การพัฒนาชุดฝึกปฏิบัติเครื่องยนต์แก๊สโซลีนควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์
Development of Practical Training Set for Gasoline Engine Electronic Control

ประชิต พรหมสุวรรณ[1] ธนะวิทย์ ทองวิเชียร[2], ภาวนา พรหมสาลี[1]

[1]สาขาวิชาช่างยนต์ [2]สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องจักรกลเกษตร สาขาอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาลัยรัตภูมิ 414 ม. 14 ต.ท่าชะมวง อ.รัตภูมิ จ.สงขลา 90180
prachit.p@rmutsv.ac.th [1], tanawit2@gmail.com [2], manop-jo9@hotmail.com [1]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาชุดฝึกปฏิบัติเครื่องยนต์แก๊สโซลีนควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ โดยชุดฝึกปฏิบัติที่สร้างขึ้นนี้จะแยกการทำงานของแต่ละระบบให้เห็นอย่างชัดเจน ทั้งระบบเครื่องยนต์ ระบบจ่ายเชื้อเพลิง ระบบไฟชาร์จ ระบบควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ และระบบตรวจจับสัญญาณต่างๆ ซึ่งมีการออกแบบให้ผู้เรียนสามารถฝึกปฏิบัติการต่อวงจรแยกแต่ละวงจรได้ และสามารถวิเคราะห์ปัญหาข้อขัดข้องได้ โดยผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 7 ท่าน ผลการวิจัยพบว่าด้านการออกแบบและด้านการนำชุดฝึกปฏิบัติไปใช้สอนมีความสอดคล้องกันอยู่ในระดับมากสามารถนำชุดฝึกปฏิบัติเครื่องยนต์แก๊สโซลีนควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์นี้ไปใช้ในการเรียนการสอนในรายวิชาเกี่ยวกับเทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่กับผู้เรียนได้

คำสำคัญ: ชุดฝึกปฏิบัติเครื่องยนต์แก๊สโซลีน อิเล็กทรอนิกส์ เทคโนโลยี

Abstract

This study aimed to develop the practical training set of gasoline engine electronic control. This invented practical training set will clearly separate the function work of each system such as engine system, fuel system, charging system, electrical control system, and detection signals system. It was designed for student to be able to practice connecting the circuits of each system, and be able to analyze each problem. The training set was assessed by 7 professional experts. The results showed that the design and the implementation of the training set were congruent at a high level. This practical training set of gasoline engine electronic control can effectively be used in teaching students about new vehicles technology.

Keyword: gasoline engine practical training set, electronic, technology

1.บทนำ

ปัจจุบันเทคโนโลยีทางด้านยานยนต์ได้มีการแข่งขันพัฒนาระบบต่างๆ ทุกระบบ มีอุปกรณ์ควบคุมที่มีความแม่นยำและยุ่งยากซับซ้อน ทั้งในระบบเครื่องยนต์ ระบบส่งกำลัง ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ระบบไฟสัญญาณ ระบบควบคุมการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง ซึ่งในปัจจุบันการส่งจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงเข้าสู่ห้องเผาไหม้ของเครื่องยนต์จะควบคุมด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์แทนระบบส่งจ่ายน้ำมันด้วยคาร์บูเรเตอร์ มีอุปกรณ์ตรวจจับสภาวะต่างๆของเครื่องยนต์ แล้วทำการประมวลผลโดยชุดอิเล็กทรอนิคส์ เพื่อให้เครื่องยนต์มีประสิทธิภาพในการทำงาน

 DOI:10.14416/c.fte.2017.11.019

สูงสุด[1],[2] ในปัจจุบันการออกแบบการเดินสายไฟฟ้าของเครื่องยนต์จะรวมทุกวงจรในชุดสายไฟอย่างเป็นระเบียบ ช่างที่สามารถซ่อมเมื่อระบบต่าง ๆ ของเครื่องยนต์เกิดปัญหา ต้องมีประสบการณ์ และผ่านการอบรมจากบริษัทผู้ผลิต

ในสถานศึกษาหรือศูนย์ฝึกอบรมต่าง ๆ จำเป็นที่จะต้องผลิตช่างเทคนิคที่มีคุณภาพทั้งทางด้านความรู้และทักษะ ให้ได้คุณสมบัติตรงตามความต้องการของสถานประกอบการ ชุดฝึกปฏิบัติถือเป็นตัวกลางที่สำคัญในการเป็นสื่อกลางในการถ่ายทอดความรู้ไปสู่ผู้เรียนให้มีความเข้าใจในเรื่องที่ต้องการจะศึกษา การสร้างชุดฝึกเป็นกระบวนการแก้ปัญหาในการถ่ายทอด สามารถทำเรื่องยากให้เป็นเรื่องง่าย สามารถทำเรื่องที่ยากซับซ้อนให้สามารถเข้าใจได้ง่าย[3],[4] ปัจจุบันข้อมูลทางเทคนิคบางอย่างบริษัทผู้จำหน่ายบางแห่งก็ยังเป็นที่ปิดบังไม่มีการเผยแพร่ หน้าที่ของครูผู้สอนจะต้องก้าวตามเทคโนโลยีที่เปลี่ยนแปลงไป เพื่อให้ผู้เรียนได้เข้าใจระบบที่พัฒนาได้ฝึกปฏิบัติให้เกิดการเรียนรู้เพื่อนำไปสู่การวิเคราะห์แก้ปัญหาในงานจริง

จากสภาพปัญหาความซับซ้อนของระบบควบคุมเครื่องยนต์ด้วยอิเล็กทรอนิกส์ การขาดชุดฝึกปฏิบัติในการเรียนการสอน ประกอบกับครุภัณฑ์ทางการศึกษามีราคาสูงมาก เพื่อให้ผู้เรียนหรือผู้ที่สนใจได้มีความเข้าใจการทำงานของระบบควบคุมเครื่องยนต์ด้วยอิเล็กทรอนิกส์ ผู้วิจัยจึงได้พัฒนาและสร้างชุดฝึกปฏิบัติจากเดิมที่ชุดฝึกสามารถเรียนรู้ได้แค่การวิเคราะห์ปัญหาข้อขัดข้องเบื้องต้น เนื่องจากชุดสายไฟต่าง ๆ ถูกมัดรวม ทุกวงจรที่ทำหน้าที่ควบคุมเครื่องยนต์เป็นชุดสายไฟเดียวกัน โดยออกแบบให้ผู้เรียนสามารถแยกฝึกต่อเสียบสายในแต่ละวงจรได้ ตั้งแต่วงจรหน่วยควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ วงจรเซนเซอร์ตรวจกับการทำงานต่างๆ วงจรอุปกรณ์ตัวทำงานของเครื่องยนต์ ชุดฝึกปฏิบัติสามารถวิเคราะห์ปัญหาข้อขัดข้องได้ ซึ่งการวิจัยในครั้งนี้จะเป็นประโยชน์แก่ผู้เรียน หรือผู้ที่สนใจที่จะสามารถศึกษาระบบควบคุมเครื่องยนต์ด้วยอิเล็กทรอนิกส์ ให้เข้าใจการทำงานของระบบได้ง่ายขึ้น

2.ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 อัตราส่วนผสมของอากาศและน้ำมันเชื้อเพลิง

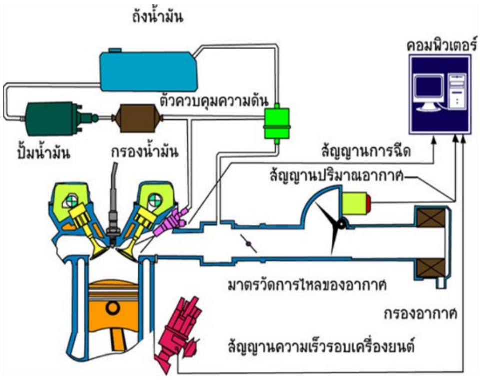
อัตราส่วนผสมของอากาศและน้ำมันเชื้อเพลิง นับว่าเป็นสิ่งสำคัญมากอย่างหนึ่งที่จะมีผลต่อประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ หากอัตราส่วนผสมของเชื้อเพลิงที่ป้อนเข้าไปยังกระบอกสูบไม่เหมาะสม จะเป็นสาเหตุให้เครื่องยนต์มีกำลังงานต่ำสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง และเกิดแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) มากซึ่งจะเป็นอันตรายต่อร่างกายของมนุษย์ อัตราส่วนผสมของอากาศและน้ำมันเชื้อเพลิง ที่ใช้กับเครื่องยนต์ จะประกอบด้วยส่วนผสม 3 แบบ คือ

2.1.1 อัตราส่วนผสมของอากาศและน้ำมันเชื้อเพลิงตามทฤษฎี (theoretical air-fuel ratio)ของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน คือ 14.7:1

2.1.2 อัตราส่วนผสมบาง (lean mixture) เป็นอัตราส่วนที่อากาศมากกว่า 14.7 : 1

2.1.3อัตราส่วนผสมหนา (rich mixture) เป็นอัตราส่วนที่อากาศน้อยกว่า 14.7 : 1

2.2 หลักการเบื้องต้นระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์



ภาพที่ 1 อุปกรณ์พื้นฐานระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์

ระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic fuel injection System) หรือเรียกว่าระบบ EFI เป็นระบบการจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงให้กับเครื่องยนต์ โดยใช้หัวฉีดที่มีการควบคุมการทำงานด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์ หรือคอมพิวเตอร์

หลักการเบื้องต้น

น้ำมันเชื้อเพลิงจากถังจะถูกส่งผ่านกรองน้ำมัน ไปยังหัวฉีดซึ่งติดตั้งไว้ที่ท่อไอดีของแต่ละสูบ โดยใช้ปั๊มไฟฟ้า เมื่อสัญญาณไฟฟ้าจากคอมพิวเตอร์ป้อนเข้าหัวฉีด น้ำมันเชื้อเพลิงที่มีความดันประมาณ 2.5 บาร์ (bar) จะถูกฉีดเข้าไปผสมกับ

 DOI:10.14416/c.fte.2017.11.019

อากาศในท่อไอดี แล้วถูกดูดเข้ากระบอกสูบของเครื่องยนต์ สำหรับปริมาณน้ำมันที่ถูกฉีดออกมาจะมากหรือน้อย จะขึ้นอยู่กับระยะเวลาในการป้อนไฟฟ้าเข้าหัวฉีด กล่าวคือ ถ้ามีสัญญาณไฟฟ้าป้อนเข้าหัวฉีดนาน ปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงจะถูกฉีดออกมามาก

2.3ส่วนประกอบของระบบควบคุมเครื่องยนต์ด้วยอิเล็กทรอนิกส์

จะประกอบไปด้วยอุปกรณ์ต่างๆ ที่สำคัญ ซึ่งหากแยกอุปกรณ์ต่าง ๆ เหล่านี้ตามหน้าที่การทำงาน จะสามารถแยกเป็นระบบย่อย ๆ ได้ 3 ระบบคือ

2.3.1 ระบบเชื้อเพลิง (Fuel system) ที่ประกอบด้วย ถังน้ำมัน ปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิง กรองน้ำมันเชื้อเพลิง ท่อจ่ายน้ำมัน ตัวควบคุมความดันน้ำมัน หัวฉีดประจำสูบ และหัวฉีดสตาร์ทเย็น

2.3.2 ระบบประจุอากาศ (Air induction system) ที่ประกอบด้วย กรองอากาศ มาตรวัดการไหลของอากาศ เรือนลิ้นเร่ง ห้องประจุไอดี ท่อไอดี และลิ้นอากาศ

2.3.3 ระบบควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ ที่ประกอบด้วย หน่วยควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ หรือคอมพิวเตอร์ ตัวตรวจจับอุณหภูมิน้ำ ตัวตรวจจับอุณหภูมิอากาศ ตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่ง และ ตัวตรวจจับสัญญาณ (Sensor)

2.4.เซนเซอร์ตรวจจับสัญญาณ

2.4.1 เซนเซอร์วัดอุณหภูมิไอดี จะติดตั้งอยู่บริเวณท่อทางเดินของอากาศ ซึ่งจะทำหน้าที่วัดอุณหภูมิไอดีที่ไหลเข้ากระบอกสูบ

2.4.2 เซนเซอร์อุณหภูมิน้ำหล่อเย็น จะติดตั้งอยู่บริเวณท่อทางเดินของน้ำหล่อเย็น โครงสร้างภาย ในของเซนเซอร์จะใช้สารเทอร์มิสเตอร์ติดตั้งอยู่ที่ด้านปลายท่อของเซนเซอร์ ซึ่งสารเทอร์มิสเตอร์นี้จะมีคุณสมบัติที่ไวต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ

2.4.3 เซนเซอร์วัดแรงดันอากาศจะทำหน้าที่วัดปริมาตรของไอดีโดยการทำงานของไอซีที่บรรจุอยู่ภายในเซนเซอร์และคอมพิวเตอร์จะคำนวณและกำหนดปริมาตรการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเบื้องต้น

2.4.4 เซนเซอร์ตำแหน่งลิ้นเร่ง (Throttle Position Sensor) ซึ่งจะใช้ในระบบฉีดเชื้อเพลิงควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์แบบ TCCS ติดตั้งอยู่ที่เรือนลิ้นเร่ง โดยจะทำหน้าที่ส่งสัญญาณมุมการเปิดของลิ้นตามภาระของเครื่องยนต์ไปยังคอมพิวเตอร์

2.4.5 เซนเซอร์วัดความเร็วรถยนต์ (Speed Sensor) เป็นเซนเซอร์ที่ทำหน้าที่ตรวจจับความเร็วของรถยนต์ในขณะขับขี่ เพื่อส่งสัญญาณความเร็วให้หน่วยประมวลผลเพื่อปรับปริมาณการฉีดเชื้อเพลิงที่เหมาะสม [5]

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ในการพัฒนาชุดฝึกปฏิบัติเครื่องยนต์แก๊สโซลีนควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ ผู้วิจัยได้กำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่างโดยใช้ผู้เชี่ยวชาญในสาขาที่เกี่ยวข้องมาทำการประเมินชุดฝึกปฏิบัติดังนี้

3.1.1 ประชากร

ประชากรที่นำมาใช้ในการวิจัยเป็นอาจารย์ผู้สอนด้านเครื่องกลที่มีประสบการณ์ในการสอนอย่างน้อย 5 ปี และช่างฝ่ายเทรนนิ่งด้านไฟฟ้ายานยนต์ของสถานประกอบการของบริษัทรถยนต์

3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างผู้ทำการวิจัยได้ทำการเลือกแบบเจาะจงซึ่งเป็นอาจาย์ที่สอนด้านเครื่องกลของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล อาจาย์ที่สอนด้านไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ยานยนต์ของวิทยาลัยเทคนิค ซึ่งมีประสบการณ์ในการสอนไม่น้อยกว่า 5 ปี และช่างฝ่ายเทรนนิ่งด้านไฟฟ้ายานยนต์ของสถานประกอบการของบริษัทรถยนต์ จำนวน 7 คน

3.2 การออกแบบชุดฝึกปฏิบัติ

3.2.1 ศึกษาข้อมูลรูปแบบของวงจรแต่ละวงจรที่จะสกรีนลงในแผงชุดฝึก

3.2.2 ศึกษาขนาดที่เหมาะสมด้านความกว้าง ความยาว ความสูงของชุดฝึก

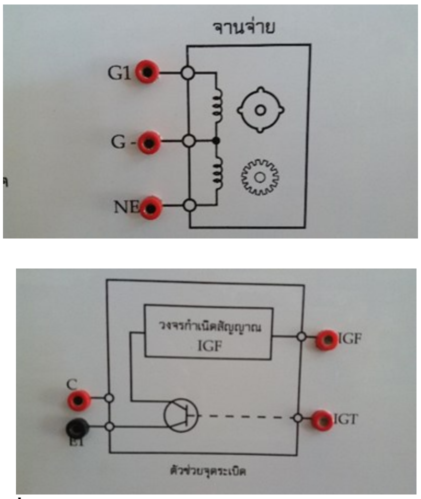
3.2.3 ศึกษาขนาดและวัสดุที่ใช้ทำโครงสร้างของชุดฝึก

3.2.4 ศึกษาขนาดและวัสดุที่ใช้ทำแผงชุดฝึก

 DOI:10.14416/c.fte.2017.11.019

3.2.5 ศึกษารูปแบบการติดตั้งเครื่องยนต์ให้เหมาะสมกับแผงฝึก

3.2.6 ศึกษารูปแบบการติดตั้งเต้าเสียบเพื่อความแข็งแรง



ภาพที่ 2 รูปแบบของวงจรและเจ็กเสียบต่อสายไฟ

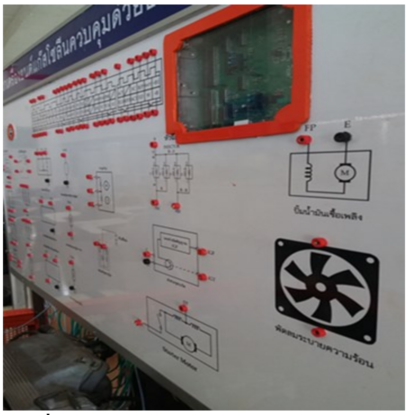
3.3 พัฒนาชุดฝึกปฏิบัติเครื่องยนต์แก๊สโซลีนควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ตามแบบ

3.3.1 ชุดฝึกสร้างให้มีการฝึกต่อวงจรได้ทุกวงจร

3.3.2 ชุดฝึกสร้างโครงสร้างด้วยเหล็กกล่องขนาด 1.2 x 1.2 นิ้ว

3.3.3 ชุดฝึกได้ใช้แผงฝึกที่มีความหนา 10 มม. ใช้วัสดุใสเพื่อความสวยงาม

3.3.4 ชุดฝึกมีการสร้างเครื่องยนต์ติดตั้งบนแท่นเหล็กหนา 5 มม.

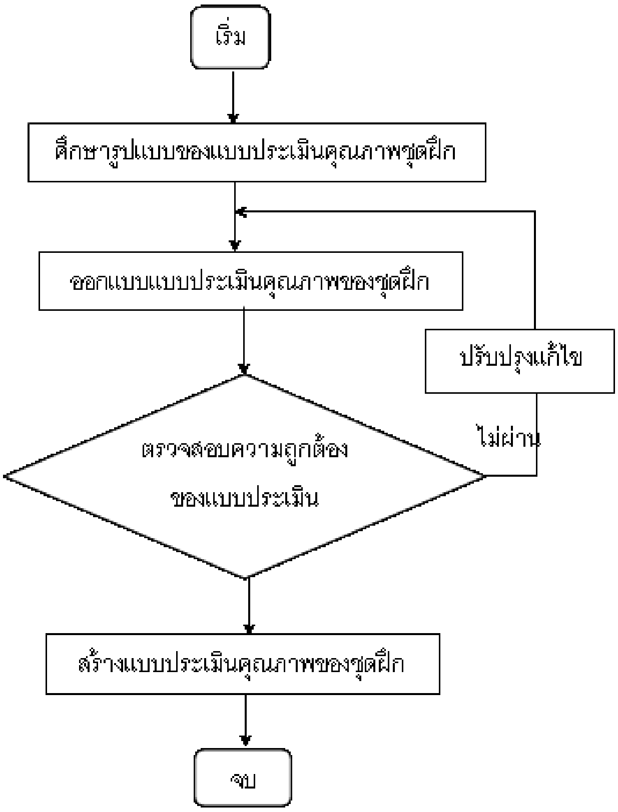


ภาพที่ 3 รูปแบบการจัดวางอุปกรณ์บนแผงฝึก

ภาพที่ 4 การจัดวางเครื่องยนต์และแผงวงจรฝึกปฏิบัติ

3.4 สร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างเครื่องมือในการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ โดยมีขั้นตอนในการสร้างแบบประเมินดังนี้



3.5 ทดลองใช้และเก็บรวบรวมข้อมูล

3.5.1 เชิญผู้เชี่ยวชาญเป็นอาจารย์ที่สอนด้านเครื่องกลของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล อาจารย์ที่สอนด้านไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ยานยนต์ของวิทยาลัยเทคนิค ซึ่งมี

 DOI:10.14416/c.fte.2017.11.019

ประสบการณ์ในการสอนไม่น้อยกว่า 5 ปี และช่างฝ่ายเทรนนิ่งด้านไฟฟ้ายานยนต์ของสถานประกอบการณ์ของบริษัทรถยนต์ จำนวน 7 คนเพื่อประเมินคุณภาพของชุดฝึกปฏิบัติ

3.5.2 ผู้วิจัยแนะนำรายละเอียดของชุดฝึกปฏิบัติ ให้แก่ผู้เชี่ยวชาญ

3.5.3 ประเมินความคิดเห็นด้านคุณภาพของชุดฝึกปฏิบัติและผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อนำไปวิเคราะห์ข้อมูล

3.6วิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล

ข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ โดยที่แบบสอบถามเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ผู้วิจัยได้หาค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) [6]

4. ผลการวิจัย

ผลการวิเคราะห์ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อชุดฝึกปฏิบัติเครื่องยนต์แก๊สโซลีนควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์

4.1 ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญในด้านการออกแบบชุดฝึกปฏิบัติ

จุดประเมินที่ 1 คือ มีโครงสร้างเหมาะสมสวยงาม

จุดประเมินที่ 2 คือ มีการเลือกใช้วัสดุที่เหมาะสม

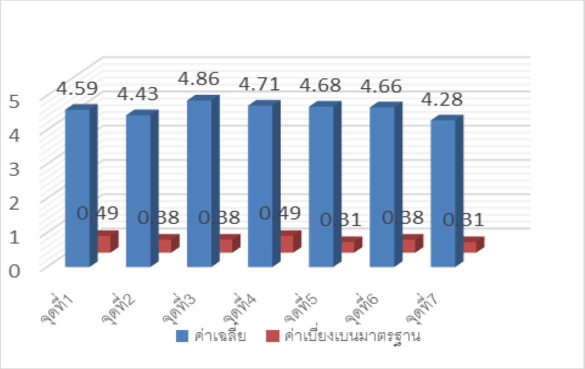
จุดประเมินที่ 3 คือ มีการแยกแต่ละวงจรชัดเจน

จุดประเมินที่ 4 คือ มีจุดเสียบต่อสายไฟที่แข็งแรง

จุดประเมินที่ 5 คือ การจัดวางตำแหน่งอุปกรณ์ที่เหมาะสม

จุดประเมินที่ 6 คือ เครื่องยนต์มีการติดตั้งบนแท่นที่มีความแข็งแรงปลอดภัย

จุดประเมินที่ 7 คือ มีการเคลื่อนย้ายได้สะดวก



ภาพที่ 5 กราฟแสดงความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบชุดฝึกปฏิบัติ

จากภาพที่ 5 แสดงให้เห็นว่าผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นสอดคล้องกันในด้านการออกแบบชุดฝึกปฏิบัติ ของจุดประเมินทั้ง 7 จุด อยู่ในระดับมาก ($\bar{x}$ = 4.60, S.D. 0.43) โดยจุดประเมินที่ผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นสอดคล้องกันมากที่สุดคือคือ จุดประเมินที่ 3 คือมีการแยกแต่ละวงจรชัดเจน ($\bar{x}$ = 4.86, S.D. 0.38)

4.2 ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญในด้านการนำชุดฝึกปฏิบัติไปใช้สอน

จุดประเมินที่ 1 คือ มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การสอน

จุดประเมินที่ 2 คือ ชุดฝึกสามารถทำให้เกิดการเรียนรู้ได้ง่าย

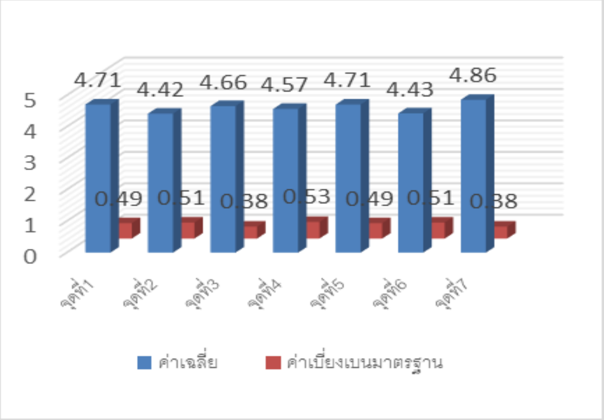
จุดประเมินที่ 3 คือ ชุดฝึกสามารถให้ผู้เรียนปฏิบัติการต่อวงจรแยกแต่ละวงจรได้

จุดประเมินที่ 4 คือ ชุดฝึกสามารถแสดงผลการทำงานตามทฤษฎี

จุดประเมินที่ 5 คือ ชุดจำลองสถานการณ์ของชุดฝึกทำให้ผู้เรียนเกิดการคิดวิเคราะห์

จุดประเมินที่ 6 คือ ชุดฝึกช่วยกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน

จุดประเมินที่ 7 คือ ใช้เป็นสื่อการสอนได้



ภาพที่ 6 กราฟแสดงความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านการนำชุดฝึกปฏิบัติไปใช้สอน

จากภาพที่ 6 แสดงให้เห็นว่าผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นสอดคล้องกันในด้านการนำชุดฝึกปฏิบัติไปใช้สอน ของจุดประเมินทั้ง 7 จุด อยู่ในระดับมาก ($\bar{x}$ = 4.65, S.D. 0.47) โดยจุดประเมินที่ผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นสอดคล้องกันมากที่สุดคือ คือ จุดประเมินที่ 7 ใช้เป็นสื่อการสอนได้ ($\bar{x}$ = 4.86, S.D. 0.38)

 DOI:10.14416/c.fte.2017.11.019

5. สรุปผล

จากการประเมินระดับคุณภาพของชุดฝึกปฏิบัติเครื่องยนต์แก๊สโซลีนควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ ที่ได้พัฒนาขึ้นโดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นอาจารย์ผู้สอนด้านเครื่องกลที่มีประสบการณ์ในการสอนอย่างน้อย 5 ปี และช่างฝ่ายเทรนนิ่งด้านไฟฟ้ายานยนต์ของสถานประกอบการของบริษัทรถยนต์เป็นผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์สอนในวิชาจักรยานยนต์ และอาจารย์ทางด้านเครื่องกลจำนวน 7 ท่าน ผลการวิเคราะห์ข้อมูลความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญโดยสรุปทั้งด้านการออกแบบ และด้านการนำชุดฝึกไปใช้สอน มีค่าเฉลี่ย 4.63 อยู่ในเกณฑ์ 4.51-5.00 ระดับคุณภาพ ผู้เชี่ยวชาญเห็นด้วยอย่างยิ่ง ชุดฝึกปฏิบัติเครื่องยนต์แก๊สโซลีนควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์สามารถนำไปใช้เป็นชุดปฏิบัติการสอนให้กับผู้ที่มีความสนใจได้เป็นอย่างดี

6. เอกสารอ้างอิง

[1] สมปอง คงนิ่มเครื่องยนต์เบนซินควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ , ภาคทฤษฎี กรุงเทพ: ซีเอ็ดยูเคชั่น,2553

[2] นพดล เวชวิฐาน, เครื่องยนต์หัวฉีด EFI (ฉบับปรับปรุง (พิมพ์ครั้งที่ 34 สำนักพิมพ์ สสมาคมส่งเสริม .ท.ส. เทคโนโลยี(ญี่ปุ่น-ไทย) , 2552

[3] ลัดดา ศุขปรีดี, เทคโนโลยีทางการศึกษา พิมพ์ครั้งที่)3) กรุงเทพ โรงพิมพ์พิฆเณศ, 2522

[4] สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ .ศ.2542 กรุงเทพมหานคร, โรงพิมพ์ครุสภาลาดพร้าว,2542

[5] ประสานพงษ์ หาเรือนชีพงานระบบฉีดเชื้อเพลิง , อิเล็กทรอนิกส์ กรุงเทพ:ซีเอ็ดยูเคชั่น,2547

[6] ล้วน สายยศ และอังศณา สายยศ, เทคนิควิจัยทางการศึกษา, พิมพ์ครั้งที่ 5 กรุงเทพสุวีริยาสาสน์ :, 2538

 DOI:10.14416/c.fte.2017.11.019