และใบงาน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

5.3.6 ให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างฝึกอ่านรหัสปัญหาข้อขัดข้องระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์จากชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นรายบุคคล โดยผู้วิจัยเป็นกำหนดปัญหาและประเมินผลการปฏิบัติงาน

5.3.7 ให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างฝึกเรียกดูรหัสปัญหาข้อขัดข้องที่เกิดขึ้นกับระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ในอดีตเป็นรายบุคคล โดยผู้วิจัยเป็นผู้ประเมินผลการปฏิบัติงาน

5.3.8 ให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ฝึกตรวจสอบตามใบงานกับชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ของเครื่องยนต์แก๊สโซลีนแบบฉีดตรงเป็นกลุ่มๆ ละ 5 คน โดยให้ปฏิบัติตามใบงานที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น และผู้วิจัยเป็นผู้ประเมินผลการปฏิบัติงาน

5.3.9 ให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน

5.3.10 ตรวจสอบคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง แล้วบันทึกคะแนนเป็นคะแนนการทดสอบหลังเรียน นำผลคะแนนที่ได้จากการทดสอบก่อนเรียนและการทดสอบหลังเรียนมาวิเคราะห์ผลทางสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ต่อไป

5.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการดำเนินการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ ดังนี้

5.4.1 การวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมกับข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน [5]

5.4.2 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ ข้อสอบก่อนเรียนและหลังเรียน แบบฝึกหัด ใบงาน และการหาคุณภาพชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ ฯ [6]

- 1) การหาค่าเฉลี่ยร้อยละ
- 2) การหาค่าคะแนนเฉลี่ย
- 3) การหาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

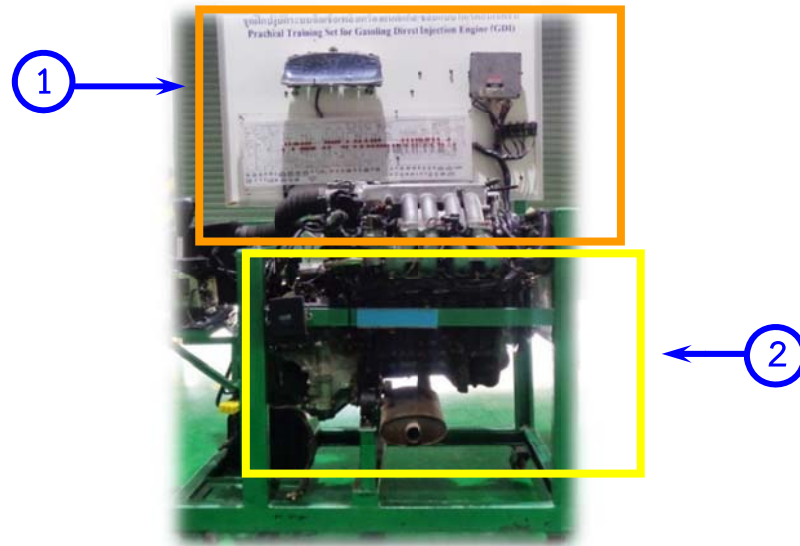
5.4.3 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์การทดลอง หาความยากง่ายของข้อสอบ ค่าอำนาจจำแนก ค่าความเชื่อมั่น และประสิทธิภาพทางการเรียน

- 1) การหาค่าความยากง่ายของ
- 2) การหาค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ
- 3) การหาค่าความเชื่อมั่นของข้อสอบ
- 4) หาประสิทธิภาพชุด
- 5) สถิติ t-test ทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของคะแนนแบบทดสอบวัดผล

6. ผลการวิจัย

6.1 ผลการสร้าง

6.1.1 ชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ของเครื่องยนต์แก๊สโซลีนแบบฉีดตรง ชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ของเครื่องยนต์แก๊สโซลีนแบบฉีดตรง ประกอบด้วย 2 ส่วนคือ ส่วนที่ 1 แผนวงจรไฟฟ้าควบคุมระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ และส่วนที่ 2 เครื่องยนต์แก๊สโซลีนแบบฉีดตรงเข้าห้องเผาไหม้ โดยตัว รุ่น 3S-FSE



ภาพที่ 2 ส่วนประกอบชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ของเครื่องยนต์แก๊สโซลีนแบบฉีดตรง
ที่มา : นายยงยุทธ เครือวงษา (2561).



ภาพที่ 3 ส่วนประกอบแผงวงจรไฟฟ้าควบคุมระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์
ที่มา : นายยงยุทธ เครือวงษา (2561).

จากภาพที่ 3 ส่วนประกอบแผงวงจรไฟฟ้าควบคุมระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ ประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้

1. แผงหน้าปัดรถยนต์ที่มีหลอดไฟตรวจสอบเครื่องยนต์
2. แผงวงจรไฟฟ้าควบคุมระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์
3. กล่องโมดูลควบคุมเครื่องยนต์
4. รีเลย์ปั๊มส่งน้ำมันเชื้อเพลิง, รีเลย์หลัก EFI, รีเลย์พัดลมไฟฟ้า

6.1.2 เอกสารประกอบการสอน

เอกสารประกอบการสอนที่ใช้สำหรับประกอบการเรียนการสอนในหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ของเครื่องยนต์แก๊สโซลีนแบบฉีดตรง ประกอบด้วย

- 1) ใบเนื้อหา หน่วยการเรียนรู้มีทั้งหมด 41 หน้า ครอบคลุมวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย

2) ใบแบบฝึกหัดมี 5 แบบฝึกหัด ครอบคลุมวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย พร้อมใบเฉลยแบบฝึกหัด

3) ใบงานมีทั้งหมด 7 ใบงานๆ ละ 10 คะแนน ครอบคลุมวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมด้านทักษะพิสัย พร้อมใบตรวจงาน

4) ใบประเมินผลการปฏิบัติงาน

5) ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน มีทั้งหมด 20 ข้อ 20 คะแนน ครอบคลุมวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยและด้านทักษะพิสัย

6.2 ผลการหาประสิทธิภาพของชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ของเครื่องยนต์แก๊สโซลีนแบบฉีดตรง และเอกสารประกอบการสอน ตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80

ผลการหาประสิทธิภาพกลุ่มย่อย โดยหาประสิทธิภาพกับนักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 3/1 กลุ่ม 1 สาขางานยานยนต์ ภาคเรียนที่ 2/2566 วิทยาลัยเทคนิคปราจีนบุรี จำนวน 3 คน ปรากฏผลดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการหาประสิทธิภาพของชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ของเครื่องยนต์แก๊สโซลีนแบบฉีดตรง และเอกสารประกอบการสอน จากกลุ่มย่อย จำนวน 3 คน

รายการ	N	คะแนนเต็ม	Σx	คะแนนร้อยละ
คะแนนแบบฝึกหัดรวมกับคะแนนใบงาน (E_1)	3	122	313	85.53
คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน (E_2)	3	20	53	88.33

จากตารางที่ 1 พบว่าชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ของเครื่องยนต์แก๊สโซลีนแบบฉีดตรง และเอกสารประกอบการสอน มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 โดย E_1 เท่ากับ 85.53 E_2 เท่ากับ 88.33 ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการปรับปรุงแก้ไขในด้านภาษาที่มีการพิมพ์ผิดพลาด คำชี้แจงให้สื่อความหมายได้ชัดเจน เหมาะสมกับผู้เรียนมากขึ้น ผู้วิจัยจึงนำไปหาประสิทธิภาพกลุ่มเล็ก จำนวน 10 คน ต่อไป

ตารางที่ 2 ผลการหาประสิทธิภาพกลุ่มเล็ก โดยหาประสิทธิภาพกับนักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 3/3 สาขางานยานยนต์ ภาคเรียนที่ 2/2566 วิทยาลัยเทคนิคปราจีนบุรี จำนวน 10 คน ปรากฏผลดังแสดงในตารางที่ 2

รายการ	N	คะแนนเต็ม	Σx	คะแนนร้อยละ
คะแนนแบบฝึกหัดรวมกับคะแนนใบงาน (E_1)	10	1220	1057	86.64
คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน (E_2)	10	200	178	89.00

จากตารางที่ 2 พบว่าชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ของเครื่องยนต์แก๊สโซลีนแบบฉีดตรง และเอกสารประกอบการสอน มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 โดย E_1 เท่ากับ 86.64 E_2 เท่ากับ 89.00 และผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลที่บกพร่องและปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในขณะทดลอง และจากการสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนขณะเรียน ปัญหาที่พบและสิ่งที่ต้องปรับปรุงคือ ปรับปรุงรูปภาพให้ชัดเจน และรูปแบบให้น่าสนใจขึ้น และนำมาปรับปรุงแก้ไขให้เหมาะสมแล้วนำไปหาประสิทธิภาพภาคสนามต่อไป

ตารางที่ 3 ผลการหาประสิทธิภาพภาคสนาม โดยหาประสิทธิภาพกับนักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 3/2 กลุ่ม 3 สาขางานยานยนต์ ภาคเรียนที่ 2/2566 วิทยาลัยเทคนิคปราจีนบุรี 1 ห้องเรียน จำนวน 16 คน ปรากฏผลดังแสดงในตารางที่ 3

รายการ	N	คะแนนเต็ม	Σx	คะแนนร้อยละ
คะแนนแบบฝึกหัดรวมกับคะแนนใบงาน (E_1)	16	1,952	1,709	87.55
คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน (E_2)	16	320	294	91.88

จากตารางที่ 3 พบว่าชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ของเครื่องยนต์แก๊สโซลีนแบบฉีดตรง และเอกสารประกอบการสอน มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 โดย E_1 เท่ากับ 87.55 E_2 เท่ากับ 91.88 ดังนั้นชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ของเครื่องยนต์แก๊สโซลีนแบบฉีดตรง และเอกสารประกอบการสอน ที่สร้างขึ้นนั้น สามารถนำไปใช้ป็นสื่อในการเรียนการสอนได้

6.3 การวิเคราะห์หาคุณภาพ

6.3.1 ด้านการออกแบบ

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ยการประเมินด้านการออกแบบ

รายการประเมิน	$\bar{x}$	(SD)	เกณฑ์การประเมิน
1. มีขนาดและน้ำหนักที่สามารถเคลื่อนย้ายได้โดยผู้ใช้	4.78	0.44	คุณภาพดีมาก
2. วัสดุที่ใช้มีความแข็งแรงสามารถทนต่อแรงกระทำภายนอกได้	4.67	0.50	คุณภาพดีมาก
3. การจัดวางตำแหน่งอุปกรณ์ ให้สามารถปฏิบัติงานได้สะดวก	4.78	0.44	คุณภาพดีมาก
4. รูปร่างและสีก่อให้เกิดแรงจูงใจในการเรียน	4.78	0.44	คุณภาพดีมาก
5. มีอุปกรณ์ป้องกันด้านความปลอดภัยที่หาซื้อได้ง่าย	4.67	0.50	คุณภาพดีมาก
6. ขนาดตัวอักษรและสัญลักษณ์อ่านได้ถูกต้องและชัดเจน	4.89	0.33	คุณภาพดีมาก
เฉลี่ย	4.76	0.44	คุณภาพดีมาก

จากตารางที่ 4 ผลการประเมินด้านการออกแบบ จากการวิเคราะห์ข้อมูลแบบประเมินของผู้เชี่ยวชาญพบว่า รายการประเมินทุกข้อมีระดับคะแนนเฉลี่ยสูงกว่า 4.51 อยู่ในเกณฑ์คุณภาพดีมาก และมีความเฉลี่ยรวมด้านการออกแบบเท่ากับ 4.76 อยู่ในเกณฑ์คุณภาพดีมาก

6.3.2 ด้านใบงาน

ตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ยการประเมินด้านใบงาน

รายการประเมิน	$\bar{x}$	(SD)	เกณฑ์การประเมิน
1. มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้	4.89	0.33	คุณภาพดีมาก
2. มีลำดับขั้นตอนการปฏิบัติงานถูกต้องตามคู่มือซ่อม	4.78	0.44	คุณภาพดีมาก
3. ใช้ภาษาและจัดวางรูปภาพ แบบตัวอักษรเป็นระเบียบ และเข้าใจง่าย	4.56	0.53	คุณภาพดีมาก
4. มีการกำหนดกิจกรรมก่อให้เกิดทักษะพิสัยตรงตามสมรรถนะรายวิชา	4.89	0.33	คุณภาพดีมาก
เฉลี่ย	4.78	0.41	คุณภาพดีมาก

จากตารางที่ 5 ผลการประเมินด้านใบงาน จากการวิเคราะห์ข้อมูลแบบประเมินของผู้เชี่ยวชาญพบว่า รายการประเมินทุกข้อมีระดับคะแนนเฉลี่ยสูงกว่า 4.51 อยู่ในเกณฑ์คุณภาพดีมาก และมีความเฉลี่ยรวมด้านใบงานเท่ากับ 4.78 อยู่ในเกณฑ์คุณภาพดีมาก

6.3.3 ด้านใบเนื้อหา

ตารางที่ 6 ค่าเฉลี่ยการประเมินด้านใบเนื้อหา

รายการประเมิน	$\bar{x}$	(SD)	เกณฑ์การประเมิน
1. มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้	4.89	0.33	คุณภาพดีมาก
2. มีการเรียงลำดับเนื้อหาจากง่ายไปยาก	4.89	0.33	คุณภาพดีมาก
3. ใช้ภาษาถูกต้องและทำความเข้าใจได้ง่าย	4.56	0.53	คุณภาพดีมาก
4. ใช้ขนาดตัวอักษรและรูปภาพชัดเจน	4.78	0.44	คุณภาพดีมาก
5. มีการกำหนดกิจกรรมก่อให้เกิดพุทธิพิสัยตรงตามสมรรถนะรายวิชา	4.78	0.44	คุณภาพดีมาก
6. มีการกำหนดกิจกรรมก่อให้เกิดพุทธิพิสัยสอดคล้องกับทักษะพิสัย	4.78	0.44	คุณภาพดีมาก
เฉลี่ย	4.78	0.42	คุณภาพดีมาก

จากตารางที่ 6 ผลการประเมินด้านใบเนื้อหา จากการวิเคราะห์ข้อมูลแบบประเมินของผู้เชี่ยวชาญพบว่า รายการประเมินทุกข้อมีระดับคะแนนเฉลี่ยสูงกว่า 4.51 อยู่ในเกณฑ์คุณภาพ ดีมาก และมีค่าเฉลี่ยรวมด้านใบเนื้อหาเท่ากับ 4.78 อยู่ในเกณฑ์คุณภาพดีมาก

6.3.4 ด้านคู่มือการใช้

ตารางที่ 7 ค่าเฉลี่ยการประเมินด้านคู่มือการใช้

รายการประเมิน	$\bar{x}$	(SD)	เกณฑ์การประเมิน
1. ใช้ขนาดตัวอักษรและรูปภาพชัดเจน	4.89	0.33	คุณภาพดีมาก
2. ใช้ภาษาถูกต้องและทำความเข้าใจได้ง่าย	4.78	0.44	คุณภาพดีมาก
3. มีการลำดับขั้นตอนการปฏิบัติงานเข้าใจได้ง่าย	4.78	0.44	คุณภาพดีมาก
4. มีความสอดคล้องกับใบงานที่สร้างขึ้น	4.89	0.33	คุณภาพดีมาก
เฉลี่ย	4.83	0.39	คุณภาพดีมาก

จากตารางที่ 7 แสดงผลการประเมินด้านคู่มือการใช้ จากการวิเคราะห์ข้อมูลแบบประเมินของผู้เชี่ยวชาญพบว่า รายการประเมินทุกข้อมีระดับคะแนนเฉลี่ยสูงกว่า 4.51 อยู่ในเกณฑ์คุณภาพดีมาก และมีค่าเฉลี่ยรวมด้านคู่มือการใช้เท่ากับ 4.83 อยู่ในเกณฑ์คุณภาพดีมาก

จากการวิเคราะห์ข้อมูลแบบประเมินของผู้เชี่ยวชาญ ทั้งหมด 4 ด้าน สามารถสรุปค่าเฉลี่ยรวมของชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ของเครื่องยนต์แก๊สโซลีนแบบฉีดตรง ด้านการออกแบบเอกสารประกอบการสอน ด้านใบงาน ด้านใบเนื้อหา และคู่มือการใช้ ได้ดังนี้

ตารางที่ 8 ค่าเฉลี่ยรวมชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ของเครื่องยนต์แก๊สโซลีนแบบฉีดตรง

รายการประเมิน	$\bar{x}$	(SD)	เกณฑ์การประเมิน
1. ด้านการออกแบบ	4.76	0.44	คุณภาพดีมาก
2. ด้านใบงาน	4.78	0.41	คุณภาพดีมาก
3. ด้านใบเนื้อหา	4.78	0.42	คุณภาพดีมาก
4. ด้านคู่มือการใช้	4.83	0.39	คุณภาพดีมาก
เฉลี่ย	4.79	0.41	คุณภาพดีมาก

จากตารางที่ 8 ค่าเฉลี่ยรวมชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ของเครื่องยนต์แก๊สโซลีนแบบฉีดตรง จากการวิเคราะห์ข้อมูลค่าเฉลี่ย พบว่า ทุกด้านมีค่าเฉลี่ยสูงกว่า 4.51 อยู่ในเกณฑ์

คุณภาพดีมาก และมีค่าเฉลี่ยรวมทุกด้านเท่ากับ 4.79 อยู่ในเกณฑ์คุณภาพดีมาก จึงสรุปได้ว่า คุณภาพชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ของเครื่องยนต์แก๊สโซลีนแบบฉีดตรงมีความเหมาะสมสามารถนำไปใช้เป็นการเรียนการสอนกับนักเรียนได้

6.4 ผลการเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้ชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ของเครื่องยนต์แก๊สโซลีนแบบฉีดตรง และเอกสารประกอบการสอน ปรากฏผลดังแสดงในตารางที่ 9

ตารางที่ 9 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

การทดสอบ	N	$\bar{x}$	(SD)	T-Value	P-Value
ก่อนเรียน	20	4.95	1.43	60.42	0
หลังเรียน	20	18.30	1.13		

จากตารางที่ 9 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน จากโปรแกรมสำเร็จรูป แบบ Paired t-test โดยใช้ค่า $t_{วิกฤติ}$ จากตารางแจกแจง t ที่ระดับนัยสำคัญ $\alpha=0.05$ $df=N-1=19$ จะได้ $t_{วิกฤติ} = 1.7291$ และค่า T-Value จากการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม Minitab จะได้ค่า $t_{คำนวณ} = 60.42$ จึงสรุปได้ว่า $t_{คำนวณ} > t_{วิกฤติ}$ ($60.42 > 1.7291$) จึงปฏิเสธ H_0 ยอมรับ H_1 ดังนั้นผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 3

7. การอภิปรายผล

จากการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ของเครื่องยนต์แก๊สโซลีนแบบฉีดตรง ผลการศึกษาค้นคว้า พบว่ามีประเด็นที่น่าสนใจมาอภิปรายผลได้ดังนี้

7.1 จากผลการศึกษาพบว่า ชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ของเครื่องยนต์แก๊สโซลีนแบบฉีดตรง รายวิชางานระบบฉีดเชื้อเพลิงควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ รหัส 20101-2104 ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด โดย E1 เท่ากับ 87.55 E2 เท่ากับ 91.88 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 การที่ได้ข้อสรุปเช่นนี้เป็น เพราะในขั้นตอนการสร้างชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ของเครื่องยนต์แก๊สโซลีนแบบฉีดตรง ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสาร วารสาร ตำรา และศึกษาผลการวิจัย เทคนิควิธีการและหลักการ ในการสร้างชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ของเครื่องยนต์แก๊สโซลีนแบบฉีดตรง ที่ดี ตลอดจนศึกษาหาความรู้จากผู้เชี่ยวชาญ และได้ผ่านการตรวจเพื่อปรับปรุงแก้ไขจากผู้เชี่ยวชาญ ในการตรวจคุณภาพของเครื่องมือ จากนั้นจึงนำไปทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพ โดยนำไปหาประสิทธิภาพกับนักเรียน จำนวน 16 คน ซึ่งในการหาประสิทธิภาพดังกล่าว มีการพัฒนาชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ของเครื่องยนต์แก๊สโซลีนแบบฉีดตรง ให้ดีขึ้นมาโดยตลอด จึงทำให้ชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ของเครื่องยนต์แก๊สโซลีนแบบฉีดตรง รายวิชางานระบบฉีดเชื้อเพลิงควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ รหัส 20101-2104 ที่สร้างขึ้น มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด ซึ่งสอดคล้องกับผลงานวิจัยของ เฉลิมศักดิ์ ด่วงงาม. (2559 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยการพัฒนาชุดฝึกปฏิบัติการต่อวงจรระบบสัญญาณไฟฟ้ารถยนต์สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตร สาขางานยานยนต์ การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์การวิจัยเพื่อ 1) สร้างและหาประสิทธิภาพของชุดฝึกปฏิบัติการต่อวงจรระบบสัญญาณไฟฟ้า รถยนต์ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตร สาขางานยานยนต์ 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างนักเรียน ที่ใช้ชุดฝึกปฏิบัติการต่อวงจรระบบ สัญญาณไฟฟ้ารถยนต์ กับ

นักเรียนที่เรียนแบบปกติ โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัย เป็นนักเรียน ประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่า 1. ชุดฝึกปฏิบัติการต่อวงจรระบบสัญญาณไฟฟ้ารถยนต์ มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 79.07 : 83.89 เป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดฝึกปฏิบัติการต่อวงจรระบบสัญญาณไฟฟ้ารถยนต์ สูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

7.2 จากผลการศึกษาพบว่า ชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ของเครื่องยนต์แก๊สโซลีนแบบฉีดตรง รายวิชางานระบบฉีดเชื้อเพลิงควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ รหัส 20101-2104 ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ โดยได้วิเคราะห์ข้อมูลค่าเฉลี่ยทั้ง 4 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านการออกแบบ 2) ด้านใบงาน 3) ด้านใบเนื้อหา และ 4) ด้านคู่มือการใช้ พบว่า ทุกด้านมีค่าเฉลี่ยสูงกว่า 4.51 อยู่ในเกณฑ์คุณภาพดีมาก และมีค่าเฉลี่ยรวมทุกด้านเท่ากับ 4.79 อยู่ในเกณฑ์คุณภาพดีมาก จึงสรุปได้ว่า คุณภาพชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ของเครื่องยนต์แก๊สโซลีนแบบฉีดตรงมีความเหมาะสมสามารถนำไปใช้ประกอบการเรียนการสอนกับนักเรียนได้ ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ สมชาย ทองคำ. (2558 : บทคัดย่อ). ได้ทำการศึกษาการพัฒนาชุดฝึกอบรม เรื่องการสร้างหุ่นยนต์ขับเคลื่อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อสร้างและหาคุณภาพรวมทั้งประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรม เรื่องการสร้างหุ่นยนต์ขับเคลื่อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายโดยร้อยละ 80 ของผู้เข้ารับการฝึกอบรมสามารถผ่านการทดสอบด้วยคะแนนร้อยละ 80 ขึ้นไป ผลจากการวิจัยพบว่าชุดฝึกอบรมเรื่องการสร้างหุ่นยนต์ขับเคลื่อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่สร้างขึ้นมีคุณภาพด้านเนื้อหาในระดับดี ($\bar{x}$ = 4.31, S.D. = 0.58) และด้านเทคนิคการผลิตสื่ออยู่ในระดับดีมาก ($\bar{x}$ = 4.55, S.D. = 0.43) และมีประสิทธิภาพเป็น ร้อยละ 90 ของผู้เข้ารับการฝึกอบรมผ่านการทดสอบด้วยคะแนนร้อยละ 80 ขึ้นไป เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ในสมมติฐานการวิจัย

7.3 จากผลการศึกษาพบว่า นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 3/1 กลุ่ม 2 สาขางานยานยนต์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 วิทยาลัยเทคนิคปราจีนบุรี ที่เรียนโดยใช้ชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ของเครื่องยนต์แก๊สโซลีนแบบฉีดตรง วิชางานระบบฉีดเชื้อเพลิงควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ รหัส 20101-2104 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3 การที่ได้ข้อสรุปเช่นนี้เป็นเพราะในการจัดทำชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ของเครื่องยนต์แก๊สโซลีนแบบฉีดตรง ได้มีการศึกษาหลักสูตรวิเคราะห์คำอธิบายรายวิชา วิเคราะห์จุดประสงค์รายวิชา กำหนดเนื้อหาในการเรียนรู้อย่างเป็นขั้นตอน และในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้นำแบบทดสอบไปให้ผู้เชี่ยวชาญ ผู้ที่มีความรู้ความสามารถได้ดำเนินการตรวจสอบให้คำชี้แนะ และนำแบบทดสอบดังกล่าวไปหาประสิทธิภาพจนมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 สามารถนำไปใช้ในการทดสอบและวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนได้ทำให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ตามจุดประสงค์ที่ตั้งไว้ ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ ญัตฐพงศ์ ล้อพิศาลไชย (2561 : บทคัดย่อ) ได้ทำการพัฒนาชุดฝึกอบรมระบบไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์รถยนต์ระดับต้นสำหรับนักศึกษาทวิภาคี งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ สร้างและหาประสิทธิภาพของการพัฒนาชุดฝึกอบรมระบบไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์รถยนต์ระดับต้นสำหรับนักเรียนประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ทวิภาคี) หรือช่างเทคนิคซ่อมรถยนต์ และเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของ

นักเรียนประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ทวิภาคี) หรือช่างเทคนิคซ่อมรถยนต์ ระหว่างนักเรียนประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงหรือช่างเทคนิคซ่อมรถยนต์ 1 ที่ใช้ชุดฝึกอบรมระบบไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์รถยนต์ระดับต้น กับนักเรียนประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ทวิภาคี) ผลการวิจัยพบว่าชุดฝึกอบรมระบบไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์รถยนต์ระดับต้นนี้ มีประสิทธิภาพสูง และเมื่อนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง พบว่าสามารถพัฒนาให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในหลักการทำงานในอุปกรณ์ได้ดีมากขึ้น และผู้เรียนที่เรียนโดยใช้ชุดฝึกอบรมระบบไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์รถยนต์ระดับต้น มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 83.92% พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น โดยใช้ชุดฝึกอบรมระบบไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์รถยนต์ระดับต้นเป็นสื่อการเรียนการสอน

จากการที่ได้สร้างชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ของเครื่องยนต์แก๊สโซลีนแบบฉีดตรง รายวิชางานระบบฉีดเชื้อเพลิงควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ รหัส 2101-2104 ที่มีการดำเนินการจัดทำตามขั้นตอนในการสร้างชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ของเครื่องยนต์แก๊สโซลีนแบบฉีดตรง และมีการวิเคราะห์หลักสูตร รายละเอียดของวิชา คำอธิบายรายวิชา เนื้อหาสาระรายวิชาจุดประสงค์รายวิชา สมรรถนะรายวิชา มีการประเมินผลการเรียนรู้ที่ตรงตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2562 [7] ส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น

8. ข้อเสนอแนะ

8.1 ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

8.1.1 ควรให้ชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ของเครื่องยนต์แก๊สโซลีนแบบฉีดตรง ที่ใช้เครื่องยนต์รุ่นปีใหม่ที่ผลิตให้ใหม่ที่ทันสมัยกับเหตุการณ์ปัจจุบัน

8.2 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

8.2.1 เมื่อทำการสตาร์ทเครื่องยนต์จะมีการสั่นสะเทือน ดังนั้นเพื่อทำให้การสั่นสะเทือนลดน้อยลงควรจะต้องเลือกใช้ยางแท่นเครื่องที่มีขนาดใหญ่ขึ้น และทนต่อการสั่นสะเทือนของเครื่องยนต์ได้

8.2.2 หลังจากที่ใช้งานเสร็จแล้ว จะต้องตรวจดูสภาพความเรียบร้อยก่อนว่ามีอะไรเสียหายหรือไม่ ถ้าตรวจพบว่ามีอะไรเสียหายก็ทำการแก้ไขให้อยู่ในสภาพที่สมบูรณ์

8.2.3 ควรพัฒนาให้สามารถใช้ร่วมกับระบบคอมพิวเตอร์ได้

9. องค์ความรู้ใหม่

จากการศึกษาและพัฒนาชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ของเครื่องยนต์แก๊สโซลีนแบบฉีดตรง สามารถสังเคราะห์เป็นองค์ความรู้ใหม่ที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในด้านการเรียนการสอนและพัฒนาเทคโนโลยียานยนต์ได้ ดังนี้

9.1 แนวทางที่ได้จากการศึกษา

9.1.1 ออกแบบให้ชุดฝึกสามารถจำลองการทำงานของระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ได้อย่างสมจริง ใช้วัสดุที่แข็งแรง ทนทาน เคลื่อนย้ายได้ง่าย ออกแบบให้สามารถตรวจสอบข้อผิดพลาดของระบบฉีดเชื้อเพลิงได้โดยใช้เครื่องมือวิเคราะห์ปัญหาเครื่องยนต์แทนการนับโคตเหมือนรุ่นเก่า

9.1.2 การใช้กระบวนการเรียนรู้แบบ MIAP และ PBL ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจและทักษะที่ดีขึ้น

หลักการของกระบวนการเรียนรู้แบบ MIAP และ PBL

1) กระบวนการเรียนรู้แบบ MIAP (Model of Integrated Activity-based Learning Process) เป็นแนวทางการเรียนรู้ที่เน้นการบูรณาการ (Integrated) โดยใช้กิจกรรมเป็นฐาน (Activity-based Learning) เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ที่เป็นระบบ มีหลักการสำคัญดังนี้:

- M (Motivation): กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้
- I (Investigation): ส่งเสริมให้ผู้เรียนสำรวจ ค้นคว้า และสร้างความเข้าใจด้วยตนเอง
- A (Application): ให้นำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์จริง
- P (Presentation & Reflection): นำเสนอสิ่งที่เรียนรู้และสะท้อนผลการเรียนรู้

2) กระบวนการเรียนรู้แบบ PBL (Problem-Based Learning)

เป็นการเรียนรู้ที่เน้นการแก้ปัญหาเป็นหลัก โดยให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ และแก้ปัญหา มีหลักการสำคัญดังนี้:

- เริ่มต้นจากปัญหา: ใช้ปัญหาจริงหรือสถานการณ์จำลองเป็นตัวกระตุ้นการเรียนรู้
- การเรียนรู้ด้วยตนเองและการทำงานเป็นทีม: ผู้เรียนต้องค้นคว้าหาความรู้และทำงานร่วมกัน
- การอภิปรายและการตั้งคำถาม: เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็น และตั้งคำถามเพื่อหาคำตอบ
- การใช้ข้อมูลและหลักฐาน: ส่งเสริมให้ผู้เรียนใช้ข้อมูลและหลักฐานที่น่าเชื่อถือมาสนับสนุนการแก้ปัญหา
- การสรุปและประเมินผล: ทบทวนกระบวนการเรียนรู้และประเมินผลลัพธ์ที่ได้

ความเชื่อมโยงระหว่าง MIAP และ PBL

ทั้งสองแนวทางมีจุดร่วมกันที่เน้นการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning) และพัฒนาทักษะสำคัญ เช่น การคิดวิเคราะห์ การทำงานเป็นทีม และการนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์จริง โดย MIAP มุ่งเน้นไปที่กิจกรรมและกระบวนการเรียนรู้ที่มีโครงสร้างชัดเจน ส่วน PBL จะเน้นที่การแก้ปัญหาและการพัฒนาทักษะผ่านสถานการณ์จริง

9.1.3 แนวทางพัฒนาชุดฝึกในอนาคต ควรนำเทคโนโลยีใหม่ๆ เช่น Hybrid, EV และการเชื่อมต่อกับระบบดิจิทัลมาใช้

9.2 การนำไปใช้ประโยชน์

สามารถพัฒนาเป็น เครื่องมือฝึกอบรม สำหรับสถาบันอาชีวศึกษาและศูนย์ฝึกอบรมด้านยานยนต์ ใช้เป็นต้นแบบสำหรับการพัฒนาสื่อการสอนด้านระบบฉีดเชื้อเพลิงที่ครอบคลุมเทคโนโลยีใหม่ๆ

10. เอกสารอ้างอิง

- [1] เฉลิมศักดิ์ ดั่งงาม. (2559). การพัฒนาชุดฝึกปฏิบัติการต่อวงจรระบบสัญญาณไฟฟ้ารถยนต์ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรสาขางานยานยนต์. [วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย]. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- [2] สมชาย ทองคำ. (2558). การพัฒนาชุดฝึกอบรมเรื่องการสร้างหุ่นยนต์ขับเคลื่อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย. [วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย]. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ บัณฑิตวิทยาลัย]. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

- [3] สิทธิพันธ์ จันทรงาม. (2557). **ชุดฝึกปฏิบัติการการสร้างหม้อแปลงไฟฟ้าและมอเตอร์ไฟฟ้า วิชาปฏิบัติการเครื่องจักรกลไฟฟ้า**. [วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ บัณฑิตวิทยาลัย]. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- [4] ณัฏฐพงศ์ ล้อพิศาลไชย. (2561). **การพัฒนาชุดฝึกอบรมระบบไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์รถยนต์ระดับต้นสำหรับนักศึกษาทวิภาคี**. [วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล บัณฑิตวิทยาลัย]. เทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- [5] ล้วน สายยศ, อังคณา สายยศ. (2538). **เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร : สุวีริยาสาส์น.
- [6] ล้วน สายยศ, อังคณา สายยศ. (2543). **เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา**. กรุงเทพมหานคร : สุวีริยาสาส์น.
- [7] สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา. (2562). **หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ เล่ม 1 พุทธศักราช 2562**. กรุงเทพมหานคร.



