วารสารวิชาการ
อุตสาหกรรมศึกษา

URL : http://ejournals.swu.ac.th/index.php/jindedu/issue/archive
วารสารวิชาการอุตสาหกรรมศึกษา (ISSN: 1905-9450)
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปีที่ 18 ฉบับที่ 1 มกราคม – มิถุนายน 2567

ชุดจำลองปฏิบัติการเครื่องยนต์แก๊สโซลีน 4 จังหวะ

ชัยยง ศิริพรมงคลชัย

สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ

Corresponding author e-mail: Chaiyong.s@rmutsb.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อออกแบบและพัฒนาชุดจำลองปฏิบัติการเครื่องยนต์แก๊สโซลีน 4 จังหวะ 2)เพื่อหาประสิทธิภาพชุดจำลองปฏิบัติการเครื่องยนต์แก๊สโซลีน 4 จังหวะ3) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาโดยใช้ชุดจำลองปฏิบัติการเครื่องยนต์แก๊สโซลีน 4 จังหวะ 4) ศึกษาระดับความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อชุดจำลองปฏิบัติการเครื่องยนต์แก๊สโซลีน 4 จังหวะ กลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ จำนวน 14 คน ซึ่งได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง ผลการวิเคราะห์ข้อมูล การสร้างชุดจำลองปฏิบัติการเครื่องยนต์แก๊สโซลีน 4 จังหวะ ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน พบว่าระดับความคิดเห็น คุณภาพดี ค่าคะแนนแบบฝึกหัด มีคะแนนเฉลี่ย (E1) คิดเป็นร้อยละ 82.25 และมีค่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน (E2) คิดเป็นร้อยละ 85.23 ผลการวิเคราะห์หาค่าเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาโดยใช้ชุดจำลองปฏิบัติการเครื่องยนต์แก๊สโซลีน 4 จังหวะ พบว่าจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งมีคะแนนเต็ม 40 คะแนน มีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 24.78 และ คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 38.28 จึงสรุปได้ว่านักศึกษาที่ได้รับการเรียนรู้ด้วยชุดจำลองปฏิบัติการเครื่องยนต์แก๊สโซลีน 4 จังหวะ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ระดับความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดจำลองปฏิบัติการเครื่องยนต์แก๊สโซลีน 4 จังหวะ ภาพรวมอยู่ในระดับ มาก ($\overline{X}$ =4.35, S.D = 0.39)

คำสำคัญ : ชุดจำลองปฏิบัติการ, เครื่องยนต์แก๊สโซลีน 4 จังหวะ, ประสิทธิภาพ

ข้อมูลบทความ: วันรับพิจารณา 20 พฤษภาคม 2567 / วันแก้ไข 3 ธันวาคม 2567 / วันตอบรับ 26 ธันวาคม 2567 / วันตีพิมพ์ 26 ธันวาคม2567

JOURNAL OF INDUSTRIAL EDUCATION

URL : http://ejournals.swu.ac.th/index.php/jindedu/issue/archive

JOURNAL OF INDUSTRIAL EDUCATION (ISSN: 1905-9450)

FACULTY OF EDUCATION, SRINAKHARINWIROT UNIVERSITY, Volume 18 No.1 January-June 2024

SIMULATION SET FOR OPERATING A 4 – STROKE GASOLINE ENGINE

Chaiyong Siriphonmongkolchai

Department of Mechanical Engineering Faculty of Engineering and Architecture

Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi

Corresponding author e-mail: Chaiyong.s@rmutsb.ac.th

Abstract

This research aims to 1) design and develop a 4-stroke gasoline engine simulation set and 2) find out the efficiency of a 4-stroke gasoline engine simulation set. 3) study the academic achievement of students using the simulator. Operating a 4-stroke gasoline engine. 4) Studying the satisfaction level of students with the 4-stroke gasoline engine operating simulation set. The sample group was undergraduate students. Bachelor of Industrial Education Program Department of Mechanical Engineering Faculty of Industrial Education Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi, a total of 14 people, which were obtained through purposive selection. Data analysis results Creation of a 4-stroke gasoline engine operating simulation set evaluated by 5 experts. It was found that the level of opinions was of good quality and the exercise score values The average score (E1) was 82.25 percent and the average post-study score (E2) was 85.23 percent. The results of the comparative analysis of student academic achievement using a 4-stroke gasoline engine operating simulator were found. that from the academic achievement test which has a full score of 40 points, with an average score before studying equal to 24.78 and an average score after studying equal to 38.28. It can be concluded that students who learned with a 4-stroke gasoline engine operating simulation set had high academic achievement after studying. than before studying Statistically significant at the 0.05 level, the level of student satisfaction with the 4-stroke gasoline engine operating simulation set is overall at a high level ($\overline{X}$ = 4.35,S.D = 0.39)

Keywords : Operating simulation set, 4-stroke gasoline engine, Performance

Article Info: Received; May 7, 2024 / Revised; September 20, 2024 / Accepted; September 24, 2024 / Published; September 26, 2024

บทนำ

วิศวกรรมเครื่องกล เป็นสาขาวิชาหนึ่งทางวิศวกรรมที่เกี่ยวข้องกับการประยุกต์ใช้หลักการทางคณิตศาสตร์และฟิสิกส์สำหรับการวิเคราะห์ ออกแบบ ผลิต และการบำรุงรักษาเครื่องจักรกล ซึ่งการจัดการเรียนการสอนภาคปฏิบัติมีความจำเป็นอย่างมากที่ต้องมีชุดฝึกทักษะปฏิบัติและแบบทดสอบ ใบงาน ที่มีประสิทธิภาพที่สอดคล้องกับหลักสูตรวิศกรรมเครื่องกล และจากสภาพปัญหาและประสบการณ์ในรายวิชาปฏิบัติงานเครื่องยนต์ (Engine Practice) นักศึกษาเกิดความไม่เข้าใจในโครงสร้างภายในกระบวนการทำงานของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน เพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเครื่องยนต์แก๊สโซลีน จึงได้ดำเนินการสร้างชุดจำลองปฏิบัติการเครื่องยนต์แก๊สโซลีน 4 จังหวะ โดยชิ้นส่วนภายในเครื่องยนต์และหลักการทำงานมีความสำคัญมาก ดังนั้น นักศึกษาจำเป็นต้องมีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับส่วนประกอบของเครื่องยนต์ทั่วไป ส่วนประกอบหลักของเครื่องยนต์ หลักการทำงานของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน 4 จังหวะ เพื่อจะได้นำความรู้ ความเข้าใจในการตรวจซ่อมเครื่องยนต์ต่อไป

จากสภาพปัญหาและจากประสบการณ์การสอนในรายวิชาปฏิบัติงานเครื่องยนต์ (Engine Practice) ผู้วิจัยได้ดำเนินการผ่าเครื่องยนต์แก๊สโซลีน 4 จังหวะ 4 สูบ และติดตั้งมอเตอร์ขับหมุนเครื่องยนต์ ให้เคลื่อนไหวได้ เพื่อให้เห็นส่วนประกอบหลักและหลักการทำงานของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน 4 จังหวะ อาทิเช่น ชิ้นส่วนอยู่กับที่ ได้แก่ เสื้อสูบ กระบอกสูบ ฝาสูบ ชิ้นส่วนเคลื่อนที่ ได้แก่ เพลาข้อเหวี่ยง ชุดลูกสูบ กลไกของลิ้น พบว่าส่วนใหญ่ปัญหาคือนักศึกษายังไม่มีพื้นฐานปฏิบัติงานเกี่ยวกับเครื่องยนต์และไม่รู้จักเกี่ยวกับชิ้นส่วนต่างๆ ของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน 4 จังหวะ ส่งผลทำให้ขาดทักษะการปฏิบัติงานไม่เข้าใจกลไกของเครื่องยนต์ ดังนั้นผู้วิจัยนำปัญหาดังกล่าว มาสร้างชุดจำลองปฏิบัติการเครื่องยนต์แก๊สโซลีน 4 จังหวะ แบบฝึกหัดและใบงาน แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เพื่อใช้งานการเรียนการสอน ของนักศึกษาระดับปริญญาตรี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์นนทบุรี เพื่อเป็นการพัฒนาการเรียนการสอนต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อออกแบบและพัฒนาชุดจำลองปฏิบัติการเครื่องยนต์แก๊สโซลีน 4 จังหวะ
2. เพื่อหาประสิทธิภาพชุดจำลองปฏิบัติการเครื่องยนต์แก๊สโซลีน 4 จังหวะ
3. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาโดยใช้ชุดจำลองปฏิบัติการเครื่องยนต์แก๊สโซลีน 4 จังหวะ
4. เพื่อศึกษาระดับความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อชุดจำลองปฏิบัติการเครื่องยนต์แก๊สโซลีน 4 จังหวะ

ความสำคัญของการวิจัย

การสร้างชุดจำลองปฏิบัติการเครื่องยนต์แก๊สโซลีน 4 จังหวะ เป็นสื่อที่สร้างขึ้นเพื่อให้นักศึกษาได้ฝึกฝนความรู้ เพื่อให้เกิดความชำนาญและถูกต้อง เสริมสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ให้แก่นักศึกษาโดยชุดจำลองปฏิบัติการเครื่องยนต์แก๊สโซลีน 4 จังหวะนักศึกษาจะสามารถดูลักษณะการทำงานของเครื่องยนต์ภายใน เพื่อเรียนรู้ว่าหากเกิดปัญหาจะได้ทราบขั้นตอนกระบวนการแก้ไขสามารถจบการศึกษาออกทำงานด้วยความมีประสิทธิภาพในอนาคต

ขอบเขตการวิจัย

1) ขอบเขตด้านเนื้อหา ศึกษากระบวนการรายวิชาปฏิบัติงานเครื่องยนต์ (Engine Practice) ผู้วิจัยได้ดำเนินการผ่า

เครื่องยนต์แก๊สโซลีน 4 จังหวะ 4 สูบ และติดตั้งมอเตอร์ขับหมุนเครื่องยนต์ เพื่อให้เห็นส่วนประกอบหลักและหลักการทำงานของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน 4 จังหวะ อาทิเช่น ชิ้นส่วนอยู่กับที่ ได้แก่ เสื้อสูบ กระบอกสูบ ฝาสูบ ชิ้นส่วนเคลื่อนที่

ได้แก่ เพลาข้อเหวี่ยง ชุดลูกสูบ กลไกของลิ้นการศึกษาคุณภาพชีวิตการทำงานของคนงานต่างด้าวที่ทำการขนถ่ายสินค้าทางรถบรรทุก โดยการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ได้จากทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2) ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์นนทบุรี ที่กำลังศึกษาภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 กลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์นนทบุรี ที่กำลังศึกษาภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 14 คน ซึ่งได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง

3) ระยะเวลาการดำเนินการ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566

4) ชุดจำลองปฏิบัติการเครื่องยนต์แก๊สโซลีน 4 จังหวะ ,การประเมินคุณภาพชุดจำลองปฏิบัติการเครื่องยนต์แก๊สโซลีน 4 จังหวะ,ชุดจำลองปฏิบัติการเครื่องยนต์แก๊สโซลีน 4 จังหวะมีประสิทธิภาพสูงกว่า 80/80 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาโดยใช้ชุดจำลองปฏิบัติการเครื่องยนต์แก๊สโซลีน 4 จังหวะ,ความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อชุดจำลองปฏิบัติการเครื่องยนต์แก๊สโซลีน 4 จังหวะ

การทบทวนวรรณกรรม

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาแนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับชุดจำลองปฏิบัติการเครื่องยนต์แก๊สโซลีน 4 จังหวะ

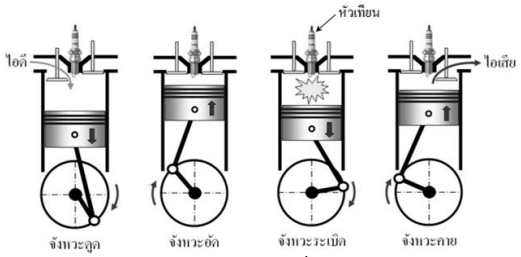
2.1.1 ความรู้เกี่ยวกับเครื่องยนต์แก๊สโซลีน 4 จังหวะ

เครื่องยนต์แก๊สโซลีนเป็นเครื่องยนต์เผาไหม้ภายในที่ใช้ประกายไฟในการจุดระเบิดเชื้อเพลิง เรียกว่า spark ignition engine (SI engine) ซึ่ง ดร. เอ.เอ็น. ออตโต (Dr. A.N. Otto) ชาวเยอรมัน เป็นผู้ประดิษฐ์เครื่องยนต์แก๊สโซลีนขึ้นสำเร็จในปี ค.ศ. 1876 จากนั้นมีการนำมาใช้ประโยชน์ในรถยนต์และได้มีการพัฒนาเรื่อยมาจนถึงปัจจุบัน ส่วนประกอบหลักของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน 4 จังหวะ มีดังนี้

1. ชิ้นส่วนอยู่กับที่ ได้แก่ เสื้อสูบ กระบอกสูบ ฝาสูบ อ่างน้ำมันเครื่อง เป็นต้น
2. ชิ้นส่วนเคลื่อนที่ ได้แก่ เพลาข้อเหวี่ยง ชุดลูกสูบ กลไกของลิ้น เป็นต้น
3. ชุดอุปกรณ์ระบบจ่ายเชื้อเพลิง ได้แก่ คาร์บูเรเตอร์หรือหัวฉีด เป็นต้น
4. ชุดอุปกรณ์ระบบจุดระเบิด ได้แก่ คอยล์จุดระเบิด หัวเทียน เป็นต้น

การทำงานของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน 4 จังหวะนั้น ลูกสูบจะเคลื่อนที่ 4 ระยะชัก หรือเพลาข้อเหวี่ยงหมุน 2 รอบ ซึ่งจะได้กำลังงานจากการจุดระเบิด 1 ครั้ง เรียกว่า การทำงานครบ 1 วัฏจักร

หลักการทำงานทางทฤษฎีของเครื่องยนต์ 4 จังหวะ ประกอบด้วย จังหวะดูด จังหวะอัด จังหวะกำลัง และจังหวะคาย ดังรูปที่ 1



ภาพประกอบ 1 การทำงานของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน 4 จังหวะ

จังหวะดูด (intake stroke) ลูกสูบเคลื่อนที่จากศูนย์ตายบน (จุดที่ลูกสูบเคลื่อนที่ขึ้นสูงสุดในกระบอกสูบ) ลงสู่ศูนย์ตายล่าง (จุดที่ลูกสูบเคลื่อนที่ลงต่ำสุดในกระบอกสูบ) ในขณะเดียวกันนี้ลิ้นไอดีเปิด ภายในกระบอกสูบมีความดันต่ำกว่าบรรยากาศ ทำให้ไอดีซึ่งมีส่วนผสมของอากาศกับน้ำมันเชื้อเพลิงไหลผ่านลิ้นไอดีเข้าสู่กระบอกสูบ จนกระทั่งลูกสูบเคลื่อนที่ลงถึงศูนย์ตายล่าง

จังหวะอัด (compression stroke)ลูกสูบเคลื่อนที่ขึ้นจากศูนย์ตายล่าง ขณะเดียวกันลิ้นไอดีและลิ้นไอเสียปิดสนิท ลูกสูบอัดส่วนผสมไอดีให้มีปริมาตรเล็กลง ความดันและอุณหภูมิในกระบอกสูบจะสูงขึ้น จนกระทั่งลูกสูบเคลื่อนที่ขึ้นถึงศูนย์ตายบน

จังหวะกำลัง (power stroke)หรือเรียกว่า จังหวะระเบิด ในจังหวะนี้ลิ้นไอดีและลิ้นไอเสียยังคงปิดสนิทอยู่ ระบบจุดระเบิด จะสร้างไฟฟ้าแรงเคลื่อนสูง เกิดประกายไฟที่เขี้ยวหัวเทียนเผาไหม้ส่วนผสมไอดีอย่างรวดเร็ว ความดันในกระบอกสูบสูงขึ้นมาก ผลักดันให้ลูกสูบเคลื่อนที่จากศูนย์ตายบนลงสู่ศูนย์ตายล่าง

จังหวะคาย (exhaust stroke)ลิ้นไอเสียเปิด ไอเสียที่ได้จากการเผาไหม้ซึ่งมีความดันสูงจะระบายออกผ่านลิ้นไอเสียในขณะเดียวกันลูกสูบเคลื่อนที่จากศูนย์ตายล่างขึ้นสู่ศูนย์ตายบน ช่วยขับไล่ไอเสียออกจากกระบอกสูบ พร้อมที่จะเริ่มจังหวะดูดในวัฏจักรต่อไป

2.1.2 ชิ้นส่วนภายในเครื่องยนต์และหลักการทำงาน

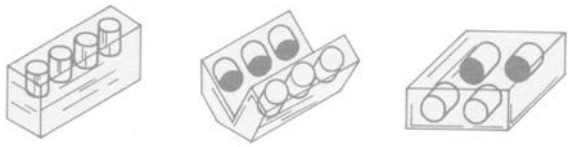
ชิ้นส่วนอยู่กับที่

1) ฝาสูบ (cylinder head) เป็นชิ้นส่วนที่ติดตั้งอยู่บนเสื้อสูบ มีชิ้นส่วนกลไกของลิ้นไอดีและลิ้นไอเสีย มีช่องหัวเทียนติดตั้งอยู่ (มีหัวฉีดเชื้อเพลิงและหัวเผา สำหรับเครื่องยนต์ดีเซล) ทำหน้าที่เป็นส่วนหนึ่งของห้องเผาไหม้ ดังนั้นฝาสูบจึงต้องมีความแข็งแรงและทนต่ออุณหภูมิสูงจากการทำงานของเครื่องยนต์ได้ ด้วยเหตุนี้ฝาสูบจึงทำมาจากเหล็กหล่อหรือโลหะผสมอะลูมิเนียม แต่ในปัจจุบันนี้นิยมใช้โลหะผสมอะลูมิเนียม เนื่องจากระบายความร้อนได้ดีและมีน้ำหนักเบากว่าเหล็กหล่อ ดังรูปที่ 2

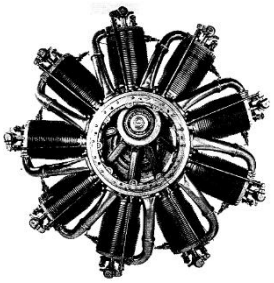
ภาพประกอบ 2 ฝาสูบ

2) เสื้อสูบ (cylinder block) เป็นชิ้นส่วนที่มีขนาดใหญ่และมีน้ำหนักมากที่สุดในเครื่องยนต์ เป็นที่ติดตั้งชิ้นส่วนและอุปกรณ์ประกอบอื่นๆ ได้แก่ กระบอกสูบ ซึ่งมีลูกสูบเคลื่อนที่ขึ้น - ลงอยู่ภายใน เพลาข้อเหวี่ยง เพลาลูกเบี้ยว จานจ่าย (มีปั๊มฉีดเชื้อเพลิงแรงดันสูง สำหรับเครื่องยนต์ดีเซล) เป็นต้น ลักษณะของเสื้อสูบที่ใช้กับรถยนต์มีทั้งแบบกระบอกสูบเรียง แบบกระบอกสูบวี แบบกระบอกสูบนอน นอกจากนี้ยังมีการจัดวางกระบอกสูบรูปดาวที่ใช้ในเครื่องบินเล็ก ดังรูปที่3,4 และ5

ภาพประกอบ 3 เสื้อสูบ

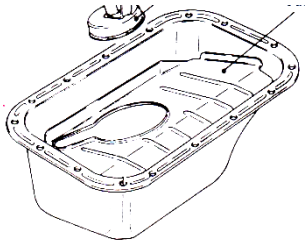


ภาพประกอบ 4 การจัดวางกระบอกสูบของเครื่องยนต์แบบต่าง ๆ
ที่มา : William H. Crouse and Donald L. Anglin (1995 : 58)



ภาพประกอบ 5 การจัดวางกระบอกสูบรูปดาวที่ใช้ในเครื่องบินเล็ก
ที่มา : R.G.Grant (2010 : 74)

3) อ่างน้ำมันเครื่อง (oil pan) เป็นชิ้นส่วนที่ใช้กักเก็บน้ำมันเครื่องเพื่อใช้ในการหล่อลื่นเครื่องยนต์ ดังรูปที่ 6



ภาพประกอบ 6 อ่างน้ำมันเครื่อง
ที่มา : Ed May (2005 : 9)

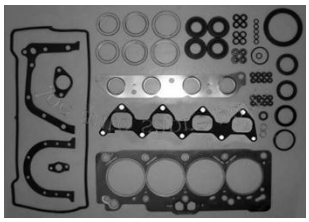
4) ท่อร่วมไอดี (intake manifold) มีลักษณะเป็นท่อมีจำนวนท่อไม่น้อยกว่าจำนวนสูบ มาต่อร่วมกัน ทำหน้าที่ในการนำไอดีหรืออากาศเข้าสู่กระบอกสูบ ดังรูปที่ 7

ภาพประกอบ 7 ท่อร่วมไอดี

5) ท่อร่วมไอเสีย (exhaust manifold) มีลักษณะคล้ายท่อร่วมไอดีดังรูปที่ 8 โดยท่อร่วมไอเสียใช้ต่อระหว่างช่องไอเสียที่บริเวณฝาสูบและอีกด้านต่อกับท่อไอเสียท่อร่วมไอเสียทำหน้าที่ในการนำก๊าซ ไอเสียที่เกิดจากการเผาไหม้ออกจากกระบอกสูบไปตามระบบไอเสียและออกสู่บรรยากาศต่อไปดังรูปที่ 8

ภาพประกอบ 8 ท่อร่วมไอเสีย

6) ปะเก็น (gasket) เป็นตัวคั่นกลางระหว่างหน้าสัมผัสของวัสดุ 2 ชิ้น เพื่อป้องกันการรั่ว ปะเก็นที่ใช้ในเครื่องยนต์ ได้แก่ ปะเก็นฝาสูบ ปะเก็นฝาครอบลิ้น ปะเก็นอ่างน้ำมันเครื่อง เป็นต้น ดังรูปที่ 9



ภาพประกอบ 9 ปะเก็นที่ใช้ในเครื่องยนต์

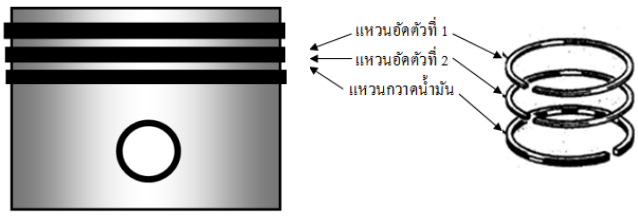
ชิ้นส่วนเคลื่อนที่

1) ลูกสูบ (piston) เป็นชิ้นส่วนเคลื่อนที่อยู่ในกระบอกสูบ มีหน้าที่รับแรงกดดันจากการเผาไหม้และส่งกำลังไปสู่เพลาข้อเหวี่ยงโดยผ่านก้านสูบ โดยทั่วไปนิยมใช้โลหะผสมอะลูมิเนียมมาทำลูกสูบ เนื่องจากมีน้ำหนักเบาและสามารถระบายความร้อนได้ดีดังรูปที่ 10

ภาพประกอบ 10 ลูกสูบ

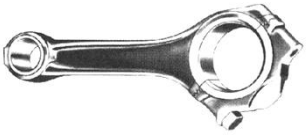
2) แหวนลูกสูบ (piston ring) เป็นชิ้นส่วนที่ติดตั้งอยู่ที่ลูกสูบ ซึ่งแหวนลูกสูบสามารถแบ่งได้ 2 ชนิด คือ

- แหวนอัด (compression ring) ทำหน้าที่ป้องกันกำลังอัดและความดันจากการเผาไหม้รั่วไหลผ่านช่องว่างระหว่างลูกสูบกับกระบอกสูบ
- แหวนกวาดน้ำมัน (oil control ring) ทำหน้าที่ควบคุมปริมาณน้ำมันเครื่องที่ส่งมาหล่อลื่นลูกสูบกับกระบอกสูบให้อยู่ในปริมาณที่เหมาะสม ดังรูป 11



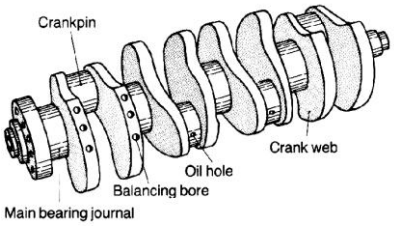
ภาพประกอบ 11 แหวนลูกสูบ

3) ก้านสูบ (connecting rod) เป็นชิ้นส่วนที่ยึดต่อลูกสูบกับเพลาข้อเหวี่ยง โดยปลายด้านเล็กของก้านสูบจะยึดติดกับสลักลูกสูบ และปลายด้านใหญ่ของก้านสูบจะยึดติดกับเพลาข้อเหวี่ยง ก้านสูบทำด้วยเหล็กผสมหรือเหล็กหล่อเหนียวหรืออะลูมิเนียมผสม ทั้งนี้เพื่อให้มีความแข็งแรงสูงและมีน้ำหนักเบา ดังรูปที่ 12



ภาพประกอบ 12 ก้านสูบ
ที่มา : Max Bohner et al. (1989 : 300)

4) เพลาข้อเหวี่ยง (crankshaft) เป็นชิ้นส่วนที่ทำหน้าที่ถ่ายทอดกำลังจากก้านสูบและเปลี่ยนการเคลื่อนที่ ขึ้น-ลง ของลูกสูบให้เป็นการหมุนที่เพลาข้อเหวี่ยง ดังรูปที่ 13

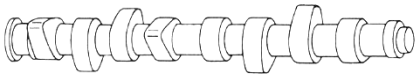


ภาพประกอบ 13 เพลาข้อเหวี่ยง
ที่มา : Max Bohner et al.(1989 : 211)

5) ล้อช่วยแรง (flywheel) เป็นชิ้นส่วนที่ติดตั้งอยู่ที่ปลายด้านหลังของเพลาข้อเหวี่ยง ทำหน้าที่สะสมพลังงานการหมุนที่ถูกส่งมาจากเพลาข้อเหวี่ยง และเป็นส่วนหนึ่งของระบบตัดต่อกำลัง ดังรูปที่ 14

ภาพประกอบ 14 ล้อช่วยแรง

6) เพลาลูกเบี้ยว (camshaft) มีหน้าที่กำหนดจังหวะการเปิด-ปิด ของลิ้นไอดีและลิ้นไอเสียให้เป็นไปตามจังหวะการทำงานของเครื่องยนต์ ส่วนปลายสุดของเพลาลูกเบี้ยวมีเฟืองเพลาลูกเบี้ยว ซึ่งถูกขับให้หมุนโดยเพลาข้อเหวี่ยง จำนวนฟันเฟืองของเพลาลูกเบี้ยวจะมีมากกว่าจำนวนฟันเฟืองของเพลาข้อเหวี่ยงเป็นสองเท่า เมื่อเพลาข้อเหวี่ยงหมุน 2 รอบ จะทำให้เพลาลูกเบี้ยวหมุน 1 รอบ หรือเรียกว่าอัตราทดของเพลาข้อเหวี่ยงกับเพลาลูกเบี้ยวเป็น 2 ต่อ 1 ดังรูปที่ 15



ภาพประกอบ 15 เพลาลูกเบี้ยว

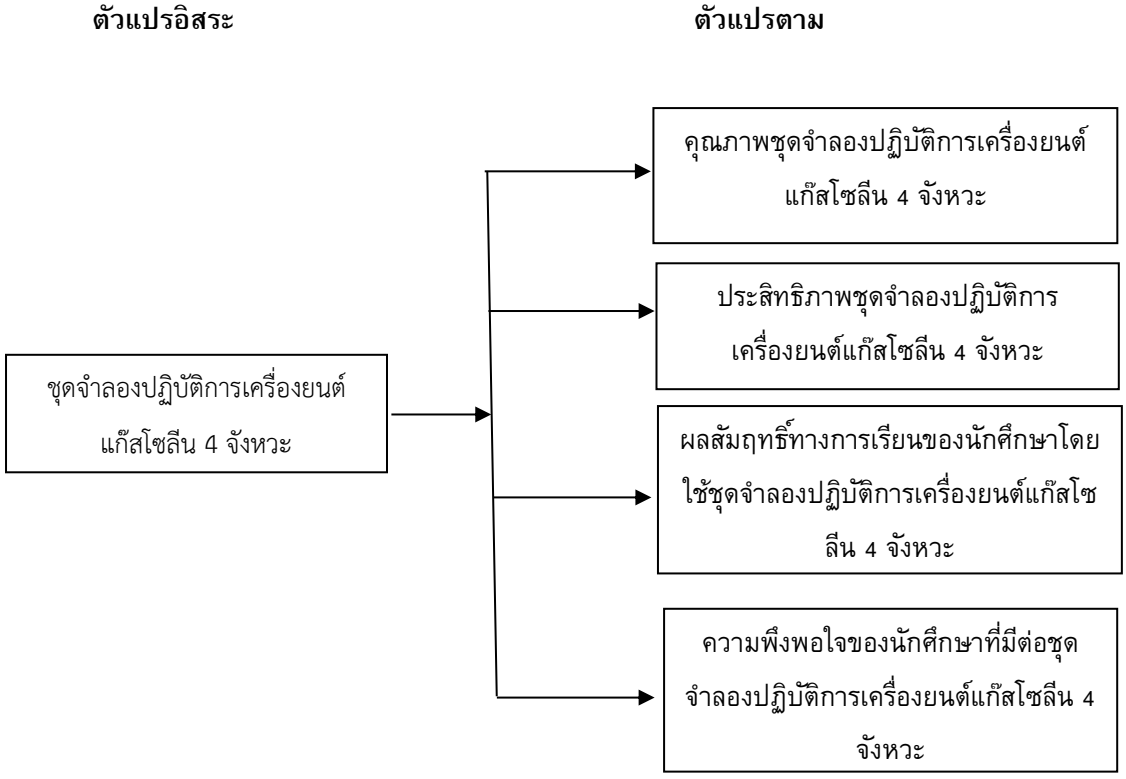
ที่มา : Max Bohner et al.(1989 : 228)

7) ลิ้นไอดี (intake valve) ทำหน้าที่ปิดและเปิดให้ไอดีเข้าสู่กระบอกสูบในจังหวะที่เหมาะสม ซึ่งในเครื่องยนต์เครื่องเดียวกันจะมีลิ้นไอดีขนาดใหญ่กว่าลิ้นไอเสียเสมอ ดังรูปที่ 16

8) ลิ้นไอเสีย (exhaust valve) ทำหน้าที่ปิดและเปิดให้ก๊าซไอเสียที่เกิดจากการเผาไหม้ออกจากกระบอกสูบในจังหวะที่เหมาะสม ดังรูปที่ 16

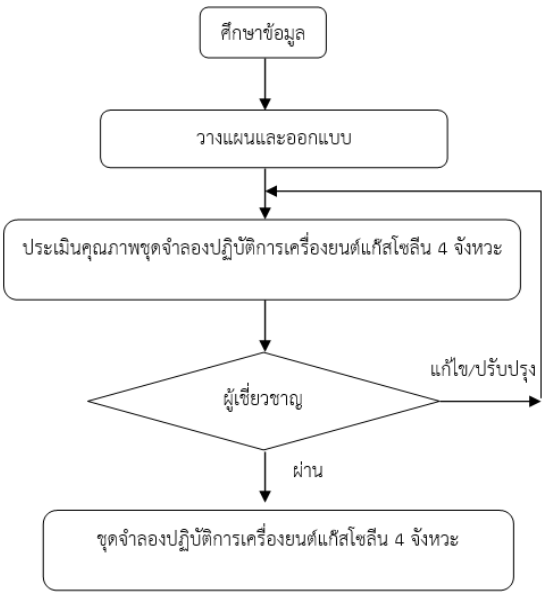
ภาพประกอบ 16 ลิ้นไอดีและลิ้นไอเสีย

กรอบแนวคิดในการวิจัย



ภาพประกอบ 17 กรอบแนวคิดการวิจัย

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย



ภาพประกอบ 18 ขั้นตอนการดำเนินงาน

สมมติฐาน : ชุดจำลองปฏิบัติการเครื่องยนต์แก๊สโซลีน 4 จังหวัดมีประสิทธิภาพสูงกว่า 80/80

ชุดจำลองปฏิบัติการเครื่องยนต์แก๊สโซลีน 4 จังหวัดมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาโดยใช้ชุดจำลองปฏิบัติการ เครื่องยนต์แก๊สโซลีน 4 จังหวะ

1.การประเมินคุณภาพชุดจำลองปฏิบัติการเครื่องยนต์แก๊สโซลีน 4 จังหวะ นำมาวิเคราะห์หาค่าความสอดคล้อง

สูตร IOC $= \frac{\sum R}{N}$

เมื่อ IOC = ดัชนีความสอดคล้อง

$\sum$ = ผลรวมของการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ

โดยกำหนดเกณฑ์การประเมินผลแบบทดสอบของผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้

+1 หมายถึง เห็นด้วย

0 หมายถึง ไม่แน่ใจ

- 1 หมายถึง ไม่เห็นด้วย

เกณฑ์คะแนน ค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 – 1.00 ใช้ได้

ค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 พิจารณาปรับปรุงหรือตัดทิ้ง

และมีระดับคะแนน 3.50 – 4.49 ขึ้นไป

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาโดยใช้ชุดจำลองปฏิบัติการเครื่องยนต์แก๊สโซลีน 4 จังหวะ นำมาวิเคราะห์ความยากง่าย หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ เพื่อให้มีค่าความเชื่อมั่นอยู่ในเกณฑ์ที่เชื่อถือได้

สูตร $E_1 = \frac{\sum X / N}{A}$

สูตร $E_2 = \frac{\sum Y / N}{B}$

เมื่อ E_1 = ประสิทธิภาพของกระบวนการที่วัดได้ในชุดจำลองปฏิบัติการเครื่องยนต์แก๊สโซลีน 4 จังหวะ คิดเป็นร้อยละจากการทำแบบฝึกหัด

E_2 = ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ผู้เรียนหลังจากการเรียนด้วยชุดจำลองปฏิบัติการเครื่องยนต์ แก๊สโซลีน 4 จังหวะ คิดเป็นร้อยละจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน

$\sum X$ = คะแนนรวมของนักศึกษาจากการทำแบบฝึกหัดและใบงาน

$\sum Y$ = คะแนนรวมของผู้เรียนจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน

สถิติ t-test ทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของคะแนนแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

สูตร

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{N\sum D^2 - (\sum D)^2}{N-1}}}$$

เมื่อ D = ผลต่างระหว่างคะแนนแต่ละคู่

N = จำนวนคนทั้งหมด

$\sum D^2$ = ผลรวมของผลต่างของคะแนนแต่ละคู่ยกกำลังสอง

3. แบบทดสอบความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อชุดจำลองปฏิบัติการเครื่องยนต์แก๊สโซลีน 4 จังหวะ เป็นแบบสอบถามแบบ Rating Scale 5 ระดับ ได้ดำเนินการสร้างให้ครอบคลุมประเด็นที่ต้องการสอบถามโดยกำหนดค่าคะแนนเป็นแบบมาตราประมาณค่า 5 ระดับ และส่งให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาโดยค่าดัชนีความสอดคล้องที่ยอมรับได้ ต้องมีค่าตั้งแต่ 0.05 ขึ้นไป พร้อมแก้ไขปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญแล้วนำไปสร้างแบบสอบถามเพื่อประเมินระดับพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อชุดจำลองปฏิบัติการเครื่องยนต์แก๊สโซลีน 4 จังหวะ ต่อไป

เกณฑ์ค่าคะแนนจะดำเนินการแบ่งออกเป็น 2 ส่วน โดยรายละเอียดดังต่อไปนี้

ระดับคะแนน	5	หมายถึง มากที่สุด
ระดับคะแนน	4	หมายถึง มาก
ระดับคะแนน	3	หมายถึง ปานกลาง
ระดับคะแนน	2	หมายถึง น้อย
ระดับคะแนน	1	หมายถึง น้อยที่สุด

เกณฑ์ค่าเฉลี่ยระดับความคิดเห็น

ระดับคะแนน	ตั้งแต่ 4.50 ขึ้นไป	มีคุณภาพมากที่สุด
ระดับคะแนน	3.50 – 4.49	มีคุณภาพมาก
ระดับคะแนน	2.50 – 3.49	มีคุณภาพปานกลาง
ระดับคะแนน	1.50 – 2.49	มีคุณภาพน้อย
ระดับคะแนน	ต่ำกว่า 1.50	มีคุณภาพน้อยที่สุด

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ผู้วิจัยได้ดำเนินการชี้แจงและอธิบายวิธีการศึกษา ชุดจำลองปฏิบัติการเครื่องยนต์แก๊สโซลีน 4 จังหวะ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเครื่องยนต์แก๊สโซลีน ชิ้นส่วนภายในเครื่องยนต์และหลักการทำงาน พร้อมทั้งความปลอดภัยในการใช้งานและวิธีการป้องกันการเกิดอันตรายระหว่างใช้งาน และดำเนินการทดสอบก่อนเรียน พร้อมเก็บข้อมูล

2. ผู้วิจัยดำเนินการทดลองการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ชุดจำลองปฏิบัติการเครื่องยนต์แก๊สโซลีน 4 จังหวะ พร้อมกับให้ผู้เรียนทำแบบฝึกหัด และใบงาน จนครบตามกำหนดระยะเวลา 12 ชั่วโมง และเก็บข้อมูลคะแนนระหว่างเรียนไว้สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลในขั้นตอนต่อไป

3. หลังจากเสร็จสิ้นการทดลองตามระยะเวลาที่กำหนดไว้ จึงทำการทดสอบก่อนเรียนกับกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาโดยใช้ชุดจำลองปฏิบัติการเครื่องยนต์แก๊สโซลีน 4 จังหวะ เพื่อเก็บข้อมูลเบื้องต้น ซึ่งเป็นชุดเดียวกับชุดที่ทดสอบก่อนเรียน โดยมีการสับเปลี่ยนข้อคำถาม

4. ผู้วิจัยได้ให้นักศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล ตอบแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อการเรียนด้วยชุดจำลองปฏิบัติการเครื่องยนต์แก๊สโซลีน 4 จังหวะ นำคะแนนที่ได้เพื่อนำไปทำการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ผลการวิจัย

ผู้วิจัยได้ดำเนินการผ่าเครื่องยนต์แก๊สโซลีน 4 จังหวะ 4 สูบ และติดตั้งมอเตอร์ขับหมุนเครื่องยนต์ เพื่อให้เห็นส่วนประกอบหลักและหลักการทำงานของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน 4 จังหวะ อาทิเช่น ชิ้นส่วนอยู่กับที่ ได้แก่ เสื้อสูบ กระบอกสูบ ฝาสูบ ชิ้นส่วนเคลื่อนที่ ได้แก่ เพลาข้อเหวี่ยง ชุดลูกสูบ กลไกของลิ้น ดังรูปที่ 19

ภาพประกอบ 19 ชุดจำลองปฏิบัติการเครื่องยนต์แก๊สโซลีน 4 จังหวะ

ภาพประกอบ 20 ชิ้นส่วนภายในของชุดจำลองปฏิบัติการเครื่องยนต์แก๊สโซลีน 4 จังหวะ

ตาราง 1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการสร้างชุดจำลองปฏิบัติการเครื่องยนต์แก๊สโซลีน 4 จังหวะ ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน

(N=5)

ข้อ	รายการ	$\overline{X}$	S.D	ระดับความคิดเห็น	ลำดับ
1	ด้านโครงสร้างและชิ้นส่วนต่าง ๆ	4.24	0.41	คุณภาพดี	1

ข้อ	รายการ	$\overline{X}$	S.D	ระดับความคิดเห็น	ลำดับ
2	ด้านความแข็งแรง	4.16	0.16	คุณภาพดี	2
3	ด้านความสะดวกในการขนย้ายเคลื่อนย้าย	3.92	0.35	คุณภาพดี	4
4	ด้านการใช้งาน	4.12	0.41	คุณภาพดี	3
	ค่าเฉลี่ยรวม	**4.11**	**0.24**	**คุณภาพดี**	

จากตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการสร้างชุดจำลองปฏิบัติการเครื่องยนต์แก๊สโซลีน 4 จังหวะ ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน พบว่า ค่าเฉลี่ยระดับความคิดเห็น คุณภาพดี ($\overline{X}$ =4.11, S.D = 0.24) เมื่อจำแนกเป็นรายข้อพบว่า ด้านที่มีค่าเฉลี่ยมากสุด ได้แก่ ด้านโครงสร้างและชิ้นส่วนต่างๆ ระดับความคิดเห็น คุณภาพดี ($\overline{X}$ =4.24, S.D = 0.41) รองลงมา ด้านความแข็งแรง ระดับความคิดเห็น คุณภาพดี ($\overline{X}$ =4.16, S.D = 0.16) ด้านการใช้งาน ระดับความคิดเห็น คุณภาพดี ($\overline{X}$ =4.12, S.D = 0.41) และลำดับท้ายสุด ความสะดวกในการขนย้ายเคลื่อนย้าย ระดับความคิดเห็น คุณภาพดี ($\overline{X}$ = 3.92, S.D = 0.35)

ตาราง 2 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพชุดจำลองปฏิบัติการเครื่องยนต์แก๊สโซลีน 4 จังหวะ (N = 14)

รายการ	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย	ประสิทธิภาพ
ระหว่างเรียน (E1)	40	32.90	82.25
หลังเรียน (E2)	30	25.56	85.23

จากตารางที่ 2 ผลวิเคราะห์หาประสิทธิภาพชุดจำลองปฏิบัติการเครื่องยนต์แก๊สโซลีน 4 จังหวะ พบว่าค่าคะแนนระหว่างเรียน (E1) คิดเป็นร้อยละ 82.25 และ ค่าคะแนนหลังเรียน (E2) คิดเป็นร้อยละ 85.23 ซึ่งมีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.25/85.23 เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

ตาราง 3 ผลการวิเคราะห์หาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาโดยใช้ชุดจำลองปฏิบัติการเครื่องยนต์แก๊สโซลีน 4 จังหวะ (N=14)

รายการ	N	$\overline{X}$	S.D	t	df	p-value
ก่อนเรียน	14	24.78	1.42	-25.8861	3	0.00
หลังเรียน	14	38.28	1.20			

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.50*

จากตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์หาค่าเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาโดยใช้ชุดจำลองปฏิบัติการเครื่องยนต์แก๊สโซลีน 4 จังหวะ พบว่าจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาโดยใช้ชุดจำลองปฏิบัติการเครื่องยนต์แก๊สโซลีน 4 จังหวะซึ่งมีคะแนนเต็ม 40 คะแนน กลุ่มตัวอย่างจำนวน 14 คน มีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 24.78 และ คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 38.28 จึงสรุปได้ว่านักศึกษาที่ได้รับการเรียนรู้ด้วยชุดจำลองปฏิบัติการเครื่องยนต์แก๊สโซลีน 4 จังหวะ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.50

ตาราง 4 ระดับความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อชุดจำลองปฏิบัติการเครื่องยนต์แก๊สโซลีน 4 จังหวะ (N=14)

ข้อที่	รายการ	$\overline{X}$	S.D	ระดับความคิดเห็น
1	ลักษณะทางกายภาพของชุดจำลองปฏิบัติการเครื่องยนต์แก๊สโซลีน 4 จังหวะ	4.87	0.35	มากที่สุด
2	ชุดจำลองปฏิบัติการเครื่องยนต์แก๊สโซลีน 4 จังหวะ มีความน่าสนใจ	4.25	0.88	มาก

ข้อที่	*รายการ*	$\overline{X}$	*S.D*	*ระดับความคิดเห็น*
3	*ชุดจำลองปฏิบัติการเครื่องยนต์แก๊สโซลีน 4 จังหวะ มีความมั่นคง แข็งแรง ทนทานต่อการใช้การเรียน*	*4.37*	*0.74*	*มาก*
4	*ชุดจำลองปฏิบัติการเครื่องยนต์แก๊สโซลีน 4 จังหวะ การบำรุงรักษามีความง่าย*	*4.50*	*0.53*	*มากที่สุด*
5	*นักศึกษามีส่วนร่วมในการปฏิบัติทำให้เกิดความเข้าใจ*	*4.00*	*0.92*	*มาก*
6	*ชุดจำลองปฏิบัติการเครื่องยนต์แก๊สโซลีน 4 จังหวะ ทำให้นักศึกษามีความสนใจการเรียนมากขึ้น*	*4.12*	*0.64*	*มาก*
7	*ชุดจำลองปฏิบัติการเครื่องยนต์แก๊สโซลีน 4 จังหวะ สามารถประยุกต์ใช้งานได้จริง*	*4.37*	*0.74*	*มาก*
8	*ชุดจำลองปฏิบัติการเครื่องยนต์แก๊สโซลีน 4 จังหวะ เหมาะสมใช้เป็นสื่อการเรียนการสอน*	*4.37*	*0.51*	*มาก*
	ค่าเฉลี่ยโดยภาพรวม	***4.35***	***0.39***	***มาก***

จากตารางที่ 4 ผลการวิจัยพบว่าระดับความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อชุดจำลองปฏิบัติการเครื่องยนต์แก๊สโซลีน 4 จังหวะ ภาพรวมอยู่ในระดับ มาก ($\overline{X}$ =4.35, S.D = 0.39) เมื่อจำแนกเป็นรายข้อพบว่า ลักษณะทางกายภาพของชุดจำลองปฏิบัติการเครื่องยนต์แก๊สโซลีน 4 จังหวะ ระดับความคิดเห็นมากที่สุด ($\overline{X}$ =4.87, S.D = 0.35) รองลงมา ชุดจำลองปฏิบัติการเครื่องยนต์แก๊สโซลีน 4 จังหวะ การบำรุงรักษามีความง่าย ระดับความคิดเห็นมากที่สุด ($\overline{X}$ =4.50, S.D = 0.53) ชุดจำลองปฏิบัติการเครื่องยนต์แก๊สโซลีน 4 จังหวะ เหมาะสมใช้เป็นสื่อการเรียนการสอน ระดับความคิดเห็นมาก ($\overline{X}$ =4.37, S.D = 0.51) ชุดจำลองปฏิบัติการเครื่องยนต์แก๊สโซลีน 4 จังหวะ มีความมั่นคง แข็งแรง ทนทานต่อการใช้การเรียน ระดับความคิดเห็นมาก ($\overline{X}$ =4.37, S.D = 0.74) และลำดับท้ายสุด นักศึกษามีส่วนร่วมในการปฏิบัติทำให้เกิดความเข้าใจ($\overline{X}$ =4.00, S.D = 0.92)

สรุปและอภิปรายผล

การวิจัยครั้งนี้จะได้ ชุดจำลองปฏิบัติการเครื่องยนต์แก๊สโซลีน 4 จังหวะ ที่มีคุณภาพที่ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน พบว่า ค่าเฉลี่ยระดับความคิดเห็น คุณภาพดี ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของภาวนา พรหมสาลีและคณะ ที่ได้ทำการวิจัยเรื่อง การสร้างชุดฝึกปฏิบัติการต่อวงจรระบบไฟฟ้าในรถจักรยานยนต์ คุณภาพชุดฝึกอยู่ในระดับมาก ผลวิเคราะห์หาประสิทธิภาพชุดจำลองปฏิบัติการเครื่องยนต์แก๊สโซลีน 4 จังหวะ พบว่าค่าคะแนนแบบฝึกหัด มีค่าคะแนนเฉลี่ย (E1) คิดเป็นร้อยละ 82.25 และมีค่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน (E2) คิดเป็นร้อยละ 85.23 ซึ่งมีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.25/85.23 เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ สอดคล้องกับงานวิจัยของธีระพล บุญธรรม ที่ได้ทำการวิจัยเรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพเอกสารประกอบการสอนรายวิชางานเครื่องยนต์แก๊สโซลีน รหัสวิชา 20101-2001 นักเรียนมีความรู้สูงขึ้น ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาโดยใช้ชุดจำลองปฏิบัติการเครื่องยนต์แก๊สโซลีน 4 จังหวะ พบว่าจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาโดยใช้ชุดจำลองปฏิบัติการเครื่องยนต์แก๊สโซลีน 4 จังหวะ ซึ่งมีคะแนนเต็ม 40 คะแนน กลุ่มตัวอย่างจำนวน 14 คน มีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 24.78 และ คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 38.28 จึงสรุปได้ว่านักศึกษาที่ได้รับการเรียนรู้ด้วยชุดจำลองปฏิบัติการเครื่องยนต์แก๊สโซลีน 4 จังหวะ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ผลการวิจัยพบว่าระดับความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดจำลองปฏิบัติการเครื่องยนต์แก๊สโซลีน 4 จังหวะ ภาพรวมอยู่ในระดับ มาก ($\overline{X}$ =4.35, S.D = 0.39) เนื่องจากนักศึกษาได้เห็นของจริงกลไกภายในจริง และมีความตั้งใจในการเรียน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของฉลองวุฒิ ศรีทองบริบูรณ์ ได้ทำการวิจัยเรื่อง พัฒนาชุดฝึกทักษะปฏิบัติ วิชางานเครื่องมือกลเบื้องต้น เรื่อง งานตัด งานเจียระไน และงานเจาะ ด้วยกระบวนการสอนรูปแบบ MIAP สำหรับผู้เรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

ควรมีการสอนทฤษฎีเกี่ยวโครงสร้างการออกแบบ เพื่อให้นักศึกษาเข้าใจหลักการออกแบบ และเข้าใจหน้าที่ชิ้นส่วนแต่ละชิ้นภายในเครื่องยนต์แก๊สโซลีน 4 จังหวะ

ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

เพื่อให้เกิดการเรียนรู้มากขึ้น ควรศึกษาเฉพาะเจาะจงในแต่ละระบบการทำงาน เช่น ระบบจ่ายเชื้อเพลิง ระบบจุดระเบิด เป็นต้น

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ขอกราบขอบพระคุณ เจ้าของผลงาน วรรณกรรม เจ้าของหนังสือ และผลงานวิจัยที่ได้กล่าวถึงและไม่ได้กล่าวถึง นำข้อมูลของท่านมาเป็นส่วนในการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัย ขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงสำหรับ บิดา มารดา ที่ให้การอบรมสั่งสอน สนับสนุนทุกอย่าง และเป็นกำลังใจสำคัญทำให้ผู้วิจัยประสบความสำเร็จในการจัดทำวิจัย คุณค่าและประโยชน์ที่พึงได้จากวิจัยฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นการบูชาพระคุณบิดา มารดา และผู้มีพระคุณทุกท่าน

บรรณานุกรม

ชัยยง ศิริพรมงคลชัย.(2559).เครื่องยนต์เผาไหม้ภายใน (ฉบับปรับปรุง).กรุงเทพฯ:โอเดียนสโตร์.

Max Bohner, Hellmut Gerschler, Heinz Gobweiler, Siegfried Leyer, Wolfram Mpichler, Wolfgang Saier, Heinz Zwickel.(1989).Technology for the Automotive Trade Volume 2. Germany: Vollmer GmbH&Co.

William H. Crouse and Donald L. Anglin. (1995).Automotive Engines. 8th ed. Singapore: McGraw-Hill.

R.G. Grant. (2010). Flight the Complete History.London: Dorling Kindersley.

Ed May. (2005). Automotive Mechanics Vol-2. 7th ed. Australia: McGraw

อนุรักษ์ นุ่นแก้ว นงนภัสส์ มากชูชิต อริสรา บุญรัตน์.(2565).การพัฒนาชุดการสอนเรื่องความปลอดภัยและการใช้เครื่องมือในงานช่างยนต์โดยใช้ทฤษฎีการเรียนรู้ของ อาร์ โรเจอร์ เพื่อเสริมสร้างสมรรถนะวิชาชีพสำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพปีที่ 1 วิทยาลัยสารพัดช่างสงขลา.วารสารมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ สาขามนุษย์ศาสตร์และสังคมศาสตร์.ปีที่ 9 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม – ธันวาคม 2565.น112-129

ประชิต พรหมสุวรรณ ธนะวิทย์ ทองวิเชียร ภาวนา พรหมสาลี.(2551).การพัฒนาชุดฝึกปฏิบัติเครื่องยนต์แก๊สโซลีนควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์.ประชุมวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรมระดับชาติครั้งที่ 10.น118-123

ฉลองวุฒิ ศรีทองบริบูรณ์. (2563). พัฒนาชุดฝึกทักษะปฏิบัติ วิชางานเครื่องมือกลเบื้องต้น เรื่อง งานตัดงานเจียระไน และงานเจาะ ด้วยกระบวนการสอนรูปแบบ MIAP สำหรับผู้เรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ. วารสารศิลปากรศึกษาศาสตร์วิจัย. 12(1), 281-296.สนิท ขวัญเมือง.(2559).ชุดฝึกแมคคาทรอนิกส์เครื่องเจาะชิ้นงานอัตโนมัติ.วารสารคุรศาสตร์อุตสาหกรรม.ปีที่ 15 ฉบับที่ 1 เดือนมกราคม – เมษายน 2559,น.157-164

ภาวนา พรหมสาลี ประชิต พรหมสุวรรณ และ ปรีชา ชัยกูล.(2560).การสร้างชุดฝึกปฏิบัติการต่อวงจรระบบไฟฟ้าในรถจักรยานยนต์.รายงานสืบเนื่องการประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลครั้งที่ 10 น.130-139

ธีระพล บุญธรรม.(2564).การสร้างและหาประสิทธิภาพเอกสารประกอบการสอนรายวิชางานเครื่องยนต์แก๊สโซลีน.วารสารวิจัยและนวัตกรรมการอาชีวศึกษา.ปีที่ 5 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม – ธันวาคม 2564,น.150-15