

การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกวิเคราะห์ปัญหาเครื่องยนต์ TOYOTA 1NZ –FE ชุดควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ (ECU)

CREATING AND OPTIMIZING PROBLEM ANALYSIS TRAINING KITSFOR TOYOTA ENGINE 1NZ – FE WITH ELECTRONIC CONTROL UNIT (ECU)

รัฐธรรมนูญ พูลประเสริฐ1 , ธเนศ สิงโต2 ,อุเทน โปยขุนทด3 , เจต ถาวร4 , ชนะ แตงคง5

Ratthatthammanun Poolprasert1 , Tanes Singto2 , Uthen Poykunthod3, Jet Thaworn 4, Chana Tangkhong5

บทความวิจัย

วันที่รับบทความ 23 พฤศจิกายน 2564

วันที่แก้ไขบทความ 16 ธันวาคม 2564

วันที่ตอบรับบทความ 30 ธันวาคม 2564

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกวิเคราะห์ปัญหาเครื่องยนต์ TOYOTA 1NZ–FE ด้วยชุดควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ (ECU) 2) ศึกษาความพึงพอใจของชุดฝึกวิเคราะห์ปัญหาเครื่องยนต์ TOYOTA 1NZ–FE ด้วยชุดควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ (ECU)กลุ่มเป้าหมาย คือ ผู้เชี่ยวชาญ และผู้ทรงคุณวุฒิ เป็นครูผู้สอนสาขาวิชาเครื่องกล จำนวน 5 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือแบบบันทึกประสิทธิภาพและแบบสอบถามความพึงพอใจ สถิติที่ใช้ในการวิจัย คือ ค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

[1,2] นักศึกษา สาขาวิชาเทคโนโลยียานยนต์ วิทยาลัยเทคนิคสุโขทัย สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ 3

[3,4,5] อาจารย์ประจำ สาขาวิชาเทคโนโลยียานยนต์ วิทยาลัยเทคนิคสุโขทัย, สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ 3

[1,2]Students in Automotive Technology Sukhothai TechnicalCollege Institute of Vocational Education Northern Region3

[3,4,5]Lecturer in Automotive Technology , Sukothai Technical College, Institute of Vocational Education Northern Region 3

ผลการวิจัย พบว่า 1) ประสิทธิภาพของชุดฝึกวิเคราะห์ปัญหาเครื่องยนต์ TOYOTA 1NZ–FE ด้วยชุดควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ (ECU) สามารถปฏิบัติงานเทียบเท่ากับเครื่องวิเคราะห์ปัญหารถยนต์ 100 % 2) ความพึงพอใจผู้ใช้งานชุดฝึกวิเคราะห์ปัญหาเครื่องยนต์ TOYOTA 1NZ–FE ด้วยอิเล็กทรอนิกส์ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก

คำสำคัญ : ชุดฝึกวิเคราะห์ปัญหาเครื่องยนต์ , ประสิทธิภาพ , ความพึงพอใจ

Abstract

The purposes of this research were 1) to Creating and optimizing problem analysis training kits of Toyota 1NZ – FE engine electronics diagnostic training device 2) to study satisfaction of an engine electronics diagnostic training device. The samples for evaluating and testing Toyota 1NZ – FE engine electronics diagnostic training device were chosen by 5 automotive engineering lecturers. The research tools consisted of an evaluation form of efficiency and satisfaction form. Data were statistically analyzed by mean and standard deviation.

The results of the research were found that 1) the Toyota 1NZ – FE engine electronics diagnostic training device could diagnose effectively which functional equals than car diagnostic. 2) The tested lecturers were satisfied with diagnostic training devices at the much level

Keywords: Diagnostic training kit car , Engine , efficiency , satisfaction

บทนำ

เครื่องยนต์ในปัจจุบันนำระบบอิเล็กทรอนิกส์มาใช้ในเครื่องยนต์เพื่อควบคุมการทำงานของระบบต่างๆผ่านชุดควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ (ECU) อาทิเช่น การจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิง การจุดระเบิด การทำงานของคอมเพรสเซอร์ พัดลมระบายความร้อน ระบบควบคุมไอน้ำมันเชื้อเพลิง เป็นต้น จึงมีเครื่องมือเพื่อตรวจสอบการทำงานของชุดควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ (ECU) ว่าเกิดการทำงานที่ผิดพลาดในส่วนใดของรถยนต์ เครื่องวิเคราะห์รถยนต์ (Scan Tool) จึงเกิดขึ้นมาพร้อมกับการคิดกล่อง ECU เพื่อที่จะได้เอาไว้ตรวจเช็ค ในระบบของรถยนต์

(โตโยต้ามอเตอร์ ประเทศไทย บริษัทจำกัด [1])

การจัดการศึกษาประเภทช่างอุตสาหกรรม สาขางานยานยนต์และสาขาเทคนิคยานยนต์มีความจำเป็นต้องเรียนรู้เกี่ยวกับโครงสร้างหลักการทำงานและระบบต่างๆของเครื่องยนต์ การควบคุมการทำงานของระบบต่างๆผ่านชุดควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ (ECU) จึงต้องมีเครื่องมือตรวจสอบการทำงานของชุดควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ แต่เครื่องวิเคราะห์รถยนต์หน้าจอมีขนาดเล็กและมีราคาสูง

ผู้ศึกษาจึงจัดทำชุดฝึกเพื่อการเรียนการสอนเป็น ชุดฝึกเครื่องยนต์TOYOTA 1NZ-FE ควบคุมด้วยชุดควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ (ECU) นี้ขึ้นมา เพื่อให้หน้าจอแสดงผลมีขนาดใหญ่ขึ้นเป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอนของรุ่นน้องเพื่อให้นักศึกษาได้เรียนรู้ปัญหาและวิเคราะห์แก้ไขปัญหาของเครื่องยนต์1NZ-FE ได้

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพชุดวิเคราะห์ปัญหาเครื่องยนต์ TOYOTA 1NZ–FE ด้วยชุดควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ (ECU)

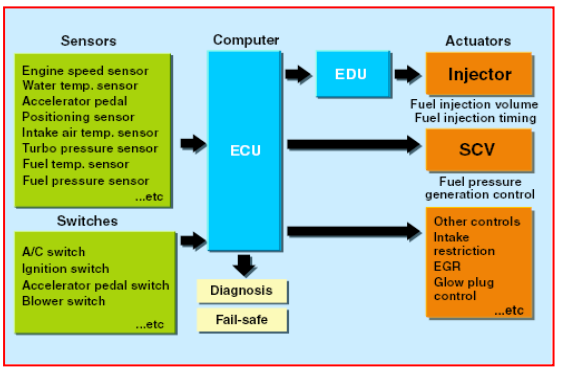
2. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้งานชุดฝึกวิเคราะห์ปัญหาเครื่องยนต์ TOYOTA 1NZ–FE ด้วยชุดควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ (ECU)

แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การจัดทำโครงการชุดฝึกเครื่องยนต์ TOYOTA 1NZ-FEควบคุมชุดควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ (ECU)โดยคณะผู้จัดทำได้รวบรวมข้อมูลต่างๆที่เกี่ยวข้องเพื่อให้การจัดทำโครงงานมีประสิทธิภาพ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. ระบบควบคุมเครื่องยนต์เบนซิน

ระบบป้อนข้อมูล เป็นระบบที่นำสัญญาณที่ได้จากการวัดของตัวรับรู้ต่างๆ ในระบบควบคุมเครื่องยนต์ ส่งให้กับกล่องคอมพิวเตอร์ เพื่อประมวลผลการทำงาน ประกอบด้วย ตัวรับรู้ความเร็วรถยนต์ ตัวรับรู้อุณหภูมิน้ำ ตัวรับรู้ขาคันเร่ง ตัวรับรู้อุณหภูมิอากาศ ตัวรับรู้แรงดันเทอร์โบ ตัวรับรู้อุณหภูมิน้ำมันเชื้อเพลิง ตัวรับรู้แรงดันน้ำมันเชื้อเพลิง เป็นต้น



ภาพที่ 1 ระบบควบคุมเครื่องยนต์เบนซินควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ (สมปอง คงนิ่ม [2])

2. การวิเคราะห์ปัญหาเครื่องยนต์

การวิเคราะห์ปัญหาไฟเครื่องยนต์โชว์และไฟABSเป็นต้น ต้องมาใช้เครื่องสแกนอ่านโค้ชเพื่อที่เราจะได้รู้ว่าไฟที่โชว์นั้นเป็นโค้ชอะไรในขั้นตอนการวิเคราะห์มีดังนี้

1) นำเครื่องมือวิเคราะห์มาเสียบกับปลั๊กOBD 2 แล้วเปิดสวิทช์ ON

2) เข้าโปรแกรมสแกนโค้ชรหัสแล้วกรอกรุ่นรถปีรถนั้นๆ

3) เลือกโหมดEngineเพื่อเข้าไปดูว่ารหัสอะไรโชว์แล้วทำการแก้ไข

4) ทำการแก้ไขเสร็จแล้วก็ทำการลบรหัสที่โชว์ออกไฟEngineก็จะหายไป



ภาพที่ 2 เครื่องวิเคราะห์ปัญหาเครื่องยนต์ (scantool) (การวิเคราะห์ปัญหาเครื่องยนต์ [3])

3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ศิวาวุฒิ (2557 : บทคัดย่อ) [4] ไดทำการวิจัยและรายงานผลการทดลองใช้เอกสารประกอบการสอนวิชางานระบบฉีดเชื้อเพลิง อิเล็กทรอนิกส์ รหัสวิชา 2101-2116 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

(ปวช.)สาขาวิชาเครื่องกล ใช้เอกสารประกอบการสอน วิชางานระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ รหัสวิชา 2101-2116 ผลการศึกษาพบว่า 1) เอกสารประกอบการสอน วิชางานระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ รหัสวิชา 2101-2116 มีประสิทธิภาพ 87.63/86.32 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการทดลองใช้เอกสารประกอบการสอนสูงกว่าก่อนการทดลองใช้เอกสารประกอบการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อเอกสารประกอบการสอนวิชางานระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ รหัสวิชา 2101-2116 โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด แสดงให้เห็นว่าเอกสารประกอบการสอนวิชางานระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ รหัสวิชา 2101-2116 เป็นเอกสารประกอบการสอนที่มีประสิทธิภาพ เมื่อนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้น และผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนการสอนโดยใช้เอกสารประกอบการสอนที่สร้างขึ้น

ปรัชญา การุณวงษ์ (2560 : บทคัดย่อ) [5] งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาค้นคว้าแนวทางและความเป็นไปได้ ในการจัดสร้างเครื่องมือวิเคราะห์ และแสดงค่าการทำงานเซนเซอร์ของเครื่องยนต์ ค่าความผิดปกติ จากกล่อง ECU รถยนต์ การทำงานของระบบเครื่องมือวิเคราะห์ ค่าความผิดพลาด และแก้ไขข้อมูลของกล่อง ECU รถยนต์ โดยใช้วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ทำหน้าที่รับค่าสัญญาณในรูปสัญญาณ Digital เมื่อเครื่องมือได้รับค่าและทำการประมวลผลแล้วจะส่งสัญญาณ Digital ไปยังจอ LCD เพื่อทำการแสดงผลค่าต่างๆของเซนเซอร์ที่กล่อง ECU ที่ส่งสัญญาณมายังเครื่องวิเคราะห์ค่าความผิดพลาด และแก้ไขข้อมูลของ กล่อง ECU รถยนต์ เมื่อประเมินผลเสร็จจะแสดงค่าต่างๆของเซนเซอร์ได้ถูกต้อง แม่นยำ และยังสามารถบอกถึงสภาพ ความผิดปกติของเครื่องยนต์ได้อีก และวงจรไฟฟ้าในรถยนต์เป็นสิ่งจำเป็นอย่างมาก ซึ่งจะสามารถเป็นประโยชน์โดย นำไปใช้ในการทำงานหรือการศึกษาในขั้นต่อ ๆไปได้ เพื่อจำลองการทำงานของเครื่องยนต์

วิธีดำเนินการวิจัย

การดำเนินงานการสร้างและประกอบชิ้นส่วนต่าง ๆ ของเครื่อง การจัดหาวัสดุที่จะใช้ในการสร้างชุดฝึกวิเคราะห์ปัญหาเครื่องยนต์ TOYOTA 1NZ –FE ด้วยชุดควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ (ECU) มีการกำหนดขั้นตอนในการดำเนินงาน วิธีการทำงาน เครื่องมือและอุปกรณ์ที่จะใช้ เพื่อให้เกิดความแข็งแรงทนทานทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสามารถดำเนินการตามขั้นตอนได้ดังต่อไปนี้

1) การทดลองหาประสิทธิภาพของชุดฝึกวิเคราะห์ปัญหาเครื่องยนต์ TOYOTA 1NZ –FE ด้วยชุดควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ (ECU) เพื่อที่จะศึกษาและเก็บข้อมูลทางด้านต่างๆ ไว้สำหรับวินิจฉัยและตรวจสอบข้อบกพร่อง โดย ทดลองใช้จำนวน 5 ครั้ง

2) การเก็บข้อมูลสอบถามความพึงพอใจ ใช้แบบประเมินผลสำหรับผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คนโดยแยกออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้ คือ ประเมินด้านการออกแบบ และแบบประเมินด้านการใช้งาน แบ่งการประเมินความเหมาะสมเป็น 5 ระดับคือ 5,4,3,2 และ 1

ให้ระดับคะแนน 5 หมายถึง มากที่สุด

ให้ระดับคะแนน 4 หมายถึง มาก

ให้ระดับคะแนน 3 หมายถึง ปานกลาง

ให้ระดับคะแนน 2 หมายถึง น้อย

ให้ระดับคะแนน 1 หมายถึง น้อยที่สุด (กนกทิพย์ พัฒนาพัวพันธ์ [6])

สามารถแปลความหมายระดับคะแนนของความคิดเห็น ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย 4.51 – 5.00 หมายความว่า มีระดับความพึงพอใจมากที่สุด

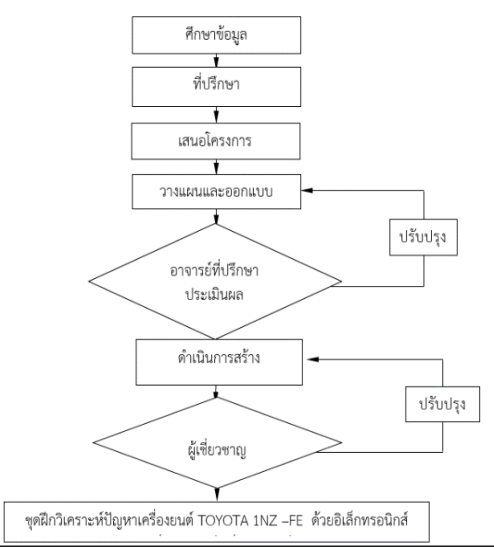
คะแนนเฉลี่ย 3.51 – 4.50 หมายความว่า มีระดับความพึงพอใจมาก

คะแนนเฉลี่ย 2.51 – 3.50 หมายความว่า มีระดับความพึงพอใจปานกลาง

คะแนนเฉลี่ย 1.51 – 2.50 หมายความว่า มีระดับความพึงพอใจน้อย

คะแนนเฉลี่ย 1.00 – 1.50 หมายความว่า มีระดับความพึงพอใจน้อยที่สุด

(กนกทิพย์ พัฒนาพัวพันธ์ [6])



ชุดฝึกวิเคราะห์ปัญหาเครื่องยนต์ TOYOTA 1NZ–FE ด้วยชุดควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ (ECU)

แผนภูมิภาพ 1 : แผนภูมิขั้นตอนการดำเนินงาน

ผลการวิจัย

การทดลองหาประสิทธิภาพของชุดฝึกวิเคราะห์ปัญหาเครื่องยนต์ TOYOTA 1NZ–FE ด้วยชุดควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ (ECU) เพื่อที่จะศึกษาและเก็บข้อมูลทางด้านต่างๆ ไว้สำหรับวินิจฉัยและตรวจสอบข้อบกพร่อง แล้วได้นำข้อวินิจฉัยต่างๆ โดย ทดลองใช้จำนวน 5 ครั้ง

การเก็บข้อมูลความพึงพอใจ ใช้แบบประเมินผลสำหรับผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คนโดยแยกออกเป็น 2 ส่วน คือประเมินด้านการออกแบบ และแบบประเมินด้านการใช้งาน

ตารางที่ 1 ผลการทดลองการวิเคราะห์ปัญหาที่ปฏิบัติงานในชุดฝึกวิเคราะห์ปัญหาเครื่องยนต์ TOYOTA 1NZ–FE ด้วยชุดควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ (ECU)

รายการ	**การวิเคราะห์ปัญหาที่ปฏิบัติงานในชุดฝึก**						
	ครั้งที่1	ครั้งที่2	ครั้งที่3	ครั้งที่4	ครั้งที่5	เฉลี่ยรวม	
1.วิเคราะห์ปัญหารูปไฟเครื่องยนต์โชว์รหัส p0351	ตรวจพบปัญหา	ตรวจพบปัญหา	ตรวจพบปัญหา	ตรวจพบปัญหา	ตรวจพบปัญหา	100%	
2.วิเคราะห์ปัญหารูปไฟเครื่องยนต์โชว์รหัส p0352	ตรวจพบปัญหา	ตรวจพบปัญหา	ตรวจพบปัญหา	ตรวจพบปัญหา	ตรวจพบปัญหา	100%	
3.วิเคราะห์ปัญหารูปไฟเครื่องยนต์โชว์รหัส p0353	ตรวจพบปัญหา	ตรวจพบปัญหา	ตรวจพบปัญหา	ตรวจพบปัญหา	ตรวจพบปัญหา	100%	
4.วิเคราะห์ปัญหารูปไฟเครื่องยนต์โชว์รหัส p0354	ตรวจพบปัญหา	ตรวจพบปัญหา	ตรวจพบปัญหา	ตรวจพบปัญหา	ตรวจพบปัญหา	100%	
คิดค่าเฉลี่ยจากการปฏิบัติงานในชุดฝึกทั้ง 4 ปัญหา มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 100 %							

จากตารางที่ 1 พบว่า ผลการทดลองการวิเคราะห์ปัญหาที่ปฏิบัติงานในชุดฝึกวิเคราะห์ปัญหาเครื่องยนต์ TOYOTA 1NZ–FE ด้วยชุดควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ (ECU) พบว่ามีประสิทธิภาพในการวิเคราะห์ปัญหา 100%

ตารางที่ 2 ผลการทดลองการวิเคราะห์ปัญหาที่ปฏิบัติงานในรถยนต์

รายการ	**การวิเคราะห์ปัญหาที่ปฏิบัติงานในรถยนต์**					
	ครั้งที่1	ครั้งที่2	ครั้งที่3	ครั้งที่4	ครั้งที่5	เฉลี่ยรวม
1.วิเคราะห์ปัญหารูปไฟเครื่องยนต์โชว์รหัส p0351	ตรวจพบปัญหา	ตรวจพบปัญหา	ตรวจพบปัญหา	ตรวจพบปัญหา	ตรวจพบปัญหา	100%
2.วิเคราะห์ปัญหารูปไฟเครื่องยนต์โชว์รหัส p0352	ตรวจพบปัญหา	ตรวจพบปัญหา	ตรวจพบปัญหา	ตรวจพบปัญหา	ตรวจพบปัญหา	100%
3.วิเคราะห์ปัญหารูปไฟเครื่องยนต์โชว์รหัส p0353	ตรวจพบปัญหา	ตรวจพบปัญหา	ตรวจพบปัญหา	ตรวจพบปัญหา	ตรวจพบปัญหา	100%
4.วิเคราะห์ปัญหารูปไฟเครื่องยนต์โชว์รหัส p0354	ตรวจพบปัญหา	ตรวจพบปัญหา	ตรวจพบปัญหา	ตรวจพบปัญหา	ตรวจพบปัญหา	100%
คิดค่าเฉลี่ยจากการปฏิบัติงานในรถยนต์ทั้ง 4 ปัญหา มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 100 %						

จากตารางที่ 2 พบว่า ผลการทดลองการวิเคราะห์ปัญหาที่ปฏิบัติงานในรถยนต์ พบว่ามีประสิทธิภาพในการวิเคราะห์ปัญหา 100%

จากตารางที่ 1 และตารางที่ 2 สรุปผลการทดลองการหาประสิทธิภาพชุดฝึกวิเคราะห์ปัญหาเครื่องยนต์ TOYOTA 1NZ–FE ด้วยอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 5 ครั้ง โดยการวางปัญหาจำนวน 4 ปัญหา และให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจหาปัญหา โดยการปฏิบัติงานในชุดฝึก และการปฏิบัติงานในรถยนต์จริง พบว่าชุดฝึกวิเคราะห์ปัญหาเครื่องยนต์ TOYOTA 1NZ–FE ด้วยอิเล็กทรอนิกส์ มีประสิทธิภาพเท่ากับ 100%

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความพึงพอใจ ของผู้ใช้ชุดฝึกวิเคราะห์ปัญหาเครื่องยนต์ TOYOTA 1NZ –FE ด้วยอิเล็กทรอนิกส์ ด้านการใช้งาน

รายการ	$\bar{x}$	S.D	ระดับความพึงพอใจ
1. นำไปสอนนักศึกษาตามวัตถุประสงค์	5.00	0.00	มากที่สุด
2. สามารถให้นักศึกษาฝึกการวิเคราะห์ปัญหาได้	4.40	0.55	มาก
3. สามารถให้นักศึกษาแก้ไขได้ตรงจุด	4.60	0.55	มากที่สุด
4. สามารถปฏิบัติงานวิเคราะห์ปัญหาของเครื่องยนต์	4.20	0.45	มาก
5. สามารถแสดงผลผ่านทางหน้าจอคอมพิวเตอร์ได้	4.60	0.55	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	4.56	0.23	มากที่สุด

จากตารางที่ 3 พบว่า ผู้ใช้ชุดฝึกวิเคราะห์ปัญหาเครื่องยนต์ TOYOTA 1NZ –FE ด้วยอิเล็กทรอนิกส์ ด้านการใช้งาน ในภาพรวมมีความพึงพอใจ อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.56 S.D.=0.31) แต่เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่าข้อที่มีความพึงพอใจ สูงสุดคือ ข้อ 5 นำไปสอนนักศึกษาตามวัตถุประสงค์ มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ = 5.00 S.D.=0.00) และข้อที่มีความพึงพอใจต่ำสุดคือ ข้อ 4 สามารถปฏิบัติงานวิเคราะห์ปัญหาของเครื่องยนต์ มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก ($\bar{x}$ = 4.20 SD=0.45)

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความพึงพอใจ ของผู้ใช้ชุดฝึกวิเคราะห์ปัญหาเครื่องยนต์ TOYOTA 1NZ –FE ด้วยอิเล็กทรอนิกส์ ด้านการออกแบบ

รายการ	$\bar{x}$	S.D	ระดับความพึงพอใจ
1. รูปทรงลักษณะทางกายภาพอุปกรณ์มีความเหมาะสม	4.00	0.00	มาก
2. ขนาดน้ำหนักของเครื่องมีความเหมาะสม	4.60	0.55	มากที่สุด
3. เครื่องมือมีความปลอดภัยในการใช้งาน	4.20	0.45	มาก
4. ใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมไม่ซับซ้อนในการผลิต	4.60	0.55	มากที่สุด
5. มีความมั่นคง แข็งแรง ทนทานต่อการใช้งาน	4.80	0.45	มากที่สุด
6. บำรุงรักษาและทำความสะอาดได้ง่าย			มากที่สุด
7. เครื่องมือที่สร้างขึ้น ใช้วัสดุอย่างประหยัดต้นทุนต่ำ	4.60	0.55	มาก
	4.00	0.00	
ค่าเฉลี่ย	4.40	0.25	มาก

จากตาราง 4 พบว่า ผู้ใช้ชุดฝึกวิเคราะห์ปัญหาเครื่องยนต์ TOYOTA 1NZ –FE ด้วยอิเล็กทรอนิกส์ ด้านการออกแบบ ในภาพรวมมีความพึงพอใจ อยู่ในระดับมาก ($\bar{x}$ = 4.40 S.D.=0.25) แต่เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่าข้อที่มีความพึงพอใจ สูงสุดคือ ข้อ 5 มีความมั่นคง แข็งแรง ทนทานต่อการใช้งาน มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.8 S.D.=0.45) และข้อที่มีความพึงพอใจต่ำสุดคือ ข้อ 1 รูปทรงลักษณะทางกายภาพอุปกรณ์มีความเหมาะสม มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก ($\bar{x}$ = 4.00 S.D.=0.00) กับข้อ 7 เครื่องมือที่สร้างขึ้น ใช้วัสดุอย่างประหยัดต้นทุนต่ำ มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก ($\bar{x}$ = 4.00 S.D.=0.00)

ตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความพึงพอใจ ของผู้ใช้ชุดฝึกวิเคราะห์ปัญหาเครื่องยนต์ TOYOTA 1NZ –FE ด้วยชุดควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ (ECU)

รายการ	$\bar{x}$	S.D	ระดับความพึงพอใจ
1. ด้านการออกแบบ	4.4	0.25	มาก
2. ด้านการใช้งาน	4.56	0.23	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	4.48	0.01	มาก

จากตาราง 5 พบว่า ผู้ใช้ชุดฝึกวิเคราะห์ปัญหาเครื่องยนต์ TOYOTA 1NZ –FE ด้วยชุดควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ (ECU) ในภาพรวมมีความพึงพอใจ อยู่ในระดับมาก ($\bar{x}$ = 4.48 S.D.=0.01)

การอภิปรายผลการวิจัย

การศึกษาออกแบบสร้าง ชุดฝึกวิเคราะห์ปัญหาเครื่องยนต์ TOYOTA 1NZ –FE ด้วยอิเล็กทรอนิกส์ ในครั้งนี้ สามารถใช้งานได้ตรงตามวัตถุประสงค์ และผลการทดสอบหาประสิทธิภาพชุดฝึกวิเคราะห์ปัญหาเครื่องยนต์ TOYOTA 1NZ –FE ด้วยอิเล็กทรอนิกส์เท่ากับ 100 % และผู้ทดลองใช้ชุดฝึกวิเคราะห์ปัญหาเครื่องยนต์ TOYOTA 1NZ –FE ด้วยอิเล็กทรอนิกส์ มีความพึงพอใจ ในระดับมาก

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

1. ควรแก้ไขที่ยึดหน้าจอแสดงผลให้แน่นกว่านี้ เพื่อความแข็งแรงในการใช้งาน
2. ควรทำจุดยึดเรือนไมล์ให้หนาแน่นกว่านี้ เพื่อความแข็งแรงในการใช้งาน
3. ควรมีแผงเหล็กกั้น CPU เพื่อกันแรงสั่นสะเทือนจากการสตาร์ทเครื่องยนต์
4. ควรทำที่ยึดปลั๊ก OBD2 ให้มั่นคงยิ่งขึ้น
5. ควรใช้หน้าจอแสดงผลที่ใหญ่กว่านี้เพื่อให้มองเห็นให้ชัดเจนยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

[1] โตโยต้ามอเตอร์ ประเทศไทย (ม.ป.ป.). **คู่มือการอบรมหลักพื้นฐานของการให้บริการระดับ 1.** เล่ม 2. มปพ.

[2] สมปอง คงนิ่ม. (2553). **เครื่องยนต์เบนซินควบคุมอิเล็กทรอนิคส์**.กรุงเทพมหานคร:สำนักพิมพ์ซีเอ็ดยูเคชั่น บมจ.

[3] **การวิเคราะห์ปัญหาเครื่องยนต์** (2563).(ออนไลน์) : (สืบค้นเมื่อวันที่ 17 ธันวาคม 2563).จาก : http://www.guydamaxcanic.com

[4] ศิวาวุฒิ สอนเม่น. (2557). **เอกสารประกอบ การสอนวิชางานระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์**. วิทยาลัยเทคนิคสุโขทัย.

[5] ปรัชญา การุณวงษ์. (2560). **เครื่องวิเคราะห์ค่าความผิดพลาด และแก้ไขข้อมูลของกล่อง ECU รถยนต์กำแพงเพชร**. มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร.

[6] กนกทิพย์ พัฒนาพัวพันธ์. (2543). **สถิติอ้างอิงเพื่อการวิจัยทางการศึกษา.**ภาควิชาประเมินผลและวิจัยการศึกษา. คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทนยาลัยเชียงใหม่.