รายงานการวิจัย

เรื่อง

การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์

โดย

นายเปรม เพ็งยอด

ตำแหน่งครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ

แผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

ชื่อเรื่อง : การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์

ผู้วิจัย : นายเปรม เพ็งยอด

ปี พ.ศ. : 2560

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้เป็นวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) มีวัตถุประสงค์ เพื่อ 1) สร้างชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ 2) หาคุณภาพชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ 3) หาประสิทธิภาพชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ 4) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากคะแนนเฉลี่ยทดสอบก่อนเรียนและคะแนนเฉลี่ยทดสอบหลังเรียน 5) ประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนโดยใช้ชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ การประเมินคุณภาพ โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ทดลองหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทั้งฉบับ คือนักเรียนระดับ ปวช. ชั้นปีที่ 1 กลุ่ม 2 ที่เรียนวิชางานจักรยานยนต์มาแล้ว ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 20 คน และกลุ่มตัวอย่าง การหาประสิทธิภาพของชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ คือ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) แผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์ ที่ลงทะเบียนเรียนเรียนวิชางานจักรยานยนต์ รหัสวิชา 2101-2102 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 54 คน โดยการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ชุดฝึกปฏิบัติการระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบสอบถามความคิดเห็นความพึงพอใจ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ สถิติร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และวัดผลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (t–test independent)

ผลการวิจัย พบว่า คุณภาพของชุดฝึกปฏิบัติการระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ที่สร้างขึ้น อยู่ในระดับคุณภาพดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.94 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ในข้อสมมติฐาน ที่ตั้งไว้ในระดับคุณภาพดี ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.50 ประสิทธิภาพของชุดฝึกปฏิบัติการระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีประสิทธิภาพ 84.11/82.31 สูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน และหลังเรียนโดยใช้ชุดฝึกปฏิบัติการระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ที่สร้างขึ้น ทำให้นักเรียนมีความรู้สูงขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียน โดยใช้ชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ ในระดับมาก

Title : Build and find out the effectiveness of the motorcycle fuel injection system training package.

Authors : Mr.Pram Pangyod

Academic Year : 2017

ABSTRACT

The study was an experimental research aimed 1) to build the motorcycle fuel injection system training package, 2) to find out the effectiveness of the training package, 3) to compare the students' learning achievement between pre-test and post-test average scores, 4) to evaluate students' satisfactions toward learning through the training package. The quality verification of the training package was found from 5 experts. The sample group to assess the reliability of an achievement test was 20 first-year vocational certificate students taking an automotive job course in the first semester of academic year 2017, and the sample group to assess the effectiveness verification of the training package was 54 first-year automotive vocational certificate students taking an automotive job course in the second semester of academic year 2017, obtained using the purposive sampling technique. The research instrument were the motorcycle fuel injection system training package, and a student satisfaction questionnaire. Data analysis were percentage, mean, standard deviation and t-test independent.

Research finding showed that:

1. The quality of the training package attained a high quality ($\overline{x}$ = 4.94) which was higher than a good quality of the hypothesis ($\overline{x}$ = 3.50).

2. The effectiveness of the training package was 84.11/82.31 which was higher than the criterion set at 80/80.

3. The students' learning achievement after learning through the training package was higher than before learning with the statistically significant difference at .05 level.

4. The students' satisfactions toward learning through the training package as a whole was at the highest level.

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัย เรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ สำเร็จได้ด้วยดี ทั้งนี้เพราะได้รับคำแนะนำ ชี้แนะ และสนับสนุนแนวคิดการปรับปรุงและแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ จากคณะครูแผนกวิชาช่างยนต์ ซึ่งเป็นที่ปรึกษาด้วยดีตลอดมา ผู้วิจัยซาบซึ้งในความเมตตาและขอขอบคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้ นอกจากนี้ขอขอบคุณผู้เชี่ยวชาญ ที่กรุณาเสียสละเวลามาประเมินและตอบแบบสอบถาม เพื่อประเมินคุณภาพการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ พร้อมให้คำแนะนำและเสนอแนะเพิ่มเติมอันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการวิจัยครั้งนี้ ซึ่งมีรายชื่อ ดังนี้ ดร.แทน โมราราย ดร.ยงยุทธ พรมบุตร นายมนตรี วารุกา นายสมชาย แคฝอย นายไพฑูรย์ โสภาพตลอดจนนักเรียน นักศึกษา วิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์ ที่ให้ความร่วมมือและให้กำลังใจ จนการวิจัยในครั้งนี้สำเร็จ

สุดท้ายนี้ ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ครูอาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ จนทำให้การวิจัยในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

เปรม เพ็งยอด

ปี 2560

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ ภาษาไทย	ก
บทคัดย่อ ภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ญ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.3 สมมติฐาน	3
1.4 ขอบเขตของการวิจัย	3
1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ	4
1.6 ข้อตกลงเบื้องต้น	6
1.7 ประโยชน์ของผลการวิจัย	6
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	7
2.1 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) พุทธศักราช 2556	7
2.2 การจำลองสถานการณ์	45
2.3 การวิเคราะห์งานและการวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	47
2.4 ทฤษฎีการสร้างแบบทดสอบ	53
2.5 การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	57
2.6 หลักการออกแบบและสร้างชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์	61
2.7 การออกแบบและสร้างชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์	63
2.8 แนวคิดเกี่ยวกับความพึงพอใจ	104
2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	108
2.10 กรอบแนวคิดในการศึกษา	112
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย	113
3.1 การศึกษาสภาพปัญหา	113
3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	113

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.3 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	114
3.4 การทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล	135
3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล	137
3.6 รูปแบบการทดลอง	140
บทที่ 4 ผลการวิจัย	141
4.1 การวิเคราะห์หาคุณภาพชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์	141
4.2 การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์	148
4.3 การวิเคราะห์ผลการเรียนเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	152
4.4 การวิเคราะห์ผลความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียน โดยใช้ชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์	152
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	157
5.1 สรุปผลการวิจัย	158
5.2 อภิปรายผล	159
5.3 ข้อเสนอแนะในการวิจัย	161
บรรณานุกรม	163
ภาคผนวก ก	166
รายชื่อผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพเครื่องมืองานวิจัย	168
หนังสือเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพเครื่องมืองานวิจัย	170
ภาคผนวก ข	179
1. การประเมินคุณภาพชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์	181
2. การหาประสิทธิภาพชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์	198
3. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากคะแนนเฉลี่ยทดสอบก่อนเรียนและคะแนนเฉลี่ยทดสอบหลังเรียน	220
4. การประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนโดยใช้ชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์	222
5. แบบทดสอบก่อนเรียน	234

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
6. แบบเฉลยทดสอบก่อนเรียน	244
7. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	245
8. แบบเฉลยทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	255
ภาคผนวก ค	256
รายละเอียดของหลักสูตรหรือสิ่งที่กำหนดให้ในรายวิชา	258
โครงการสอน	259
ใบรายการหัวข้อเรื่อง (Topic Listing Sheet)	262
เกณฑ์การให้คะแนนการวัดผลตามสภาพจริง	265
ตารางวิเคราะห์หลักสูตร	270
ตัวอย่างเอกสารประกอบชุดฝึกปฏิบัติการระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์	271
ภาคผนวก ง	453
การสร้าง App Android บนมือถือ	455
การเขียนโปรแกรม Arduino ควบคุมแบบ ALL Switch	487
คู่มือการใช้ชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์	496
ประวัติผู้วิจัย	519

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2-1 แสดงหน่วยการเรียนรู้วิชางานจักรยานยนต์ตลอดหลักสูตร 14

2-2 ตารางการวินิจฉัยข้อขัดข้องด้วยตัวเอง 42

4-1 แสดงการวิเคราะห์คุณภาพชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ด้านข้อกำหนดในการออกแบบ 142

4-2 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานและความหมายคุณภาพ ของชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ด้านข้อกำหนดในการออกแบบ 142

4-3 แสดงการวิเคราะห์คุณภาพชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ด้านข้อกำหนดของวัตถุประสงค์การนำไปใช้งาน 143

4-4 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานและความหมายคุณภาพ ของชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ ด้านข้อกำหนดของวัตถุประสงค์การนำไปใช้งาน 143

4-5 แสดงการวิเคราะห์คุณภาพชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ด้านเนื้อหา 144

4-6 แสดงค่าเฉลี่ยรวม ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และความหมายคุณภาพชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ด้านเนื้อหา 145

4-7 แสดงการวิเคราะห์คุณภาพชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ด้านประโยชน์ของชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ 146

4-8 แสดงค่าเฉลี่ยรวม ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และความหมายคุณภาพชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ด้านประโยชน์ของชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ 146

4-9 แสดงภาพรวมของค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และความหมายคุณภาพของชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ทั้ง 4 ด้าน 147

4-10 แสดงคะแนนจากการทำใบงานของชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ระหว่างเรียน และทำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์หลังเรียนของกลุ่มตัวอย่าง 148

4-11 แสดงผลการหาประสิทธิภาพของชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ 151

4-12 แสดงผลการทดสอบความแตกต่างระหว่างคะแนนค่าเฉลี่ยของคะแนนทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 152

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

4-13 แสดงค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียน โดยใช้ชุดฝึกปฏิบัติการระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ด้านปัจจัยนำเข้า 153

4-14 แสดงค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียน โดยใช้ชุดฝึกปฏิบัติการระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ด้านกระบวนการ 154

4-15 แสดงค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียน โดยใช้ชุดฝึกปฏิบัติการระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ด้านผลผลิต 155

4-16 แสดงค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียน โดยใช้ชุดฝึกปฏิบัติการระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ภาพรวมทั้ง 3 ด้าน 156

ข-1 แสดงการหาค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบประเมินของชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน 184

ข-2 แสดงการวิเคราะห์คุณภาพชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ด้านข้อกำหนดในการออกแบบ 189

ข-3 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานและความหมายคุณภาพ ของชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ด้านข้อกำหนดในการออกแบบ 190

ข-4 แสดงการวิเคราะห์คุณภาพชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ด้านข้อกำหนดของวัตถุประสงค์การนำไปใช้งาน 191

ข-5 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานและความหมายคุณภาพของชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ด้านข้อกำหนดของวัตถุประสงค์การนำไปใช้งาน 192

ข-6 แสดงการวิเคราะห์คุณภาพชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ด้านเนื้อหา 193

ข-7 แสดงค่าเฉลี่ยรวม ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และความหมายคุณภาพชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ด้านเนื้อหา 194

ข-8 แสดงการวิเคราะห์คุณภาพชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ด้านประโยชน์ของชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ 195

ข-9 แสดงค่าเฉลี่ยรวม ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และความหมายคุณภาพชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ด้านประโยชน์ของชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ 196

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

ข-10 แสดงภาพรวมของค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และความหมายคุณภาพของชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ทั้ง 4 ด้าน 197

ข-11 แสดงการหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมกับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์โดยผู้เชี่ยวชาญ 210

ข-12 แสดงการหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมกับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ โดยผู้เชี่ยวชาญ 211

ข-13 คะแนนจากการทดลองใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ 213

ข-14 แสดงคะแนนจากการทำใบงานของชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ระหว่างเรียน และทำแบบทดสอบหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่าง 216

ข-15 แสดงตารางแสดงผลการทดลองเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 220

ข-16 ผลการคำนวณ Paired Samples Test 220

ข-17 แสดงการหาค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนโดยใช้ชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์โดยผู้เชี่ยวชาญ 225

ข-18 แสดงค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียน โดยใช้ชุดฝึกปฏิบัติการระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ด้านปัจจัยนำเข้า 230

ข-19 แสดงค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียน โดยใช้ชุดฝึกปฏิบัติการระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ด้านกระบวนการ 231

ข-20 แสดงค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียน โดยใช้ชุดฝึกปฏิบัติการระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ด้านผลผลิต 232

ข-21 แสดงค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียน โดยใช้ชุดฝึกปฏิบัติการระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ภาพรวมทั้ง 3 ด้าน 233

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2-1 แสดงไดอะแกรมการควบคุมระยะเวลาในการฉีดพื้นฐาน	19
2-2 แสดงไดอะแกรมเพิ่มระยะเวลาในการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง	20
2-3 แสดงตำแหน่งของอุปกรณ์ระบบ PGM-FI	21
2-4 แสดงแผนผังระบบ PGM – FI	22
2-5 แสดงระบบควบคุมอิเล็กทรอนิกส์แบบ PGM - FI	23
2-6 แสดงวงจรจ่ายพลังงาน	25
2-7 แสดงตัวตรวจจับอุณหภูมิอากาศ (IAT Sensor)	26
2-8 แสดงการทำงานและการส่งสัญญาณทางไฟฟ้าของ IAT Sensor	26
2-9 แสดงตำแหน่งตัวตรวจจับความดันในท่อไอดี (MAP Sensor)	27
2-10 แสดงการทำงานและการส่งสัญญาณทางไฟฟ้าของ MAP Sensor	28
2-11 แสดงตำแหน่งตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่ง (TP Sensor)	29
2-12 แสดงการทำงานและการส่งสัญญาณทางไฟฟ้าของ TP Sensor	29
2-13 แสดงตัวตรวจจับอุณหภูมิเครื่องยนต์ ET Sensor	30
2-14 แสดงการทำงานและการส่งสัญญาณทางไฟฟ้าของ EOT Sensor	30
2-15 แสดงการทำงานและการส่งสัญญาณทางไฟฟ้าของ ECT Sensor	31
2-16 แสดงการทำงาน การส่งสัญญาณทางไฟฟ้าและตำแหน่ง O_2 Sensor	31
2-17 แสดงการทำงาน และการส่งสัญญาณทางไฟฟ้า O_2 Sensor	32
2-18 แสดงตำแหน่งและการทำงาน การส่งสัญญาณทางไฟฟ้าของ CKP Sensor	32
2-19 แสดงตำแหน่งและการทำงาน การส่งสัญญาณทางไฟฟ้าของ CKP Sensor	32
2-20 แสดงตำแหน่งและการทำงาน การส่งสัญญาณทางไฟฟ้าของ BA Sensor	33
2-21 แสดงการทำงานของปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิง	33
2-22 แสดงปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิง	34
2-23 แสดงส่วนประกอบของปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิง	35
2-24 แสดงหัวฉีดและโครงสร้างหัวฉีด	35
2-25 แสดงการทำงานของหัวฉีด	36
2-26 แสดงตำแหน่งการติดตั้งและกล่อง ECM	36
2-27 แสดงหลอดไฟเช็คเครื่องยนต์ (FI-Indicator)	37

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
2-28 แสดงเรือนลิ้นเร่งและส่วนประกอบ	38
2-29 แสดงเรือนลิ้นเร่งและสกรูปรับตั้งความเร็วรอบเดินเบา	39
2-30 แสดงตำแหน่งการติดตั้งวาล์วควบคุมอากาศรอบเดินเบา IACV	39
2-31 แสดงการทำงานของวาล์วควบคุมอากาศรอบเดินเบา IACV	40
2-32 แสดงระบบวินิจฉัยข้อขัดข้องด้วยตัวเอง	40
2-33 แสดงแบบรหัสเดี่ยว	42
2-34 แสดงรหัสข้อขัดข้อง 2 รหัส	42
2-35 แสดง Arduino MEGA 2560 R3	63
2-36 แสดง Relay 16 CH 12V 10A	63
2-37 แสดง Bluetooth Serial Module (HC-06 Slave mode)	64
2-38 แสดงสายแพ ผู้-เมีย 40 เส้น	64
2-39 แสดงเปิด Google ใน Google Chrome	65
2-40 แสดงค้นหาโดย พิมพ์ APP Inventor	65
2-41 แสดงเลือก MIT App Inventor 2	66
2-42 แสดงหน้า จอหลัก App Inventor	66
2-43 แสดงเลือกเมนู Project	67
2-44 แสดงตั้งชื่อ App	68
2-45 แสดง Click ที่ ชื่อ project ที่ตั้งไว้ auto start1	69
2-46 แสดง เลือก List Picker แล้วลากไปวางที่ Screen1	69
2-47 แสดง Click ที่ Text for List picker1	70
2-48 แสดงเลือก Button แล้วลากไปวางที่ screen1 ตามจำนวนที่ต้องการ	70
2-49 แสดงจัด icon หน้าจอ	71
2-50 แสดงลาก Button1 และ Button 2	71
2-51 แสดงปรับช่องว่างของ icon	72
2-52 แสดงปรับภาพพื้นหลัง screen1เลือก Screen1	73
2-53 แสดงปรับภาพพื้นหลัง screen1เลือก Background Image	74
2-54 แสดงปรับภาพพื้นหลัง screen1 UP Load File เลือกภาพที่ต้องการใน Folder ของ computer กด OK	75

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
2-55 แสดงปรับภาพ icon Button1 เลือก Image UP Load File	76
2-56 แสดงปรับภาพ icon Button1เลือกภาพที่ต้องการใน Folder ของ computer	77
2-57 แสดงปรับภาพ icon Button1 กด OK	77
2-58 แสดงเลือกขนาด icon ให้เหมาะสม ขนาด 60 pixels	78
2-59 แสดงเลือกขนาด icon ให้เหมาะสม ขนาด 60 pixels กด OK	78
2-60 แสดงทำการปรับ icon แบบเดียวกันทุก icon	79
2-61 แสดงทำการลบ text ที่ icon ทั้งหมด โดย click	80
2-62 แสดงทำการลบข้อความที่ text ออก จะทำให้เหลือ แต่ icon	80
2-63 แสดงเปลี่ยนชื่อ project ที่ screen1 เลือก title	81
2-64 แสดงเลือก connectivity เลือก blue tooth client	81
2-65 แสดงเลือก icon สำหรับ App	82
2-66 แสดงเลือก icon สำหรับ App ตอนที่ DOWLOAD	83
2-67 แสดงเลือกภาพ ที่ต้องการ เลือก OK	84
2-68 แสดงเปลี่ยนหน้าต่าง จาก Die signer เป็น blocks	84
2-69 แสดงเลือก list Picker1 เลือก Before Picking วางบน viewer	85
2-70 แสดงเลือก list Picker1 เลือก set - list Picker1 - Elements	85
2-71 แสดงเลือก Bluetooth client เลือก address and name	86
2-72 แสดงเลือก list Picker1 เลือก After Picking วางบน viewer	86
2-73 แสดงเลือก list Picker1 เลือก list Picker1 selection	87
2-74 แสดงเลือก list Picker1เลือก call Bluetooth connect address	88
2-75 แสดงเลือก list Picker1 เลือก call Bluetooth connect address	89
2-76 แสดงเลือก list Picker1 เลือก list Picker1selection	89
2-77 แสดงเลือก button1 เลือก Bluetooth client send Text	90
2-78 แสดงเลือก button1 เลือก Bluetooth client send Text เลือก Text	91
2-79 แสดงเลือกช่องว่าง เพื่อเติมอักษร	91
2-80 แสดงทำแบบนี้กับ icon ทุกตัว จำนวน 6 ตัว	92
2-81 แสดงเลือก Button7 เลือก control เลือก close application	93

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
2-82 แสดงเลือก close application	94
2-83 แสดงเลือก Button7 เลือก control เลือก close application	94
2-84 แสดงเลือก project เลือก save project	95
2-85 แสดงการเอา App auto start1 เข้ามือถือ	96
2-86 แสดงเปิด โปรแกรม App Adriano	97
2-87 แสดงเปิดเมนู ตามที่ต้องการ	97
2-88 แสดงส่วนประกอบชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์	100
2-89 แสดงรถจักรยานยนต์ระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์	101
2-90 แสดงโทรศัพท์ระบบ Android ที่สร้างระบบแอปพลิเคชันสำหรับจำลองสถานการณ์	101
2-91 แสดงโปรแกรมหน้าจอโทรศัพท์สำหรับจำลองสถานการณ์	102
2-92 แสดงชุดควบคุมเพื่อจำลองสถานการณ์ปัญหาชุดฝึกปฏิบัติ	103
2-93 แสดงปลั๊กต่อระหว่างกล่อง ECU หรือ ECM กับชุดควบคุมจำลองสถานการณ์ปัญหา	103
2-94 แสดงกรอบแนวคิดในการวิจัย	112
3-1 แสดงแนวคิดในการสร้างชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์	115
3-2 แสดงขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	117
3-3 แสดงขั้นตอนการสร้างเอกสารประกอบการสอนของชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์	118
3-4 แสดงขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์	119
3-5 แสดงขั้นตอนการสร้างชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์	126
3-6 แสดงชุดควบคุมเพื่อจำลองปัญหาชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ สั่งการจากสมาร์ทโฟน	127
3-7 แสดงการสร้าง App Android บนมือถือ	128
3-8 แสดงการเขียนโปรแกรม Arduino ควบคุมแบบ ALL Switch	128
3-9 แสดงขั้นตอนการสร้างแบบประเมินคุณภาพชุดฝึกปฏิบัติระบบจ่ายน้ำมันฉีดเชื้อเพลิงรถจักรยานยนต์	129
3-10 แสดงขั้นตอนการประเมินคุณภาพชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์	131
3-11 แสดงขั้นตอนการสร้างแบบประเมินความพึงพอใจ	132

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

3-12 แสดงขั้นตอนการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล 135

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การจัดการเรียนการสอนในศตวรรษที่ 21 เป็นเรื่องสำคัญ เพราะกระแสการปรับเปลี่ยนที่เกิดขึ้น ส่งผลกระทบต่อสังคมอย่างทั่วถึง ครูจึงต้องมีความตื่นตัว และเตรียมพร้อมในการจัดการเรียนรู้ ให้กับผู้เรียน เพื่อให้มีความรู้ มีทักษะ มีเจตคติที่ดีในการดำรงชีวิต และการประกอบอาชีพทันยุค ทันสมัย ทันกับปัญหาที่เกิดขึ้นทั้งโดยตรงและโดยอ้อม สามารถก้าวผ่านอุปสรรคต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นได้

การจัดการเรียนการสอนอาชีวศึกษา เป็นการจัดการเรียนการสอนโดยเน้นการเรียนรู้สู่การปฏิบัติ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความชำนาญงาน มีความรู้ และทักษะเพียงพอที่สามารถออกไปประกอบอาชีพได้ และเป็นการพัฒนาสมรรถนะกำลังคนระดับฝีมือ ด้านคุณธรรม จริยธรรม จรรยาบรรณวิชาชีพ และกิจนิสัยที่เหมาะสมในวิชาชีพ สอดคล้องกับความต้องการกำลังคนของตลาดแรงงาน ชุมชน สังคม และสามารถประกอบอาชีพอิสระได้

จากการเรียนการสอนวิชางานจักรยานยนต์ แผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์ การจัดการเรียนรู้ในภาคปฏิบัติวิชางานจักรยานยนต์ ต้องลงปฏิบัติจริงกับชุดฝึกปฏิบัติ เพื่อให้ผู้เรียน เกิดทักษะ แต่เนื่องจากว่าชุดฝึกปฏิบัติที่มีในปัจจุบัน เป็นชุดฝึกที่ไม่สามารถสร้างสถานการณ์จริงได้ ทำให้ส่งผลโดยตรงกับการฝึกทักษะของผู้เรียน และทำให้ผู้เรียนที่จบการศึกษาเข้าสู่ตลาดแรงงานเป็นแรงงานที่ขาดทักษะด้านเทคโนโลยีรถจักรยานยนต์ ซึ่งเป็นภาระของสถานประกอบการที่รับเข้าทำงาน จะต้องฝึกด้านเทคโนโลยีรถจักรยานยนต์ให้ใหม่ จึงเป็นแรงงานที่ไม่สนองความต้องการของสถานประกอบการ เกิดปัญหาการขาดแคลนกำลังคน อันเนื่องมาจากขาดทักษะการวิเคราะห์ปัญหาด้านเทคโนโลยีรถจักรยานยนต์

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีแนวคิด ที่ต้องการพัฒนาในเรื่องของสื่อการสอน ประเภทชุดฝึกปฏิบัติ โดยให้สอดคล้องเหมาะสมเสมือนกับการได้ฝึกกับรถจักรยานยนต์จริงที่มีใช้ในปัจจุบัน ทั้งนี้เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจในระบบ และเกิดทักษะวิเคราะห์ปัญหาด้านเทคโนโลยีรถจักรยานยนต์ ในการฝึกปฏิบัติ โดยเฉพาะอย่างยิ่งชุดฝึกปฏิบัติ มีการพัฒนาให้ทันเทคโนโลยีตามลักษณะของรถจักรยานยนต์ที่มีใช้อยู่ เพื่อให้การฝึกปฏิบัติติ เปรียบเสมือนกับการได้ปฏิบัติงานกับรถจักรยานยนต์จริง โดยผู้วิจัยได้วิเคราะห์หลักสูตร และจำแนกหัวข้อการสอนเกี่ยวกับงานจักรยานยนต์ จากประสบการณ์การสอนของผู้วิจัย ส่วนใหญ่ พบว่า สื่อและอุปกรณ์การสอนที่มีอยู่เพียงพอและสอดคล้องกับหน่วยการเรียนรู้ แต่มีบางหน่วยที่ประสบปัญหา คือหน่วยการเรียนด้าน

ระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งผู้เรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถวิเคราะห์ปัญหาข้อขัดข้องระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ได้ อาจสืบเนื่องมาจากสาเหตุต่าง ๆ ดังนี้

1. การฝึกปฏิบัติแต่ละครั้ง นักเรียนต้องเสียเวลาเกี่ยวกับการถอดอุปกรณ์ของรถจักรยานยนต์ ที่ไม่เกี่ยวข้องกับระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ ทำให้ชิ้นส่วนเสียหาย

2. ชุดฝึกที่มีอยู่ไม่ทันสมัยหรือเทคโนโลยี เนื่องจากขาดงบประมาณในการจัดซื้อ บางส่วนชำรุด จากประสบการณ์การสอนของผู้วิจัยเห็นว่า การเรียนการสอนควรมีการปรับปรุงและพัฒนาในเรื่องของสื่อการสอนประเภทชุดฝึกปฏิบัติ โดยให้สอดคล้องเหมาะสมเสมือนกับการได้ฝึกปฏิบัติกับรถจักรยานยนต์จริงที่มีใช้ในปัจจุบัน ทั้งนี้เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจในระบบการทำงาน และเกิดทักษะในการฝึกปฏิบัติ ทันต่อเทคโนโลยี

จากข้อมูลข้างต้นที่กล่าวมา ผู้วิจัยมีแนวคิดที่จะสร้างชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ประกอบการเรียนการสอนวิชางานจักรยานยนต์ เพื่อจัดการเรียนรู้โดยใช้โทรศัพท์สั่งการเพื่อสร้างสถานการณ์ จำลองปัญหาข้อขัดข้องระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ โดยการออกแบบ Application ผ่านมือถือระบบ Android เชื่อมต่อผ่าน Wi-Fi หรือ Bluetooth เป็นชุดควบคุมเพื่อนำไปติดตั้งในรถจักรยานยนต์ทุกรุ่น โดยไม่กระทบกับโครงสร้างและประสิทธิภาพการทำงานของรถจักรยานยนต์ มาสร้างเป็นชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ เป็นการนำนวัตกรรมทางการศึกษามาช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนการสอน และเพิ่มขีดความรู้ ความสามารถ ทักษะ ของผู้เรียน เพื่อให้เกิดการวิเคราะห์ปัญหาระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อสร้างชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์

1.2.2 เพื่อหาคุณภาพชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์

1.2.3 เพื่อหาประสิทธิภาพชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์

1.2.4 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากคะแนนเฉลี่ยทดสอบก่อนเรียนและคะแนนเฉลี่ยทดสอบหลังเรียน

1.2.5 เพื่อประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนโดยใช้ชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์

1.3 สมมติฐาน

1.3.1 ชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ที่สร้างขึ้นต้องผ่านเกณฑ์การประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญไม่ต่ำกว่า ระดับคุณภาพดี ($\overline{X}$ = 3.50)

1.3.2 ชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ที่สร้างขึ้น สามารถนำไปใช้เป็นชุดฝึกในการเรียนการสอนวิชางานจักรยานยนต์ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80

1.3.3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากคะแนนเฉลี่ยของการทดสอบก่อนเรียน และคะแนนเฉลี่ยของการทดสอบหลังเรียน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติไม่ต่ำกว่า ระดับ 0.05

1.3.4 ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนโดยใช้ชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ที่สร้างขึ้นอยู่ในระดับมาก

1.4 ขอบเขตการวิจัย

1.4.1 ขอบเขตด้านเนื้อหา

1.4.1.1 การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ครอบคลุมเนื้อหาหน่วยที่ 7 เรื่อง ระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ ในรายวิชางานจักรยานยนต์ รหัสวิชา 2101-2102 ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพพุทธศักราช 2556 ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ตามหัวข้อหน่วยการสอน ดังนี้

ระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์

1. หลักการทำงานระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์
2. ส่วนประกอบและหน้าที่ระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์
3. ระบบควบคุมอิเล็กทรอนิกส์
4. ระบบวินิจฉัยข้อขัดข้องด้วยตัวเอง
5. ตารางการวินิจฉัยข้อขัดข้องด้วยตัวเอง
6. งานบริการระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์

1.4.1.2 ทฤษฎีด้านเนื้อหาแก่ยวกับชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ใช้สำหรับปฏิบัติการจำลองสถานการณ์ระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ การวิเคราะห์แก้ไขปัญหา ตรวจวิเคราะห์ปัญหา จำลองสถานการณ์ ซึ่งลักษณะของชุดฝึกปฏิบัติ เป็นการออกแบบ Application ผ่านมือถือระบบ Android เชื่อมต่อผ่าน Wi-Fi หรือ

Bluetooth รหัสผ่าน EMUT 2018 เป็นชุดควบคุมเพื่อนำไปติดตั้งในรถจักรยานยนต์ทุกรุ่น โดยไม่กระทบกับโครงสร้างและประสิทธิภาพการทำงานกับรถจักรยานยนต์ มีขอบเขตดังนี้

1. ชุดควบคุมเพื่อจำลองปัญหาชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ สั่งการจากสมาร์ทโฟน

2. Application ระบบ Android บนมือถือ

3. ชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์

1.4.2 ขอบเขตด้านประชากร และกลุ่มตัวอย่าง

1.4.2.1 ประชากร ได้แก่นักเรียน ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) แผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์ ปีการศึกษา 2560 ที่ลงทะเบียนเรียนเรียนวิชางานจักรยานยนต์ รหัสวิชา 2101-2102

1.4.2.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) แผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์ ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชางานจักรยานยนต์ รหัสวิชา 2101-2102 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 โดยการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) จำนวน 54 คน

1.4.3 ขอบเขตด้านเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1.4.3.1 ชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์

1.4.3.2 แบบประเมินคุณภาพชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์

1.4.3.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1.4.3.4 แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนโดยใช้ชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์

1.4.4 ขอบเขตด้านระยะเวลา

ระยะเวลาในการวิจัย ปีการศึกษาที่ 2560

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

1.5.1 การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ หมายถึง การสร้างชุดควบคุมเพื่อสร้างสถานการณ์ จำลองปัญหาข้อขัดข้องระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ โดยใช้โทรศัพท์สั่งการ ด้วยการออกแบบ Application ผ่านมือถือระบบ Android เชื่อมต่อผ่าน Wi-Fi หรือ Bluetooth เป็นชุดควบคุมเพื่อนำไปติดตั้งในรถจักรยานยนต์ทุกรุ่น โดยไม่กระทบกับโครงสร้างและประสิทธิภาพการทำงานกับรถจักรยานยนต์

1.5.2 ชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ หมายถึง รถจักรยานยนต์ระบบฉีดเชื้อเพลิงควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ ที่ติดตั้งชุดควบคุมเพื่อสร้างสถานการณ์จำลองปัญหาข้อขัดข้องระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ เข้าไปในรถจักรยานยนต์

1.5.3 การประเมินคุณภาพ หมายถึง ข้อกำหนดที่ผู้เชี่ยวชาญใช้ในการประเมินคุณภาพของชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ 4 ด้าน คือด้านข้อกำหนดในการออกแบบ ด้านข้อกำหนดของวัตถุประสงค์การนำไปใช้งาน ด้านเนื้อหา และด้านประโยชน์ของชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์

1.5.4 ผู้เชี่ยวชาญ หมายถึง ครู หรือบุคลากรทางการศึกษา ที่ความรู้ความสามรถในด้านการสร้างนวัตกรรมทางการศึกษา หรือเป็นครูที่มีความรู้ความสามารถด้านเครื่องกล หรือผู้ที่มีความรู้ความสามารถในด้านการตรวจซ่อมระบบอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ และหรือเป็นผู้ที่มีประสบการณ์การสอนมาแล้วอย่างน้อย 10 ปี จำนวน 5 ท่าน (ธานินทร์,2548:109)

1.5.5 เอกสารประกอบชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ หมายถึง การเรียบเรียงข้อมูลเกี่ยวกับระบบฉีดเชื้อเพลิงระบบอิเล็กทรอนิกส์ จากคู่มือซ่อม หนังสือ ประสบการณ์ และ Internet มาเรียบเรียงเข้าด้วยกันเป็นรูปเล่ม ประกอบไปด้วย คู่มือประกอบการปฏิบัติงาน ใบเนื้อหา ใบขั้นตอนการทำงาน ใบงาน ใบสั่งงาน (Job Sheet) ใบตรวจงาน (Check Sheet) แบบประเมิน แบบทดสอบ (Test Sheet) ใบเฉลย (Answer Sheet) และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1.5.6 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คะแนนทดสอบพื้นฐานความรู้ของกลุ่มตัวอย่างก่อนเรียนและคะแนนทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1.5.7 ประสิทธิภาพของชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ หมายถึง ผลจากการทดลอง กับกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ วัดจากร้อยละของคะแนนเฉลี่ยระหว่างเรียน และร้อยละของคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน

1.5.8 เกณฑ์กำหนด 80/80 หมายถึง เกณฑ์ที่ใช้ในการกำหนดระดับประสิทธิภาพของชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมา โดย

80 ตัวแรก หมายถึง ค่าคะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนทั้งหมด ที่ได้จากการฝึก กิจกรรมการฝึก หรือแบบประเมิน หรือแบบทดสอบของใบงานในระหว่างเรียน คิดเป็นร้อยละ 80 ของคะแนนเต็ม

80 ตัวหลัง หมายถึง ค่าคะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนทั้งหมด ที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังสิ้นสุด คิดเป็นร้อยละ 80 ของคะแนนเต็ม

1.5.9 ความพึงพอใจ หมายถึง ข้อเสนอแนะต่าง ๆ ของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนโดยใช้ชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

ที่เรียนวิชางานจักรยานยนต์ แผนกวิชาช่างยนต์ โดยสามารถวัดความคิดเห็นได้จากแบบประเมินความคิดเห็น ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งมีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ โดยพิจารณาองค์ประกอบ 3 ด้าน ได้แก่ ด้านปัจจัยนำเข้า ด้านกระบวนการ และด้านผลผลิต

1.6 ข้อตกลงเบื้องต้น

1.6.2 ในการดำเนินการวิจัยครั้งนี้ อายุ พื้นฐานทางเศรษฐกิจ สังคม ครอบครัวและช่วงเวลาในการเรียนของนักเรียน ไม่มีผลต่อการวิจัย

1.6.3 คุณสมบัติของกลุ่มตัวอย่างเหมือนกันทุกประการ เนื่องจากได้ผ่านการคัดเลือกด้วยการทดสอบวัดความรู้เข้าศึกษาต่อในระดับหลักสูตรเดียวกัน ด้วยวิธีเดียวกัน

1.7 ประโยชน์ของผลการวิจัย

1.7.1 ผู้วิจัยได้ชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ที่สร้างขึ้นไว้สำหรับใช้ประกอบการเรียนวิชางานจักรยานยนต์ รหัสวิชา 2101-2102 ในหน่วยการสอนที่ 7 เรื่อง ระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

1.7.2 ผู้สนใจสามารถนำชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์นี้ไปเป็นต้นแบบหรือพัฒนาให้ดีขึ้นต่อไปได้

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ เพื่อนำไปใช้ประกอบเป็นสื่อการสอนในรายวิชางานจักรยานยนต์ สาขาวิชาช่างยนต์ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ ผู้วิจัยได้ศึกษา เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

2.1 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) พุทธศักราช 2556

2.2 การจำลองสถานการณ์

2.3 การวิเคราะห์งานและการวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

2.4 ทฤษฎีการสร้างแบบทดสอบ

2.5 การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.6 หลักการออกแบบและสร้างชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์

2.7 การสร้างชุดควบคุมเพื่อจำลองปัญหาในรถจักรยานยนต์สั่งการจากสมาร์ทโฟน

2.8 แนวคิดเกี่ยวกับความพึงพอใจ

2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.10 กรอบแนวคิดในการศึกษา

2.1 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) พุทธศักราช 2556

2.1.1 หลักการของหลักสูตร

1. เป็นหลักสูตรระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพหลังมัธยมศึกษาตอนต้นหรือเทียบเท่าด้านวิชาชีพ ที่สอดคล้องกับแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติแผนการศึกษาแห่งชาติ ประชาคมอาเซียนเพื่อผลิตและพัฒนากำลังคนระดับฝีมือให้มีสมรรถนะมีคุณธรรม จริยธรรม จรรยาบรรณวิชาชีพ สามารถประกอบอาชีพได้ตรงตามความต้องการของสถานประกอบการและการประกอบอาชีพอิสระ

2. เป็นหลักสูตรที่เปิดโอกาสให้เลือกเรียนได้อย่างกว้างขวาง เน้นสมรรถนะเฉพาะด้านด้วยการปฏิบัติจริง สามารถเลือกวิธีการเรียนตามศักยภาพและโอกาสของผู้เรียน เปิดโอกาสให้ผู้เรียนสามารถเทียบโอน ผลการเรียน สะสมผลการเรียน เทียบความรู้และประสบการณ์จากแหล่งวิทยาการ สถานประกอบการและสถานประกอบอาชีพอิสระ

3. เป็นหลักสูตรที่สนับสนุนการประสานความร่วมมือในการจัดการศึกษาร่วมกันระหว่างหน่วยงาน และองค์กรที่เกี่ยวข้อง ทั้งภาครัฐและเอกชน

4. เป็นหลักสูตรที่เปิดโอกาสให้สถานศึกษา สถานประกอบการ ชุมชนและท้องถิ่น มีส่วนร่วมในการพัฒนาหลักสูตรให้ตรงตามความต้องการและสอดคล้องกับสภาพยุทธศาสตร์ของภูมิภาค เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ

2.1.2 จุดหมายของหลักสูตร

1. เพื่อให้มีความรู้ ทักษะและประสบการณ์ในงานอาชีพสอดคล้องกับมาตรฐานวิชาชีพ สามารถนำความรู้ทักษะและประสบการณ์ในงานอาชีพไปปฏิบัติงานอาชีพได้อย่างมีประสิทธิภาพ เลือกวิถีการดำรงชีวิต การประกอบอาชีพได้อย่างเหมาะสมกับตน สร้างสรรค์ ความเจริญต่อชุมชน ท้องถิ่น และประเทศชาติ

2. เพื่อให้เป็นผู้มีปัญญา มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ใฝ่เรียนรู้ เพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิตและการประกอบอาชีพ สามารถสร้างอาชีพ มีทักษะในการจัดการและพัฒนาอาชีพให้ก้าวหน้าอยู่เสมอ

3. เพื่อให้มีเจตคติที่ดีต่ออาชีพ มีความมั่นใจและภาคภูมิใจในวิชาชีพที่เรียน รักงาน รักหน่วยงาน สามารถทำงานเป็นหมู่คณะได้ดีโดยมีความเคารพในสิทธิและหน้าที่ของตนเองและผู้อื่น

4. เพื่อให้เป็นผู้มีพฤติกรรมทางสังคมที่ดีงาม ทั้งในการทำงาน การอยู่ร่วมกัน การต่อต้านความรุนแรง และสารเสพติด มีความรับผิดชอบต่อครอบครัว หน่วยงาน ท้องถิ่นและประเทศชาติ อุทิศ ตนเพื่อสังคม เข้าใจและเห็นคุณค่าของศิลปวัฒนธรรม ภูมิปัญญาท้องถิ่น มีจิตสำนึกด้านปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง รู้จักใช้และอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสร้างสิ่งแวดล้อมที่ดี

5. เพื่อให้มีบุคลิกภาพที่ดี มีมนุษยสัมพันธ์ คุณธรรม จริยธรรมและวินัยในตนเอง มีสุขภาพอนามัยที่สมบูรณ์ทั้งร่างกายและจิตใจ เหมาะสมกับงานอาชีพ

6. เพื่อให้ตระหนักและมีส่วนร่วมในการแก้ไขปัญหาเศรษฐกิจ สังคม การเมืองของประเทศและโลก มีความรักชาติ สำนึกในความเป็นไทย เสียสละเพื่อส่วนรวม ดำรงรักษาไว้ซึ่งความมั่นคงของ ชาติ ศาสนา พระมหากษัตริย์และการปกครองระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์เป็นประมุข

2.1.3 หลักเกณฑ์การใช้หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556

1. การเรียนการสอน

1.1 การเรียนการสอนตามหลักสูตรนี้ ผู้เรียนสามารถลงทะเบียนเรียนได้ทุกวิธีเรียน ที่กำหนด นำผลการเรียนแต่ละวิธีมาประเมินผลร่วมกันได้ สามารถเทียบโอนผลการเรียนและขอเทียบความรู้และประสบการณ์ได้

1.2 การจัดการเรียนการสอนเน้นการปฏิบัติจริง สามารถจัดการเรียนการสอนได้หลากหลายรูปแบบ เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจในวิธีการและการดำเนินงาน มีทักษะ การปฏิบัติงาน ในขอบเขตสำคัญและบริบทต่าง ๆ ที่สัมพันธ์กัน ซึ่งส่วนใหญ่เป็นงานประจำ สามารถประยุกต์ใช้ความรู้และทักษะไปสู่บริบทใหม่ สามารถให้คำแนะนำแก้ปัญหาเฉพาะด้านและ

รับผิดชอบ ต่อตนเองและผู้อื่น มีส่วนร่วมในคณะทำงานหรือมีการประสานงานกลุ่ม รวมทั้งมีคุณธรรม จริยธรรม จรรยาบรรณ วิชาชีพ เจตคติและกิจนิสัยที่เหมาะสมในการทำงาน

2. การจัดการศึกษาและเวลาเรียน การจัดการศึกษาในระบบปกติใช้ระยะเวลา 3 ปีการศึกษา การจัดเวลาเรียนดำเนินการดังนี้

2.1 ในปีการศึกษาหนึ่ง ๆ ให้แบ่งภาคเรียนออกเป็น 2 ภาคเรียนปกติหรือระบบทวิภาคี ภาคเรียนละ 18 สัปดาห์ โดยมีเวลาเรียน จำนวนหน่วยกิต ตามที่กำหนด และสถานศึกษาอาชีวศึกษาหรือสถาบันอาจเปิดสอนภาคเรียนฤดูร้อนได้ตามที่เห็นสมควร

2.2 การเรียนในระบบชั้นเรียน ให้สถานศึกษาอาชีวศึกษาหรือสถาบันเปิดทำการสอนไม่น้อยกว่าสัปดาห์ละ 5 วัน ๆ ละไม่เกิน 7 ชั่วโมง โดยกำหนดให้จัดการเรียนการสอนคาบละ 60 นาที

3. หน่วยกิต

ให้มีจำนวนหน่วยกิต ตลอดหลักสูตรไม่น้อยกว่า 103 หน่วยกิต การคิดหน่วยกิต ถือเกณฑ์ดังนี้

3.1 รายวิชาทฤษฎีที่ใช้เวลาบรรยายหรืออภิปราย ไม่น้อยกว่า 18 ชั่วโมง เท่ากับ 1 หน่วยกิต

3.2 รายวิชาปฏิบัติที่ใช้เวลาในการทดลองหรือฝึกปฏิบัติในห้องปฏิบัติการไม่น้อยกว่า 36 ชั่วโมง เท่ากับ 1 หน่วยกิต

3.3 รายวิชาปฏิบัติที่ใช้เวลาในการฝึกปฏิบัติในโรงฝึกงานหรือภาคสนาม ไม่น้อยกว่า 54 ชั่วโมง เท่ากับ 1 หน่วยกิต

3.4 รายวิชาที่ใช้ในการศึกษาระบบทวิภาคีไม่น้อยกว่า54 ชั่วโมงเท่ากับ1หน่วยกิต

3.5 การฝึกประสบการณ์ทักษะวิชาชีพในสถานประกอบการหรือแหล่งวิทยาการ ไม่น้อยกว่า 320 ชั่วโมง เท่ากับ 4 หน่วยกิต

3.6 การทำโครงการพัฒนาทักษะวิชาชีพ ไม่น้อยกว่า 54 ชั่วโมง เท่ากับ1 หน่วยกิต

4. โครงสร้าง

โครงสร้างของหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 แบ่งเป็น 3 หมวด วิชาและกิจกรรมเสริมหลักสูตร ดังนี้

1. หมวดวิชาทักษะชีวิต

1.1 กลุ่มวิชาภาษาไทย

1.2 กลุ่มวิชาภาษาต่างประเทศ

1.3 กลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์

1.4 กลุ่มวิชาคณิตศาสตร์

1.5 กลุ่มวิชาสังคมศึกษา

1.6 กลุ่มวิชาสุขศึกษาและพลศึกษา

2. หมวดวิชาทักษะวิชาชีพ

2.1 กลุ่มทักษะวิชาชีพพื้นฐาน

2.2 กลุ่มทักษะวิชาชีพเฉพาะ

2.3 กลุ่มทักษะวิชาชีพเลือก

2.4 ฝึกประสบการณ์ทักษะวิชาชีพ

2.5 โครงการพัฒนาทักษะวิชาชีพ

3. หมวดวิชาเลือกเสรี

4. กิจกรรมเสริมหลักสูตร จำนวนหน่วยกิต ของแต่ละหมวดวิชาตลอดหลักสูตรให้เป็นไปตามที่กำหนดไว้ในโครงสร้างของแต่ละประเภทวิชาและสาขาวิชา รายวิชาแต่ละหมวดวิชาสถานศึกษาอาชีวศึกษาหรือสถาบันสามารถจัดตามที่กำหนดไว้ในหลักสูตร และหรือพัฒนาได้ตามความเหมาะสมของภูมิภาคตามยุทธศาสตร์เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ ทั้งนี้สถานศึกษาอาชีวศึกษาหรือสถาบันต้องกำหนดรหัสวิชา จำนวนหน่วยกิตและจำนวนชั่วโมงเรียน ตามที่กำหนดไว้ในหลักสูตร

5. การฝึกประสบการณ์ทักษะวิชาชีพเป็นการจัดกระบวนการเรียนรู้โดย ความร่วมมือระหว่างสถานศึกษาอาชีวศึกษาหรือสถาบันกับภาคการผลิตและหรือภาคบริการ หลังจากผู้เรียนได้เรียนรู้ภาคทฤษฎีและการฝึกหัดหรือฝึกปฏิบัติเบื้องต้นในสถานศึกษาอาชีวศึกษา หรือ สถาบันแล้วระยะเวลาหนึ่ง ทั้งนี้เพื่อเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ได้สัมผัสกับการปฏิบัติงานอาชีพ เครื่องมือเครื่องจักร อุปกรณ์ ที่ทันสมัย และบรรยากาศการทำงานร่วมกัน ส่งเสริมการฝึกทักษะ กระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์ ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนทำได้ คิดเป็นทำเป็น และเกิดการใฝ่รู้อย่างต่อเนื่อง ตลอดจนเกิดความมั่นใจและเจตคติที่ดี ในการทำงานและ การประกอบอาชีพอิสระโดยการจัดฝึกประสบการณ์ทักษะวิชาชีพ

6. สถานศึกษาอาชีวศึกษาหรือสถาบันต้องจัดให้มีการฝึกประสบการณ์ทักษะวิชาชีพ ในรูปของการฝึกงานในสถานประกอบการ แหล่งวิทยาการ รัฐวิสาหกิจหรือหน่วยงานของรัฐ โดยใช้เวลารวมไม่น้อยกว่า 320 ชั่วโมง กำหนดให้มีค่าเท่ากับ 4 หน่วยกิต กรณีสถานศึกษาอาชีวศึกษาหรือสถาบันต้องการเพิ่มพูนประสบการณ์ทักษะวิชาชีพ สามารถนำรายวิชาในหมวดวิชาทักษะวิชาชีพที่ตรงหรือสัมพันธ์กับลักษณะงานไปเรียนหรือฝึกในสถานประกอบการรัฐวิสาหกิจหรือหน่วยงานของรัฐได้โดยใช้เวลารวมกับการฝึกประสบการณ์ทักษะวิชาชีพ ไม่น้อยกว่า 1 ภาคเรียน

7. การตัดสินผลการเรียนและให้ระดับผลการเรียน ให้ปฏิบัติเช่นเดียวกับรายวิชาอื่น

8. โครงการพัฒนาทักษะวิชาชีพ เป็นรายวิชาที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้า หรือบูรณาการความรู้ทักษะและประสบการณ์ จากสิ่งที่ได้เรียนรู้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเองตามความถนัดและความสนใจ ตั้งแต่การเลือกหัวข้อหรือเรื่องที่จะศึกษาค้นคว้าการวางแผน การกำหนดขั้นตอน การดำเนินการ การดำเนินงาน การประเมินผลและการจัดทำรายงาน ซึ่งอาจทำเป็นรายบุคคล หรือกลุ่มก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะของโครงการนั้น ๆ โดยการจัดทำโครงการดังกล่าว

9. สถานศึกษาอาชีวศึกษาหรือสถาบันต้องจัดให้ผู้เรียนจัดทำ โครงการพัฒนาทักษะวิชาชีพ ที่สัมพันธ์หรือสอดคล้องกับสาขาวิชา ในภาคเรียนที่ 5 และหรือภาคเรียนที่ 6 รวมจำนวน 4 หน่วยกิต ใช้เวลาไม่น้อยกว่า 216 ชั่วโมง ทั้งนี้ สถานศึกษาอาชีวศึกษาหรือสถาบัน ต้องจัดให้มีชั่วโมงเรียน 4 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ กรณีที่ใช้รายวิชาเดียว หากจัดให้มีโครงการพัฒนาทักษะวิชาชีพ 2 รายวิชา คือ โครงการ 1 และโครงการ 2 ให้สถานศึกษาอาชีวศึกษาหรือสถาบันจัดให้มีชั่วโมงเรียนต่อสัปดาห์ที่เทียบเคียงกับเกณฑ์ดังกล่าวข้างต้น

10. การตัดสินผลการเรียนและให้ระดับผลการเรียนให้ปฏิบัติเช่นเดียวกับรายวิชาอื่น

11. การศึกษาระบบทวิภาคี

เป็นรูปแบบการจัดการศึกษาที่เกิดจากข้อตกลงร่วมกันระหว่างสถานศึกษาอาชีวศึกษาหรือสถาบันกับสถานประกอบการ รัฐวิสาหกิจ หรือหน่วยงานของรัฐ โดยผู้เรียนใช้เวลาส่วนหนึ่งในสถานศึกษาอาชีวศึกษาหรือสถาบัน และเรียนภาคปฏิบัติในสถานประกอบการ รัฐวิสาหกิจ หรือหน่วยงานของรัฐ เพื่อให้การจัดการศึกษาระบบทวิภาคีสามารถเพิ่มขีดความสามารถด้านการผลิตและพัฒนากำลังคนตามจุดหมายของหลักสูตรการจัดการศึกษาระบบทวิภาคีโดยนำรายวิชาทวิภาคี ในกลุ่มทักษะวิชาชีพเลือกไปกำหนดรายละเอียดของรายวิชาและเวลาที่ใช้ฝึกจัดทำแผนฝึกอาชีพ การวัดและการประเมินผลในแต่ละรายวิชาให้สอดคล้องกับลักษณะงานของสถานประกอบการ รัฐวิสาหกิจหรือหน่วยงานของรัฐทั้งนี้ อาจนำรายวิชาชีพอื่นในหมวดวิชาทักษะวิชาชีพไปจัดร่วมด้วยได้

12. การเข้าเรียน

ผู้เข้าเรียนต้องสำเร็จการศึกษาไม่ต่ำกว่าระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 หรือเทียบเท่า และมีคุณสมบัติเป็นไปตามระเบียบกระทรวงศึกษาธิการว่าด้วยการจัดการศึกษาและการประเมินผลการเรียนตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พ.ศ. 2556

13. การประเมินผลการเรียน

เน้นการประเมินสภาพจริง ทั้งนี้ให้เป็นไปตามระเบียบกระทรวงศึกษาธิการว่าด้วยการจัดการศึกษาและการประเมินผลการเรียนตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พ.ศ. 2556

14. กิจกรรมเสริมหลักสูตร

1. สถานศึกษาอาชีวศึกษาหรือสถาบันต้องจัดให้มีกิจกรรมเสริมหลักสูตรไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ทุกภาคเรียน เพื่อพัฒนาวิชาการและวิชาชีพ ปลูกฝังคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม ระเบียบวินัย การต่อต้านความรุนแรงและสารเสพติด ส่งเสริมการคิด วิเคราะห์ สร้างสรรค์ การทำงาน ปลูกฝังจิตสำนึกและเสริมสร้างการเป็นพลเมืองไทยและโลก ใช้กระบวนการกลุ่ม ในการทำประโยชน์ต่อชุมชนและท้องถิ่น รวมทั้งการทะนุบำรุงขนบธรรมเนียมประเพณีอันดีงาม โดยการวางแผน ลงมือ ปฏิบัติ ประเมินผล และปรับปรุงการทำงาน ทั้งนี้สำหรับนักเรียนอาชีวศึกษาระบบทวิภาคีให้เข้าร่วม กิจกรรมที่สถานประกอบการจัดขึ้น

2. การประเมินผลกิจกรรมเสริมหลักสูตรให้เป็นไปตามระเบียกระทรวงศึกษาธิการว่าด้วยการจัดการศึกษาและการประเมินผลการเรียนตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พ.ศ. 2556

15. การสำเร็จการศึกษาตามหลักสูตร

1. ประเมินผ่านรายวิชาในหมวดวิชาทักษะชีวิต หมวดวิชาทักษะวิชาชีพ และหมวดวิชาเลือกเสรี ตามที่กำหนดไว้ในหลักสูตร

2. มีจำนวนหน่วยกิตสะสมครบตามโครงสร้างของหลักสูตร

3. มีระดับคะแนนเฉลี่ยสะสมไม่ต่ำกว่า 2.00 และผ่านการประเมินมาตรฐานวิชาชีพ

4. เข้าร่วมกิจกรรมและประเมินผ่านทุกภาคเรียน

16. การพัฒนารายวิชาในหลักสูตร

1. หมวดวิชาทักษะชีวิต สถานศึกษาอาชีวศึกษาหรือสถาบันสามารถพัฒนารายวิชาเพิ่มเติม ในแต่ละกลุ่มวิชาของหมวดวิชาทักษะชีวิต ในลักษณะจำแนกเป็นรายวิชาหรือลักษณะบูรณาการใด ๆ ก็ได้ โดยผสมผสานเนื้อหาวิชาที่ครอบคลุมสาระของกลุ่มวิชาภาษาไทย กลุ่มวิชาภาษาต่างประเทศ กลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์ กลุ่มวิชาคณิตศาสตร์ กลุ่มวิชาสังคมศึกษา กลุ่มวิชาสุขศึกษาและพลศึกษาในสัดส่วนที่เหมาะสม โดยพิจารณาจากมาตรฐานการเรียนรู้ของกลุ่มวิชานั้น ๆ เพื่อให้บรรลุจุดประสงค์ของหมวดวิชาทักษะชีวิต

2. หมวดวิชาทักษะวิชาชีพ สถานศึกษาอาชีวศึกษาหรือสถาบันสามารถปรับปรุงรายละเอียดของรายวิชาในกลุ่มทักษะวิชาชีพเฉพาะ และหรือพัฒนารายวิชาเพิ่มเติมในกลุ่มทักษะวิชาชีพเลือกได้ โดยพิจารณาจากจุดประสงค์สาขาวิชาและมาตรฐานการศึกษาวิชาชีพ สาขาวิชาตลอดจนความต้องการของสถานประกอบการหรือสภาพยุทธศาสตร์ของภูมิภาค เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ

3. หมวดวิชาเลือกเสรี สถานศึกษาอาชีวศึกษาหรือสถาบันสามารถพัฒนารายวิชาเพิ่มเติมได้ ตามความต้องการของสถานประกอบการ ชุมชน ท้องถิ่นหรือสภาพยุทธศาสตร์ของ

ภูมิภาค เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ และหรือเพื่อการศึกษาต่อ ทั้งนี้ การกำหนดรหัสวิชา จำนวนหน่วยกิตและจำนวนชั่วโมงเรียนให้เป็นไปตามที่หลักสูตรกำหนด

4. การปรับปรุง แก้ไข พัฒนารายวิชากลุ่มวิชาและการอนุมัติหลักสูตร

5. การพัฒนาหลักสูตรหรือการปรับปรุงสาระสำคัญของหลักสูตรตามมาตรฐานคุณวุฒิอาชีวศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ให้เป็นหน้าที่ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาสถาบันการอาชีวศึกษาหรือสถานศึกษาโดยความเห็นชอบของคณะกรรมการ การอาชีวศึกษา

6. การอนุมัติหลักสูตรให้เป็นหน้าที่ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

7. การประกาศใช้หลักสูตรให้ทำเป็นประกาศกระทรวงศึกษาธิการ

8. การพัฒนารายวิชาหรือกลุ่มวิชาเพิ่มเติม สถานศึกษาหรือสถาบันสามารถดำเนินการได้โดยต้องรายงานให้สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาทราบ

17. การประกันคุณภาพหลักสูตร

ให้ทุกหลักสูตรกำหนดระบบประกันคุณภาพไว้ให้ชัดเจนประกอบด้วย 4 ประเด็น

1. คุณภาพของผู้สำเร็จการศึกษา

2. การบริหารหลักสูตร

3. ทรัพยากรการจัดการอาชีวศึกษา

4. ความต้องการกำลังคนของตลาดแรงงาน ให้สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา สถาบันการอาชีวศึกษาและสถานศึกษาจัดให้มีการประเมินเพื่อพัฒนาหลักสูตรที่อยู่ในความรับผิดชอบอย่างต่อเนื่องอย่างน้อยทุก 5 ปี

2.1.4 รายวิชา 2101–2102 งานจักรยานยนต์

1. จุดประสงค์รายวิชา

1.1 เพื่อให้เข้าใจหลักการทำงานของรถจักรยานยนต์

1.2 เพื่อให้ถอดประกอบ ตรวจสภาพชิ้นส่วนของรถจักรยานยนต์

1.3 เพื่อให้บำรุงรักษา บริการ แก้ไขข้อขัดข้อง ของรถจักรยานยนต์และประมาณราคาค่าบริการ

1.4 เพื่อให้มีกิจนิสัยที่ดีในการทำงาน รับผิดชอบ ประณีต รอบคอบ ตรงต่อเวลา สะอาด ปลอดภัยและรักษาสภาพแวดล้อม

2. มาตรฐานรายวิชา

2.1 แสดงความรู้เกี่ยวกับหลักการตรวจสอบ บำรุงรักษา ปรับแต่งชิ้นส่วนรถจักรยานยนต์

2.2 บำรุงรักษาเครื่องยนต์รถจักรยานยนต์และระบบต่าง ๆ ตามคู่มือ

2.3 ตรวจสภาพเครื่องยนต์รถจักรยานยนต์และระบบต่าง ๆ ตามคู่มือ

2.4 ถอดประกอบชิ้นส่วนต่าง ๆ ของเครื่องยนต์รถจักรยานยนต์ตามคู่มือ

2.5 ถอดประกอบชิ้นส่วนระบบต่าง ๆ ของรถจักรยานยนต์ตามคู่มือ

2.6 ประมาณราคาค่าบริการรถจักรยานยนต์

3. คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาและปฏิบัติเกี่ยวกับหลักการทำงาน การถอดประกอบชิ้นส่วนของเครื่องยนต์และระบบของรถจักรยานยนต์ ระบบควบคุมการฉีดเชื้อเพลิงด้วยอิเล็กทรอนิกส์ การใช้เครื่องมือและเครื่องมือพิเศษ ตรวจสอบชิ้นส่วน ปรับแต่ง การบำรุงรักษาและประมาณราคาค่าบริการ

2.1.5 โครงการสอน

จากโครงสร้างหลักสูตรรายวิชางานจักรยานยนต์ รหัส 2101-2102 ได้กำหนดจำนวนคาบเรียน 7 ชั่วโมง / สัปดาห์ ผู้วิจัยได้วิเคราะห์หลักสูตรรายวิชา สามารถแยกเป็นหน่วยการเรียนรู้ได้ทั้งหมด 13 เรื่อง ดังนี้

ตารางที่ 2-1 แสดงหน่วยการเรียนรู้วิชางานจักรยานยนต์ตลอดหลักสูตร

	โครงการสอน **(Teaching Program)**		
ชื่อรายวิชา	งานจักรยานยนต์ รหัสวิชา 2101 – 2102	หน่วยกิต	3
ในหลักสูตร	ประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนปีที่	
หน่วยที่	**งาน-หัวข้อเรื่อง**	**เวลาสอน (ชม.)**	
1	เครื่องมือที่ใช้กับรถจักรยานยนต์ ใบงานที่ 1 งานเครื่องมือที่ใช้กับรถจักรยานยนต์	7	
2	เครื่องยนต์ ใบงานที่ 2 งานถอด-ประกอบฝาสูบเครื่องยนต์ 4 จังหวะ	7	

ตารางที่ 2-1 (ต่อ) แสดงหน่วยการเรียนรู้วิชางานจักรยานยนต์ตลอดหลักสูตร

	โครงการสอน **(Teaching Program)**		
ชื่อรายวิชา	งานจักรยานยนต์ รหัสวิชา 2101 – 2102	หน่วยกิต	3
ในหลักสูตร	ประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนปีที่	
หน่วยที่	**งาน-หัวข้อเรื่อง**	**เวลาสอน(ชม.)**	
3	ระบบหล่อลื่น ระบบส่งกำลัง ระบบระบายความร้อน ใบงานที่ 3.1 งานถอด-ประกอบคลัตช์เครื่องยนต์ ใบงานที่ 3.2 งานถอด-ประกอบชุดเกียร์	7	
4	ระบบน้ำมันเชื้อเพลิง ใบงานที่ 4 งานบริการระบบน้ำมันเชื้อเพลิง ใบงานที่ 4.1 งานถอด-ประกอบคาร์บูเรเตอร์แบบ VM ใบงานที่ 4.2 งานถอด-ประกอบคาร์บูเรเตอร์แบบ CV หรือ BS	7	
5	ระบบจุดระเบิด ใบงานที่ 5 งานบริการระบบจุดระเบิด	7	
6	ระบบไฟฟ้ารถจักรยานยนต์ ใบงานที่ 6 งานบริการระบบไฟฟ้ารถจักรยานยนต์ ใบงานที่ 6.1 งานบริการระบบไฟชาร์จ ใบงานที่ 6.2 งานบริการระบบไฟแสงสว่าง ใบงานที่ 6.3 งานบริการระบบไฟสัญญาณ ใบงานที่ 6.4 งานบริการระบบสตาร์ตไฟฟ้า	21	

ตารางที่ 2-1 (ต่อ) แสดงหน่วยการเรียนรู้วิชางานจักรยานยนต์ตลอดหลักสูตร

	โครงการสอน **(Teaching Program)**		
ชื่อรายวิชา	งานจักรยานยนต์ รหัสวิชา 2101 – 2102	หน่วยกิต	3
ในหลักสูตร	ประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนปีที่	
7	ระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ 1. หลักการทำงานระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ 2. ส่วนประกอบและหน้าที่ระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ 3. ระบบควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ 4. ระบบวินิจฉัยข้อขัดข้องด้วยตัวเอง 5. ตารางการวินิจฉัยข้อขัดข้องด้วยตัวเอง 6. งานบริการระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ ใบงานที่ 7.1 งานเรียกดูรหัสปัญหาข้อขัดข้องระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ PGM-FI ใบงานที่ 7.2 งานลบข้อมูลรหัสปัญหาข้อขัดข้องระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ PGM-FI ใบงานที่ 7.3 งานการปรับตั้งตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่ง ใบงานที่ 7.4 งานแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง MAP Sensor ใบงานที่ 7.5 งานแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง EOT Sensor ใบงานที่ 7.6 งานแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง TP Sensor ใบงานที่ 7.7 งานแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง IAT Sensor ใบงานที่ 7.8 งานแก้ไขปัญหาข้อขัดข้องหัวฉีด (Injector) ใบงานที่ 7.9 งานแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง O_2 Sensor ใบงานที่ 7.10 งานแก้ไขปัญหาข้อขัดข้องชุดลิ้นควบคุมอากาศรอบเดินเบา (IACV) ใบงานที่ 7.11 งานแก้ไขปัญหาข้อขัดข้องตัวตรวจจับตำแหน่งเพลาข้อเหวี่ยง (CKP Sensor) ใบงานที่ 7.12 งานแก้ไขปัญหาข้อขัดข้องตัวตรวจจับความเอียงของรถ (BA Sensor)	21	

ตารางที่ 2-1 (ต่อ) แสดงหน่วยการเรียนรู้วิชางานจักรยานยนต์ตลอดหลักสูตร

	โครงการสอน **(Teaching Program)**		
ชื่อรายวิชา	งานจักรยานยนต์ รหัสวิชา 2101 – 2102	หน่วยกิต	3
ในหลักสูตร	ประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนปีที่	
หน่วยที่	**งาน-หัวข้อเรื่อง**	**เวลาสอน(ชม.)**	
8	โครงรถจักรยานยนต์ ใบงานที่ 8.1 งานบริการล้อหน้าแบบดรัมเบรก ใบงานที่ 8.2 งานบริการล้อหลัง	7	
9	ระบบบังคับเลี้ยว ใบงานที่ 9.1 งานบริการโช้กอัพหน้า ใบงานที่ 9.2 งานบริการระบบบังคับเลี้ยว	7	
10	ระบบรองรับน้ำหนัก ใบงานที่ 10 งานขึ้นซี่ลวด	7	
11	ระบบเบรก ใบงานที่ 11.1 งานบริการดิสก์เบรก ใบงานที่ 11.2 งานบริการชุดสายพาน (Automatic)	7	
12	ล้อและยางรถจักรยานยนต์ การบำรุงรักษาและการประมาณราคาค่าบริการ ใบงานที่ 12 งานบำรุงรักษารถจักรยานยนต์	7	
13	แก้ปัญหารถจักรยานยนต์ ใบงานที่ 13 งานแก้ปัญหารถจักรยานยนต์	7	
13	ทดสอบประมวลความรู้ หน่วยที่ ชื่อหัวข้อเรื่อง และงาน ทดสอบประมวลความรู้ ใบงาน-เรื่องที่ 1-13	7	
	รวม	**126**	

ผู้วิจัยนำหน่วยที่ 7 มาออกแบบและสร้างชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์

2.1.6 หน่วยที่ 7 เรื่อง ระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์

ระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ในรถจักรยานยนต์ เป็นแบบ D-Jetronic เป็นระบบที่มีการควบคุมการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงของหัวฉีด โดยการวัดความดันอากาศภายในท่อไอดี เพื่อหาปริมาณอากาศที่เข้ากระบอกสูบ ด้วยตัวตรวจจับความดันในท่อไอดี (MAP Sensor) แล้วเปลี่ยนเป็นสัญญาณไฟฟ้าส่งไปยังกล่อง ECU (Electronic Control Unit) หรือ ECM (Engine Control Module) เพื่อกำหนดระยะเวลาในการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงของหัวฉีดให้เหมาะสมกับปริมาณอากาศที่เข้าเครื่องยนต์ ทำให้การเผาไหม้สมบูรณ์ ช่วยลดมลพิษในอากาศ

หลักการทำงาน

ขณะที่เครื่องยนต์มีความเร็วรอบต่ำ ลิ้นเร่งจะเปิดให้อากาศเข้ากระบอกสูบน้อยเป็นผลให้ความดันในท่อไอดีต่ำ ตัวตรวจจับความดันในท่อไอดี (MAP Sensor) จะเปลี่ยนสัญญาณทางไฟฟ้าส่งข้อมูลไปยังกล่อง ECU (Electronic Control Unit) หรือ ECM (Engine Control Module) เพื่อทำหน้าที่ประมวลผลหาปริมาณของอากาศ เพื่อกำหนดระยะเวลาในการฉีดพื้นฐาน ในทางกลับกันหากบิดคันเร่งมากขึ้นจะทำให้มีอากาศไหลเข้ากระบอกสูบมากขึ้น เป็นผลให้ความดันในท่อไอดีสูงขึ้น ในสภาวะแบบนี้กล่อง ECU (Electronic Control Unit) หรือ ECM (Engine Control Module) จะถูกสั่งให้จ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงมากขึ้น ให้เหมาะสมกับความต้องการของเครื่องยนต์ ในสภาวะนั้น ๆ

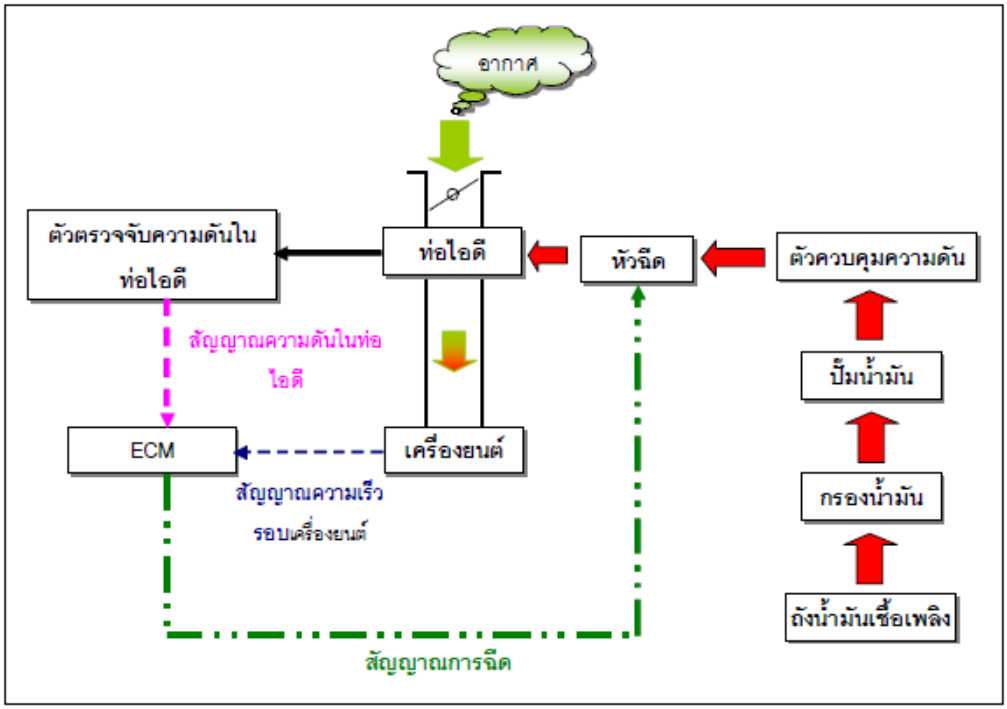
การควบคุมระยะเวลาในการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง

ระบบจะมีการควบคุมระยะเวลาในการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง ออกเป็น 2 ส่วน คือ การควบคุมระยะเวลาการฉีดพื้นฐาน และการเพิ่มระยะเวลาในการฉีดตามสภาวะการทำงานของเครื่องยนต์ โดยมีรายละเอียดการควบคุม ดังนี้

การควบคุมระยะเวลาในการฉีดพื้นฐาน

กล่อง ECU (Electronic Control Unit) หรือ ECM (Engine Control Module) จะได้รับสัญญาณไฟฟ้าจากตัวตรวจจับความดันในท่อไอดี (MAP Sensor) และสัญญาณความเร็วรอบของเครื่องยนต์ (Pulser Coil) สัญญาณทั้งสอง จะถูกใช้สำหรับกำหนดระยะเวลาในการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงของหัวฉีด ระยะเวลาในการฉีดที่ได้จากสัญญาณทั้งสองนี้จะเรียกว่า ระยะเวลาในการฉีดพื้นฐาน

การทำงาน เมื่อเปิดสวิตช์จุดระเบิด กระแสไฟฟ้าไหลไปเลี้ยงอุปกรณ์ต่าง ๆ เซนเซอร์จะทำงาน แล้วส่งข้อมูลไปให้กล่อง ECU (Electronic Control Unit) หรือ ECM (Engine Control Module) ปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิงทำงาน เป็นเวลาประมาณ 2-3 วินาที ดูดน้ำมันเชื้อเพลิงจากถังส่งไปรอที่หัวฉีด



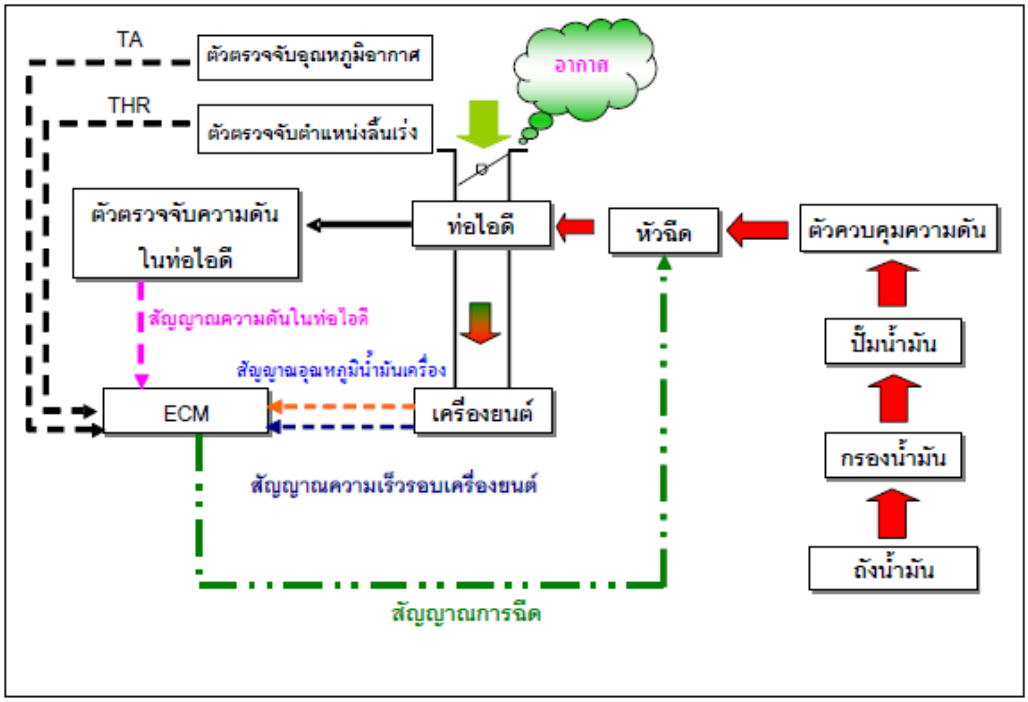
ภาพที่ 2-1 แสดงไดอะแกรมการควบคุมระยะเวลาในการฉีดพื้นฐาน

หมายเหตุ

สัญญาณความเร็วรอบของเครื่องยนต์จะใช้เป็นข้อมูลในการคำนวณหาปริมาณอากาศต่อรอบการทำงานของเครื่องยนต์ พร้อมทั้งเป็นตัวกำหนดจังหวะการจุดระเบิด และจังหวะเริ่มต้นการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงของหัวฉีด

การเพิ่มระยะเวลาในการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง

เนื่องจากเครื่องยนต์ต้องทำงานภายใต้สภาวะต่าง ๆ ที่มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา จึงทำให้อัตราส่วนผสมที่ได้จากสัญญาณการฉีดพื้นฐานไม่สามารถตอบสนองต่อความต้องการของเครื่องยนต์ในทุกสภาวะการทำงานได้ ดังนั้น จึงต้องมีตัวตรวจจับสภาวะการทำงานของเครื่องยนต์ (Sensor) เป็นตัวส่งข้อมูลสภาวะการทำงานต่าง ๆ ของเครื่องยนต์ให้กล่อง ECU (Electronic Control Unit) หรือ ECM (Engine Control Module) ทราบเพื่อที่กล่อง ECU (Electronic Control Unit) หรือ ECM (Engine Control Module) จะได้นำข้อมูลเหล่านั้นไปประมวลผลคำนวณหาปริมาณเชื้อเพลิงที่เครื่องยนต์ต้องการในสภาวะนั้น ๆ แล้วสั่งให้หัวฉีดฉีดน้ำมันออกมาผสมกับอากาศให้ได้ส่วนผสมที่พอเหมาะที่สุด



ภาพที่ 2-2 แสดงไดอะแกรมเพิ่มระยะเวลาในการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง

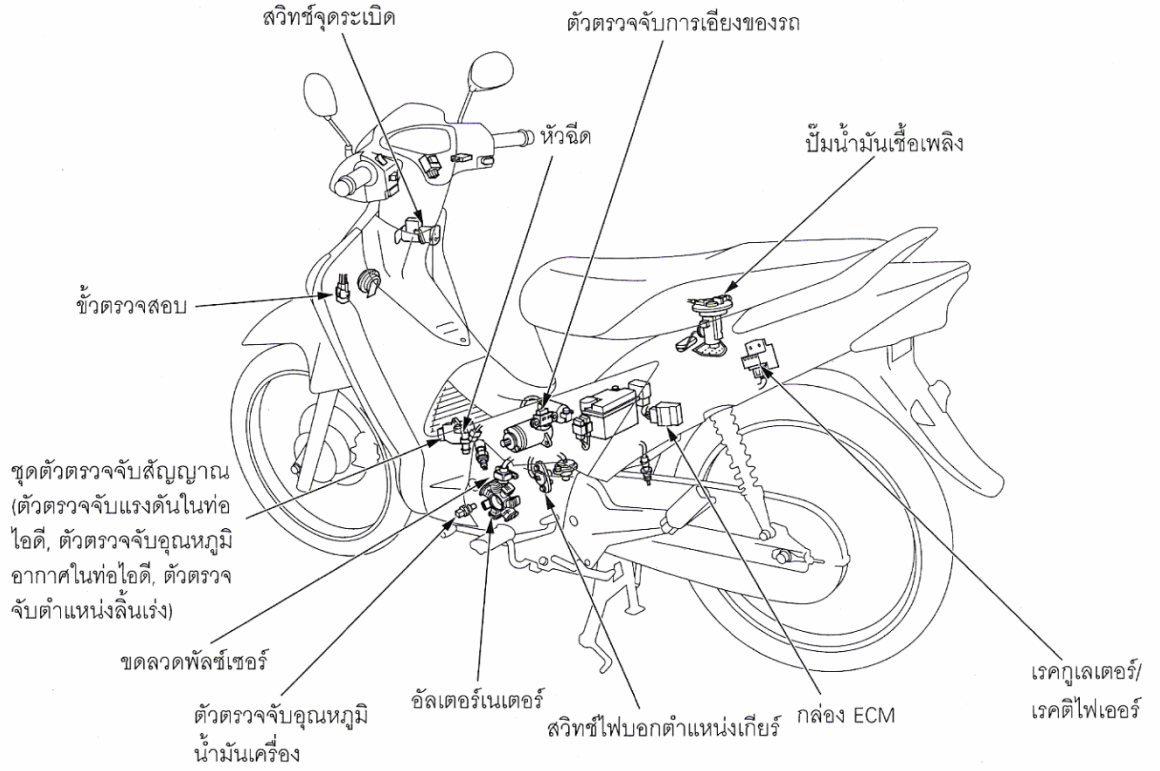
การทำงาน เมื่อสตาร์ตเครื่องยนต์ เซนเซอร์ตรวจจับความเร็วรอบเครื่องยนต์ (Pulser Coil) ส่งสัญญาณมาที่กล่อง ECU (Electronic Control Unit) หรือ ECM (Engine Control Module) เมื่อกล่อง ECU (Electronic Control Unit) หรือ ECM (Engine Control Module) ได้รับสัญญาณความเร็วรอบจะสั่งให้หัวฉีดจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงให้กับเครื่องยนต์ ระบบจุดระเบิดและปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิงทำงาน

ส่วนประกอบของระบบ

- ตัวตรวจจับสัญญาณ (Sensor)
  - ตัวตรวจจับความดันในท่อไอดี (MAP Sensor)
  - ตัวตรวจจับอุณหภูมิอากาศ (IAT Sensor)
  - ตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่ง (TP Sensor)
  - ตัวตรวจจับอุณหภูมิเครื่องยนต์ (ET Engine Temperature)
  - ตัวตรวจจับอุณหภูมิน้ำมันเครื่อง (EOT Sensor)
  - ตัวตรวจจับอุณหภูมิน้ำหล่อเย็น (ECT Sensor)
  - ตัวตรวจจับปริมาณออกซิเจน (O_2 Sensor)
  - ตัวตรวจจับตำแหน่งเพลาข้อเหวี่ยง (CKP Sensor)
  - ตัวตรวจจับความเอียงของรถ (BA Sensor)
- ปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิง (Fuel Pump)

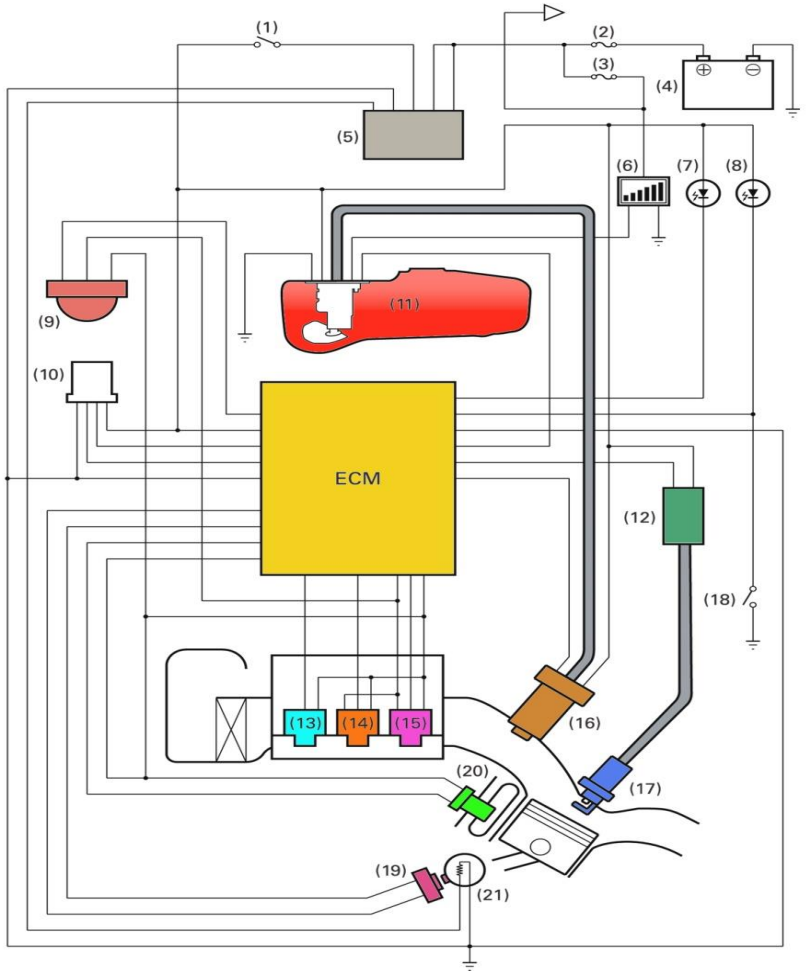
- หัวฉีด (Injector)
- กล่องควบคุม ECU (Electronic Control Unit) หรือ ECM (Engine Control Module)
- หลอดไฟเช็คเครื่องยนต์ (FI-Indicator)

ตำแหน่งของอุปกรณ์ระบบ PGM-FI



ภาพที่ 2-3 แสดงตำแหน่งของอุปกรณ์ระบบ PGM-FI

แผนผังระบบ PGM – FI

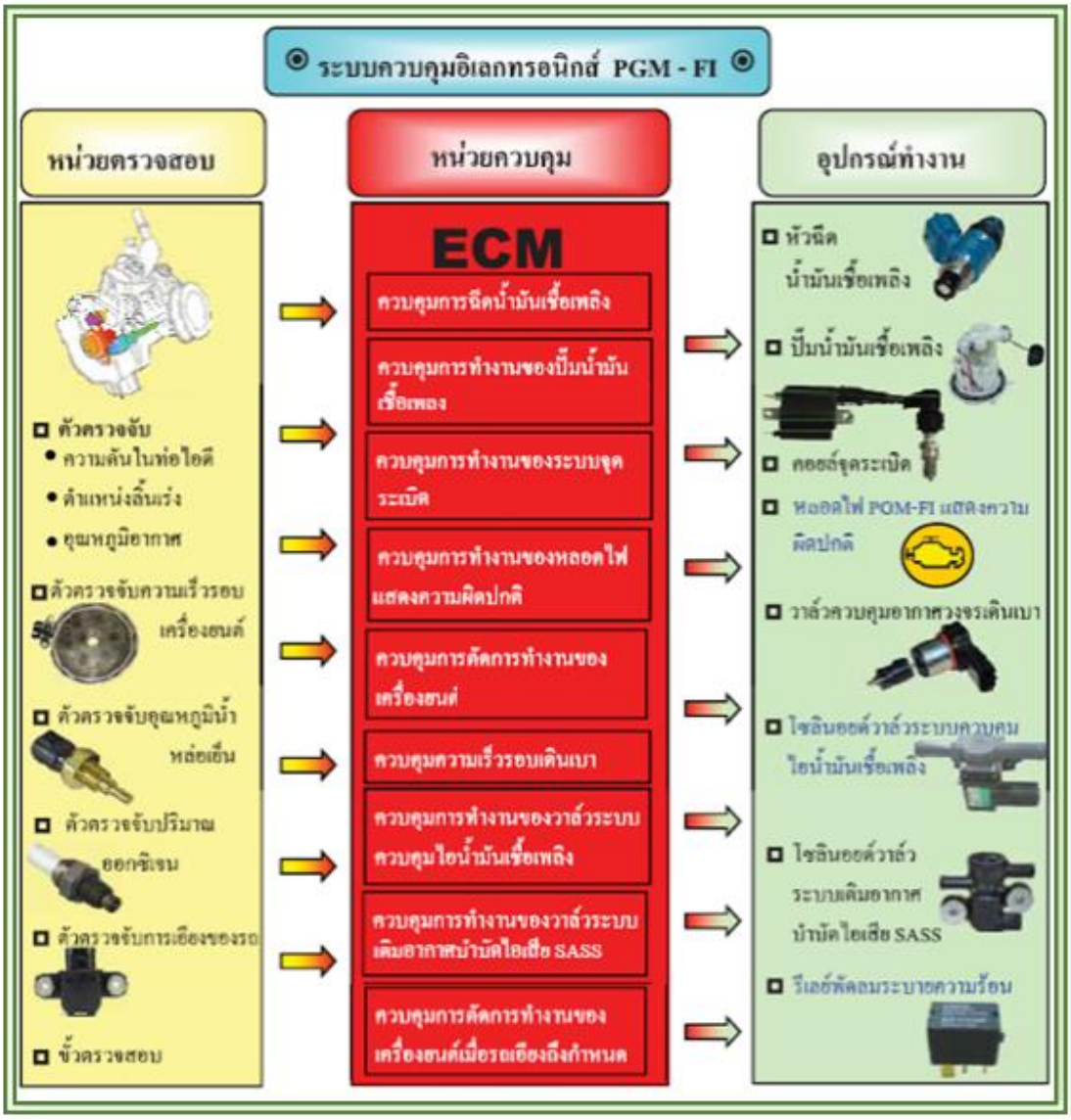


ภาพที่ 2-4 แสดงแผนผังระบบ PGM – FI

1. สวิตช์จุดระเบิด
2. ฟิวส์หลัก (15 A)
3. ฟิวส์รอง (10 A)
4. แบตเตอรี่
5. เร็กกูเรเตอร์/เร็กติไฟเออร์
6. เกจวัดระดับน้ำมันเชื้อเพลิง
7. หลอดไฟแสดงความผิดปกติ
8. หลอดไฟเกียร์ว่าง
9. ตัวตรวจจับการเอียงของรถ
10 ขั้วตรวจสอบ
11. ปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิง
12. คอยล์จุดระเบิด
13. ตัวตรวจจับอุณหภูมิอากาศ
14. ตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่ง
15. ตัวตรวจจับความดันในท่อไอดี
16. หัวฉีด
17. หัวเทียน
18. สวิตช์ไฟเกียร์ว่าง
19. พัลซ์เซอร์คอยล์ (Pulser Coil)
20. ตัวตรวจจับอุณหภูมิน้ำมันเครื่อง
21. อัลเทอร์เนเตอร์

ระบบควบคุมอิเล็กทรอนิกส์

ระบบควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ประกอบด้วย ECU (Electronic Control Unit) หรือ ECM (Engine Control Module) ตัวตรวจจับสัญญาณ และอุปกรณ์ทำงาน ECM จะรับสัญญาณไฟฟ้าจากตัวตรวจจับสัญญาณ และควบคุมการทำงานต่าง ๆ เช่น หัวฉีดและปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิง



ภาพที่ 2-5 แสดงระบบควบคุมอิเล็กทรอนิกส์แบบ PGM - FI

การทำงาน เมื่อเปิดสวิตช์กุญแจ ไปที่ตำแหน่ง " ON " กล่อง ECU (Electronic Control Unit) หรือ ECM (Engine Control Module) จะสั่งให้ปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิงทำงาน พร้อมกับตรวจสอบความผิดปกติของตัวตรวจจับ และหลอดไฟแสดงการทำงานของเครื่องยนต์ที่หน้าปัดเรือนไมล์ติด เพื่อแสดงการตรวจสอบทำงานทั้งหมดพร้อมกัน ใช้เวลาเพียง 2 วินาที ถ้าตรวจสอบระบบแล้ว เป็นปกติ

หลอดไฟเตือนจะดับ แต่ถ้าตรวจพบความผิดปกติ หลอดไฟจะกะพริบเป็นรหัส เพื่อแจ้งให้ทราบว่ามีความผิดปกติเกิดขึ้นในระบบ

เมื่อสตาร์ตเครื่องยนต์ ตัวตรวจจับทั้งหมดจะส่งสัญญาณมาที่กล่อง ECU (Electronic Control Unit) หรือ ECM (Engine Control Module) เพื่อประมวลผลการสั่งจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงและกำหนดจังหวะจุดระเบิด เพื่อให้เครื่องยนต์ทำงานในตำแหน่งเดินเบา

การเร่งเครื่องยนต์ให้รอบสูงขึ้น ตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่งจะส่งสัญญาณไปที่กล่อง ECM เพื่อเพิ่มปริมาณการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงและปรับองศาการจุดระเบิดใหม่ให้เหมาะสมกับความเปลี่ยนแปลงของเครื่องยนต์

ขณะผ่อนคันเร่งเพื่อลดรอบเครื่องยนต์ ตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่งจะส่งสัญญาณไฟฟ้าไปที่กล่อง ECU (Electronic Control Unit) หรือ ECM (Engine Control Module) เพื่อประมวลผลความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบของเครื่องยนต์กับตำแหน่งของลิ้นเร่ง ถ้าไม่สัมพันธ์กันกล่อง ECM จะตัดการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงจนกว่าความเร็วรอบของเครื่องยนต์กับตำแหน่งลิ้นเร่งสัมพันธ์กัน กล่อง ECM ก็จะสั่งการฉีดอีกครั้ง

วงจรจ่ายพลังงาน (Power Supply Circuit)

แหล่งจ่ายพลังงานในรถจักรยานยนต์รุ่นใหม่ มีอยู่ด้วยกัน 2 แห่งด้วยกันคือ

1. แบตเตอรี่
2. อัลเทอร์เนเตอร์

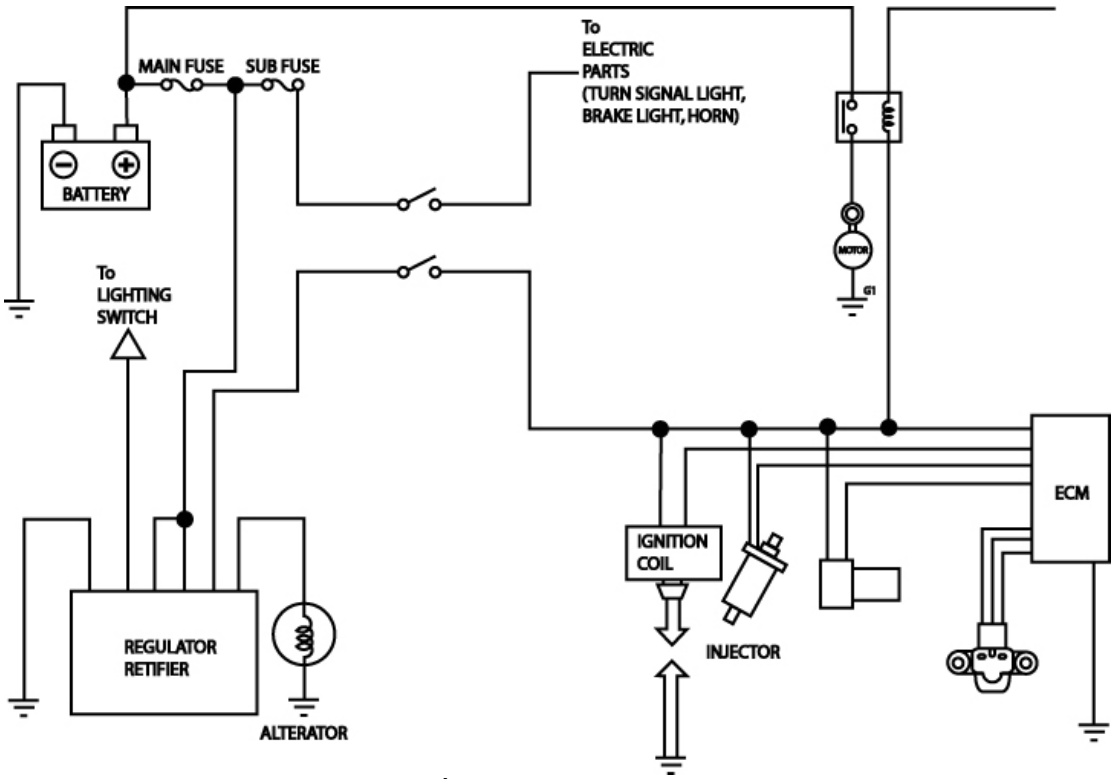
ซึ่งระบบจ่ายพลังงานสามารถแยกการทำงานออกเป็น 2 กรณีคือ แบบปกติและแบบฉุกเฉิน ซึ่งมีหลักการทำงานดังนี้

1. การทำงานแบบปกติ (แบตเตอรี่พร้อมใช้งาน)

เมื่อเปิดสวิตช์จุดระเบิดแบตเตอรี่จะจ่ายพลังงานออกมาเลี้ยงระบบต่าง ๆ ทั้งหมดจนกว่าจะสตาร์ตเครื่องยนต์และเครื่องยนต์ติด ถ้าเครื่องยนต์สามารถผลิตไฟฟ้าได้มากกว่าแรงเคลื่อนของแบตเตอรี่ อัลเทอร์เนเตอร์ก็จะเป็นตัวจ่ายไฟเลี้ยงระบบแทนแบตเตอรี่และจ่ายไฟไปประจุที่แบตเตอรี่

2. การทำงานแบบฉุกเฉิน (แบตเตอรี่ไม่พร้อมใช้งาน)

อัลเทอร์เนเตอร์จะเป็นตัวจ่ายพลังงานไฟฟ้าออกมาเลี้ยงระบบทั้งหมด โดยได้พลังงานไฟฟ้ามาจากการสตาร์ตเครื่องยนต์ ซึ่งรุ่นนี้ได้มีการออกแบบเร็กติไฟเออร์ใหม่ ให้มีความสามารถในการจ่ายกระแสไฟ ออกไปมาเลี้ยงระบบ ได้มากขึ้น โดยที่เร็กกูเรเตอร์-เร็กติไฟเออร์ จะมีตัวเก็บประจุอยู่ภายใน ซึ่งจะช่วยทำให้ แรงเคลื่อนไฟฟ้าที่จ่ายออกมาจากอัลเทอร์เนเตอร์ในระหว่างการสตาร์ตมีความคงที่ และเพียงพอในการติดเครื่องยนต์



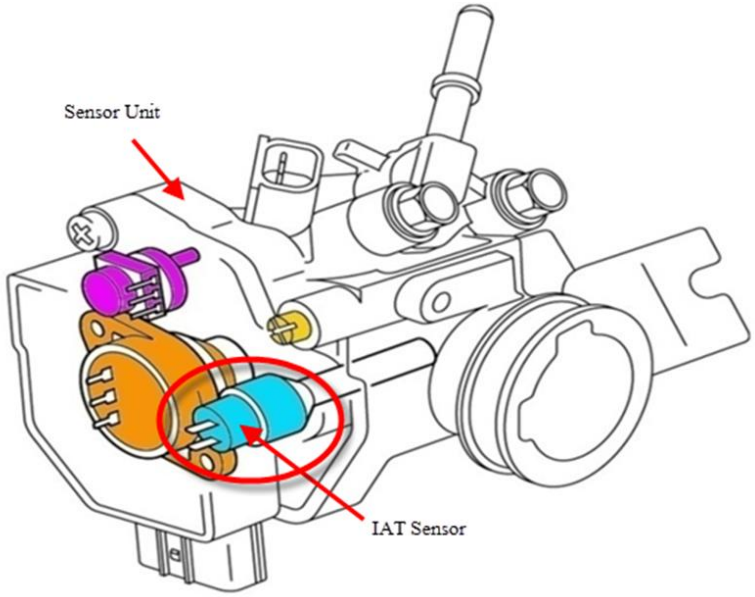
ภาพที่ 2-6 แสดงวงจรจ่ายพลังงาน

ตัวตรวจจับสัญญาณ (Sensor)

มีหน้าที่ตรวจจับความเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ แล้วส่งข้อมูลเข้าไปที่กล่อง ECM แล้วนำข้อมูลเหล่านั้นไปประมวลผล เพื่อหาปริมาณการฉีดและจังหวะในการจุดระเบิดที่เหมาะสมที่สุด ในรถรุ่นนี้ได้มีการติดตั้งตัวตรวจจับสัญญาณต่าง ๆ ดังนี้

1. ตัวตรวจจับอุณหภูมิอากาศ (IAT Sensor)
2. ตัวตรวจจับความดันในท่อไอดี (MAP Sensor)
3. ตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่ง (TP Sensor)
4. ตัวตรวจจับอุณหภูมิเครื่องยนต์ (ET Engine Temperature)
   4.1 ตัวตรวจจับอุณหภูมิน้ำมันเครื่อง (EOT Sensor)
   4.2 ตัวตรวจจับอุณหภูมิน้ำหล่อเย็น (ECT Sensor)
5. ตัวตรวจจับปริมาณออกซิเจน (O_2 Sensor)
6. ตัวตรวจจับตำแหน่งเพลาข้อเหวี่ยง (CKP Sensor)
7. ตัวตรวจจับความเอียงของรถ (BA Sensor)

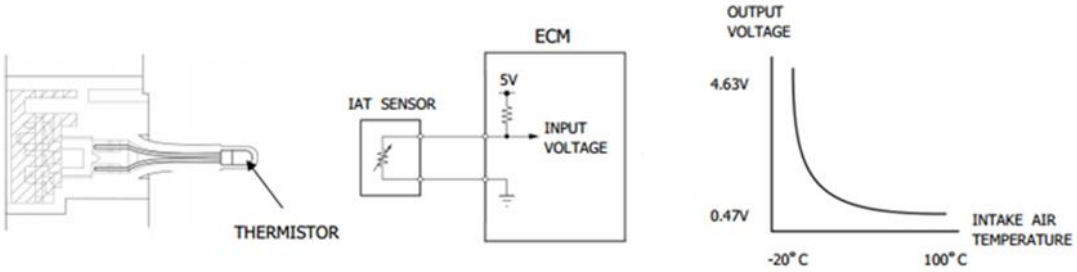
ตัวตรวจจับอุณหภูมิอากาศในท่อไอดี (Intake Air Temperature Sensor : IAT Sensor)



ภาพที่ 2-7 แสดงตัวตรวจจับอุณหภูมิอากาศ (IAT Sensor)

ทำหน้าที่ ตรวจจับอุณหภูมิของอากาศที่จะเข้าไปผสมกับน้ำมันเชื้อเพลิงในท่อไอดี แล้วเปลี่ยนเป็นสัญญาณทางไฟฟ้าส่งข้อมูลไปยังกล่อง ECU (Electronic Control Unit) หรือ ECM (Engine Control Module) เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการคำนวณหาปริมาณอากาศที่จะเข้าไปผสมกับน้ำมันเชื้อเพลิงในท่อไอดี

โครงสร้าง IAT Sensor เป็นเทอร์มิเตอร์ที่สามารถตรวจจับการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของอากาศได้ถึงแม้จะเป็นเพียงความร้อนแค่เล็กน้อย ซึ่งจะติดตั้งอยู่ด้านหน้าของลิ้นปีกผีเสื้อ



ภาพที่ 2-8 แสดงการทำงานและการส่งสัญญาณทางไฟฟ้าของ IAT Sensor

การทำงาน ปริมาณอากาศที่บรรจุเข้ากระบอกสูบ จะเป็นข้อมูลส่งไปยังกล่อง ECU (Electronic Control Unit) หรือ ECM (Engine Control Module) ประมวลผลหาระยะเวลาในการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงให้ได้ส่วนผสมระหว่างอากาศกับน้ำมันเชื้อเพลิงตามทฤษฎีคือ 15 : 1 ซึ่งหมายถึง อากาศ 15 ส่วน : น้ำมัน 1 ส่วนโดยน้ำหนัก แต่เนื่องจากอุณหภูมิของอากาศไม่คงที่จึงทำให้ความ

หนาแน่นของอากาศเปลี่ยนแปลงไป ส่งผลให้การจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงผสมกับอากาศผิดพลาด ดังนั้น จึงจำเป็นต้องมี ตัวตรวจจับอุณหภูมิของอากาศ

หมายเหตุ

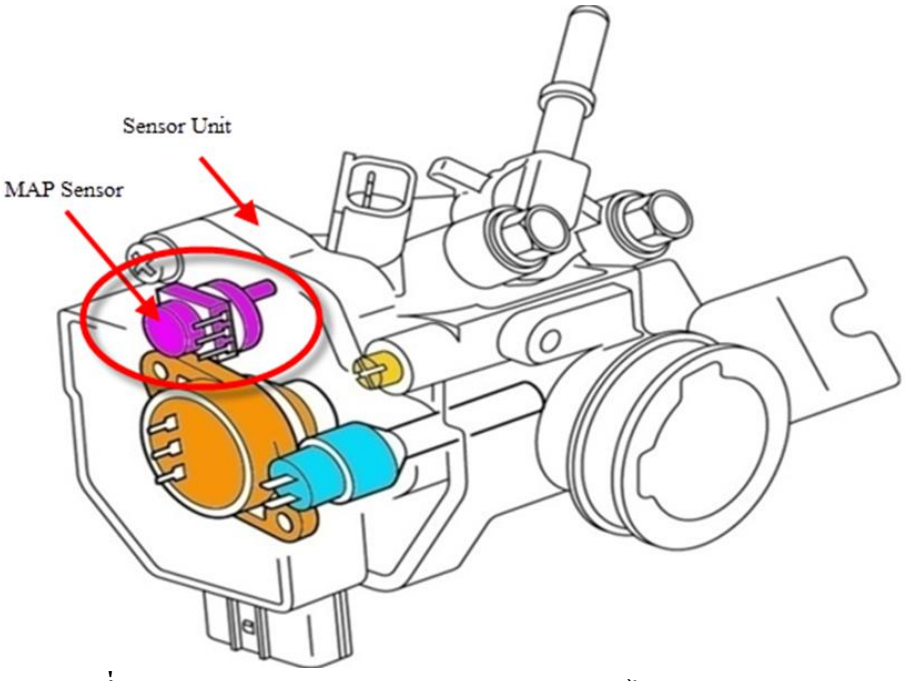
อุณหภูมิของอากาศต่ำ ความหนาแน่นของอากาศมาก กล่อง ECU (Electronic Control Unit) หรือ ECM (Engine Control Module) จะสั่งจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงมาก

อุณหภูมิของอากาศสูง ความหนาแน่นของอากาศน้อย กล่อง ECU (Electronic Control Unit) หรือ ECM (Engine Control Module) จะสั่งจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงน้อย

ตัวตรวจจับความดันในท่อไอดี (Manifold Absolute Pressure Sensor : MAP)

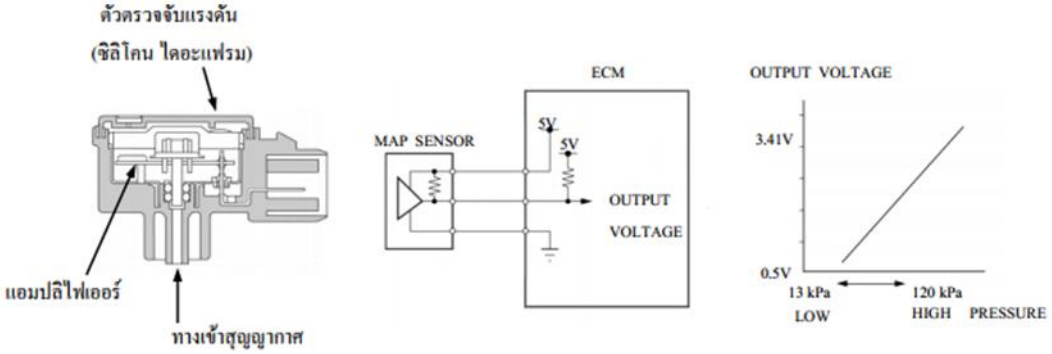
ตัวตรวจจับความดันในท่อไอดี เป็นความต้านทานที่เปลี่ยนแปลงได้แบบสารกึ่งตัวนำ ติดตั้งอยู่ด้านหลังของลิ้นปีกผีเสื้อ เพื่อตรวจจับความดันของอากาศ ก่อนเข้าเครื่องยนต์ แล้วเปลี่ยนความดันอากาศ เป็นสัญญาณทางไฟฟ้าส่งไปยังกล่อง ECU (Electronic Control Unit) หรือ ECM (Engine Control Module) เพื่อประมวลผลหาปริมาณอากาศ และรอสัญญานความเร็วรอบเครื่องยนต์ ซึ่งเป็นข้อมูลในการสั่งจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงขั้นพื้นฐานให้เหมาะสมกับความต้องการของเครื่องยนต์ ในสภาวะนั้น ๆ

ทำหน้าที่ตรวจจับความดันภายในท่อไอดี แล้วเปลี่ยนเป็นสัญญาณทางไฟฟ้า ส่งข้อมูลไปยังกล่อง ECU (Electronic Control Unit) หรือ ECM (Engine Control Module) เพื่อทำหน้าที่ประมวลผลหาปริมาณของอากาศเพื่อกำหนดระยะเวลาในการฉีดพื้นฐาน



ภาพที่ 2-9 แสดงตำแหน่งตัวตรวจจับความดันในท่อไอดี (MAP Sensor)

โครงสร้างและลักษณะของ MAP Sensor เป็นความต้านทานที่เปลี่ยนแปลงได้ แบบสารกึ่งตัวนำ ติดตั้งอยู่ด้านหลังของลิ้นปีกผีเสื้อ



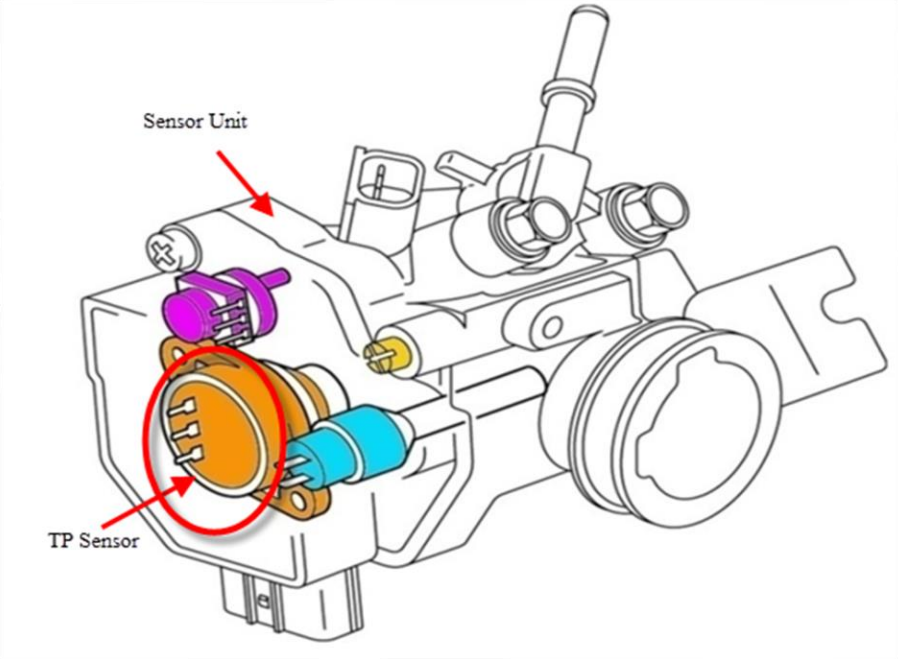
ภาพที่ 2-10 แสดงการทำงานและการส่งสัญญาณทางไฟฟ้าของ MAP Sensor

การทำงาน MAP Sensor จะประมวลผลหาปริมาณของอากาศ เพื่อกำหนดระยะเวลาในการฉีดพื้นฐาน นอกจากนั้นกล่อง ECU (Electronic Control Unit) หรือ ECM (Engine Control Module) ยังใช้สัญญาณนี้ ไปเปรียบเทียบกับสัญญาณจากตรวจจับความเร็วรอบเครื่องยนต์ (Pulser Coil) เพื่อกำหนดจังหวะในการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง และจังหวะจุดระเบิด

ถ้า MAP Sensor ส่งสัญญาณไปยังกล่อง ECU (Electronic Control Unit) หรือ ECM (Engine Control Module) แล้วประมวลผลพบว่าความดันในท่อไอดีสูง แสดงว่าขณะนั้นมีปริมาณอากาศน้อย กล่อง ECU (Electronic Control Unit) หรือ ECM (Engine Control Module) จะสั่งจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงน้อย

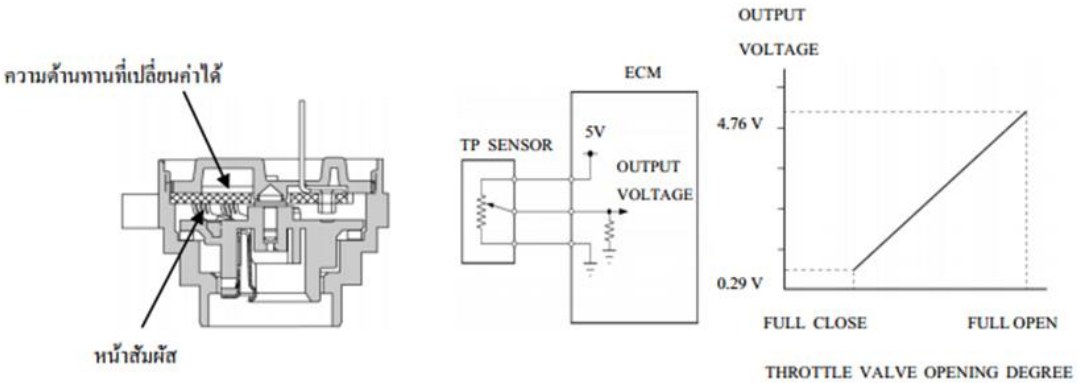
ตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่ง (Throttle Position Sensor : TP Sensor)

ทำหน้าที่ ตรวจจับตำแหน่งการเปิดของลิ้นเร่ง แล้วส่งเป็นสัญญาณไฟฟ้าเข้ากล่อง ECU (Electronic Control Unit) หรือ ECM (Engine Control Module) เพื่อเป็นข้อมูลในการสั่งจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงให้มีความเหมาะสมกับความต้องการของเครื่องยนต์ในขณะนั้น และเป็นข้อมูลในการสั่งตัดการจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงเมื่อผ่อนคันเร่ง โดยการเปรียบเทียบสัญญาณกับสัญญาณความเร็วรอบของเครื่องยนต์และสัญญาณอุณหภูมิของน้ำมันเครื่อง ตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่งจะบอกการเปิดของลิ้นเร่งออกมาเป็นสัญญาณทางไฟฟ้า ซึ่งเกิดจากความต้านทานที่เปลี่ยนแปลงได้ติดตั้งอยู่ที่ส่วนปลายของเพลาลิ้นเร่ง แล้วส่งสัญญาณไฟฟ้าดังกล่าวไปที่กล่อง ECU (Electronic Control Unit) หรือ ECM (Engine Control Module)



ภาพที่ 2-11 แสดงตำแหน่งตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่ง (TP Sensor)

โครงสร้าง ตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่ง จะบอกถึงการเปิด-ปิด ของลิ้นเร่ง แล้วส่งเป็นสัญญาณทางไฟฟ้า ซึ่งเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของความต้านทาน ที่ติดตั้งอยู่ที่ส่วนปลายของเพลาลิ้นเร่ง



ภาพที่ 2-12 แสดงการทำงานและการส่งสัญญาณทางไฟฟ้าของ TP Sensor

การทำงาน เมื่อลิ้นเร่งอยู่ที่ตำแหน่งปิดสุด (เดินเบา) เซนเซอร์จะอยู่ที่ตำแหน่งความต้านทานมาก ทำให้ไฟที่จ่ายมาจากขั้ว VCC 5 โวลต์ ไหลกลับไปที่กล่อง ECU (Electronic Control Unit) หรือ ECM (Engine Control Module) ที่ขั้ว THR ได้น้อย (0.29 โวลต์) ในตำแหน่งนี้กล่อง ECU (Electronic Control Unit) หรือ ECM (Engine Control Module) จะสั่งให้หัวฉีดจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงน้อย

เมื่อบิดคันเร่งมาก ความต้านทานจะน้อย จะทำให้ไฟไหลกลับไปกล่อง ECU (Electronic Control Unit) หรือ ECM (Engine Control Module) ได้มากขึ้น ตามอัตราการบิดคันเร่ง บิดสุดจะอยู่ที่

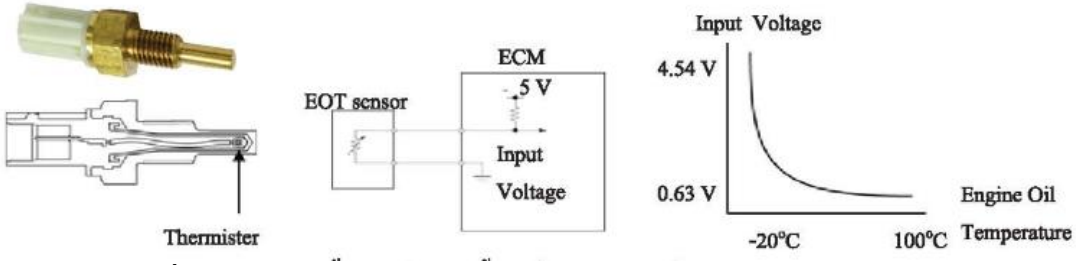
ประมาณ 4.76 โวลต์ ในตำแหน่งนี้กล่อง ECU (Electronic Control Unit) หรือ ECM (Engine Control Module) จะสั่งให้หัวฉีดจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงมาก

ตัวตรวจจับอุณหภูมิเครื่องยนต์ (Engine Temperature**)**

ทำหน้าที่ ตรวจจับอุณหภูมิของน้ำมันเครื่อง หรือน้ำหล่อเย็น แล้วเปลี่ยนเป็นสัญญาณไฟฟ้าส่งเข้ากล่อง ECU (Electronic Control Unit) หรือ ECM (Engine Control Module) เพื่อเพิ่มหรือลดปริมาณการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง เช่นน้ำมันเครื่องมีอุณหภูมิต่ำ กล่อง ECU (Electronic Control Unit) หรือ ECM (Engine Control Module) จะสั่งจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงมากขึ้น มีอยู่ 2 แบบ

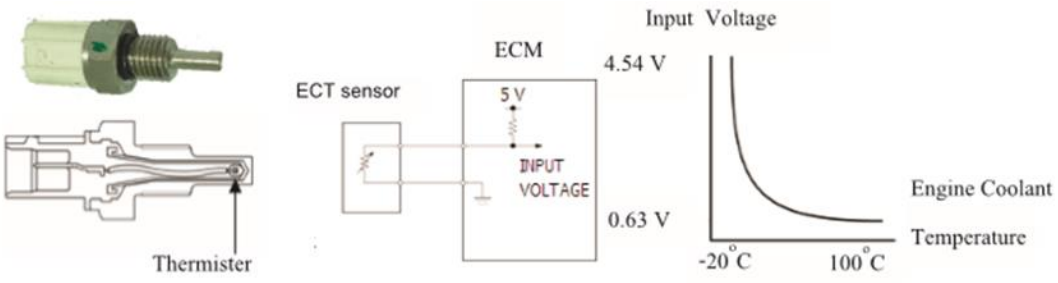
ภาพที่ 2-13 แสดงตัวตรวจจับอุณหภูมิเครื่องยนต์ ET Sensor

ตัวตรวจจับอุณหภูมิน้ำมันเครื่อง (Engine Oil Temperature Sensor) หรือ EOT Sensor ทำหน้าที่ ตรวจจับอุณหภูมิของเครื่องยนต์ แล้วส่งข้อมูลไปให้กล่อง ECU หรือ ECM ใช้ในการคำนวณหาปริมาณความต้องการน้ำมันเชื้อเพลิงที่เหมาะสมกับอุณหภูมิของเครื่องยนต์ในขณะนั้น ติดตั้งอยู่ที่เสื้อสูบด้านล่างซ้าย



ภาพที่ 2-14 แสดงการทำงานและการส่งสัญญาณทางไฟฟ้าของ EOT Sensor

ตัวตรวจจับอุณหภูมิน้ำหล่อเย็น (Engine coolant Temperature Sensor) หรือ ECT Sensor ทำหน้าที่ ตรวจจับอุณหภูมิน้ำหล่อเย็น แล้วเปลี่ยนเป็นสัญญาณทางไฟฟ้าส่งเข้ากล่อง เพื่อเพิ่มหรือลดปริมาณการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงให้เหมาะสม



ภาพที่ 2-15 แสดงการทำงานและการส่งสัญญาณทางไฟฟ้าของ ECT Sensor

การทำงาน เมื่ออุณหภูมิต่ำ ความต้านทานจะมาก ECU หรือ ECM จะส่งกระแสไฟฟ้าออกไปที่เซนเซอร์มาก และจะสั่งจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงมาก

เมื่ออุณหภูมิสูง ความต้านทานจะน้อย ECU หรือ ECM จะส่งกระแสไฟฟ้าออกไปที่เซนเซอร์น้อย และจะสั่งจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงน้อย

ตัวตรวจจับปริมาณออกซิเจน (Oxygen Sensor : O_2 Sensor)

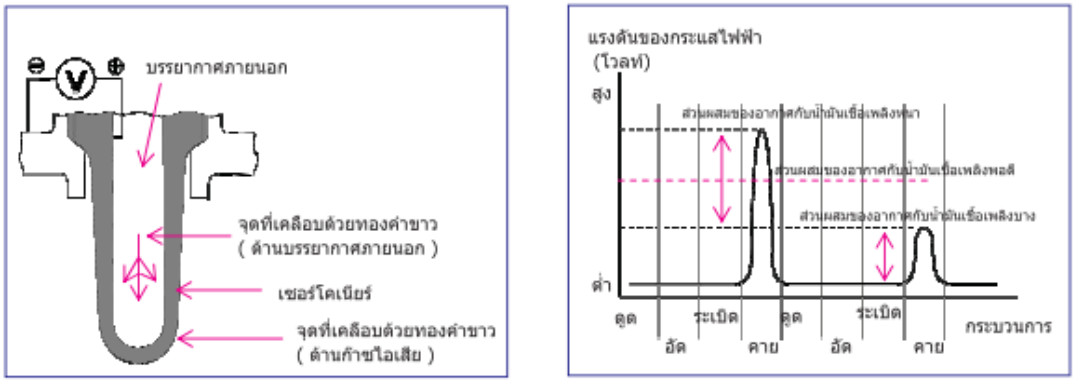
ทำหน้าที่ วิเคราะห์สภาพการเผาไหม้ โดยการตรวจจับออกซิเจนในไอเสียที่เครื่องยนต์ปล่อยออกมา แล้วเปลี่ยนเป็นสัญญาณทางไฟฟ้าส่งเข้ากล่อง ECU หรือ ECM เพื่อเพิ่มหรือลดปริมาณการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง ให้เหมาะสมกับการทำงานของเครื่องยนต์

โครงสร้าง O_2 Sensor ติดตั้งอยู่ที่ฝาสูบบริเวณปากท่อไอเสียด้านขวา ภายในประกอบด้วยแผ่นเซอร์โคเนีย (Zirconia) ที่ฉาบด้วยแพลททินั่ม (Plainum) ซึ่งมีลักษณะเป็นรูรอบ ๆ เพื่อตรวจจับก๊าซไอเสียที่เกิดจากการเผาไหม้ในขณะนั้น

ภาพที่ 2-16 แสดงการทำงาน การส่งสัญญาณทางไฟฟ้าและตำแหน่ง O_2 Sensor

การทำงาน ขณะเครื่องยนต์ทำงานการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ O_2 Sensor จะไม่สามารถตรวจจับออกซิเจนในก๊าซไอเสียได้ แสดงว่าส่วนผสมหนา กล่อง ECU หรือ ECM ก็จะสั่งลดปริมาณการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงให้น้อยลงจนกว่าจะจับปริมาณออกซิเจนในก๊าซไอเสียได้อย่างเหมาะสม

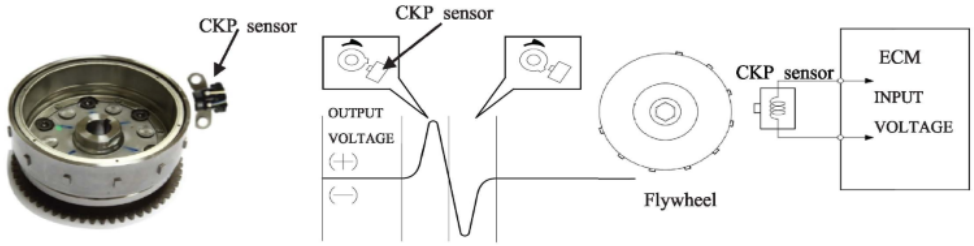
และในทางกลับกันถ้า O_2 Sensor ตรวจจับออกซิเจนในก๊าซไอเสียได้มาก แสดงว่าส่วนผสมบาง กล่อง ECU หรือ ECM จะเพิ่มปริมาณการฉีดให้สัมพันธ์กับการทำงานของเครื่องยนต์



ภาพที่ 2-17 แสดงการทำงาน และการส่งสัญญาณทางไฟฟ้า O_2 Sensor

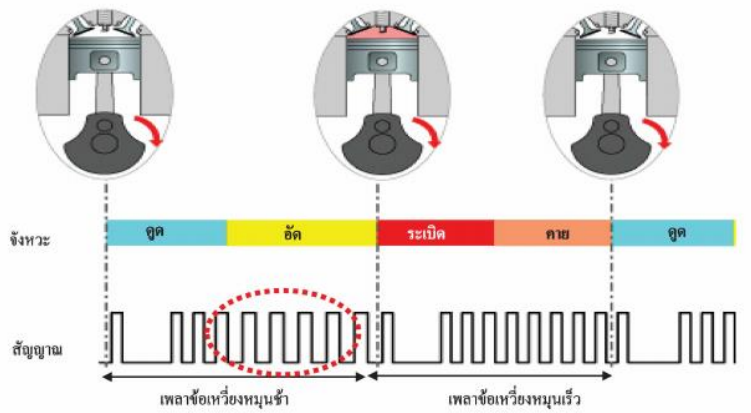
ตัวตรวจจับตำแหน่งเพลาข้อเหวี่ยง (Crankshaft Position Sensor หรือ CKP Sensor)

ทำหน้าที่ ตรวจจับความเร็วรอบเครื่องยนต์ (Engine Speed Sensor) แล้วส่งเป็นสัญญาณไฟฟ้าไปให้กล่อง กล่อง ECU หรือ ECM เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการคำนวณจังหวะในการจุดระเบิด ปริมาณความต้องการน้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ และจังหวะการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง



ภาพที่ 2-18 แสดงตำแหน่งและการทำงาน การส่งสัญญาณทางไฟฟ้าของ CKP Sensor

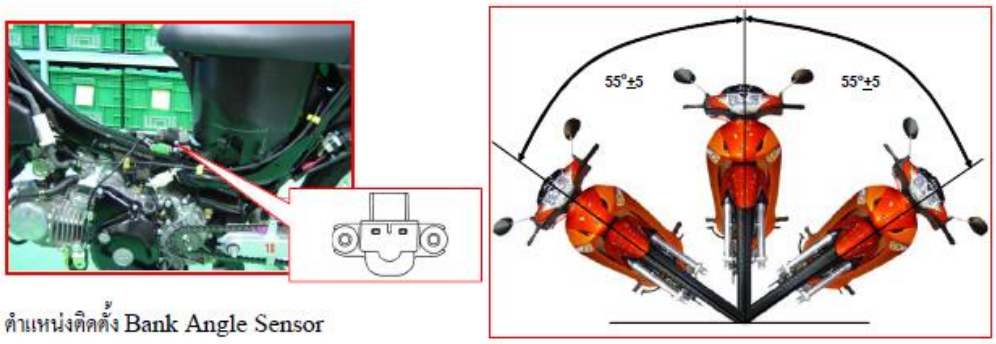
การทำงาน การตรวจสอบกระบวนการเผาไหม้จะเป็นไปตามสัญญาณที่ได้รับมาจากตำแหน่งเพลาข้อเหวี่ยง (CKP Sensor) ซึ่งกล่อง ECU หรือ ECM จะตรวจว่า เครื่องยนต์เข้าสู่จังหวะอัด จากความเร็วรอบในการหมุนของเพลาข้อเหวี่ยงที่ลดลงในระหว่างการอัด แทนที่จะเป็นการตรวจสอบกระบวนการโดยอาศัยสัญญาณที่ได้รับมาจาก MAP Sensor



ภาพที่ 2-19 แสดงตำแหน่งและการทำงาน การส่งสัญญาณทางไฟฟ้าของ CKP Sensor

ตัวตรวจจับการเอียงของรถ (Bank Angle Sensor หรือ BA Sensor **)**

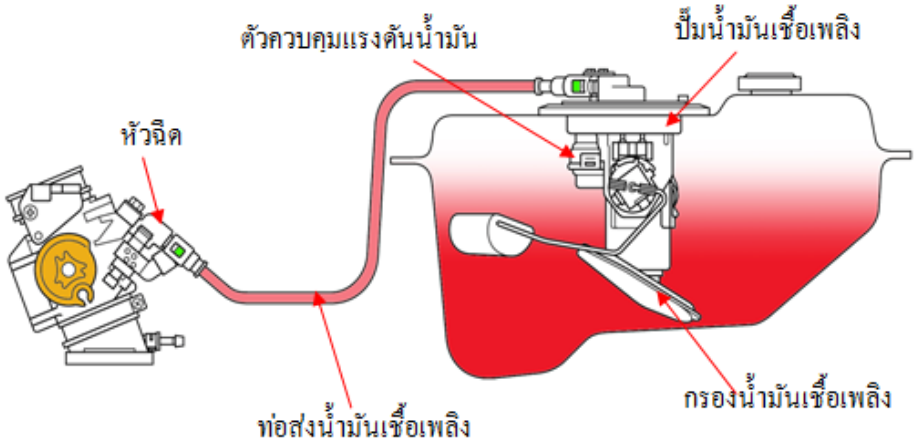
ทำหน้าที่ตรวจจับการเอียงของรถ เพื่อให้เกิดความปลอดภัยในกรณีรถล้ม โดยตัวตรวจจับการเอียงของรถจะส่งกระแสไฟฟ้าประมาณ 1 โวลต์ ไปยังชุดกล่อง ECM เมื่อองศาการเอียงถึงจุดที่กำหนดไว้ เพื่อแจ้งให้ทราบว่าขณะนี้รถอยู่ในลักษณะเอียง กล่อง ECM ก็จะสั่งให้ระบบ PGM-FI หยุดทำงานเป็นการป้องกันไฟไหม้ ในกรณีรถเกิดอุบัติเหตุล้มโดยตัวตรวจจับการเอียงของรถ จะสั่งให้กล่อง ECM ตัดการทำงานของชุดไฟจุดระเบิดและหัวฉีด เมื่อรถจักรยานยนต์เอียงเป็นมุมมากกว่า $55^{\circ} \pm 5^{\circ}$ ภายในระยะเวลา 4 ± 0.5 วินาที โดยการตัดวงจรนี้จะเป็นการตัดแบบถาวรถึงแม้ว่ารถจะตั้งขึ้นมาแล้วก็ตาม ECM สั่งให้ระบบจุดระเบิดทำงานอีกครั้งเมื่อมีการปิด-เปิดสวิตช์จุดระเบิดใหม่ ระบบจึงจะทำงานเป็นปกติ (ปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิงยังคงทำงานตามได้ตามเงื่อนไขเดิม)



ภาพที่ 2-20 แสดงตำแหน่งติดตั้งและการทำงานของ BA Sensor

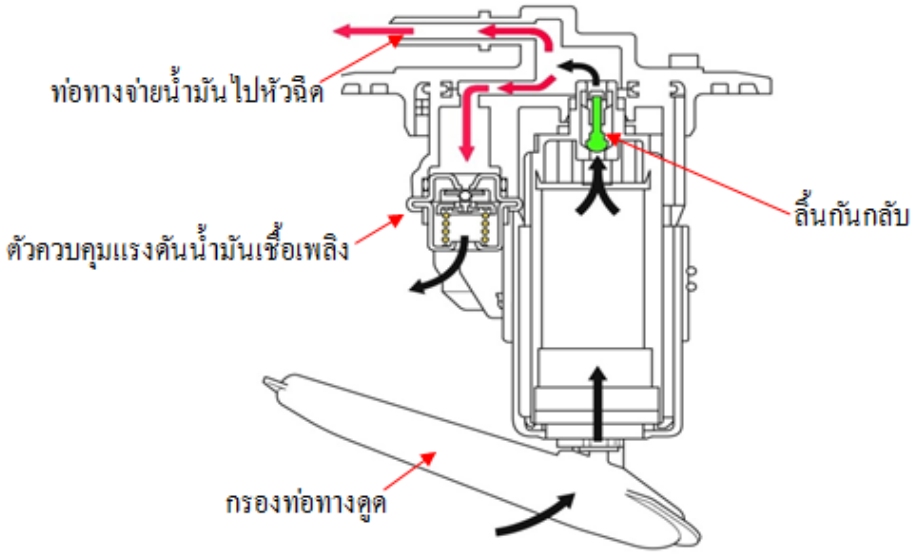
ระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงในรถจักยานยนต์ สามารถแบ่งระบบการทำงานได้ดังนี้

ทำหน้าที่ จ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงให้กับเครื่องยนต์ในปริมาณที่เพียงพอต่อความต้องการในทุกสภาวะการทำงานของเครื่องยนต์ ด้วยความดันคงที่ 294 Kpa ตลอดเวลา ประกอบด้วย ถังน้ำมันเชื้อเพลิง ปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิง ตัวควบคุมแรงดันน้ำมันเชื้อเพลิง ท่อจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิง หรือ (ท่อแรงดันสูง) หัวฉีด



ภาพที่ 2-21 แสดงการทำงานของปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิง

ปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิง (Fuel Pump) ทำหน้าที่ สร้างแรงดันน้ำมันเชื้อเพลิงจากถังส่งไปยังหัวฉีด ในปริมาณที่เพียงพอต่อความต้องการของเครื่องยนต์ โดยปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิงจะติดตั้งอยู่ภายในถังน้ำมันเชื้อเพลิงเป็นปั๊มแบบใบพัด (Turbine Pump) ขับด้วยมอเตอร์ 12 VDC.จ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงด้วยอัตราการไหลคงที่ ที่แรงดัน 294 Kpa หรือ 3.0 Kgf/cm^2 โดยท่อดูดของปั๊มติดตั้งอยู่ในตำแหน่งต่ำสุดของถังน้ำมันและจะมีกรองตาข่ายอยู่ด้านล่างเพื่อกรองสิ่งสกปรกที่มีขนาดตั้งแต่ 10 ไมครอนขึ้นไป มอเตอร์ปั๊มจะถูกสั่งงานโดยกล่อง ECM

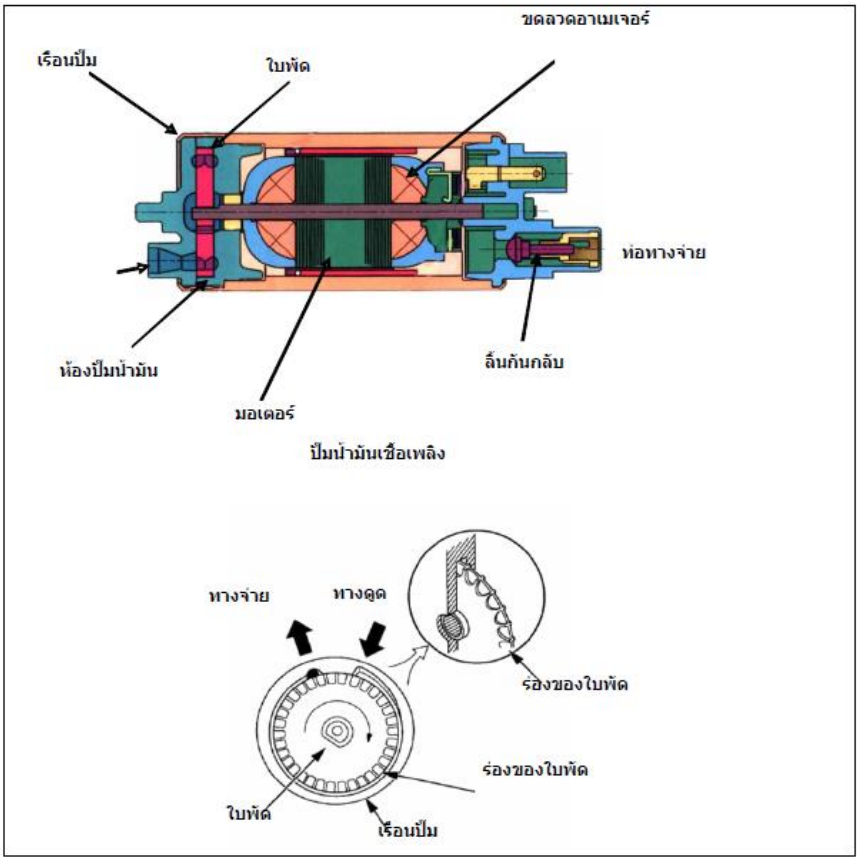


ภาพที่ 2-22 แสดงปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิง

จากการที่ปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิงจ่ายน้ำมันด้วยอัตราการไหลคงที่ตลอดเวลา แต่เครื่องยนต์ต้องการปริมาณน้ำมันที่ไม่คงที่ ดังนั้น จึงต้องมีการควบคุมแรงดันน้ำมันอีกครั้งโดยตัวควบคุมแรงดันที่ติดตั้งอยู่กับปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิงภายในถังก่อนที่จะส่งไปยังหัวฉีด ทำให้ไม่มีน้ำมันส่วนเกินส่งไปยังหัวฉีด จึงไม่ต้องมีท่อน้ำมันไหลกลับเหมือนที่ใช้ในรุ่น KPHL

ส่วนประกอบของปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิง

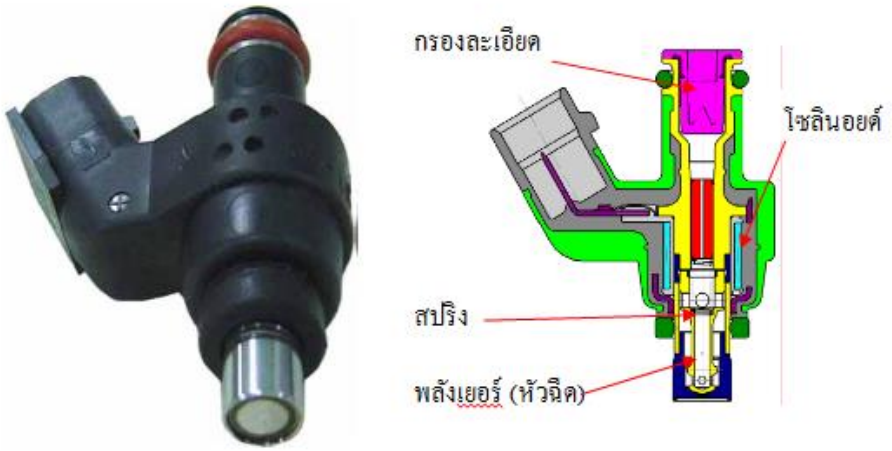
ปั๊มน้ำมันประกอบด้วย ขดลวดอาเมเจอร์ ชุดปั๊ม ลิ้นกันกลับ มอเตอร์ ใบพัด ห้องปั๊ม ท่อทางดูด ท่อทางส่ง และเรือนปั๊ม ปั๊มน้ำมันจะทำงานทุกครั้งที่เปิดสวิตช์กุญแจโดยกล่อง ECM จะเป็นตัวสั่งให้ปั๊มทำงานเป็นเวลา 2 วินาที แล้วดับ หลังจากนั้นจะทำงานอีกเมื่อเครื่องยนต์ติด โดยปั๊มน้ำมันจะทำงานตลอดเวลาถ้ามีสัญญาณความเร็วรอบของเครื่องยนต์ส่งมาที่กล่อง ECM ปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิงจะหยุดการทำงานอัตโนมัติเมื่อไม่มีสัญญาณความเร็วรอบของเครื่องยนต์ส่งมาที่ ECM เมื่อปั๊มหยุดทำงานลิ้นกันกลับจะปิดเพื่อรักษาแรงดันน้ำมันในระบบไว้



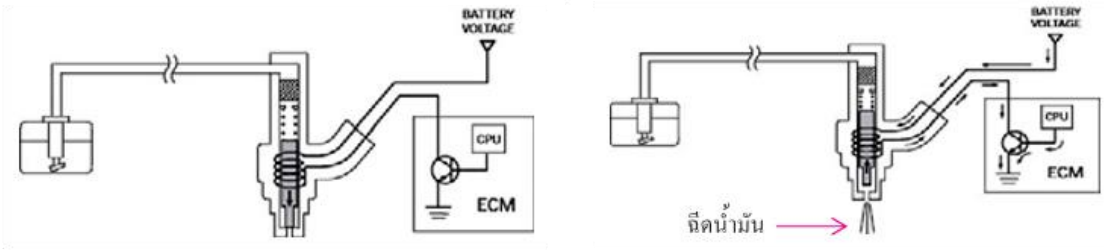
ภาพที่ 2-23 แสดงส่วนประกอบของปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิง

หัวฉีด (Injector)

ทำหน้าที่ ฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงให้เป็นฝอยละออง เพื่อคลุกเคล้ากับอากาศบริเวณท่อไอดีก่อนผ่านวาล์วไอดีเข้าสู่กระบอกสูบ หัวฉีดที่ใช้เป็นแบบบังคับการเปิดของหัวฉีดโดยโซลินอยด์ไฟฟ้าและปิดโดยแรงดันสปริง โดยมีโครงสร้างดังนี้



ภาพที่ 2-24 แสดงหัวฉีดและโครงสร้างหัวฉีด



ภาพที่ 2-25 แสดงการทำงานของหัวฉีด

การทำงาน หัวฉีดจะถูกควบคุมการทำงานโดยกล่อง ECM ถ้ากล่อง ECM สั่งให้ไฟที่มาจากหัวฉีดลงกราวนด์ และจะเกิดสนามแม่เหล็กที่โซลินอยด์ ดูดพลังเยอร์เข็มหัวฉีดยกขึ้น ทำให้น้ำมันที่มีแรงดัน ถูกฉีดออกมาในลักษณะเป็นฝอยเพื่อผสมกับอากาศในท่อไอดี

เมื่อกล่อง ECM สั่งตัดการลงกราวนด์ของหัวฉีด สนามแม่เหล็กที่โซลินอยด์ก็จะหมดไป สปริงก็จะดันให้เข็มหัวฉีดลงมาปิด น้ำมันจึงหยุดฉีด

กล่องควบคุม (Engine Control Module : ECU) หรือ (Engine Control Module : ECM)

มีหน้าที่ ควบคุมการทำงานของระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์โดยรับสัญญาณต่าง ๆ จากตัวตรวจจับ (Sensor) แล้วนำไปประมวลผลเพื่อสั่งจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงและกำหนดจังหวะในการจุดระเบิดให้มีความเหมาะสมในทุกสภาวะการทำงานของเครื่องยนต์ เพื่อการเผาไหม้ที่สมบูรณ์

ภาพที่ 2-26 แสดงตำแหน่งการติดตั้ง และกล่อง ECM

การทำงาน กล่อง ECU หรือ ECM จะตัดการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงของหัวฉีด ในบางสภาวะการทำงานของเครื่องยนต์ เพื่อความประหยัดและเป็นการป้องกันการสึกหรอของเครื่องยนต์ คือ

1. ขณะลดความเร็วรอบของเครื่องยนต์อย่างทันทีทันใด เช่น ขณะทำการเบรกหรือขับรถลงจากที่สูงซึ่งเป็นภาวะที่เครื่องยนต์ไม่ต้องการน้ำมันเชื้อเพลิง กล่อง ECM จะทำการตัดการฉีดน้ำมันของหัวฉีด โดยกล่อง ECU หรือ ECM จะได้รับสัญญาณจากตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่งเป็นตำแหน่งเดินเบา และสัญญาณความเร็วรอบเครื่องยนต์ มาเปรียบเทียบกัน ถ้าลิ้นเร่งอยู่ในตำแหน่งเดิน

เบา แต่เครื่องยนต์มีความเร็วรอบสูง กล่อง ECU หรือ ECM จะตัดการฉีดน้ำมันของหัวฉีด ส่วนความเร็วรอบในการตัดจะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของน้ำมันหล่อลื่นที่ส่งมาจากตัวตรวจจับอุณหภูมิน้ำมันหล่อลื่น โดยมีเงื่อนไขดังนี้

ถ้าอุณหภูมิของน้ำมันเครื่องต่ำ ความเร็วรอบในการตัดการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงจะสูง

ถ้าอุณหภูมิของน้ำมันเครื่องสูง ความเร็วรอบในการตัดการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงจะต่ำ

ในการตัดการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงจะเป็นการตัดเพียงชั่วขณะเท่านั้น หลังจากความเร็วรอบของเครื่องยนต์ลดลงถึงค่าที่กำหนดกล่อง ECU หรือ ECM จะสั่งให้หัวฉีด ฉีดน้ำมันตามปกติเพื่อไม่ให้เครื่องยนต์ดับ

2. เมื่อความเร็วรอบของเครื่องยนต์สูงเกินค่าที่กำหนด กล่อง ECU หรือ ECM จะทำการเปรียบเทียบความเร็วรอบของเครื่องยนต์ที่ส่งมาจากตัวตรวจจับความเร็วรอบของเครื่องยนต์กับความเร็วสูงสุดที่ถูกกำหนดไว้ในหน่วยความจำ หากพบว่าความเร็วรอบของเครื่องยนต์สูงเกินค่าที่กำหนดไว้ กล่อง ECU หรือ ECM จะตัดการฉีดของน้ำมันของหัวฉีด เพื่อเป็นการป้องกันเครื่องยนต์เสียหายจากการที่ความเร็วรอบสูงเกินไป และเมื่อความเร็วรอบลดต่ำกว่าค่าที่กำหนด กล่อง ECU หรือ ECM จะสั่งให้หัวฉีดฉีดน้ำมันตามปกติเพื่อให้เครื่องยนต์ทำงานต่อไปได้

หลอดไฟเช็คเครื่องยนต์ (FI-Indicator)

เป็นระบบที่ติดตั้งเข้ามาเพื่ออำนวยความสะดวกให้กับนายช่าง โดยระบบนี้อยู่ภายในกล่อง ECM จะคอยตรวจสอบการทำงานของตัวตรวจจับ (Sensor) ทุกตัวอยู่ตลอดเวลา เมื่อใดระบบตรวจสอบพบความผิดปกติเกิดขึ้นกับตัวตรวจจับ (Sensor) ระบบก็จะแสดงผลออกมาทางหลอดไฟซึ่งติดตั้งอยู่ที่หน้าปัดเรือนไมล์ โดยการกะพริบของหลอดไฟ

ภาพที่ 2-27 แสดงหลอดไฟเช็คเครื่องยนต์ (FI-Indicator)

การทำงาน เมื่อเปิดสวิตช์กุญแจไปที่ตำแหน่ง "ON" หลอดไฟจะติดขึ้นมา 2 วินาทีแล้วดับลง ถ้าระบบตรวจสอบข้อขัดข้องด้วยตัวเอง ตรวจพบความผิดปกติของตัวตรวจจับ (Sensor) หลอดไฟจะกะพริบเป็นรหัสเพื่อแจ้งปัญหาให้ทราบ โดยหลอดไฟจะกะพริบเมื่อสวิตช์กุญแจอยู่ในตำแหน่ง "ON" และเครื่องยนต์มีความเร็วรอบไม่เกิน 2,200 รอบต่อนาที ถ้าเครื่องยนต์มีความเร็วรอบมากกว่า 2,200 รอบต่อนาที หลอดไฟจะติดตลอดเวลา และจะกะพริบอีกครั้งเมื่อความเร็วรอบของเครื่องยนต์ต่ำกว่า 2,200 รอบต่อนาที

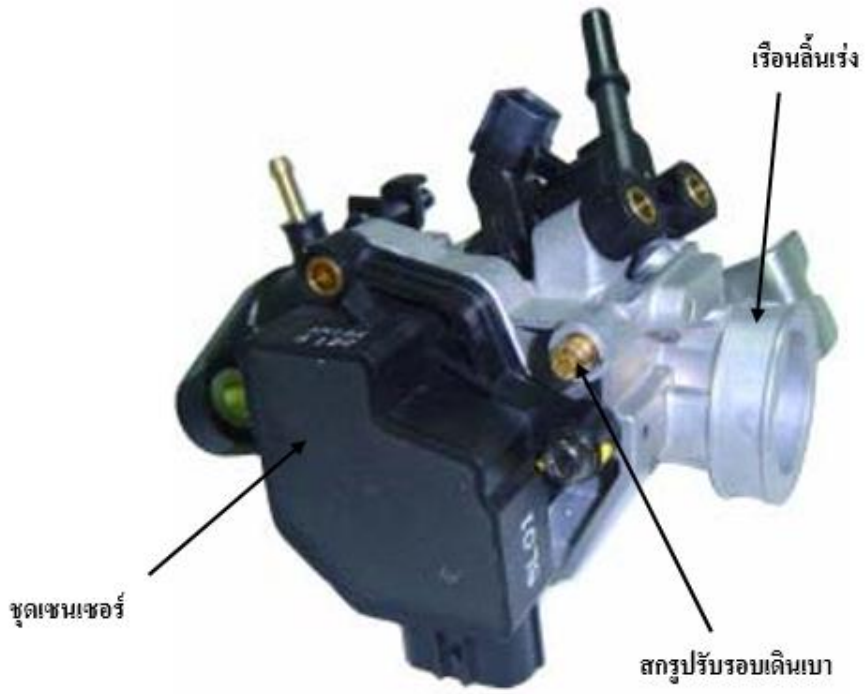
หมายเหตุ - ระบบจะตรวจสอบเฉพาะปัญหาที่เกิดจากการเปิดของวงจร หรือลัดวงจร เท่านั้น

- ข้อมูลความผิดปกติจะถูกบันทึกไว้ในกล่อง ECM ตลอดไป จนกว่าจะมีการลบข้อมูล

เรือนลิ้นเร่ง (Throttle Body)

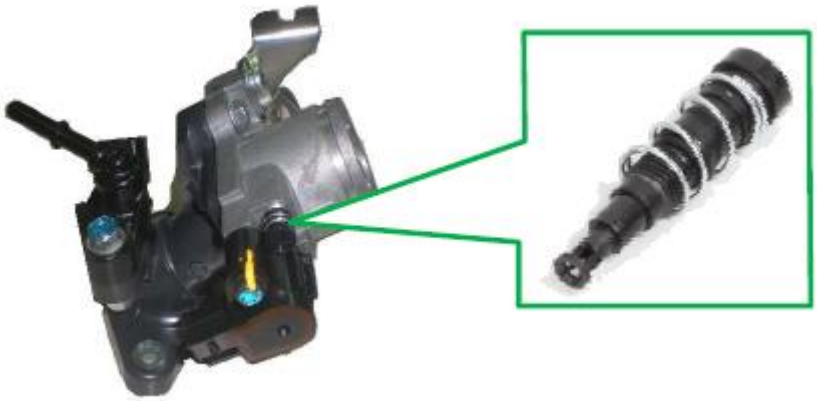
มีหน้าที่ ควบคุมปริมาณอากาศที่ไหลเข้ากระบอกสูบซึ่งเป็นการควบคุมความเร็วรอบของเครื่องยนต์ ที่ตัวเรือนลิ้นเร่งจะประกอบไปด้วยอุปกรณ์ที่สำคัญหลายชิ้น คือ

ลิ้นเร่ง (Throttle Valve) สกรูปรับรอบเดินเบา (Throttle Stop Screw) ช่องทางอากาศรอบเดินเบา (Idle Air Passage) ตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่ง (Throttle Position Sensor : TPS) ตัวตรวจจับอุณหภูมิอากาศ (Intake Air Temperature Sensor : IAT) ตัวตรวจจับความดันในท่อไอดี (Manifold Absolute Pressure Sensor : MAP)



ภาพที่ 2-28 แสดงเรือนลิ้นเร่งและส่วนประกอบ

สกรูปรับรอบเดินเบา (Throttle Stop Screw) สกรูปรับรอบเดินเบาจะทำหน้าที่เปิดช่องทางให้อากาศไหลเข้ากระบอกสูบได้โดยไม่ผ่านลิ้นเร่ง เนื่องจากขณะเครื่องยนต์เดินเบาลิ้นเร่งปิดดังนั้นจึงต้องมีช่องทาง Bypass ให้อากาศผ่านเข้ากระบอกสูบ เพื่อให้เครื่องยนต์เดินเบาอยู่ได้โดยไม่ดับ ถ้าปรับสกรูให้อากาศไหลผ่านได้มากจะทำให้ความเร็วรอบเดินเบาสูงขึ้น



ภาพที่ 2-29 แสดงเรือนลิ้นเร่งและสกรูปรับตั้งความเร็วรอบเดินเบา

วาล์วควบคุมอากาศรอบเดินเบา (IACV : Idle Air Control Valve)

ทำหน้าที่ ควบคุมปริมาณอากาศที่เข้าสู่เครื่องยนต์โดยไม่ผ่านทางลิ้นเร่ง โดยทำให้วาล์วควบคุมอากาศรอบเดินเบาเคลื่อนที่ สอดคล้องกับสัญญาณเข้าที่มาจากกล่อง ECM เพื่อที่จะรักษาความเร็วรอบของเครื่องยนต์ให้ได้ตามที่กำหนดไว้ที่ 1,450 ± 100 รอบต่อนาที

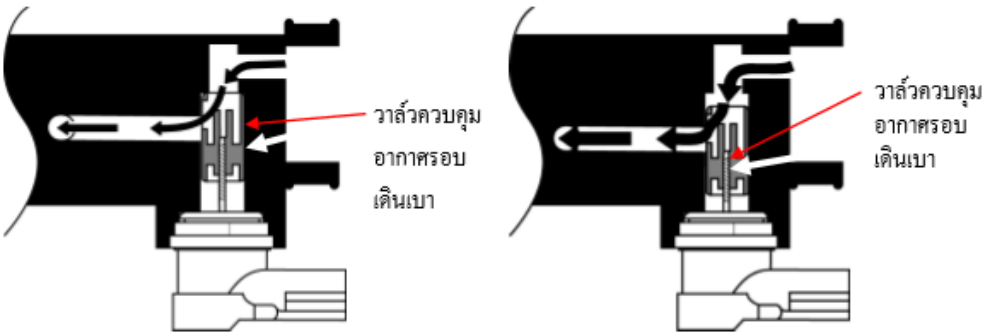
ภาพที่ 2-30 แสดงตำแหน่งการติดตั้งวาล์วควบคุมอากาศรอบเดินเบา IACV

การทำงาน เมื่อเปิดสวิตช์กุญแจ กล่อง ECU หรือ ECM จะสั่งให้มอเตอร์ปรับระยะดึงวาล์วควบคุมอากาศเข้าหาตัวมอเตอร์ ในขณะที่ทำการตรวจวัดอุณหภูมิน้ำหล่อเย็นของเครื่องยนต์ กล่อง

ECM จะทำให้มอเตอร์ปรับระยะหมุนเพื่อเลื่อนวาล์วควบคุมอากาศรอบเดินเบากลับคืนตำแหน่งที่เหมาะสม ซึ่งเป็นตำแหน่งที่มีปริมาณของอากาศที่เข้ามาเพียงพอต่อการสตาร์ทติดเครื่องยนต์ได้

เมื่อเครื่องยนต์ยังไม่ถึงอุณหภูมิทำงาน กล่อง ECU หรือ ECM จะควบคุมตำแหน่งของวาล์วควบคุมอากาศรอบเดินเบา เพื่อเพิ่มปริมาณของอากาศที่เข้ามา ทำให้ความเร็วรอบของเครื่องยนต์ถูกรักษาให้อยู่ที่ 1,700 ± 100 รอบต่อนาที

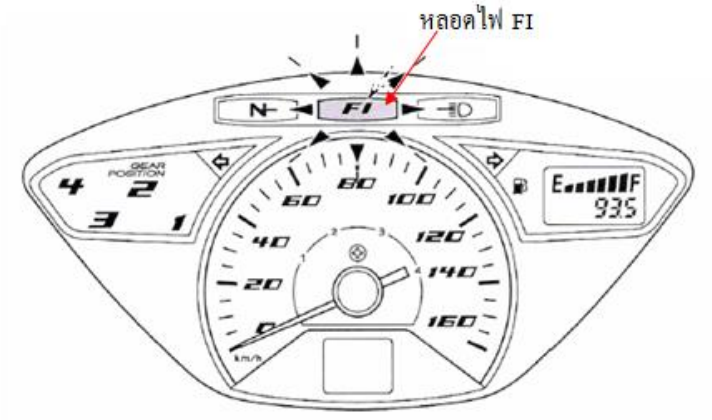
เมื่อเครื่องยนต์มีอุณหภูมิสูงขึ้น กล่อง ECU หรือ ECM จะสั่งวาล์วควบคุมอากาศรอบเดินเบาคืนกลับตำแหน่งเดิม เพื่อลดปริมาณของอากาศและควบคุมรอบเดินเบาของเครื่องยนต์ให้อยู่ที่ 1,450 ± 100 รอบต่อนาที



ภาพที่ 2-31 แสดงการทำงานของวาล์วควบคุมอากาศรอบเดินเบา IACV

ระบบวินิจฉัยข้อขัดข้องด้วยตัวเอง

เป็นระบบที่ติดตั้ง เพื่อเป็นการอำนวยความสะดวกกับนายช่าง โดยระบบนี้จะตรวจสอบการทำงานของเซนเซอร์อยู่ตลอดเวลา ถ้าเมื่อใดระบบตรวจพบความผิดปกติเกิดขึ้นกับเซนเซอร์ ระบบก็จะแสดงผลออกมาทางหลอดไฟ FI ซึ่งติดตั้งอยู่ที่หน้าปัดเรือนไมล์ โดยการกะพริบของหลอดไฟ FI



ภาพที่ 2-32 แสดงระบบวินิจฉัยข้อขัดข้องด้วยตัวเอง

รหัสข้อขัดข้อง

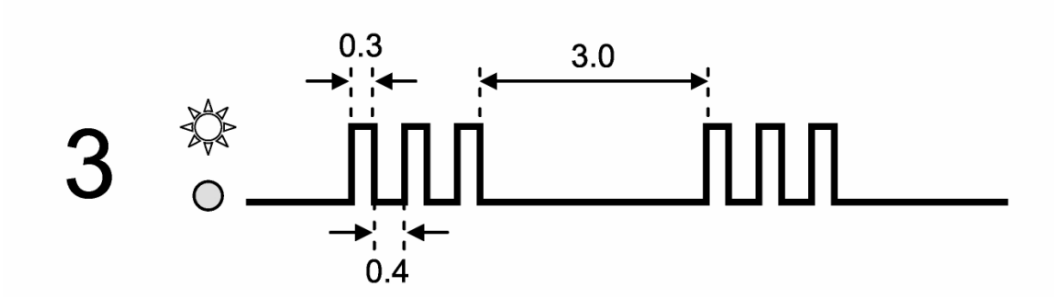
เมื่อเปิดสวิตช์จุดระเบิดไปที่ตำแหน่ง " ON " หลอดไฟจะติดขึ้นมา 2 วินาทีแล้วดับลง ถ้าระบบวินิจฉัยข้อขัดข้องด้วยตัวเอง ตรวจพบความผิดปกติของอุปกรณ์ หลอดไฟ " FI " จะกะพริบเป็นรหัสเพื่อแจ้งปัญหาให้ทราบ โดยหลอดไฟจะกะพริบเมื่อสวิตช์อยู่ในตำแหน่ง " ON " และเครื่องยนต์มีความเร็วรอบไม่เกิน 2000 รอบต่อนาที ถ้าความเร็วรอบของเครื่องยนต์สูงกว่านี้ หลอดไฟจะติดตลอดและจะกะพริบอีกครั้งเมื่อความเร็วรอบของเครื่องยนต์ลดลงต่ำกว่า 2000 รอบต่อนาที

ระบบจะตรวจสอบเฉพาะปัญหาที่เกิดจากการเปิดของวงจรหรือปัญหาที่เกิดจากการรัดวงจรเท่านั้น ข้อมูลความผิดปกติที่เกิดขึ้นจะถูกบันทึกไว้ในกล่อง ECU หรือ ECM ตลอดไปจนกว่าจะมีการแก้ไขปัญหาลบข้อมูลโดยการตัดไฟเลี้ยงกล่อง ECU หรือ ECM โดยการปิดสวิตช์จุดระเบิด

รหัสวินิจฉัยข้อขัดข้องที่ใช้ในระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ จะมีอยู่ 2 แบบ คือ แบบรหัสเดี่ยว และแบบรหัสคู่

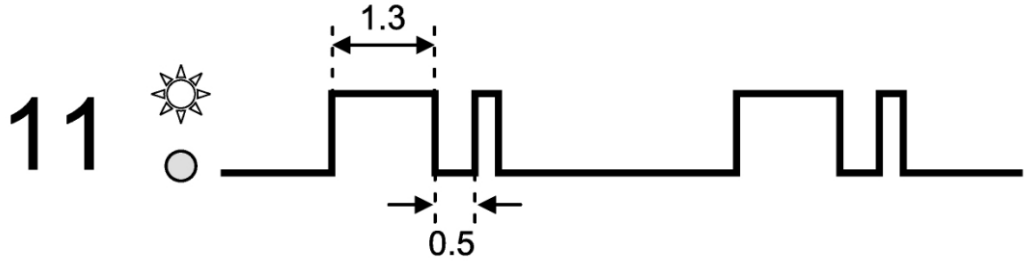
แบบรหัสเดี่ยว

เป็นการแสดงรหัสข้อขัดข้อง 1 รหัส โดยการกะพริบของหลอดไฟ FI ตามจำนวนครั้งของรหัสด้วยความถี่ที่เท่ากัน เช่น รหัส 3 ก็จะกะพริบ 3 ครั้ง รหัส 7 ก็จะกะพริบ 7 ครั้ง



ภาพที่ 2-33 แสดงแบบรหัสเดี่ยว

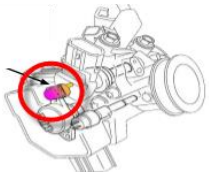
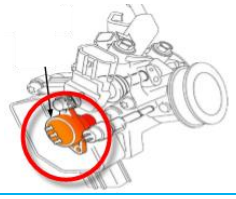
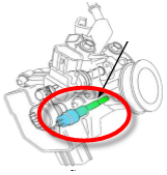
เป็นการแสดงรหัสข้อขัดข้อง 2 รหัส โดยการกะพริบของหลอดไฟ FI ตามจำนวนครั้งของรหัสด้วยความถี่ที่แตกต่างกัน เช่น รหัส 11 ก็จะกะพริบยาว 1 ครั้ง สั้น 1 ครั้ง รหัส 12 ก็จะกะพริบยาว 1 ครั้ง สั้น 2 ครั้ง



ภาพที่ 2-34 แสดงรหัสข้อขัดข้อง 2 รหัส

ตาราง 2-2 ตารางการวินิจฉัยข้อขัดข้องด้วยตัวเอง

จำนวนครั้งการกะพริบของหลอดไฟ FI จะแสดงออกมาเป็นรหัสของปัญหาที่เกิดขึ้นกับระบบ

รหัสปัญหา	จุดที่เกิดปัญหา/สาเหตุ	อาการของปัญหา
รหัส 1 MAP Sensor 	ตัวตรวจจับแรงดันสัมบูรณ์ในท่อไอดีทำงานบกพร่อง ● หน้าสัมผัสที่ขั้วต่อของตัวตรวจจับแรงดันสัมบูรณ์ ในท่อไอดีหลวมหรือไม่ดี ● ตัวตรวจจับแรงดันสัมบูรณ์ในท่อไอดีหรือวงจรของตัวตรวจจับแรงดันสัมบูรณ์ในท่อไอดีทำงานบกพร่อง	● เครื่องยนต์ทำงานได้ตามปกติ
รหัส 7 ECT Sensor EOT Sensor 	ตัวตรวจจับอุณหภูมิน้ำหล่อเย็น/น้ำมันเครื่องของเครื่องยนต์ทำงานบกพร่อง ● หน้าสัมผัสที่ขั้วต่อของตัวตรวจจับอุณหภูมิน้ำหล่อเย็น /น้ำมันเครื่องของเครื่องยนต์หลวมหรือไม่ดี ● ตัวตรวจจับอุณหภูมิน้ำหล่อเย็น /น้ำมันเครื่องของเครื่องยนต์หรือวงจรทำงานบกพร่อง	● สตาร์ตติดยากที่อุณหภูมิต่ำ
รหัส 8 TP Sensor 	ตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่งทำงานบกพร่อง ● หน้าสัมผัสที่ขั้วต่อของตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่งหลวมหรือไม่ดี ● ตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่งหรือวงจรของตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่งทำงานบกพร่อง	● การเร่งความเร็วของเครื่องยนต์ไม่ดีพอ ● ค่าที่ได้กำหนดไว้ล่วงหน้าแล้ว : 0°
รหัส 9 IAT Sensor 	ตัวตรวจจับอุณหภูมิอากาศทำงานบกพร่อง ● หน้าสัมผัสที่ขั้วต่อของตัวตรวจจับอุณหภูมิอากาศหลวมหรือไม่ดี ● ตัวตรวจจับอุณหภูมิอากาศหรือวงจรของตัวตรวจจับอุณหภูมิอากาศทำงานบกพร่อง	● เครื่องยนต์ทำงานได้ตามปกติ

ตาราง 2-2 (ต่อ) ตารางการวินิจฉัยข้อขัดข้องด้วยตัวเอง

รหัสปัญหา	จุดที่เกิดปัญหา/สาเหตุ	อาการของปัญหา
รหัส 11 VS Sensor 	ตัวตรวจจับความเร็วของรถทำงานบกพร่อง ● หน้าสัมผัสที่ขั้วต่อของตัวตรวจจับความเร็วของรถหลวมหรือไม่ดี ● ตัวตรวจจับความเร็วของรถหรือวงจรของตัวตรวจจับความเร็วของรถทำงานบกพร่อง	● เครื่องยนต์ทำงานได้ตามปกติ ● ระบบหยุดการทำงานของเครื่องยนต์ในรอบเดินเบาปิด
รหัส 12 Injector 	หัวฉีดทำงานบกพร่อง ● หน้าสัมผัสที่ขั้วต่อของหัวฉีดหลวมหรือไม่ดี ● หัวฉีดหรือวงจรของหัวฉีดทำงานบกพร่อง	● เครื่องยนต์สตาร์ตไม่ติด ● หัวฉีด ปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิงและคอยล์จุดระเบิด
รหัส 21 O_2 Sensor 	ตัวตรวจจับปริมาณออกซิเจนทำงานบกพร่อง ● หน้าสัมผัสที่ขั้วต่อของตัวตรวจจับปริมาณออกซิเจนหลวมหรือไม่ดี ● ตัวตรวจจับปริมาณออกซิเจนหรือวงจรของตัวตรวจจับปริมาณออกซิเจนทำงานบกพร่อง	● เครื่องยนต์ทำงานได้ตามปกติ
รหัส 29 IACV Sensor 	ชุดวาล์วควบคุมอากาศรอบเดินเบาทำงานบกพร่อง ● หน้าสัมผัสที่ขั้วต่อของชุดวาล์วควบคุมอากาศรอบเดินเบาหลวมหรือไม่ดี ● ชุดวาล์วควบคุมอากาศรอบเดินเบาหรือวงจรของชุดวาล์วควบคุมอากาศรอบเดินเบาทำงานบกพร่อง	● เครื่องยนต์ติดขัด สตาร์ตติดยาก เดินเบาไม่เรียบ

ตาราง 2-2 (ต่อ) ตารางการวินิจฉัยข้อขัดข้องด้วยตัวเอง

รหัสปัญหา	จุดที่เกิดปัญหา/สาเหตุ	อาการของปัญหา
รหัส 33 ECM 	กล่อง ECM ผิดปกติ	● เครื่องยนต์ยนต์ทำงานได้ตามปกติ
รหัส 52 CKP sensor 	ตัวตรวจจับตำแหน่งเพลาข้อเหวี่ยงทำงานบกพร่อง ● หน้าสัมผัสที่ขั้วต่อของตัวตรวจจับตำแหน่งเพลาข้อเหวี่ยงหลวมหรือไม่ดี ● ตัวตรวจจับตำแหน่งเพลาข้อเหวี่ยงหรือวงจรของตัวตรวจจับตำแหน่งเพลาข้อเหวี่ยงทำงานบกพร่อง	● เครื่องยนต์สตาร์ทไม่ติด ● ระบบจุดระเบิดไม่ทำงาน
รหัส 54 Bank Angle Sensor 	ตัวตรวจจับการเอียงของรถทำงานบกพร่อง ● หน้าสัมผัสที่ขั้วต่อของตัวตรวจจับการเอียงของรถหลวมหรือไม่ดี ● ตัวตรวจจับการเอียงของรถหรือวงจรของตัวตรวจจับการเอียงของรถทำงานบกพร่องการเอียงของรถทำงานบกพร่อง	● เครื่องยนต์ทำงานปกติ ● ตัวตรวจจับการเอียงของรถหยุดทำงาน

2.2 การจำลองสถานการณ์

2.2.1 ความหมายการจำลองสถานการณ์

การจำลองสถานการณ์ (Simulation) เป็นวิธีการฝึกให้ผู้เรียนคิดวิเคราะห์ ฝึกแสดงออก ฝึกสังเกตข้อมูล ประเมินข้อมูลที่สังเกตได้ จึงจัดเป็นวิธีการให้คิดสืบค้นแบบหนึ่ง ทั้งสองวิธีเป็นการสอนให้วิเคราะห์ กรณีการแสดงบทบาทสมมติเป็นการแสดงออกในสถานการณ์ที่เป็นกรณีง่าย ๆ สั้นๆ ส่วนการจำลองสถานการณ์หนึ่งสถานการณ์จำลอง จากข้อมูลดังกล่าว การเรียนใช้สื่อแบบจำลองสถานการณ์ สรุปได้ว่า ผู้เรียนสามารถที่จะหาความรู้ ประสบการณ์ และทักษะได้จากการเรียนในสภาวะที่คล้ายกับของจริงทุกประการ การนำเอาสภาพการเรียนแบบจำลองสถานการณ์มาใช้ก็เพื่อที่จะลดในสิ่งต่าง ๆ ที่เป็นปัจจัยต่อการศึกษา เช่น ลดเวลา ลดค่าใช้จ่ายในการซื้อวัสดุ ลดการเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุเป็นต้น (เสริมศรี , 2528)

2.2.2 การออกแบบการจำลองสถานการณ์

การออกแบบการจำลองสถานการณ์ เพื่อให้การจำลองสถานการณ์เกิดประโยชน์ต่อผู้เรียนมากที่สุด มีหลายขั้นตอนที่ต้องคำนึงถึง สำหรับแนวทางการออกแบบนั้นจะต้องคำนึงถึงเป้าหมายของการเรียน และการฝึกหัดที่ผู้เรียนต้องกระทำ จำลองสถานการณ์นั้น ๆ Trekker ได้ให้ขั้นตอนในการออกแบบการจำลองสถานการณ์ในการเรียนไว้ 13 ประการ ตามลำดับต่อไปนี้ (Pareek, 1981)

1) กำหนดปัญหาต่าง ๆ ในการเรียนการสอนปกติว่ามีอะไรบ้าง

2) แยกรายละเอียดส่วนย่อยของระบบการดำเนินการเรียนการสอน

3) พิจารณาการดำเนินการเรียนการสอนว่ามีส่วนใดเกี่ยวข้องกับปัญหาต่าง ๆ ที่กำหนด

4) ตั้งวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมในส่วนของบทเรียนนั้น ๆ

5) สร้างเกณฑ์สำหรับการวัดผล

6) เลือกส่วนที่จะจำลองสถานการณ์

7) เลือกรูปแบบของการจำลองสถานการณ์ที่ต้องการสร้าง

8) พัฒนารายละเอียดต่าง ๆ ของประสบการณ์จำลอง

9) พัฒนาระบบการจำลองสถานการณ์ต้นแบบ

10) ทดลองระบบการจำลองสถานการณ์ต้นแบบที่สร้างกับกลุ่มย่อย

11) แก้ไขปรับปรุงระบบการจำลองสถานการณ์ต้นแบบ

12) นำต้นแบบที่แก้ไขแล้วไปทดลองภาคสนาม

13) ทำการปรับปรุงระบบจำลองสถานการณ์ให้ดียิ่งขึ้นต่อไป โดยดูข้อมูลจากการทดลอง

2.2.3 องค์ประกอบของการจำลองสถานการณ์ ประกาศิต, (2536) กล่าวไว้ว่า การจำลองสถานการณ์ประกอบด้วยองค์ประกอบที่สำคัญ 6 ข้อ ดังนี้

1) วัตถุประสงค์ของสถานการณ์จำลอง สำหรับวัตถุประสงค์นี้ จะแสดงเป้าหมายของการฝึก ซึ่งผู้ออกแบบและผู้ใช้สถานการณ์จำลองจะต้องมีความเข้าใจอย่างเด่นชัด เพื่อผลสัมฤทธิ์ ของการใช้สถานการณ์จำลอง สำหรับวัตถุประสงค์นั้นอาจมีได้หลายประเภท เช่น วัตถุประสงค์ ประเภทความรู้เมื่อสถานการณ์จำลองก่อให้เกิดการปฏิบัติการฝึกทักษะ

2) ขอบเขตความรู้ของผู้ฝึกสถานการณ์จำลอง เนื่องจากการฝึกสถานการณ์จำลอง ผู้ฝึกจะต้องมีพื้นฐานความรู้ ความเข้าใจ อย่างกระจ่างในส่วนที่ได้เกี่ยวข้องในการฝึกสถานการณ์ จำลองนั้น ๆ เพื่อที่จะนำความรู้ที่ได้ไปต่อโยงให้เกิดความรู้ใหม่หรือความเข้าใจในการฝึก บางครั้งผู้ฝึกอาจไม่ประสบผลสำเร็จตามความต้องการ อันมีสาเหตุมาจากผู้ฝึกขาดความรู้พื้นฐานที่เกี่ยวกับสถานการณ์จำลองนั้น ๆ อย่างกระจ่าง ดังนั้นขอบข่ายความรู้นี้จึงเป็นตัวกำหนดให้ผู้ออกแบบสถานการณ์จำลองมีความระมัดระวังในการออกแบบให้ผู้ฝึกได้ประสบผลสำเร็จที่ดีอีกด้วย

3) ส่วนที่จำลองสถานการณ์ เนื่องจากการจำลองสถานการณ์นั้นเป็นส่วนที่เปลี่ยนมาจากความเป็นจริง ในบางครั้งลักษณะการเปลี่ยนจากของจริงให้เป็นสถานการณ์จำลอง เพื่อมุ่งหวังให้ผู้ใช้สถานการณ์เกิดทั้งความรู้และการแสดงออกพร้อมกันในส่วนที่ถูกเปลี่ยนแปลงมาจากของจริงนี้ ไม่ว่าผู้ออกแบบหรือผู้ใช้การจำลองสถานการณ์ก็ตามจะต้องเข้าใจในเรื่องราวในส่วนที่ถูกเปลี่ยนแปลงนี้เป็นอย่างดี เพื่อผลสัมฤทธิ์ของการฝึกสถานการณ์จำลองนั้น

4) บทบาทของผู้ที่ฝึกสถานการณ์จำลอง เนื่องจากการฝึกสถานการณ์จำลองทุกครั้ง ตัวผู้ฝึกเองจะเป็นส่วนหนึ่งในสถานการณ์ที่สร้างขึ้น ผู้ฝึกจะต้องดำเนินไปตามบทบาทที่เกี่ยวข้อง ในระหว่างการฝึก ซึ่งบทบาทเหล่านี้อาจถูกให้กระทำตามกำหนดไว้ หรือเกิดขึ้นเองโดยอัตโนมัติ ก็ตามย่อมแล้วแต่วัตถุประสงค์และลักษณะของการจำลองสถานการณ์นั้น ๆ

5) กระบวนการเรียนรู้ เนื่องจากการจำลองสถานการณ์ในการฝึกมักเกี่ยวข้องกับตัวบุคคลเสมอ ไม่ว่าจะทำงานในสถานการณ์จำลองเป็นกลุ่ม หรือทำงาน ในสถานการณ์จำลองเพียงลำพัง ถ้าทำงานเป็นกลุ่มจะเป็นการเกี่ยวข้องระหว่างบุคคลและสิ่งแวดล้อมที่จำลอง ถ้าทำงานเพียงลำพังผู้เดียวก็จะเป็นการเกี่ยวข้องระหว่างบุคคลกับสิ่งแวดล้อมที่จำลอง ฉะนั้น เพื่อผลสัมฤทธิ์ในการใช้สถานการณ์จำลองผู้ออกแบบจะต้องเข้าใจจิตวิทยาในการทำงานร่วมกันของบุคคลในสภาวะต่าง ๆ ซึ่งจะได้ออกแบบสถานการณ์ให้ตรงตามเป้าหมาย

6) เกณฑ์การฝึก ในการฝึกสถานการณ์จำลองนั้น ผู้ออกแบบสามารถกำหนดเป้าหมายและทิศทางการดำเนินการฝึกได้ด้วยการตั้งกฎเกณฑ์ ในการตั้งกฎเกณฑ์นั้นผู้ออกแบบมักจะตั้งกฎเกณฑ์ขึ้นจากการคาดการณ์ล่วงหน้าถึงผลสำเร็จที่ต้องการให้ผู้ฝึกปฏิบัติ

2.2.4 ประโยชน์ของการจำลองสถานการณ์ การจำลองสถานการณ์ในทางการศึกษา มีประโยชน์ทางด้านการเรียนการสอน และด้านการทดสอบทักษะนักศึกษา สำหรับในด้านการเรียนการสอน Roszkowski, (1974) ได้ กล่าวถึงประโยชน์จากการจำลองสถานการณ์ไว้ดังนี้

1) สามารถทำให้ผู้เรียนเกิดประสบการณ์ทางการศึกษาได้ใกล้เคียงกับความเป็นจริง

2) สามารถทำให้ผู้เรียนนำความรู้ที่ได้จากการจำลองสถานการณ์ไปประยุกต์ใช้งานในชีวิตจริงได้

3) ทำให้การเรียน การฝึกที่ยุ่งยากสลับซับซ้อน ง่ายต่อการเข้าใจและสร้างประสบการณ์คล้ายประสบการณ์จริง

4) สามารถลดค่าใช้จ่ายในทางเศรษฐกิจได้ เช่น อุปกรณ์การฝึกจริงมีราคาแพง ชำรุดเสียหายได้ง่าย หรือสื่อของจริงต้องเดินทางไปศึกษาไกล ๆ ทำให้เสียค่าใช้จ่ายมาก เช่นการเรียนภูมิศาสตร์แก้ไขได้โดยการเรียนในห้องที่จำลองเกี่ยวกับภูมิศาสตร์แทน

5) ให้ความปลอดภัยแก่ผู้เรียน ในกรณีที่ทำงานจริงมีอันตรายหรืองานที่ยุ่งยากซับซ้อน เช่น การฝึกหัดขับเครื่องบิน การซ้อมรบ

6) ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้นอกเหนือจากการเรียนทางด้านเทคนิคอย่างเดียว เช่น สามารถเรียนรู้ทางเชาว์ปัญญาและทางอารมณ์ได้อีก เป็นต้น

7) สามารถทำให้ผู้ฝึกสถานการณ์จำลองเกิดแรงจูงใจในการเรียน

8) การจำลองสถานการณ์ สามารถใช้ในหลักสูตรการเรียนการสอนได้เป็นอย่างดี ภายใต้เงื่อนไขการสร้างอย่างมีสมมติฐาน การแก้ปัญหาและการสังเกต การประเมินผลและแก้ไขข้อบกพร่องและสร้างสถานการณ์จำลองให้ได้ผลตามต้องการ

2.3 การวิเคราะห์งานและการวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

พิสิฐและธีรพล, (2532) กล่าวถึงการวิเคราะห์งานไว้ดังต่อไปนี้ การวิเคราะห์งานเป็นกระบวนการ หรือกิจกรรมที่กระทำเพื่อให้ได้ถึงลำดับขั้นตอนในการทำงานอาชีพนั้น ๆ สำหรับขั้นตอนต่าง ๆ เหล่านี้จำเป็นมากสำหรับงานวิเคราะห์เพื่อหารายละเอียดต่าง ๆ ของเนื้อหาวิชา เพื่อนำไปสู่การเรียนการสอนในการสร้างหรือผลิตช่างฝีมือต่อไป

2.3.1 แหล่งข้อมูลในการพิจารณาเพื่อเขียนการวิเคราะห์งาน ในการเขียนวิเคราะห์งานเพื่อให้ได้ข้อมูลต่าง ๆ ในการศึกษางาน เพื่อที่จะนำไปสู่ข้อมูลที่จำเป็นในการเรียนการสอน การฝึกเพื่อให้ได้ความรู้ความสามารถในอาชีพนั้น ๆ จริง ๆ โดยการเขียนจะสามารถทำได้ดังนี้

1) เขียนได้จากประสบการณ์ของตนเอง โดยเป็นการนำเอาประสบการณ์ของตัวเองมาวิเคราะห์เพื่อหาจุดละเอียดต่าง ๆ ซึ่งถ้าผู้เขียนมีประสบการณ์มากพอในงานนั้น ๆ ก็จะทำให้การ

วิเคราะห์งานมีผลออกมาใกล้ความจริงมากที่สุด ผลการวิเคราะห์งานนี้สำคัญมากสำหรับการพิจารณาค้นหาข้อมูลต่าง ๆ ของหลักสูตรฯ ต่อไป

2) ถามจากผู้เชี่ยวชาญ คือ การนำข้อมูลมาจากประสบการณ์ของผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งจะทำให้การวิเคราะห์งานทำได้ง่ายขึ้นโดยที่ผู้มีประสบการณ์หรือผู้เชี่ยวชาญจะสามารถตอบคำถามต่าง ๆ เกี่ยวกับงานนั้น ๆ ได้ จะทำให้ข้อมูลค่อนข้างถูกต้องชัดเจนแก่การวิเคราะห์งานเพื่อนำไปพิจารณาค้นหาเป็นข้อมูลต่าง ๆ ของหลักสูตรฯ ต่อไป

3) ไปสังเกตการณ์ในอาชีพจริง ๆ หรืองานจริง วิธีนี้จะได้ข้อมูลจากการไปสังเกตการณ์ในอาชีพจริงว่าเขาทำงานกันอย่างไร ใช้เวลานานแค่ไหน ใช้เครื่องมืออะไรบ้างเป็นต้น ซึ่งข้อมูลต่าง ๆ เหล่านี้ จะสามารถนำมาเพื่อใช้ในการพิจารณาค้นหาเพื่อเป็นข้อมูล ต่าง ๆ ของหลักสูตรต่อไป

4) ศึกษาจากเอกสาร ตำรา รายงาน งานวิจัย วิธีนี้จะได้ข้อมูลมาจากการศึกษาเอกสาร ตำรา รายงาน หรืองานวิจัย ซึ่งข้อมูลต่าง ๆ เหล่านี้จะเป็นตัวช่วยในการค้นหาคำตอบได้ดีสำหรับการวิเคราะห์งาน เพราะข้อมูลที่ได้จากประสบการณ์ของผู้เขียนก็ดี จากผู้เชี่ยวชาญก็ดี จากการไปสังเกตการณ์ในอาชีพจริง ๆ ก็ดี อาจจะมีข้อผิดพลาดทำให้ไม่สามารถหาข้อมูลต่าง ๆ ได้อย่างครบถ้วน จึงจำเป็นต้องมีการศึกษาคันคว้าเพิ่มเติมจากเอกสาร ตำรา รายงาน หรืองานวิจัย เพื่อที่จะได้ข้อมูลที่ครบถ้วนและถูกต้องในการพิจารณาหลักสูตรต่อไป

2.3.2 แนวทางในการวิเคราะห์งาน

การวิเคราะห์งานเป็นกระบวนการในการแยกแยะรายละเอียดของงาน เพื่อระบุที่จะให้บุคคลทำงานในงาน (Job) นั้น ๆ ได้โดยสมบูรณ์ แล้วเขาควรจะต้องมีความสามารถอะไรอย่างไร บ้าง ถ้าเราต้องการจะทราบว่าในงาน ๆ หนึ่งบุคคลที่จะทำงานนั้นได้ควรมีความสามารถอะไรบ้างอย่างไรบ้าง ในขั้นแรกอาจทำได้โดยใช้ประสบการณ์ของผู้ศึกษางานเอง ซึ่งโดยทำ Job นั้นด้วยตนเองเขียนรายการความสามารถต่าง ๆ ที่จำเป็นสำหรับงาน Job นั้น ๆ ก่อน หรือจะไปสังเกตการณ์หรือสอบถาม เพื่อจะหาความรู้ความสามารถที่ต้องการอันจะเป็นคำตอบของบุคคลที่ทำงาน Job นั้น วิเคราะห์งานได้ คือ ความรู้ความสามารถอะไรบ้างที่จะนำมาประกอบกันแล้ว สามารถทำงาน Job นั้นได้นั่นเอง

การทำงานควรแบ่งงาน (Job) ออกเป็นงานเล็ก ๆ อย่าเลือกงานที่ใหญ่เกินไป เพราะจะทำให้ยุ่งยากในการวิเคราะห์งานและทำให้เกิดความสับสนในขณะทำการวิเคราะห์งานด้วย

หลักการพิจารณาหาความสำคัญของงานย่อยที่จำเป็นที่จะต้องมีการเรียนการสอน จะต้องพิจารณาตามหัวข้อต่อไปนี้

1) ความถี่หรือความบ่อยครั้งของงานย่อยในอาชีพนั้น ๆ (ใช้อักษรย่อ F)

2) ความสำคัญของงานย่อยในอาชีพนั้น ๆ (ใช้อักษรย่อ I)

3) ความยากและความง่ายของงานในการทำงานย่อยนั้น (ใช้อักษรย่อ D)

4) ให้ระดับคะแนนความสำคัญดังนี้

X = 3 มากที่สุด / ต้องทำได้จริง ๆ

I = 2 ปานกลาง

O = 1 น้อยหรือไม่จำเป็น

อย่างไรก็ดี การประเมินผลลักษณะงานจากคะแนนที่ได้ให้ไว้ข้างต้น อาจไม่มีข้อสรุปที่แน่นอนเหมือนตัวเลขในทางคณิตศาสตร์ แต่ต้องใช้เหตุผลจากหลาย ๆ ทางมาประกอบกัน ในทางปฏิบัติมีข้อคำนึงถึงในการประเมิน กล่าวคือ การพิจารณาว่างานใดควรฝึกหรือไม่นั้น ให้ดูที่ความสำคัญต่องานอาชีพเป็นประเด็นแรก หลังจากนั้นจึงพิจารณาที่ความยากในการทำงานนั้น และประเด็นท้ายคือ ดูที่ความถี่ในการทำงานนั้น ๆ จากงานอาชีพจริง

2.3.3 ข้อคำนึงในการเขียน Task ของ Job ต่าง ๆ ดังได้กล่าวมาบ้างแล้วว่า การทำงานใน Job หนึ่ง ๆ นั้น อาจต้องใช้ Task ทั้งทางสติปัญญาและทางกล้ามเนื้อควบคู่กันไป ซึ่ง Task ทางทักษะกล้ามเนื้อสามารถที่จะสังเกตจาการทำงานจริงได้ง่าย เช่น จับยึดชิ้นงานเข้ากับอุปกรณ์จับยึดประกอบ/ถอดดอกสว่านเจาะนำศูนย์ชิ้นงานได้ เป็นต้น ส่วน Task ทางสติปัญญานั้น บางครั้งสังเกตเห็นไม่ได้ แต่ทว่าจำเป็นจะต้องมีในการทำงาน เช่น เลือกใช้ดอกสว่านได้ถูกต้อง แก้ปัญหาต่าง ๆ ในการทำงานได้ เป็นต้น

2.3.4 การวิเคราะห์งานเพื่อหาวัตถุประสงค์ในการเรียนการสอน ถ้าเรามองที่การเรียนการสอนในระบบอาชีวศึกษาโดยทั่วไป จะพบว่าการจัดการเรียนการสอนมีองค์ประกอบที่สำคัญอยู่ 2 ส่วน คือครูและผู้เรียน โดยครูทำหน้าที่เป็นผู้ชี้แนะแนวทางในการเรียนให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้ ซึ่งหมายถึง หลังจากการเรียนการสอนแล้วผู้เรียนจะมีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม สามารถที่จะทำอะไรตามที่ต้องการได้โดยที่เขาไม่เคยทำงานมาก่อน เช่น ทำงานเจาะได้ ทำงานบัดกรีเป็น ทำงานตรวจซ่อมระบบไฟฟ้าจุดระเบิดแบบ CDI ได้ ทำงานเดินสายไฟระบบแสงสว่างในอาคารได้ เป็นต้น

โดยประเด็นนี้ การจัดการเรียนการสอนจึงจำเป็นต้องมีวัตถุประสงค์การสอนเป็นตัวกำหนดเป้าหมายปลายทางว่าจะให้ผู้เรียนทำอะไร อย่างไรได้บ้าง หลังจากการเรียนการสอนจบแล้ว เช่น ถ้าต้องการให้ผู้เรียนทำงานเจาะได้ วัตถุประสงค์การสอนก็จะต้องระบุถึงพฤติกรรมต่าง ๆ หลังจากการเรียนการสอนว่า จะให้ผู้เรียนมีความสามารถอย่างไรบ้าง ถึงจะทำงานเจาะได้ เป็นต้น อย่างไรก็ดี ครูบางคนอาจเขียนวัตถุประสงค์การสอน กล่าวถึงงานอย่างกว้าง ๆ เอาไว้ เช่น หลังจากการเรียนการสอนแล้ว ผู้เรียนจะสามารถทำงานเจาะได้ เป็นต้น ปัญหาที่จะติดตามมาก็คือ ในการเรียนการสอนเพื่อให้ผู้เรียนทำงานเจาะได้นั้น ไม่ทราบว่าจะต้องให้ผู้เรียนเลือกดอก สว่านถูกต้องกับชนิดของวัสดุ

งานหรือไม่ จะต้องปรับความเร็วรอบเครื่องเจาะเป็นด้วยหรือเปล่า หรือจะต้องลับดอกสว่านเป็นด้วย จึงจะถือได้ว่าทำงานเจาะได้สมบูรณ์

ด้วยเหตุนี้ ก่อนที่จะเขียนวัตถุประสงค์สำหรับใช้ในการเรียนการสอน จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องแยก ถึงรายละเอียดของงานที่ต้องการสอน ต้องการดูว่า ถ้าจะให้ผู้เรียนทำงานนั้น ๆ ได้โดยสมบูรณ์แล้ว เขาควรที่จะต้องมีความสามารถอย่างไรบ้าง ซึ่งเราเรียกกระบวนการอันนี้ว่า การวิเคราะห์งาน เหมือนกันกับการวิเคราะห์ที่กล่าวมาแล้วข้างต้น โดยงานย่อยเหล่านี้จะประกอบกันจนเป็นอาชีพดังกล่าว แต่ถ้าจำนวนของงานย่อยมีมากพอจนทำให้เกิดปัญหาตามมาว่าจะรู้ได้อย่างไรว่างานไหนสำคัญ จำเป็นต้องมีการเรียนการสอน ผู้เรียนต้องรู้จริง ผู้เรียนต้องทำได้จริง หรืองานไหนต้องเรียนแต่ไม่จำเป็นต้องรู้จริง คือ แค่พอรู้ ไม่ต้องรู้ทั้งหมด เป็นต้น

2.3.5 การตรวจสอบ Task ของงานต่าง ๆ การระบุความสามารถ (Task) ในการทำงานใดงานหนึ่ง โดยผู้ศึกษางานเพียงคนเดียวอาจ ได้ข้อมูลที่ไม่สมบูรณ์เพียงพอ ฉะนั้น การที่จะตรวจสอบดูว่า Task ต่าง ๆ ที่ระบุเอาไว้สำหรับงานหนึ่ง ๆ เพียบพร้อมสมบูรณ์หรือเป็นจริงมากน้อยเพียงใดหรือไม่ ควรเพิ่มเสริมข้อมูลอะไรบ้าง อาจใช้วิธีการอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลาย ๆ อย่างรวมกัน ดังนี้

1) ลองทำงานนั้น ๆ ด้วยตนเอง หรือให้ผู้ร่วมงานลองทำเก็บบันทึกข้อมูล Task ต่าง ๆ หรือตรวจสอบ Task ที่ได้ระบุเอาไว้แล้ว

2) สอบถาม Task ต่าง ๆ จากผู้ทำงานในงานนั้น ๆ ว่าควรมี Task อะไรบ้างแล้ว ตรวจสอบข้อมูลกับ Task ที่ได้ระบุไว้แล้ว

3) นำข้อมูล Task ต่าง ๆ ที่ได้จากการวิเคราะห์ไว้แล้วไปตรวจสอบโดยใช้วิธีการสังเกตการณ์จากการทำงานของช่างแล้วตรวจสอบข้อมูลว่าถูกต้องเป็นจริงหรือไม่

4) ส่งข้อมูล Task ที่ได้วิเคราะห์เอาไว้แล้วให้ผู้ทำงานนั้น ๆ ณ สถานประกอบการต่าง ๆ ช่วยตรวจสอบแล้วนำผลมาปรับปรุงข้อมูลอีกครั้งหนึ่ง

2.3.6 การวิเคราะห์ Knowledge/Skills

2.3.6.1 ความหมายของ Knowledge/Skills

1) ความรู้ (Knowledge) หมายถึง เนื้อหาหรือเรื่องราวต่าง ๆ ที่มีอยู่ในตัวบุคคล ซึ่งโดยปกติแล้วผู้เรียนจะมีความรู้อยู่ในตัวได้ 2 ลักษณะ คือ การจำและเข้าใจเนื้อหานั้น ๆ เช่น ความจำเกี่ยวกับชนิด/ประเภทของเครื่องมือต่าง ๆ ความเข้าใจเกี่ยวกับวิธีการใช้เครื่องมือต่าง ๆ เป็นต้น

2) ทักษะ (Skills) หมายถึง การใช้กล้ามเนื้อส่วนต่าง ๆ ของร่างกายทำงาน ประกอบกับเครื่องมือ อุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น ผู้เรียนมีทักษะในการตอกนำศูนย์แสดงว่าผู้เรียนใช้มือ จับคันจับด้านค้อนและจับดอกนำศูนย์ ตอกค้อนลงบนดอกนำศูนย์ได้อย่างถูกต้องได้ผลงานตามที่ต้องการ เป็นต้น

การสอนหรือการฝึกให้ผู้เรียนมีทักษะในการปฏิบัติงานตาม Task ต่าง ๆ โดย ปกติแล้วจะต้องอาศัยความรู้ประกอบด้วย แต่ทว่าการสอนให้ผู้เรียนมีความรู้อาจไม่จำเป็นต้องมี การฝึกทักษะก็ได้

2.3.6.2 แนวทางในการวิเคราะห์ Knowledge/Skills การวิเคราะห์ Knowledge/Skills สำหรับ Task ใด Task หนึ่งนั้น จะต้องพิจารณาดูว่าถ้าจะให้ผู้เรียนมีพฤติกรรมตาม Task ที่ระบุไว้ นั้น เขาควรจะต้องมีความรู้และต้องฝึกทักษะอะไรบ้าง

2.3.6.3 ลักษณะของการใช้ความรู้/ทักษะ การที่จะให้ผู้เรียนได้มีความรู้นั้น การเรียนการสอนก็จะต้องให้เนื้อหา (Content or Information) แก่ผู้เรียน(ส่วนว่าผู้เรียนจะรับได้มากน้อยแค่ไหน คือ มีความมากน้อยเพียงใดนั้นก็ขึ้นอยู่กับผู้เรียนแต่ละคนอีกทีหนึ่ง) เพื่อให้เขาได้นำความรู้ ไปใช้ คือ แสดงความสามารถตาม Task ที่ต้องการออกมา ซึ่งอาจจำแนกได้เป็น 3 ลักษณะ ดังนี้

1) การฟื้นคืนความรู้ (Recalled Knowledge) การฟื้นคืนความรู้ คือ การลอกเลียนความรู้เก่าหรือความรู้เดิมจากที่ได้ศึกษามาแล้วออกมาใช้งานในลักษณะเดิมทุกอย่าง

2) การประยุกต์ความรู้ (Applied Knowledge) การประยุกต์ความรู้ คือ การนำเอาความรู้ซึ่งได้ศึกษามาแล้วมาใช้แก้ปัญหาใหม่ในลักษณะเดิมซึ่งเคยมีประสบการณ์มาแล้ว

3) การส่งถ่ายความรู้ (Transferred Knowledge) การส่งถ่ายความรู้ คือ การนำเอาความรู้ซึ่งได้ศึกษามาแล้วผนวกกับประสบการณ์เก่าบางอย่าง เกี่ยวข้องกับการนำมาใช้แก้ปัญหาใหม่ซึ่งมีลักษณะแตกต่างไปจากสิ่งที่เคยมีประสบการณ์มาแล้ว

2.3.7 การวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

2.3.7.1 ความหมายของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (Behavioral Objectives) เป็นวัตถุประสงค์ที่ตั้งขึ้นเพื่อแสดงให้เห็นอย่างชัดแจ้งว่า หลังจากมีการ เรียนการสอนแล้ว ผู้เรียนจะสามารถแสดงพฤติกรรมที่วัดได้ สังเกตได้ออกมาอย่างไรบ้างภายในเงื่อนไขอย่างไร และต้องทำได้มากน้อยเพียงใด คำที่ประกอบขึ้นเป็นวัตถุประสงค์แบบนี้ ต้องเป็นคำกิริยาที่ผู้เรียนแสดงออกเป็นการกระทำที่มองเห็นหรือสังเกต หรือวัดได้

2.3.7.2 ส่วนประกอบของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ประกอบด้วย ส่วนประกอบที่สำคัญ 3 ส่วน คือ

1) พฤติกรรมขั้นสุดท้ายหรือพฤติกรรมที่คาดหวัง (Terminal Behavior or Expected Behavior) หมายถึง พฤติกรรมที่คาวหวังว่าเมื่อสิ้นสุดการเรียนการสอนแล้วผู้เรียนจะต้องมีพฤติกรรมอย่างไร และพฤติกรรมที่เกิดขึ้นนั้นจะต้องวัดได้ สังเกตได้ การเขียนพฤติกรรมที่คาดหวังต้องใช้คำกิริยาที่บ่งถึงการกระทำ (Action Verb) เช่น บอก อธิบาย จำแนก สร้าง คำนวณ แก้ไข เป็นต้น ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่าองค์ประกอบสิ่งแรกของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม คือพฤติกรรมที่ผู้เรียนแสดงออกใน

รูปของความสามารถหรือ Task นั่นเอง ตัวอย่างเช่น คำนวณ ค่ากระแสไฟฟ้าในวงจรไฟตรงได้ อธิบายส่วนประกอบของวงจรหลอดฟลูออเรสเซนต์ได้

2) สถานการณ์หรือเงื่อนไข (Situation or Condition) หมายถึง ข้อความที่บ่งถึงสิ่งแวดล้อมสถานการณ์ หรือเงื่อนไขที่จะให้ผู้เรียนแสดงพฤติกรรมที่คาดหวังออกมา ซึ่งอาจกำหนดสถานการณ์ได้ดังนี้

(1) เป็นส่วนหนึ่งของเนื้อหาบทเรียน หรือทำให้ผู้เรียนเกิดพฤติกรรมที่ต้องการในบทเรียนนั้น ๆ เช่น อธิบายหลักการทำงานของเครื่องยนต์ดีเซล 4 จังหวะได้ แยกแยะส่วนประกอบของเครื่องวัดกำลังไฟฟ้าได้ถูกต้อง

(2) ในลักษณะของสิ่งเร้าเพื่อให้แสดงพฤติกรรมที่คาดหวังออกมา เช่น เมื่อกำหนดดอกสว่านชนิดต่าง ๆ ให้ สามารถเลือกใช้เหมาะสมกับงาน เมื่อกำหนดวงจรไฟฟ้าให้สามารถอ่านแบบได้ถูกต้อง

(3) ในลักษณะของเงื่อนไขการกระทำ เช่น ต่อวงจรระบบไฟฟ้าเลี้ยงรถยนต์ได้โดยไม่ต้องดูแบบ

3) เกณฑ์หรือมาตรฐาน (Criteria or Standard) หมายถึง ข้อความที่บ่งถึงเกณฑ์ขั้นต่ำของผู้เรียนจะต้องทำได้เพียงใดจึงจะเป็นที่ยอมรับว่าผู้เรียนบรรลุตามวัตถุประสงค์แล้ว ซึ่งอาจกำหนดเกณฑ์ได้ดังนี้

(1) การบอกเวลา เช่น เจียระไนผิวโลหะขนาดพื้นที่ 10 ซม.ได้เรียบ สม่ำเสมอภายในเวลา 30 นาที สาธิตการต่อโวลต์มิเตอร์และแอมป์มิเตอร์ในวงจรไฟสลับได้ภายในเวลา 5 นาที

(2) การกำหนดจำนวนต่ำสุด เช่น เหตุผลสำหรับการใช้ใบเลื่อยฟันละเอียด ในการเลื่อยชิ้นงานหน้าตัดได้อย่างน้อย2ข้อ บอกส่วนประกอบของหลอดไฟฟ้าแบบมีไส้ได้ ถูกต้อง 5 ชื่อ

(3) การระบุเป็นเปอร์เซ็นต์ หรือสัดส่วน เช่น อ่านค่าความต้านทานจาก โค้ดสีได้ถูกต้อง 7 ใน 10 ตัว ตอบคำถามเรื่องข้อควรระวังในการปฏิบัติงานเจาะได้ถูกต้อง 80 %

(4) การระบุเป็นค่าประมาณ เช่น ตะไบเหล็กสี่เหลี่ยมขนาดความหนา 5 ซม. ให้ขนานกับด้านตรงข้ามภายในเวลาที่กำหนดให้ได้ความเที่ยงตรง ± 0.1 มม.

2.3.8 ข้อคำนึงเกี่ยวกับการเขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม การเขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมควรพิจารณาในด้านต่อไปนี้

2.3.8.1 วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมต้องเป็นวัตถุประสงค์ที่บ่งถึงพฤติกรรมของผู้เรียนหลังจากที่มีการเรียนการสอนเรื่องนั้น ๆ ไปแล้ว ไม่ใช่พฤติกรรมที่เกิดขึ้นก่อนหรือเป็นพฤติกรรมที่เกิดขึ้นในระหว่างที่มีการเรียนการสอน

2.3.8.2 วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมจะต้องเกี่ยวข้องกับพฤติกรรมของผู้เรียน ไม่ใช้พฤติกรรมของผู้สอน

2.3.8.3 วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมต้องประกอบด้วยพฤติกรรมที่คาดหวังที่สังเกตได้ หรือวัดได้ แสดงออกให้เห็นในรูปของความสามารถด้วยการใช้คำกิริยาระบุพฤติกรรมนั้น ๆ ไม่ใช้คำต่อไปนี้มาระบุพฤติกรรม เช่น รู้ เชื่อ เข้าใจ พอใจ ซาบซึ้ง ทราบ คุ้นเคย จำ สนใจ ชอบ สำนึก ตระหนัก รู้คุณค่า

2.3.8.4 วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมในบทเรียนหนึ่ง ๆ ควรวัดทักษะให้ครบทุกด้าน ทั้งทางสมอง ทางกล้ามเนื้อและทางความรู้สึกของจิตจึงจะสมบูรณ์

2.3.9 ประโยชน์ของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม มีประโยชน์ต่อ กระบวนการเรียนรู้ พอจะกล่าวได้ดังนี้

2.3.9.1 ช่วยวางแผนการเรียนการสอน ผู้สอนเมื่อทราบจุดมุ่งหมายแน่ชัด สามารถจัดกิจกรรมวิธีการสอน สื่อการสอน ว่าควรดำเนินการอย่างไรจึงจะบรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ ส่วนผู้เรียนเมื่อทราบจุดมุ่งหมายในการเรียน ก็จะเป็นแนวทางในการปฏิบัติตนในการเรียน เพื่อให้การเรียนเป็นไปตามความมุ่งหวังของหลักสูตร

2.3.9.2 ช่วยด้านการวัดผล ประเมินผล และติดตามผล วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่มีความชัดเจน ทำให้การเขียนข้อสอบวัดได้ตรงจุดมากขึ้น การประเมินผลหลักสูตรก็เช่นกัน ถ้าวัตถุประสงค์ชัดเจน การประเมินผลจะง่ายขึ้น

2.3.9.3 ช่วยผู้เรียนด้านการเตรียมตัวฝึกฝนตนเองก่อนบทเรียน และระหว่างเรียน

2.3.9.4 ช่วยประหยัดเวลาในการเรียนการสอน เนื่องจากผู้สอนจะได้กำหนดทิศทางที่จะบรรลุเป้าหมายไว้ล่วงหน้าและเด่นชัด

2.4 ทฤษฎีการสร้างแบบทดสอบ

สุราษฎร์ , (2554) กล่าวถึงขั้นตอนการดำเนินการสร้างแบบทดสอบไว้ดังนี้

2.4.1 วิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม การวัดผลสัมฤทธิ์มีข้อจำกัดเรื่องเวลา จึงจำเป็นที่จะต้องตัดบางวัตถุประสงค์ที่สำคัญน้อยออกไป สร้างเฉพาะข้อที่สำคัญและจำเป็นจริง ๆ โดยเขียนวัตถุประสงค์ทั้งหมดของวิชานั้น ๆ ไว้ในตารางวิเคราะห์วัตถุประสงค์การสอน (Objective Listing Sheet) และตรวจสอบวัตถุประสงค์แต่ละข้อนั้น เน้นให้ผู้เรียนมีพฤติกรรมในการเรียนรู้สูงถึงระดับไหนโดยใช้สัญลักษณ์แทนความสามารถทางสติปัญญาของผู้เรียน ตามที่ระบุไว้ในแต่ละวัตถุประสงค์ให้สัญลักษณ์ R , A และ T แทนวัตถุประสงค์ในระดับพื้นความรู้ ระดับนำความรู้ไปใช้งานและระดับส่งถ่ายความรู้ ตามลำดับและระดับความสำคัญของวัตถุประสงค์แต่ละหัวข้อ ให้ใช้

สัญลักษณ์แทนความสำคัญเป็น X , I และ O และน้ำหนักความสำคัญ 3 , 2 และ 1 แต้ม สำหรับวัตถุประสงค์การสอนที่มีความสำคัญรองลงมาและมีความสำคัญน้อยตามลำดับ

2.4.2 การสร้างตารางวิเคราะห์การออกข้อสอบ (Test Blueprint) ตารางการออกข้อสอบเป็นแผนผังสำหรับครูใช้ในการพิจารณาออกข้อสอบตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้ มีส่วนประกอบที่สำคัญคือ

2.4.2.1 Content ได้แก่ Topic และวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ระบุไว้ในแต่ละ Topic

2.4.2.2 รายการความสามารถทางสติปัญญา (Intellectual Skill)

2.4.2.3 จำนวนข้อสอบที่วัดพฤติกรรมตามระดับการเรียนรู้ และจำนวนวัตถุประสงค์ที่กำหนด

2.4.3 การเลือกข้อสอบที่เหมาะสมกับระดับวัตถุประสงค์ของข้อสอบที่ใช้วัดความสามารถทางสติปัญญาของผู้เรียนแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ ข้อสอบอัตนัยและข้อสอบปรนัย การที่จะเลือกข้อสอบแบบไหนวัดผลการเรียนรู้ของผู้เรียนนั้น ให้พิจารณาดังนี้

2.4.3.1 ระดับของวัตถุประสงค์การสอนข้อสอบแบบปรนัยเลือกตอบ สร้างขึ้นเพื่อวัดระดับฟื้นคืนความรู้ ระดับนำความรู้ไปใช้งานทำได้ง่าย แต่การสร้างเพื่อวัดระดับส่งถ่ายความรู้ อาจทำได้ยาก จึงควรใช้ข้อสอบอัตนัย ซึ่งสามารถใช้วัดได้ตั้งแต่ระดับฟื้นคืนความรู้ถึงระดับส่งถ่ายความรู้ได้ดี ดังนั้น ถ้าเราพิจารณาถึงรายละเอียดของวัตถุประสงค์การสอนดูแล้วเห็นว่า วัตถุประสงค์ระดับส่งถ่ายความรู้ข้อใดต้องอาศัยวัตถุประสงค์การสอนระดับอื่น ๆ เป็นพื้นฐาน หรือมีส่วนเกี่ยวข้องกันอยู่ก็อาจออกข้อสอบอัตนัยวัดผลก็ได้

2.4.3.2 เวลาในการจัดสร้างและตรวจให้คะแนน ในการสอบแต่ละครั้งเราจะพบว่า เราใช้เวลาน้อยมากสำหรับสร้างข้อสอบอัตนัย 4-5 ข้อ เพื่อใช้วัดผลในวิชาหนึ่ง ๆ เมื่อเทียบกับการสร้างข้อสอบปรนัยแบบเลือกตอบ 80 ข้อ ในวิชาเดียวกัน แต่ว่าเมื่อเทียบกับเวลาในการตรวจให้คะแนนคำตอบแล้วจะเห็นได้ว่า ต้องใช้เวลาในการตรวจให้คะแนนคำตอบข้อสอบอัตนัยนานกว่ามาก ดังนั้น เวลาจึงเป็นข้อพิจารณาเบื้องต้นประการหนึ่งสำหรับครูผู้ออกแบบข้อสอบ กล่าวคือ ถ้าผู้ออกข้อสอบมีเวลาในการเตรียมตัวออกข้อสอบน้อย แต่ว่ามีเวลาที่จะตรวจให้คะแนนคำตอบหลังสอบได้อย่างมีประสิทธิภาพ ก็อาจใช้ข้อสอบอัตนัยวัดผลได้ แต่ถ้ามีเวลาในการออกข้อสอบมาก มีเวลาตรวจให้คะแนนคำตอบน้อย การใช้ข้อสอบปรนัยวัดผลจะมีความเหมาะสมมากกว่า

2.4.3.3 จำนวนผู้เข้าสอบในครั้งนั้น ถ้าผู้เข้าสอบมีจำนวนน้อย และข้อสอบที่ใช้นั้น ไม่ได้นำไปใช้กับผู้สอบกลุ่มอื่น ๆ อีกต่อไป ก็อาจใช้ข้อสอบอัตนัยวัด หรือถ้าผู้สอบมีจำนวนน้อย และเรื่องราวที่จะวัดมีน้อยก็อาจใช้การสัมภาษณ์ได้ หากผู้เข้าสอบมีจำนวนมากและข้อสอบที่ใช้ นั้นต้องการนำไปใช้อีกต่อไป ข้อสอบที่ใช้วัดผลก็ควรเป็นแบบปรนัย เพราะผู้สอบจะจำข้อสอบปรนัย

จำนวนมากได้ยากกว่าการจำข้อสอบอัตนัยเพียง 4-5 ข้อ นอกจากนั้นผู้สร้างข้อสอบอาจต้อง คำนึงถึงสิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ ในการจัดทำข้อสอบ เช่น เครื่องพิมพ์ เครื่องอัดสำเนา เครื่องถ่ายเอกสาร และเครื่องมืออื่น ๆ ที่จำเป็นต้องใช้ในการทำข้อสอบเป็นต้น ข้อสอบที่จัดสร้าง ขึ้นควรอยู่ในวิสัยที่จะสร้างด้วยเครื่องมือที่มีอยู่ได้ รวมถึงความสามารถต่าง ๆ ในการสร้างข้อสอบ ของตัวครูเอง ครูผู้ออกข้อสอบบางคนอาจเห็นว่าข้อสอบบางชนิดสร้างง่ายและติดใจอยู่กับการใช้ ข้อสอบชนิดนั้น ๆ ซึ่งโดยแท้จริงแล้วไม่ใช่วิธีการที่ถูกต้องนัก ครูควรออกข้อสอบได้ทุกชนิด ซึ่งวิธีการที่จะปรับปรุงความสามารถในการออกข้อสอบให้ดีขึ้นทำได้โดยการเขียนและฝึกหัดสร้างข้อสอบทุกชนิดอยู่เสมอ ๆ ก็จะช่วยให้ครูออกข้อสอบได้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

2.4.3.4 ข้อพิจารณาในการสร้างข้อสอบการออกข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการเรียนของผู้เรียนในวิชาต่าง ๆ จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องสร้างข้อสอบจำนวนมาก เพื่อทำให้การออกข้อสอบละเอียดและง่ายขึ้น จึงควรที่จะออกข้อสอบแต่ละข้อแยกไว้ข้อละแผ่น พร้อมจัดเตรียมคำตอบเฉลยและการให้คะแนนเอาไว้ด้วย

2.4.4 ลักษณะของแบบทดสอบที่ดีเครื่องมือวัดผลทางการศึกษาหรือแบบทดสอบที่ครูจะสร้างขึ้นนั้นควรจะมีคุณภาพดี ซึ่งมีเกณฑ์พิจารณาดังคำกล่าวของ ประสงค์, (2544) กล่าวไว้ดังนี้

2.4.4.1 มีความเที่ยงตรง (Validity) ใช้วัดได้ตรงในสิ่งที่ต้องการวัด ความตรงนับว่า เป็นลักษณะที่สำคัญที่สุดของแบบทดสอบ ความตรงของแบบทดสอบแบ่งออกเป็น 4 ชนิด คือ

1) ความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (Content Validity) คือ แบบทดสอบนั้นมีข้อคำถามสอดคล้องกัน หรือตรงตามเนื้อหาวิชาที่กำหนดไว้ในหลักสูตร

2) ความเที่ยงตรงตามสภาพ (Concurrent Validity) คือ แบบทดสอบที่เมื่อผู้สอบโดยแบบทดสอบนั้น ไปแสดงพฤติกรรมปฏิบัติจริง จะสามารถแสดงพฤติกรรมนั้นได้สอดคล้องกับความสามารถที่ได้จากการทดสอบ เช่น นักเรียนคนหนึ่งสอบวิชากลศาสตร์วิศวกรรม เรื่องใดถูกต้องหลังจากการสอบได้ให้คำนวณเรื่องในทำนองเดียวกัน นักเรียนผู้นั้นก็สามารถ คำนวณได้อย่างถูกต้อง แบบทดสอบเรื่องการคำนวณหาแรงในโครงสร้างนี้จึงถือว่ามีความตรงตามสภาพสูง

3) ความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์ (Predictive Validity) คือ ลักษณะของแบบทดสอบที่สามารถพยากรณ์พฤติกรรมใด ๆ ที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมที่กำหนดไว้ในแบบทดสอบได้ เป็นการวัดถึงความสอดคล้องกับข้อเท็จจริงในอนาคต

4) ความเที่ยงตรงตามโครงสร้าง (Construct Validity) คือ แบบทดสอบที่สามารถวัดสมรรถภาพทางด้านสมองด้านต่าง ๆได้ตรงตามที่กำหนดไว้ในหลักสูตร เช่น ด้านความรู้ ความจำ ความเข้าใจการนำไปใช้ เป็นต้น

2.4.4.2 มีความเป็นปรนัย คือ แบบทดสอบที่ทุกคนอ่านข้อสอบนั้น ๆ เข้าใจตรงกัน ทั้งวิธีการสอบ เนื้อหาของโจทย์ และต้องมีคำตอบที่แน่นอนชัดเจน นักเรียนที่มีความเข้าใจดี เมื่ออ่านแล้วต้องเห็นพ้องกันว่าถูกหรือผิด หรือ เลือกข้อที่ถูกต้องตรงกัน ไม่ใช่การใช้ความคิดที่ เสรีและผู้ตรวจสามารถตรวจได้ง่าย คะแนนที่ได้แปลความหมายของพฤติกรรมที่ต้องการได้ถูกต้อง ดังนั้นระบบทดสอบที่มีความเป็นปรนัย จึงมีลักษณะสำคัญ 3 ประการ คือ

1) คำถามต้องชัดเจน อย่าใช้คำถามที่กำกวม เพื่อผู้สอบจะได้เข้าใจคำถามตรงกันกับความต้องการของผู้สร้างข้อสอบ

2) มีคำตอบที่แน่นอน นักเรียนที่ตอบได้จะตอบในขอบเขตเนื้อหาเดียวกัน

3) เกณฑ์การให้คะแนนต้องชัดเจน ไม่ว่าใครจะเป็นคนตรวจและตรวจเมื่อใด ก็จะได้คะแนนเท่ากันเสมอ การให้คะแนนต้องไม่อาศัยความคิดเห็นส่วนตัว มาเป็นเกณฑ์การกำหนดคะแนน ผิดได้ 0 ถูกได้ 1 เป็นการให้คะแนนทีเป็นปรนัยมากที่สุด

2.4.4.3 มีความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ (Reliability) ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ คือ ลักษณะความคงเส้นคงวาของแบบทดสอบไม่ว่าจะสอบกี่ครั้ง สอบที่ใด ผลที่วัดได้จะเหมือนเดิมหรือใกล้เคียงกัน

2.4.4.4 สามารถนำไปใช้ได้ง่าย (Practicality) ลักษณะของแบบทดสอบแบบนี้จะมีคำสั่งชี้แจงชัดเจน มีข้อกำหนดต่าง ๆ แสดงไว้อย่างถูกต้อง มีแบบเฉลยหรือแผนการตรวจคำตอบอย่างชัดเจน มีตัวเลขหรือตารางมาตรฐานกำหนดไว้ สำหรับอำนวยความสะดวกในการแปลค่าของคะแนน ไม่มีข้อสงสัยขณะสอบ ผู้คุมสอบไม่จำเป็นต้องชี้แจงเพิ่มเติม การจัดพิมพ์ชัดเจน

2.4.4.5 มีค่าความยากง่ายเหมาะสม (Difficulty) แบบทดสอบทีดีนั้นควรมีความยากง่ายพอเหมาะ ถ้ายากหรือง่ายเกินไปจะทำให้มีผลต่อความเชื่อถือได้

2.4.4.6 มีค่าอำนาจจำแนกที่ดี (Discrimination) แบบทดสอบแต่ละข้อจะต้องสามารถแยกคนเก่งและคนไม่เก่งออกจากกัน กล่าวคือ คนเก่งจะต้องตอบถูก คนไม่เก่งจะตอบไม่ถูก

2.4.4.7 ใช้เวลาเหมาะสม (Speediness) คือ ต้องกำหนดเวลาสอบให้เหมาะสมไม่มาก หรือน้อยจนเกินไป โดยทั่วไปเวลาที่เหมาะสมสำหรับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ควรเป็นเวลาที่เข้าสอบประมาณ 90 % ทำข้อสอบฉบับนั้นเสร็จ

2.4.4.8 มีประสิทธิภาพสูง (Efficiency) แบบทดสอบที่ดีจะต้องสามารถสร้างข้อสอบ ให้ตรงตามเนื้อหา ตามวัตถุประสงค์และมีคุณค่ามากที่สุดโดยใช้เวลา แรงงาน และค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด สามารถใช้ข้อสอบได้หลายครั้ง และมีคุณสมบัติดังที่กล่าวแล้ว

2.5 การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.5.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การจัดการเรียนการสอน หลังจากได้รับความรู้ที่ได้รับจากการสอน หรือทักษะทางปฏิบัติที่ได้รับการพัฒนาขึ้นตามลำดับขั้นที่ได้เรียนมาแล้ว การที่ผู้สอนจะทราบว่าผู้เรียนมีความรู้หรือทักษะปฏิบัติในวิชาต่าง ๆ เพิ่มขึ้นเพียงใด ก็จำเป็นที่ต้องอาศัยเครื่องมือในการวัดและประเมินผลการศึกษา เพื่อที่จะนำผลการประเมินมาปรับปรุงการเรียนการสอน ซึ่งมีผู้ให้ความหมายไว้ดังนี้

สุทธิรัตน์ เลิศจตุรวิทย์. (2544: 43) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลของการเรียนการสอนที่รวมถึงความรู้ความสามารถในการเรียนไว้ด้วยกันและแสดงออกเป็นพฤติกรรมไว้ทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ พุทธิพิสัย จิตพิสัย และทักษะพิสัย

กัญจนา ลินทรัตนศิริกุล. (2546: 286) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหรือผลการเรียนรู้ หมายถึง ความรู้หรือทักษะที่ได้จากการเรียนรู้ในรายวิชาที่กำหนดไว้ในหลักสูตร

ปาวณีย์ ศรีสงคราม. (2547: 12) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลหรือสิ่งที่ผู้เรียนได้รับจากการเรียนรู้หรือสมรรถภาพทางสมองในด้านต่าง ๆ ที่ผู้เรียนได้รับจากประสบการณ์ทั้งทางตรงและทางอ้อมสิ่งที่ผู้เรียนได้รับนั้นมีทั้งส่วนที่เป็นความรู้และทักษะต่าง ๆ

มัณฑนา ฟักขาว. (2549: 36) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คุณลักษณะหรือความสามารถทางสมองของบุคคลที่พัฒนาขึ้น ทั้งทางด้านความรู้ ความจำ ทักษะความรู้สึกและค่านิยม ซึ่งได้จากการเรียนรู้ประสบการณ์และสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ

จากแนวคิดดังกล่าวสรุปได้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง พฤติกรรมที่แสดงออกถึงความสามารถทางการเรียนรู้และคุณลักษณะทางการเรียนของผู้เรียนแต่ละบุคคลที่เกิดขึ้นจากการได้รับประสบการณ์ภายใต้สิ่งแวดล้อมต่าง ๆที่ผู้สอนจัดขึ้นเพื่อให้เกิดการพัฒนาสมอง ด้านความรู้ความจำ และทักษะปฏิบัติต่าง ๆ

2.5.2 ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ภัทรา นิคมานนท์. (2543: 88-89) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้วัดปริมาณความรู้ความสามารถ ทักษะเกี่ยวกับด้านวิชาการที่ได้เรียนรู้มาในอดีตว่ารับรู้ได้มากน้อย โดยทั่วไปแล้วมักใช้วัดหลังจากทำกิจกรรมเรียบร้อยแล้ว เพื่อประเมินการเรียนการสอนว่าได้ผลอย่างไร

บรรพต สุวรรณประเสริฐ. (2544: 124) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดความก้าวหน้าของผู้เรียนในส่วนที่เป็นมโนมติทั้งหลาย ในเนื้อหาแบบทดสอบเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ จะเป็นแบบทดสอบเพื่อที่แสดงให้เห็นความสามารถของผู้เรียน

วันเพ็ญ วรรณโกมล. (2544 : 198-199) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นเครื่องมือวัดผลที่สำคัญ โรงเรียนส่วนใหญ่นิยมใช้การทดสอบเป็นหลักการของการวัดผลการศึกษาที่สามารถวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และวัดพฤติกรรมด้านต่าง ๆ ของผู้เรียนให้ครอบคลุมจุดประสงค์การสอนทั้ง 3 ด้านได้

จากแนวคิดในการใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดังกล่าว ผู้วิจัยได้ใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สร้างขึ้น ใช้ทดสอบในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ และการสอบปลายภาค เพื่อใช้ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชางานจักรยานยนต์ รหัสวิชา 2101-2102 ของผู้เรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) วิทยาลัยเทคนครสวรรค์ อำเภอเมือง จังหวัดนครสวรรค์

2.5.3 ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

พิชิต ฤทธิ์จำรูญ. (2544 : 96) ได้กล่าวถึงการจำแนกประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ 2 ประเภท ดังนี้

1) แบบทดสอบที่ผู้สอนสร้างขึ้นเอง หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนเฉพาะกลุ่มที่ผู้สอนสอน เป็นแบบทดสอบที่ผู้สอนสร้างขึ้น ใช้กันทั่วไปในสถานศึกษา มีลักษณะเป็นแบบทดสอบข้อเขียน ซึ่งแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด คือ

1.1) แบบทดสอบอัตนัย เป็นแบบทดสอบที่กำหนดคำถามหรือปัญหาแล้วให้ผู้เรียนเขียนโดยแสดงความรู้ ความคิด เจตคติได้อย่างเต็มที่

1.2) แบบทดสอบปรนัย หรือแบบให้ตอบสั้น ๆ เป็นแบบทดสอบที่กำหนดให้ผู้เรียนเขียนตอบสั้น ๆ หรือมีคำตอบให้เลือกแบบจำกัดคำตอบ ผู้เรียนไม่มีโอกาสแสดงความรู้ความคิดได้อย่างกว้างขวางเหมือนแบบทดสอบอัตนัย แบบทดสอบชนิดนี้แบ่งออกเป็น 4 แบบ คือ แบบทดสอบถูก-ผิด แบบทดสอบเติมคำ แบบทดสอบจับคู่ และแบบทดสอบเลือกตอบ

1.3) แบบทดสอบมาตรฐาน หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนทั่ว ๆ ไป ซึ่งสร้างโดยผู้เชี่ยวชาญ มีการวิเคราะห์และปรับปรุงอย่างดีจนมีคุณภาพ มีมาตรฐาน กล่าวคือ มีมาตรฐานในการดำเนินการสอบ วิธีการให้คะแนน และแปลความหมายของคะแนน

จากข้อความข้างต้นสรุปได้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ประกอบด้วยแบบทดสอบที่ผู้สอนสร้างขึ้น ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบอัตนัยและแบบปรนัย และเป็นแบบทดสอบมาตรฐานที่มีการพัฒนาคุณภาพมาเป็นอย่างดี

2.5.4 หลักในการเขียนข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์

สมนึก ภัททิยธนี. (2546: 67-71) ได้เสนอแนวคิดการเขียนแบบทดสอบโดยทั่วไปจะต้องคำนึงถึงสิ่งสำคัญต่อไปนี้

1) วัตถุประสงค์ของการสอบ ก่อนเขียนจะต้องกำหนดวัตถุประสงค์ในการสอบให้ชัดเจน ว่าสอบไปทำไม และต้องการสอบอะไรบ้าง สิ่งที่ต้องการสอบนั้นจะต้องกำหนดในรูปของพฤติกรรม ที่สามารถวัดได้

2) ความตรง (Validity) ข้อสอบที่ดีจะต้องสามารถวัดในสิ่งที่ต้องการจะวัด กล่าวคือ ถ้าตั้ง วัตถุประสงค์ไว้อย่างไรข้อสอบที่สร้างขึ้นจะต้องวัดตามวัตถุประสงค์นั้น ๆ เท่านั้น เช่น ตั้ง วัตถุประสงค์ไว้ว่า “ผู้เรียนสามารถบอกลักษณะที่ดีของข้อสอบแบบปรนัยได้” ข้อสอบจะต้องถาม เฉพาะเรื่องลักษณะที่ดีของข้อสอบปรนัย มิใช่ถามเรื่องอื่น นอกจากนั้นยังต้องพิจารณาระดับของ วัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ เช่น ต้องการวัดความจำ ข้อสอบก็ต้องวัดเพียงความจำ หรือถ้าต้องการวัดการ แก้ปัญหา ข้อสอบที่สร้างก็ต้องวัดการแก้ปัญหา เป็นต้น

3) ความเป็นปรนัย (Objectivity) ความเป็นปรนัยข้อสอบ หมายถึง

3.1) ความเป็นปรนัยในเรื่องของความถูกต้อง กล่าวคือ ผู้เชี่ยวชาญในสาขาวิชานั้นต้อง ยอมรับว่าถูกต้อง

3.2)ความเป็นปรนัยในการให้คะแนน จะต้องมีเกณฑ์การตรวจให้คะแนนที่แน่นอน ไม่ ขึ้นอยู่กับอารมณ์ของผู้ตรวจ ซึ่งผู้ตรวจจะเป็นใครก็ตามจะตรวจให้คะแนนได้เหมือนกัน

3.3) ความเป็นปรนัยในด้านภาษา คือ ผู้เรียนอ่านแล้วเข้าใจความหมายของเนื้อความได้อย่าง ชัดเจน และถูกต้องกับวัตถุประสงค์ของผู้สอน เป็นความชัดเจนในการใช้ภาษาข้อสอบที่ดี ไม่ว่าใคร อ่านข้อสอบนั้นก็ได้ความหมายตรงกัน

3.4) ระดับความยาก (Difficulty index) ข้อสอบที่ดีควรมีระดับความยากพอเหมาะ คือ ไม่ยากไม่ง่ายเกินไป สำหรับผู้เรียน ถ้าข้อสอบยากเกินไปจะทำให้ผู้เรียนเดามากขึ้น ความยากของ ข้อสอบสำหรับข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ควรอยู่ระหว่าง 0.20- 0.80 ของข้อสอบทั้งหมด อย่างไรก็ดี สำหรับข้อสอบชนิด Criteria Referenced Test ซึ่งถือการตีความของคะแนนเปรียบเทียบกับเกณฑ์ กำหนด จะไม่คำนึงถึงความยากของข้อสอบที่ใช้

3.5) ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination power) ข้อสอบที่ดีจะต้องสามารถแยกแยะ ผู้เรียนเก่งและผู้เรียนที่เรียนอ่อนออกจากกันได้ ถูกต้องจะต้องขึ้นอยู่กับการมีความรู้ในเรื่องนั้น มิใช่ เป็นการบังเอิญหรือเดา โดยปกติข้อสอบที่มีอำนาจจำแนกจะเป็นข้อสอบที่ผู้เรียนเก่งตอบถูกมากกว่า ผู้เรียนที่เรียนอ่อน ข้อสอบที่ผู้เรียนเก่งตอบถูกน้อยกว่าที่ผู้เรียนอ่อนจะเป็นข้อสอบที่ไม่ดี ไม่ควร นำมาใช้ในการสอบวัดอย่างยิ่ง ปกติระดับค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบที่มีคุณภาพ จะต้องมีค่าอำนาจ จำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป

3.6) ความเที่ยง และความตรงของแบบทดสอบ ซึ่งเป็นข้อสอบทั้งชุดนั้น หมายถึง ผล การสอบจะได้ผลคงที่แน่นอน จะใช้แบบทดสอบนั้นกี่ครั้งกับผู้เรียนคนหนึ่ง คะแนนนี้จะได้เท่าเดิม

หรือใกล้เคียงกันทุกครั้ง ถ้าไม่มีตัวแปรอื่นที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง เช่น การจำข้อสอบได้ สภาพจิตใจ และสภาพแวดล้อมต่างกันไป

จากหลักการดังกล่าวสรุปได้ว่า หลักในการเขียนข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์จะต้องคำนึงถึงวัตถุประสงค์ของการสอบ และข้อสอบต้องผ่านการตรวจสอบคุณภาพที่มีความตรงในเชิงเนื้อหา มีความเป็นปรนัย มีความยากง่ายพอเหมาะอยู่ระหว่าง 0.20-0.80 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป และมีความเที่ยงตรงจะสอบกี่ครั้งก็ได้คะแนนเท่าเดิมหรือใกล้เคียงกันเสมอ

2.5.5 คุณลักษณะของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ดี

ชวาล แพรัตกุล อ้างถึงใน วันเพ็ญ วรรณโกมล. (2545: 203) กล่าวถึงคุณลักษณะของแบบทดสอบที่ดีไว้ดังนี้

1) เที่ยงตรง เป็นคำถามที่สามารถวัดสิ่งที่เราต้องการจะวัดได้อย่างถูกต้องครบถ้วน มีความมุ่งหมายที่เราต้องการหรือไม่และเที่ยงตรงในด้านใด

2) ยุติธรรม คำถามไม่เปิดช่องให้ผู้เรียนเก่งใช้ไหวพริบเดาถูกได้ ไม่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนอ่อนตอบได้ และไม่ช่วยเหลือผู้เรียนโชคดีเก็งข้อสอบได้

3) ถามลึก เป็นคำถามที่ไม่วัดแต่เพียงเนื้อความผิวเผิน ตามตำราและความจำ คำถามให้ผู้เรียนนำความรู้นั้นไปวิเคราะห์ และนำไปใช้ในสถานการณ์จริง ๆ หรือที่คล้ายคลึงกัน

4) ยั่วยุ เป็นคำถามที่สามารถปลุกให้ผู้เรียนตื่นเต้น กระหายที่จะลองสอบ ลองสู้อีกหรือไม่ ข้อสอบเรียงลำดับคำถามจากง่ายไปยากแล้วหรือยัง

5) จำเพาะเจาะจงทั้งคำถามและคำตอบ มุ่งวัดตรงจุดไหน คำถามไม่กำกวม และไม่ถามครอบจักรวาล

6) ปรนัย คือ ข้อคำถามเหล่านั้นถามแจ่มชัด ให้คะแนน และความหมายของคะแนนชัด

7) ประสิทธิภาพ เป็นคำถามที่สามารถวัดได้จริง และทำงานได้ถูกต้องมากที่สุดภายในเวลาแรงงาน และเงินน้อยที่สุดหรือไม่

8) ยากพอเหมาะ คือ แต่ละข้อมีความยากง่ายใกล้ ๆ 50 % หรือไม่ ข้อสอบนั้นสามารถให้คะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนทั้งหมดราว 50 % เล็กน้อยหรือไม่ ของคะแนนเต็ม หรือสูงกว่า 50 % เล็กน้อยหรือไม่

9) มีอำนาจจำแนก เป็นคำถามที่สามารถแยกผู้เรียนว่าใครเก่ง ใครอ่อน ได้จริงหรือไม่

10) เชื่อมั่น เป็นข้อคำถามที่สามารถให้คะแนนได้คงที่ไม่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม

จากแนวคิดสรุปได้ว่า แบบทดสอบที่ดีจะต้องมีคุณลักษณะสำคัญ คือ ต้องมีความเที่ยง ยุติธรรม ถามลึก คำถามยั่วยุต้องจำเพาะเจาะจง เป็นปรนัย มีประสิทธิภาพยากพอเหมาะ มีอำนาจจำแนกและต้องเชื่อมั่นได้

2.5.6 ประโยชน์ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

สุภาณี ชูเกลี้ยง. (2542: 53) กล่าวถึงประโยชน์การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ ดังนี้

1) ทำให้ผู้สอนเห็นเป้าหมายปลายทางหรือรู้พฤติกรรมปลายทางที่คาดหวังได้อย่างชัดเจน

2) ทำให้ผู้สอนสามารถประเมินความสำเร็จ ทราบความก้าวหน้าในการเรียนของผู้เรียน

3) ทำให้ผู้สอนสามารถเห็นทิศทางในการพัฒนาของผู้เรียนว่าเป็นไปตามแนวทางที่จะไปสู่เป้าหมายหรือไม่เพียงใด

จากข้อความข้างต้นสรุปได้ว่า ประโยชน์ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทำให้ผู้สอนรู้ถึงสิ่งที่คาดหวัง ประเมินความสำเร็จในการเรียน สามารถเห็นทิศทางในการพัฒนาของผู้เรียนและวางแผนในการพัฒนาผู้เรียนต่อไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.6 หลักการออกแบบและสร้างชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์

2.6.1 แนวคิดและเทคนิคในการจำลองปัญหา ที่เกิดขึ้นในเครื่องยนต์

หอมจันทร์ แก้วกาสี (2560 : 6) ความเป็นมาของการจำลองปัญหาในการจัดการเรียนการสอน ระบบไฟฟ้ารถยนต์ ไฟฟ้ายานยนต์ ระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ และอิเล็กทรอนิกส์ยานยนต์ จำเป็นต้องแบ่งเนื้อหาสาระการสอนออกเป็น 2 ส่วน คือ ภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ

ภาคทฤษฎี เป็นการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะทางสมองให้มีความรู้ความเข้าใจหลักการอย่างถ่องแท้ ในเรื่องนั้น ๆโดยสิ่งที่จำเป็นอย่างยิ่งอีกเรื่องหนึ่งสำหรับผู้เรียน คือ ทักษะการแปลค่า แปลความหมายจากหลักการทางภาคทฤษฎีสู่ภาคปฏิบัติ เช่น อ่านวงจร, เขียนวงจรไฟฟ้าได้จะต้องส่งต่อไปยังการต่อวงจรไฟฟ้าได้

ภาคปฏิบัติ เป็นการฝึกทักษะทางกล้ามเนื้อเพื่อให้เกิดความชำนาญ ความเชี่ยวชาญ ไม่ใช่แค่เพียงรู้และเข้าใจ ว่าทำอย่างไร แต่ต้องทำได้ ปฏิบัติได้ ซึ่งแบ่งไว้หลายระดับ ตั้งแต่ขั้นทำตามแบบ ถึงขั้นทำด้วยความชำนาญ ทำได้โดยอัตโนมัติ ในส่วนของงานช่างยนต์นั้น สิ่งสำคัญสูงสุดที่ทุกคนต้องมี คือ

ทักษะการคิดวิเคราะห์และการแก้ไขข้อขัดข้องจะเกิดในตัวผู้เรียนได้อย่างไร

1. รู้และเข้าใจ หลักการการทำงานของระบบโดยถ่องแท้ ชัดเจน (กว้าง,ลึก)
2. ปฏิบัติงานในขั้นตอน การทำตามแบบ (เลียนแบบ) ได้
3. ปฏิบัติงานด้วยความชำนาญและเป็นอัตโนมัติได้
4. มีสถานการณ์จำลองปัญหาข้อขัดข้องเสมือนจริง (การจำลองปัญหาของผู้สอน) เพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติการคิดวิเคราะห์ และแก้ปัญหาข้องขัดข้องอย่างหลากหลายสถานการณ์
5. มีสถานการณ์จริงให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะปฏิบัติการคิดวิเคราะห์และแก้ไขข้อขัดข้อง

2.6.2 การจำลองปัญหาในงานการเรียนการสอน

หอมจันทร์ แก้วกาสี (2560 : 7) การจำลองปัญหาเพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์เพื่อแก้ไขข้อขัดข้องนั้น ถือเป็นความสามารถขั้นสูงของครูผู้สอน โดยเฉพาะปัจจุบันเครื่องยนต์ เป็นเครื่องยนต์ที่ควบคุมการทำงานด้วยอิเล็กทรอนิกส์โดยสิ้นเชิงแล้ว

ครูผู้สอนจะต้องมีความรู้ ทักษะสูง ทั้งระบบกลไกเครื่องยนต์และระบบควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ จึงจะทำให้การจำลองปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นกับเครื่องยนต์เป็นไปอย่างมีคุณภาพ มีประสิทธิภาพ ให้ผู้เรียนอยากสืบค้น คิดวิเคราะห์และแก้ไขข้อขัดข้อง และสิ่งสำคัญจะต้องไม่เป็นอันตรายกับผู้เรียน และไม่เกิดความเสียหายกับระบบควบคุมเครื่องยนต์

องค์ประกอบของการจำลองปัญหาระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์สมัยใหม่ อย่างมีคุณภาพ

การจำลองปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพครูผู้สอนต้องมีความรู้ความเข้าใจและทักษะในสิ่งต่างๆ ดังต่อไปนี้

1. หลักการของเครื่องยนต์ระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์
2. รหัสข้อบกพร่อง (Diagnosis Trouble Code, DTC)
3. ความหมายของรหัสข้อบกพร่อง
4. ทักษะการใช้เครื่องมือวิเคราะห์
5. การอ่านค่าข้อมูลการทำงานจริงของเครื่องยนต์ (Data Stream, Data List) และเข้าใจความหมายของข้อมูลดังกล่าว

เทคนิคการจำลองปัญหา

หลักการและเทคนิคที่ใช้ประกอบการจำลองปัญหา เครื่องยนต์ระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์มีหลากหลายวิธี เช่น การทำให้ขาดวงจร การทำให้ลัดวงจร การกำหนดค่าของอุปกรณ์ทั้งด้านขาเข้า(in put) ด้านขาออก (Output) และอุปกรณ์ทำงาน(Actuator) ต่าง ๆ ให้มีค่าผิดไปจากค่ากำหนด (Specification) ของบริษัทผู้ผลิต

ในยุคแรก ๆ อาจจะเป็นเพียงการใช้สวิตช์ตัดต่อวงจร บนแท่นเครื่องยนต์สำหรับฝึก (ชุดฝึก) ซึ่งถ้าผู้เรียนเป็นคนช่างสังเกต อาจจะพบปัญหาที่กำหนดไว้ได้โดยง่ายและรวดเร็ว ดังนั้นการค้นหาปัญหาข้อขัดข้องก็ไม่ได้วัดและพิสูจน์ให้เห็นว่าผู้เรียนมีองค์ความรู้และหลักการวินิจฉัย การใช้เครื่องมือ และการใช้ทักษะความรู้ความสามารถ ในการสืบค้นหาสาเหตุข้อขัดข้องได้อย่างแท้จริง (การจำลองปัญหา ยังไม่มีประสิทธิภาพ ไม่สามารถวัดความรู้ทักษะของผู้เรียนได้อย่างสมบูรณ์)

ดังนั้นจึงเป็นปัญหาให้ครูผู้สอนต้องขบคิดและศึกษาเทคนิควิธีการในการจำลองปัญหาให้มีประสิทธิภาพ ใกล้เคียงและเสมือนจริงมากที่สุด จึงเป็นที่มาของ โครงการอบรมเชิงปฏิบัติการ “สร้างชุดควบคุมเพื่อจำลองปัญหาในเครื่องยนต์ สั่งการจากสมาร์ทโฟน” นับว่าเป็นนวัตกรรมใหม่ ที่

เหมาะสมกับยุคสมัย ก้าวทันเทคโนโลยี ที่เปลี่ยนไป ซึ่งคาดหวังว่าปัญหาที่ถูกจำลอง ด้วยหลักการทางเทคโนโลยีนี้จะใกล้เคียงและเสมือนปัญหาที่เกิดขึ้นจริงมากขึ้น ดีขึ้น สะดวกและรวดเร็วขึ้น สามารถนำไปพัฒนาการเรียนการสอนภาคปฏิบัติเครื่องยนต์ระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ พัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ปัญหาข้อขัดข้องของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี

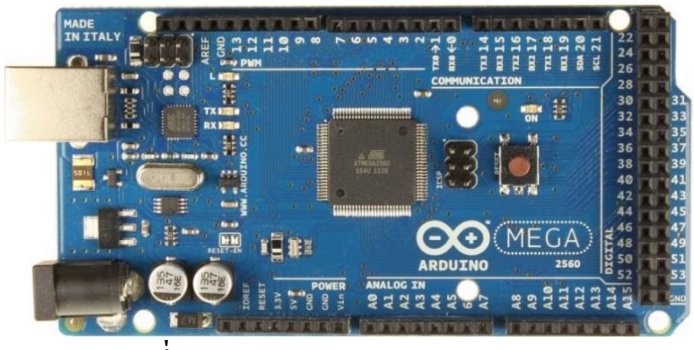
สรุป แนวคิดและเทคนิคในการจำลองปัญหาที่เกิดขึ้นในรถยนต์ หรือรถจักรยานยนต์ที่เป็นระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ ที่ใช้ระบบไฟฟ้ามาควบคุม สามารถจำลองปัญหาข้อขัดข้องได้อย่างมีประสิทธิภาพ เป็นการพัฒนาสื่อการเรียนการสอนเพื่อเสริมทักษะ การคิดวิเคราะห์หาสาเหตุและแก้ไขข้องขัดข้องของระบบต่าง ๆ ในรถยนต์หรือรถจักรยานยนต์ให้กับผู้เรียนเป็นอย่างดี จากแนวคิดแบบนี้ ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดและออกแบบและสร้างชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์

2.7 การสร้างชุดควบคุมเพื่อจำลองปัญหาในรถจักรยานยนต์ สั่งการจากสมาร์ทโฟน

การสร้างชุดควบคุมเพื่อจำลองปัญหาชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ สั่งการจากสมาร์ทโฟน จะมีองค์ประกอบ ดังนี้

2.7.1 ส่วนประกอบชุดควบคุมเพื่อจำลองปัญหาชุดฝึกปฏิบัติ ประกอบด้วย

1) Arduino MEGA 2560 R3



ภาพที่ 2-35 แสดง Arduino MEGA 2560 R3

2) Relay 16 CH 12V 10A

ภาพที่ 2-36 แสดง Relay 16 CH 12V 10A

3) Bluetooth Serial Module (HC-06 Slave mode)

ภาพที่ 2-37 แสดง Bluetooth Serial Module (HC-06 Slave mode)

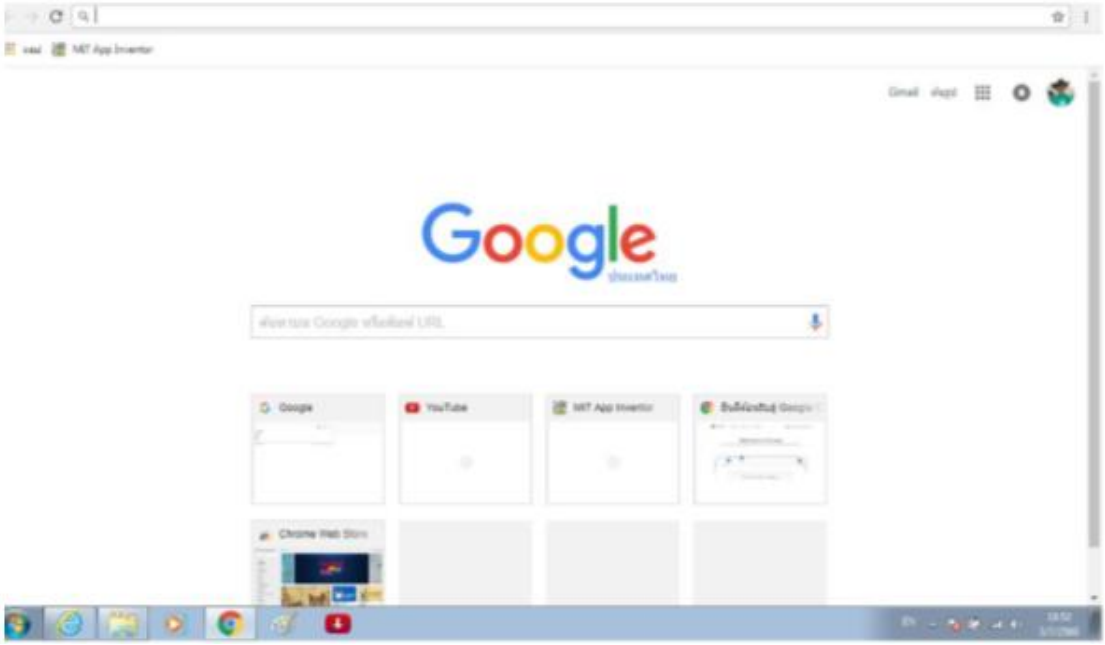
4) สายแพ ผู้-เมีย 40 เส้น ยาว 30 cm

ภาพที่ 2-38 แสดงสายแพ ผู้-เมีย 40 เส้น

2.7.2 การสร้าง App Android บนมือถือ

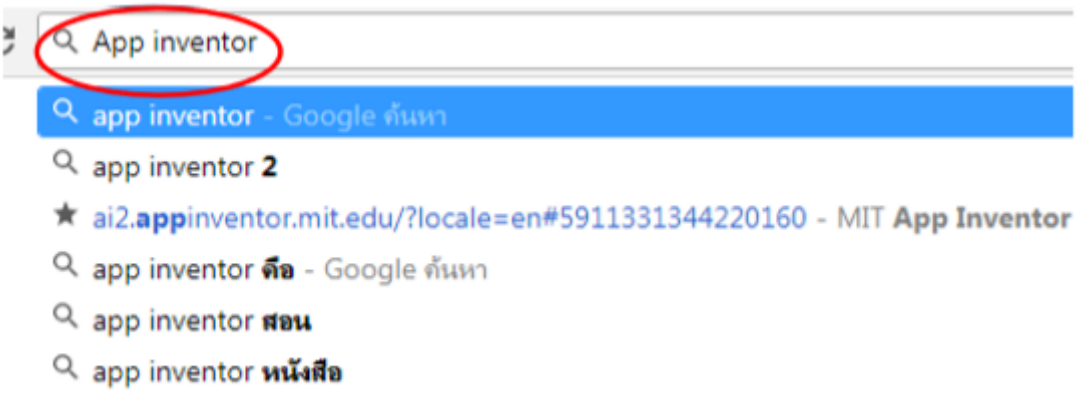
ขั้นตอน การเขียน APP Android บนมือถือ

1. เปิด Google ใน Google Chrome



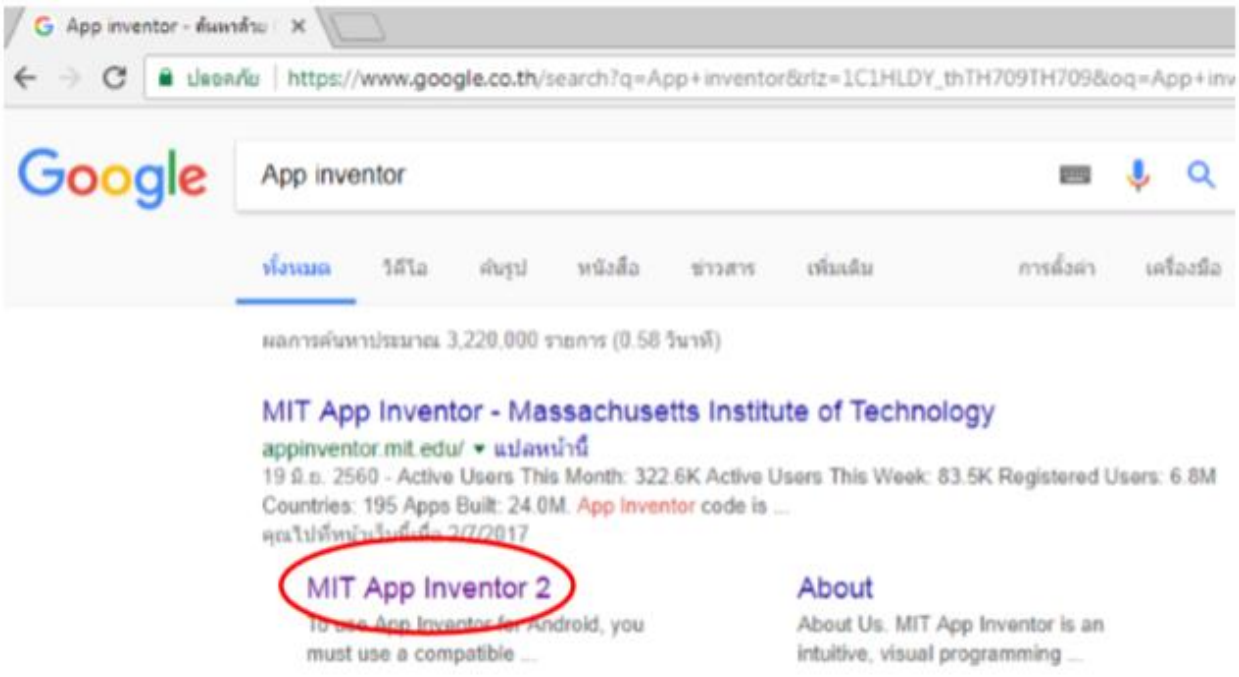
ภาพที่ 2-39 แสดงเปิด Google ใน Google Chrome

2. ค้นหาโดย พิมพ์ APP Inventor



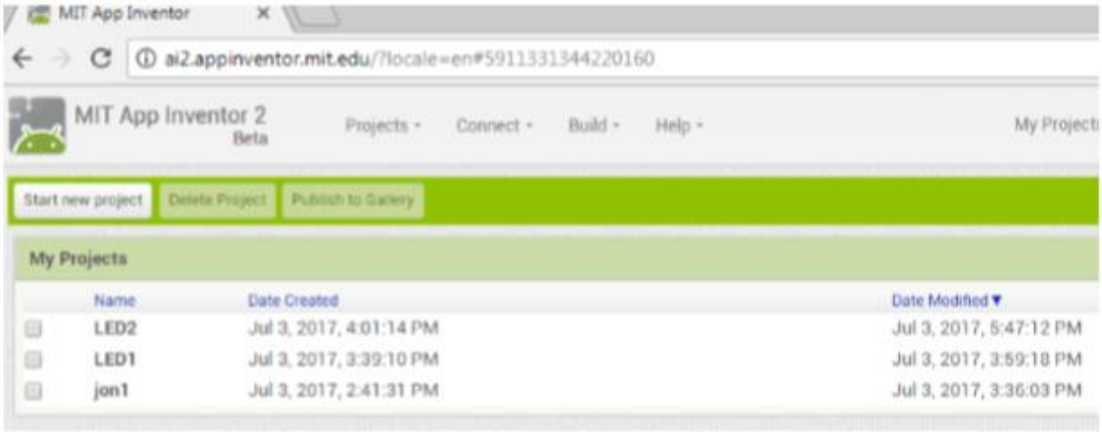
ภาพที่ 2-40 แสดงค้นหาโดย พิมพ์ APP Inventor

3. เลือก MIT App Inventor 2



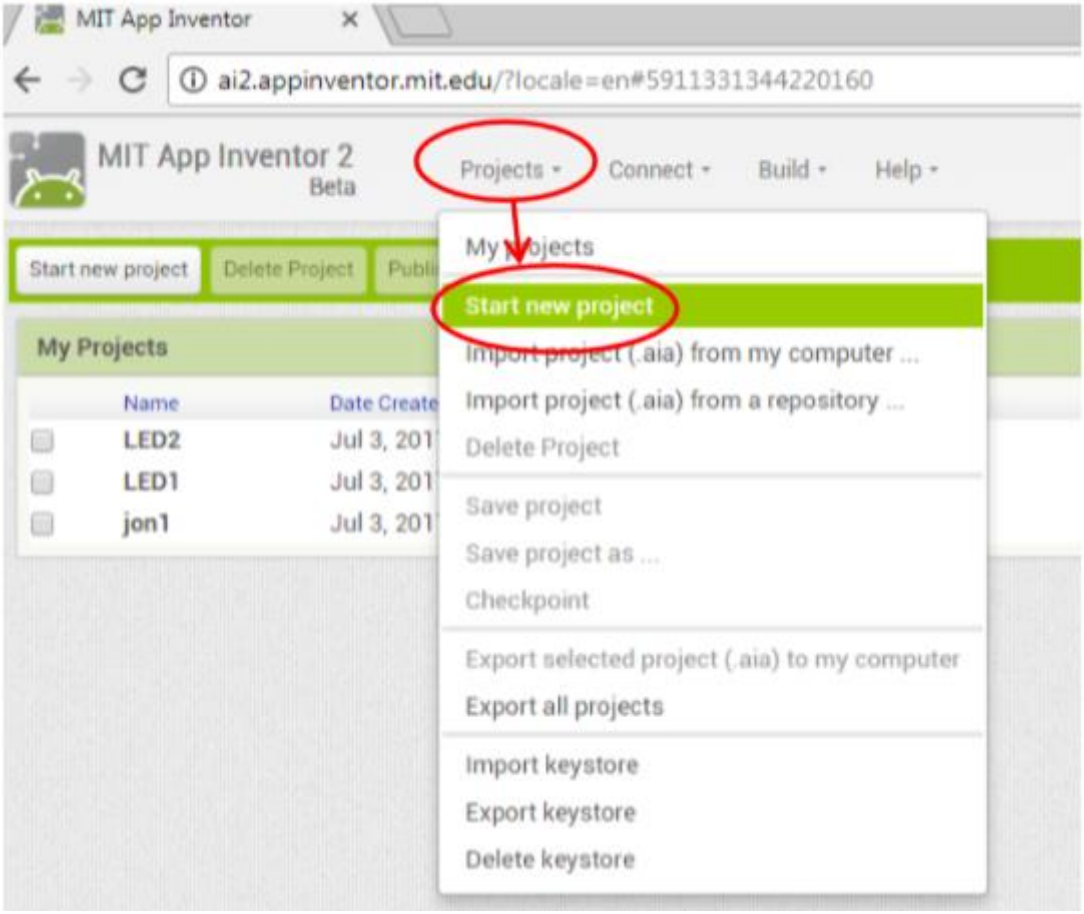
ภาพที่ 2-41 แสดงเลือก MIT App Inventor 2

4. แสดงหน้า จอหลัก App Inventor



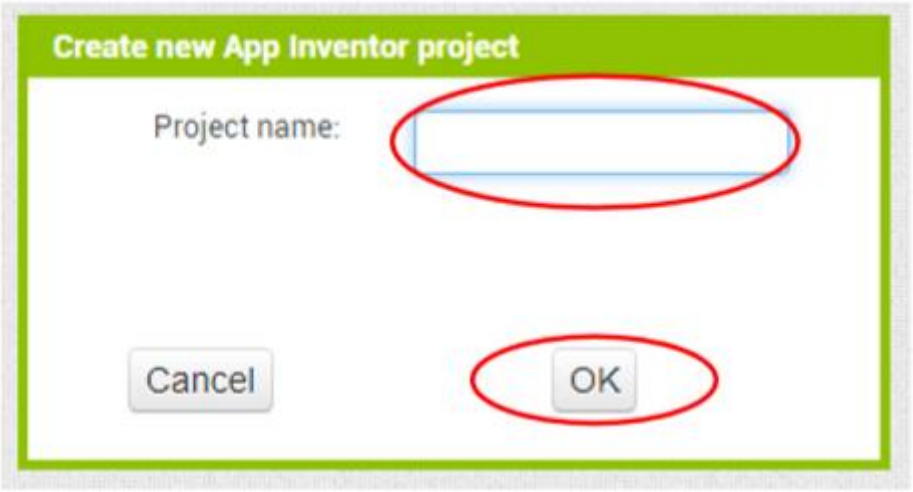
ภาพที่ 2-42 แสดงหน้า จอหลัก App Inventor

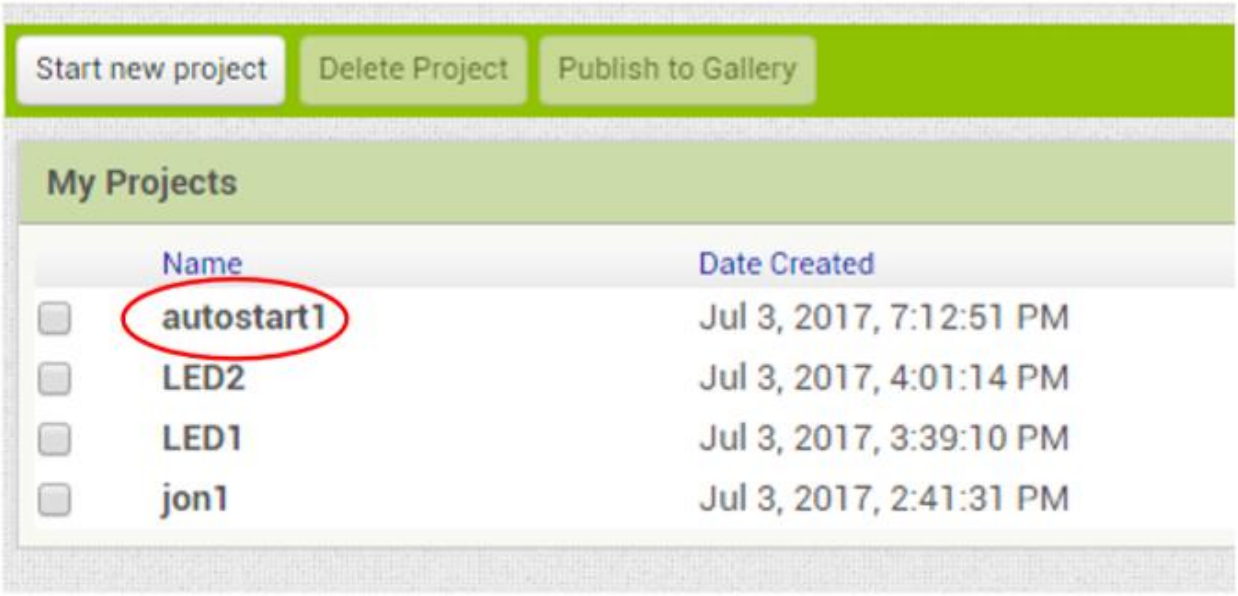
5. เลือกเมนู Project ⟹ Start new project



ภาพที่ 2-43 แสดงเลือกเมนู Project

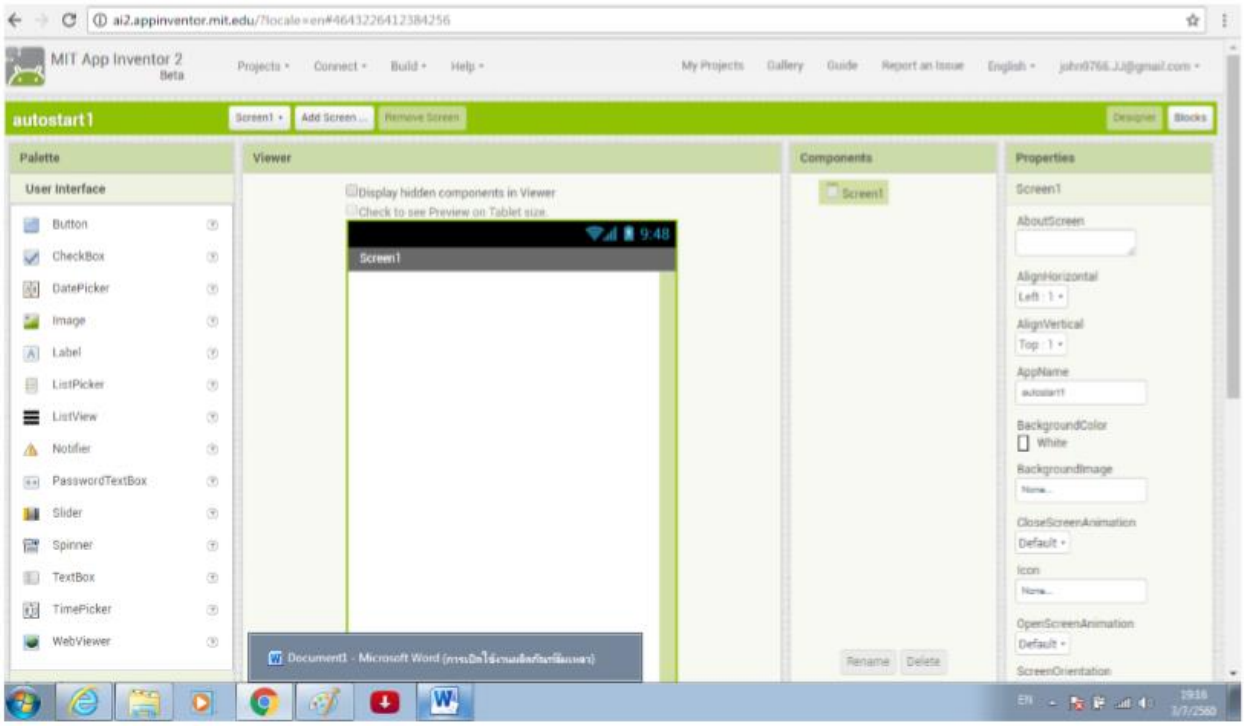
6. ตั้งชื่อ App ⟹ ok





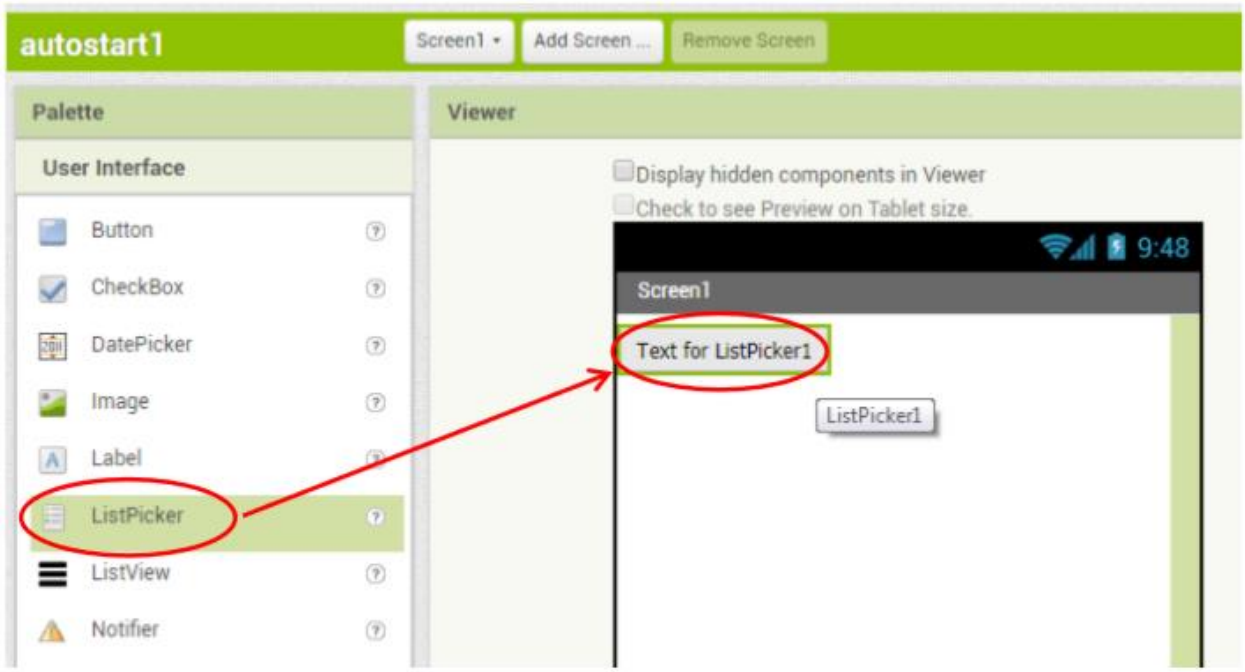
ภาพที่ 2-44 แสดงตั้งชื่อ App

7. Click ที่ ชื่อ project ที่ตั้งไว้ autostart1



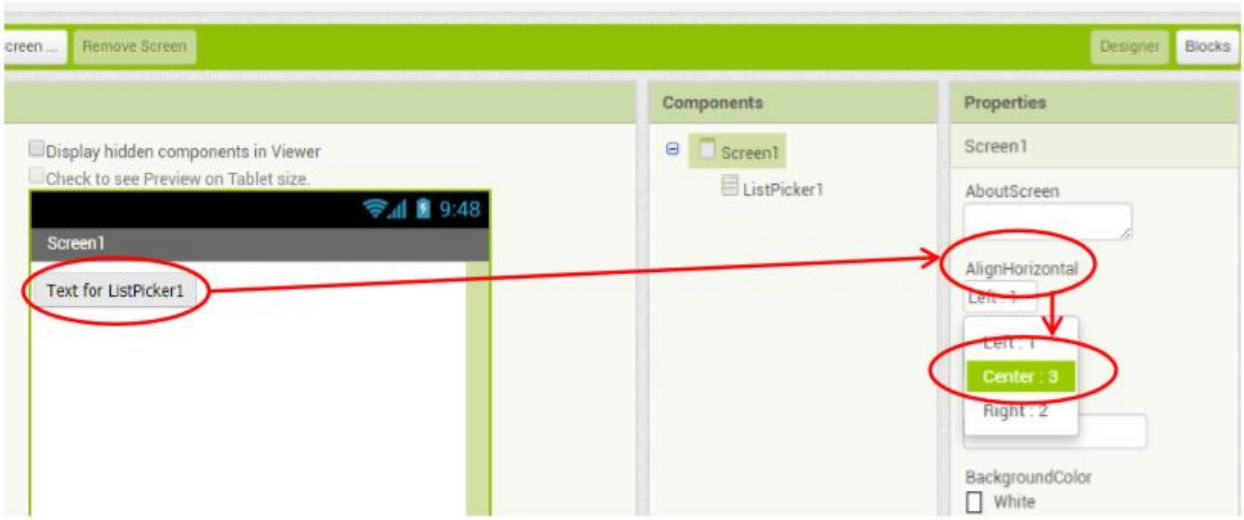
ภาพที่ 2-45 แสดง Click ที่ ชื่อ project ที่ตั้งไว้ auto start1

8. เลือก List Picker แล้วลากไปวางที่ Screen1



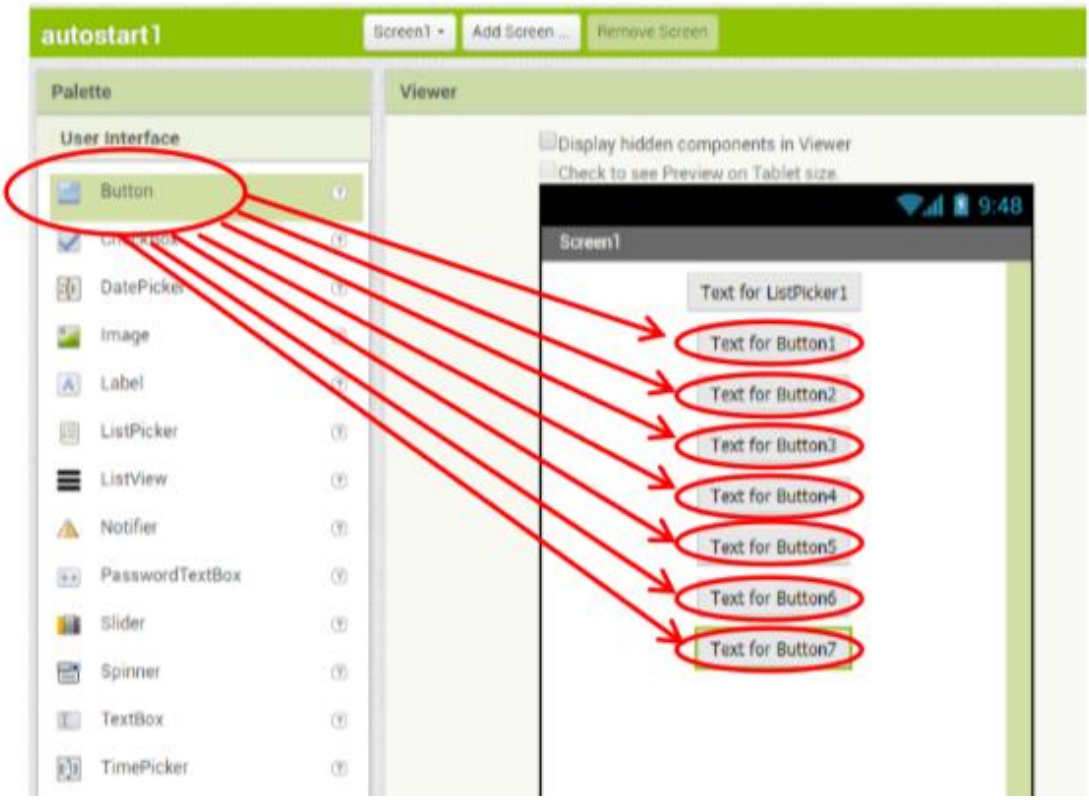
ภาพที่ 2-46 แสดง เลือก List Picker แล้วลากไปวางที่ Screen1

9. Click ที่ Text for Listpicker1 ➡ Screen1 ➡ Align Horizontal ➡ center3 เพื่อปรับให้อยู่ตรงกลาง Screen1



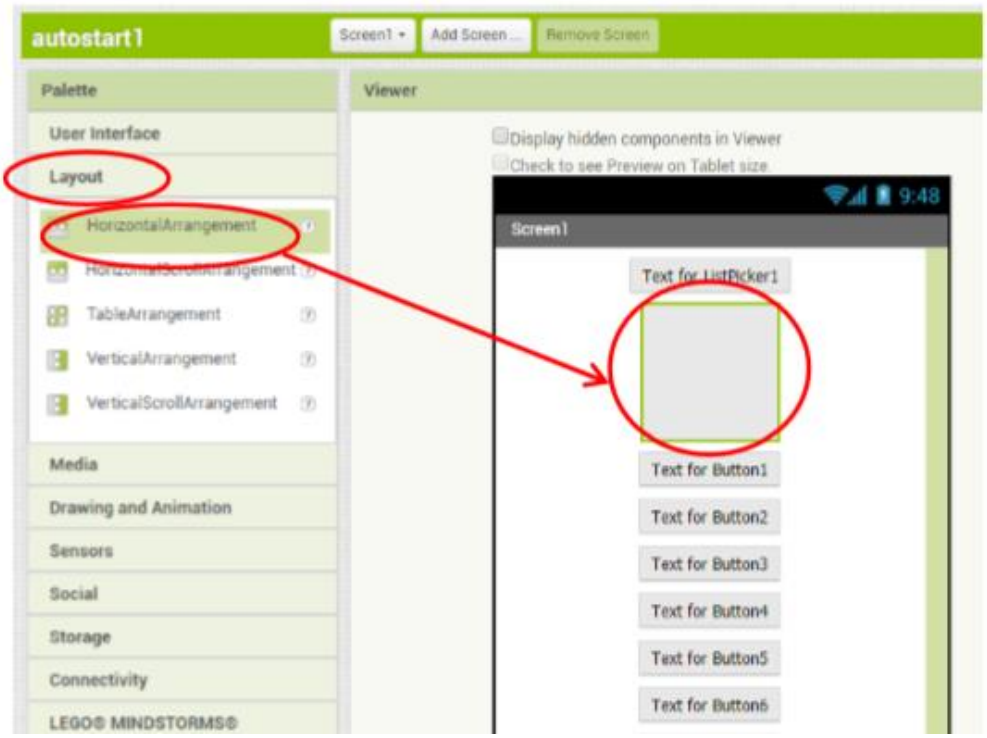
ภาพที่ 2-47 แสดง Click ที่ Text for List picker1

10. เลือก Button แล้วลากไปวางที่ screen1 ตามจำนวนที่ต้องการ



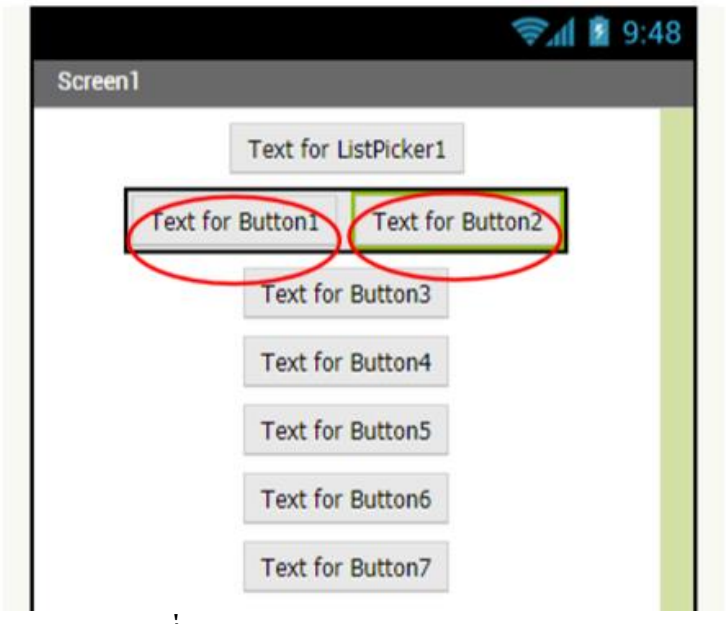
ภาพที่ 2-48 แสดงเลือก Button แล้วลากไปวางที่ screen1 ตามจำนวนที่ต้องการ

11. จัด icon หน้าจอ เลือก Layout ➡ horizontal Arrangement ➡ ลากไปวางบน Screen1



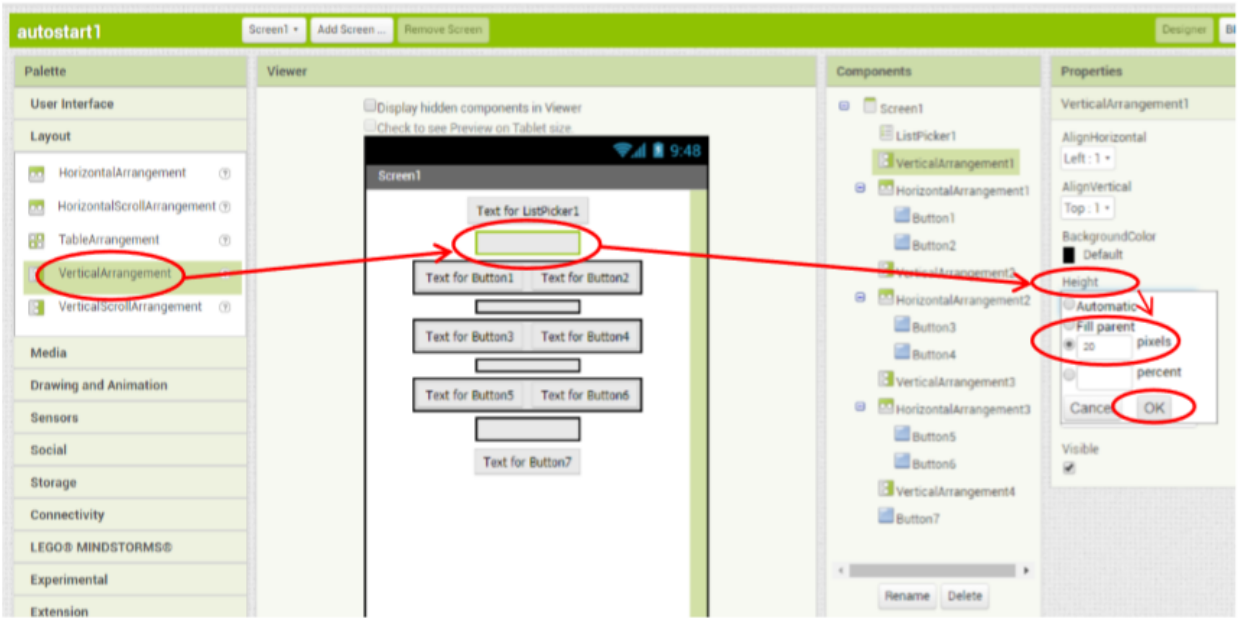
ภาพที่ 2-49 แสดงจัด icon หน้าจอ

12. ลาก Button1 และ Button 2 ลงในกรอบสี่เหลี่ยม ทำแบบนี้จนครบ 3 ชุด (แล้วแต่จะออกแบบ)



ภาพที่ 2-50 แสดงลาก Button1 และ Button 2

13. ปรับช่องว่างของ icon โดยเลือก vertical Arrangement วางบน screen1 ➡ Height เลือกขนาด 20 pixels กด OK ทำทุกช่องแบบเดียวกัน



ภาพที่ 2-51 แสดงปรับช่องว่างของ icon

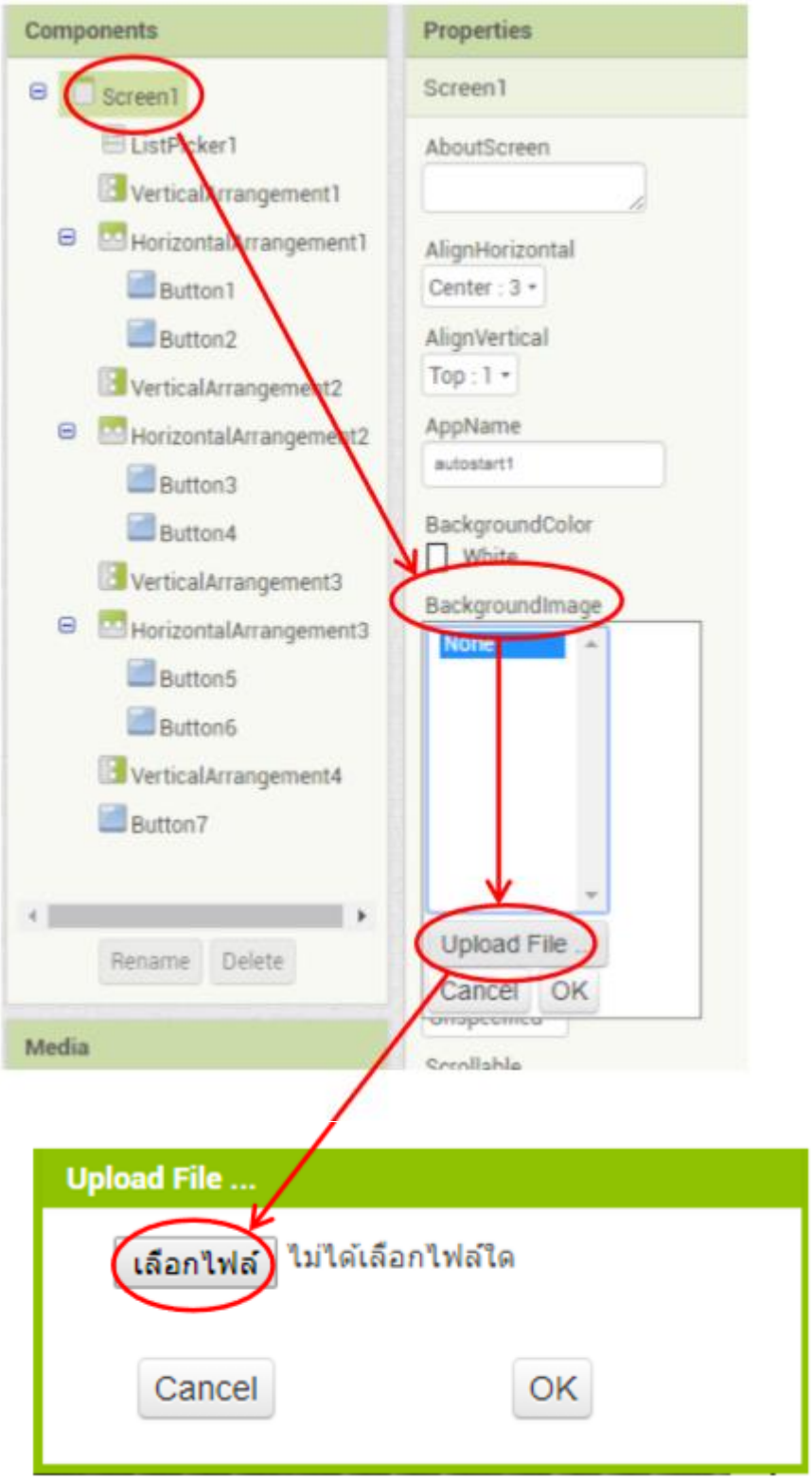
14. ปรับภาพพื้นหลัง screen1

➡ เลือก Screen1

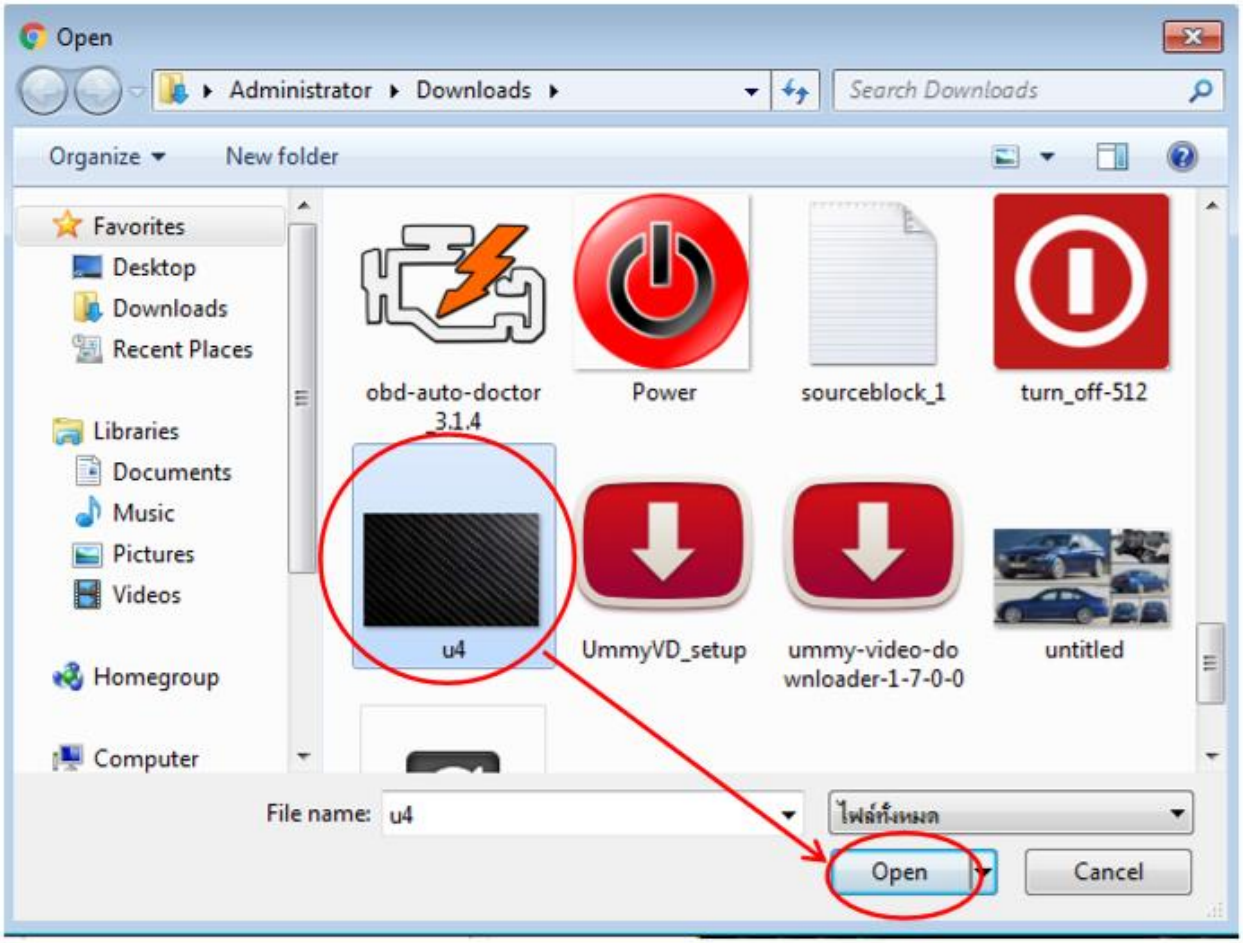
➡ เลือก Background Image

➡ UP Load File เลือกภาพที่ต้องการใน Folder ของ computer

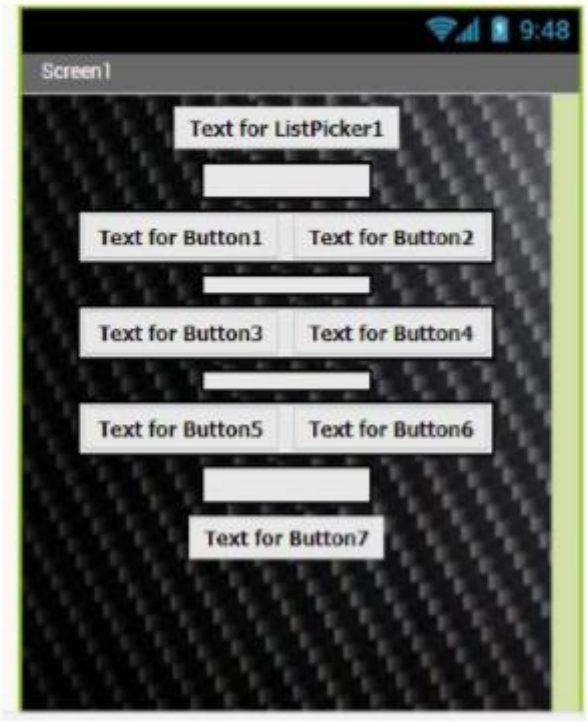
➡ กด OK



ภาพที่ 2-52 แสดงปรับภาพพื้นหลัง screen1เลือก Screen1



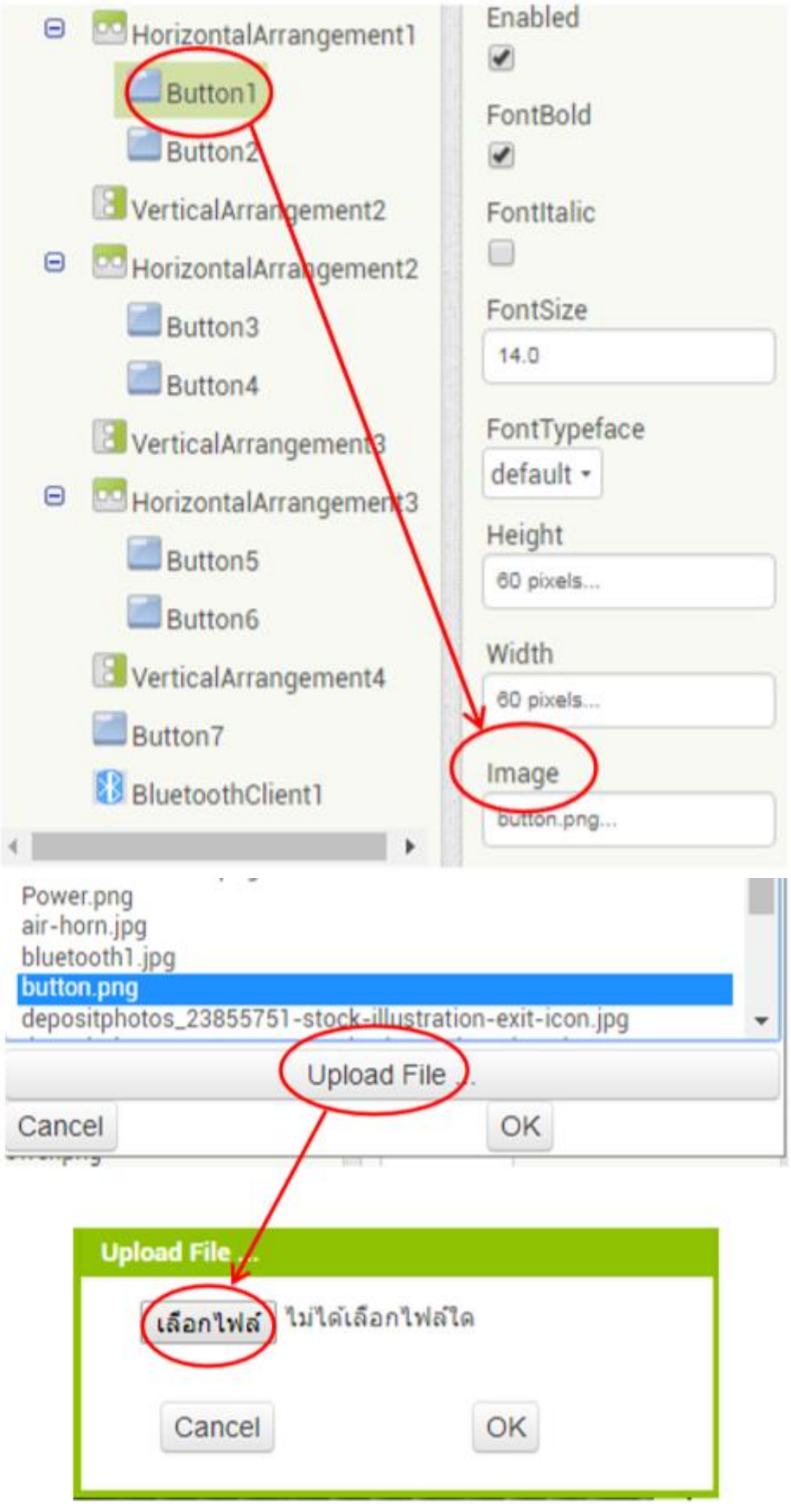
ภาพที่ 2-53 แสดงปรับภาพพื้นหลัง screen1เลือก Background Image



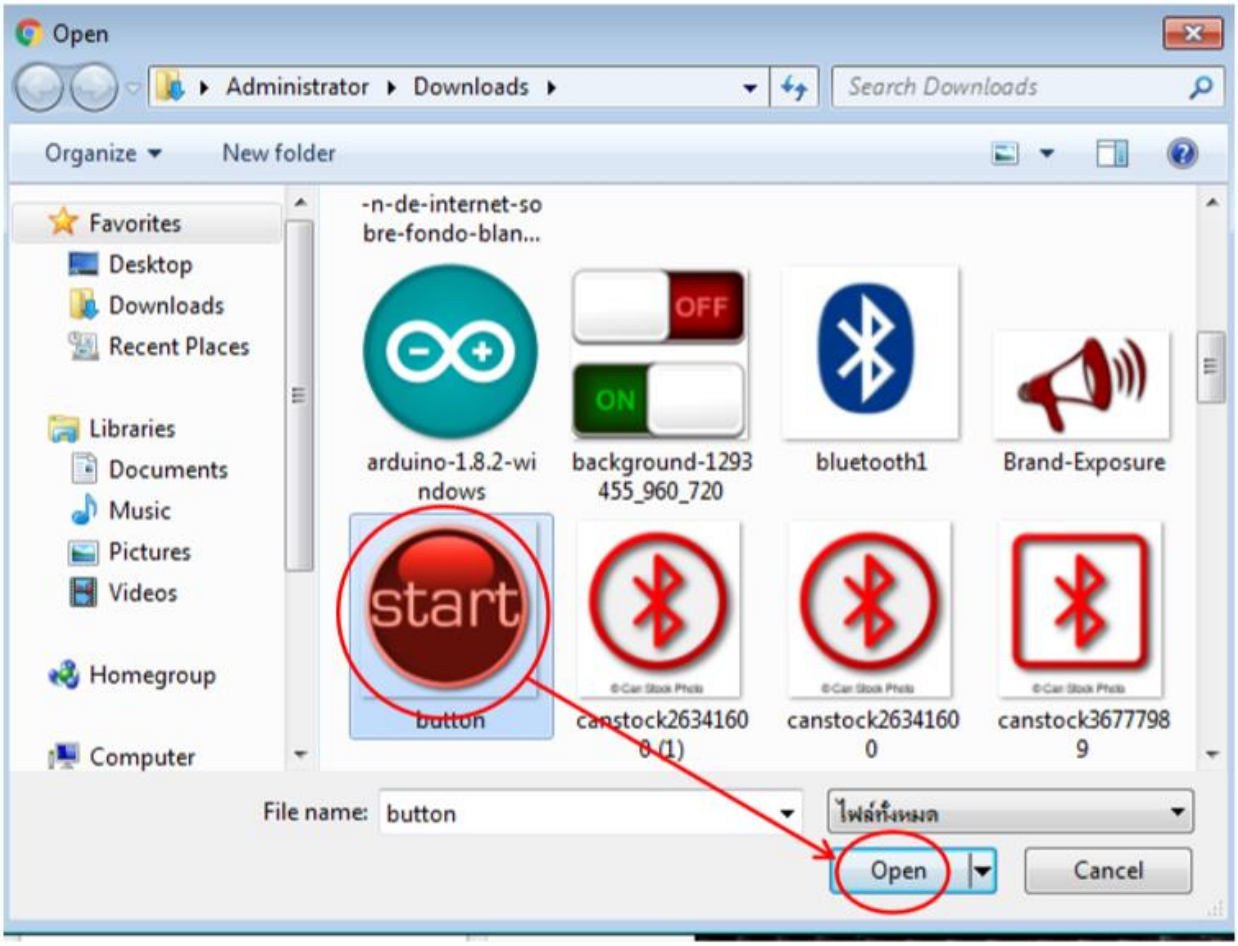
ภาพที่ 2-54 แสดงปรับภาพพื้นหลัง screen1 UP Load File เลือกภาพที่ต้องการใน Folder ของ computer กด OK

15. ปรับภาพ icon Button1

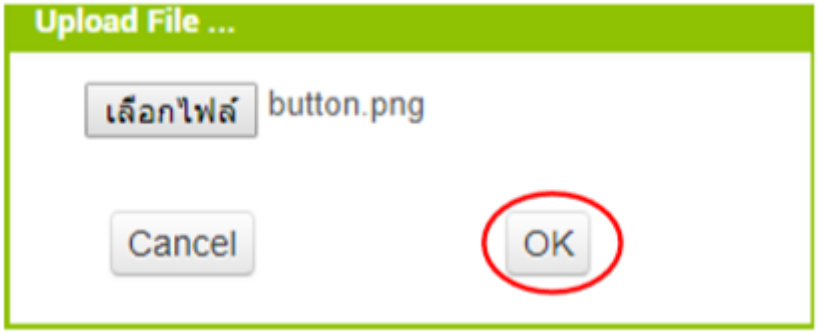
- เลือก Button1
- เลือก Image
- UP Load File เลือกภาพที่ต้องการใน Folder ของ computer
- กด OK



ภาพที่ 2-55 แสดงปรับภาพ icon Button1 เลือก Image UP Load File

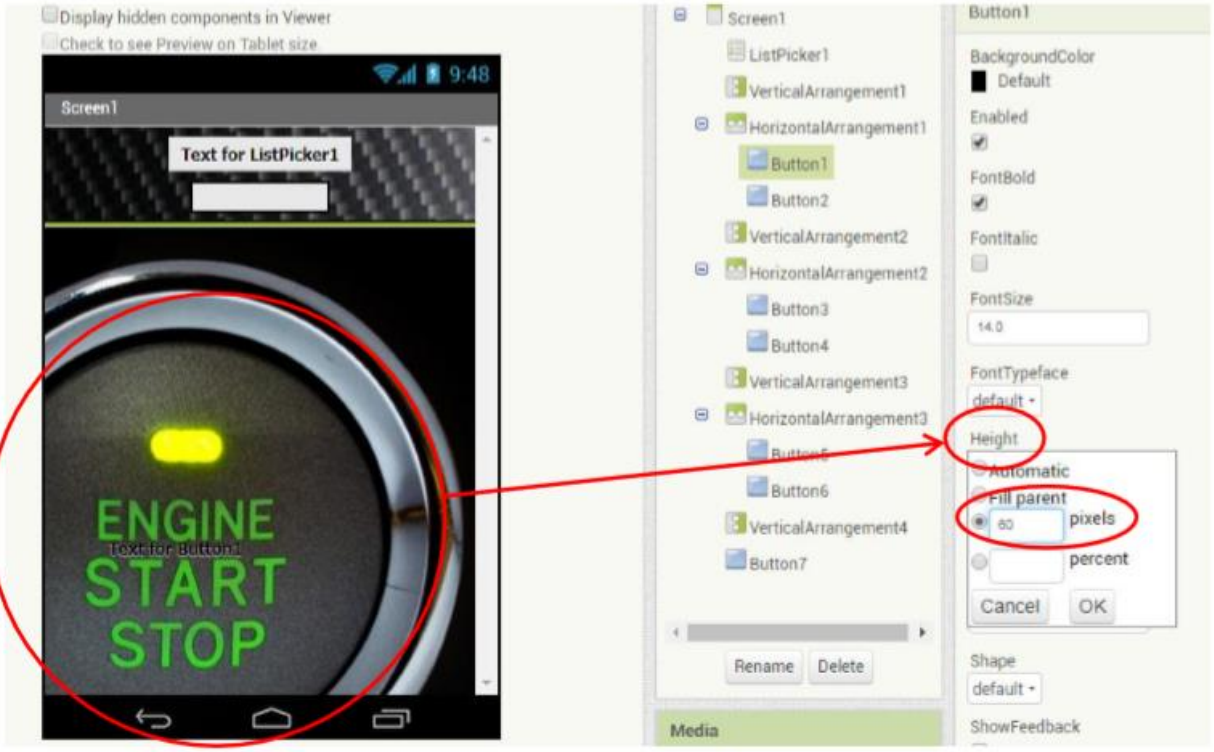


ภาพที่ 2-56 แสดงปรับภาพ icon Button1เลือกภาพที่ต้องการใน Folder ของ computer

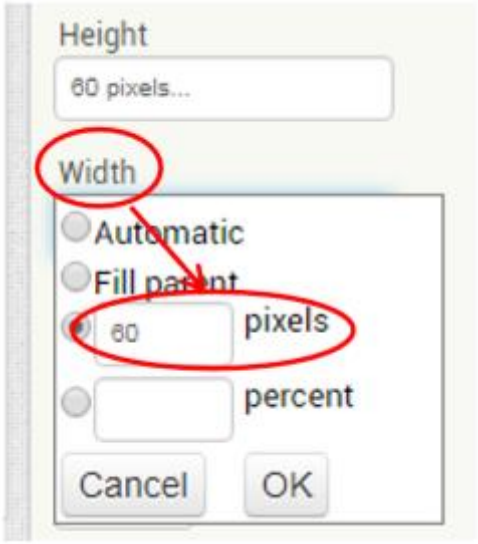


ภาพที่ 2-57 แสดงปรับภาพ icon Button1 กด OK

เลือกขนาด icon ให้เหมาะสม ขนาด 60 pixels แล้วกด OK ทั้ง height และ width



ภาพที่ 2-58 แสดงเลือกขนาด icon ให้เหมาะสม ขนาด 60 pixels

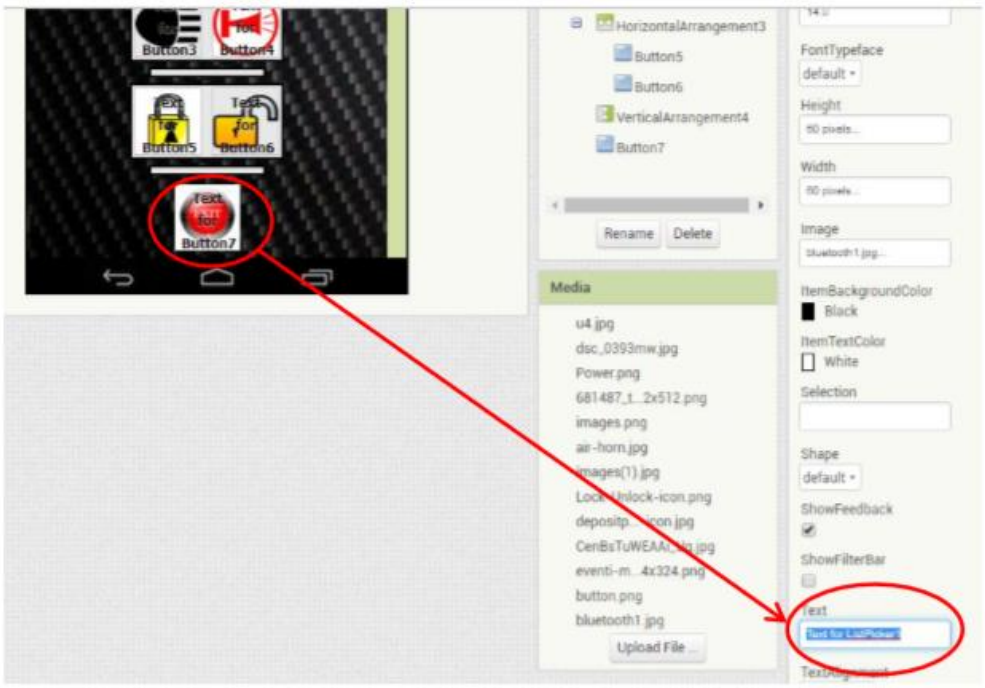


ภาพที่ 2-59 แสดงเลือกขนาด icon ให้เหมาะสม ขนาด 60 pixels กด OK

16. ทำการปรับ icon แบบเดียวกันทุก icon

ภาพที่ 2-60 แสดงทำการปรับ icon แบบเดียวกันทุก icon

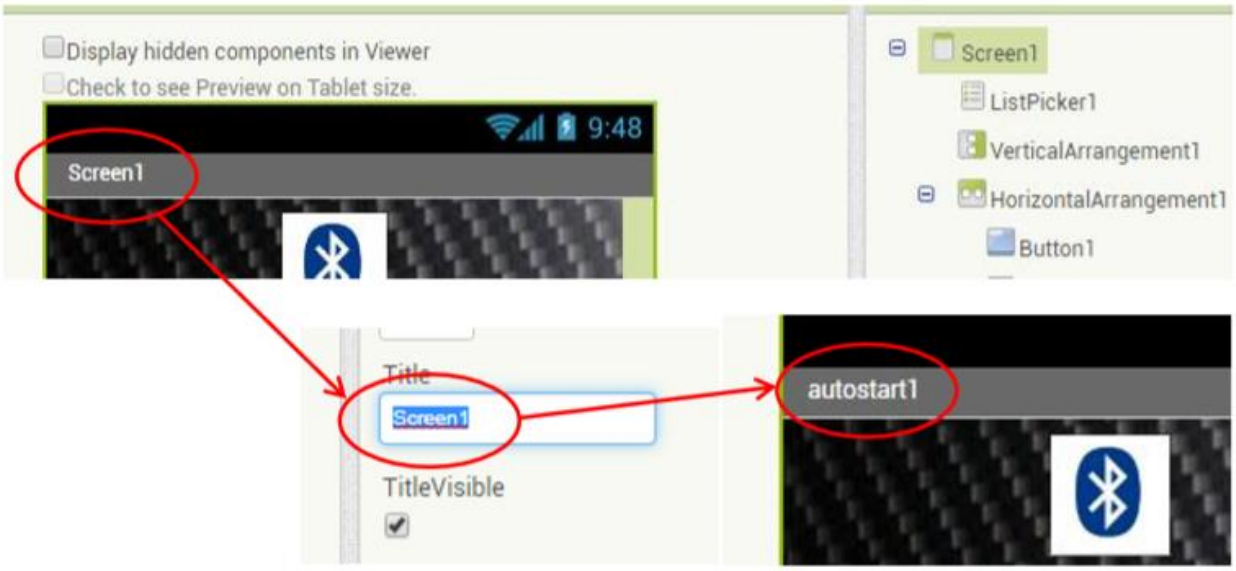
ทำการลบ text ที่ icon ทั้งหมด โดย click ที่ icon แล้วไปลบข้อความที่ text ออก จะทำให้เหลือ แต่ icon



ภาพที่ 2-61 แสดงทำการลบ text ที่ icon ทั้งหมด โดย click

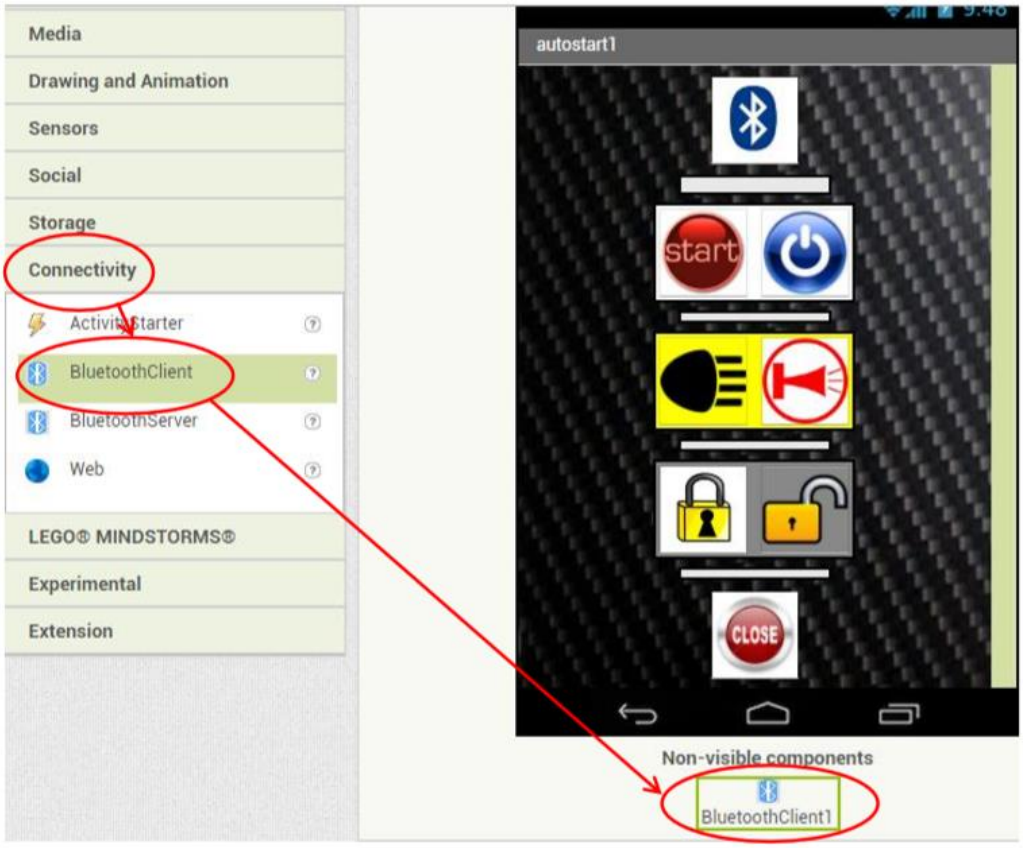
ภาพที่ 2-62 แสดงทำการลบข้อความที่ text ออก จะทำให้เหลือ แต่ icon

17. เปลี่ยนชื่อ project ที่ screen1 เลือก title แล้วเปลี่ยนชื่อ เป็น autostart1



ภาพที่ 2-63 แสดงเปลี่ยนชื่อ project ที่ screen1 เลือก title

18. เลือกการเชื่อมต่อ connectivity โดยเลือก connectivity เลือก blue tooth client แล้วลากมาวาง บน screen1 (autostart1)



ภาพที่ 2-64 แสดงเลือก connectivity เลือก blue tooth client

19. เลือก icon สำหรับ App ของคุณที่จะแสดงบนมือถือ ตามที่ต้องการ จะแสดงตอนที่ DOWLOAD

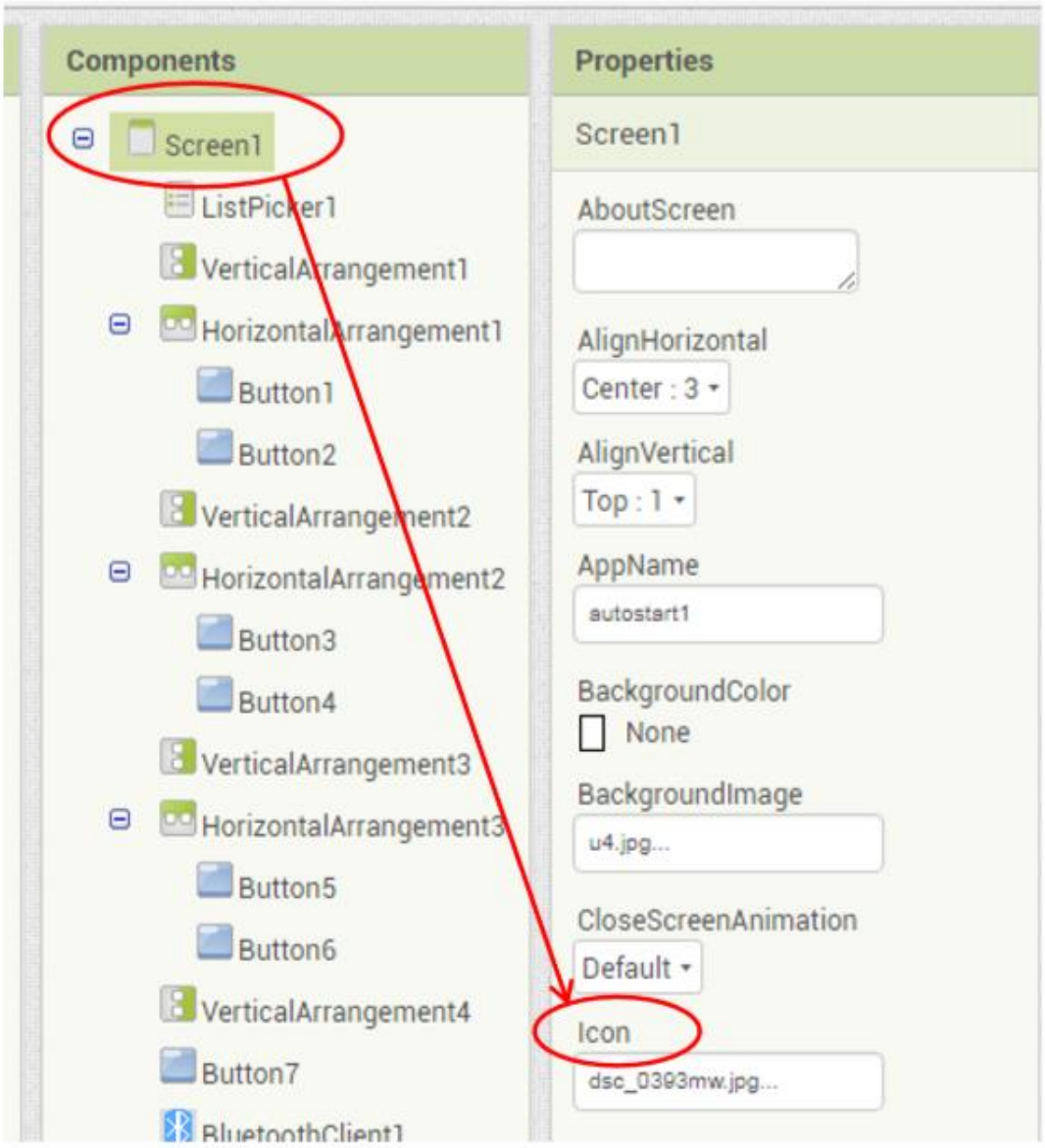
โดยเลือก screen1

เลือก icon

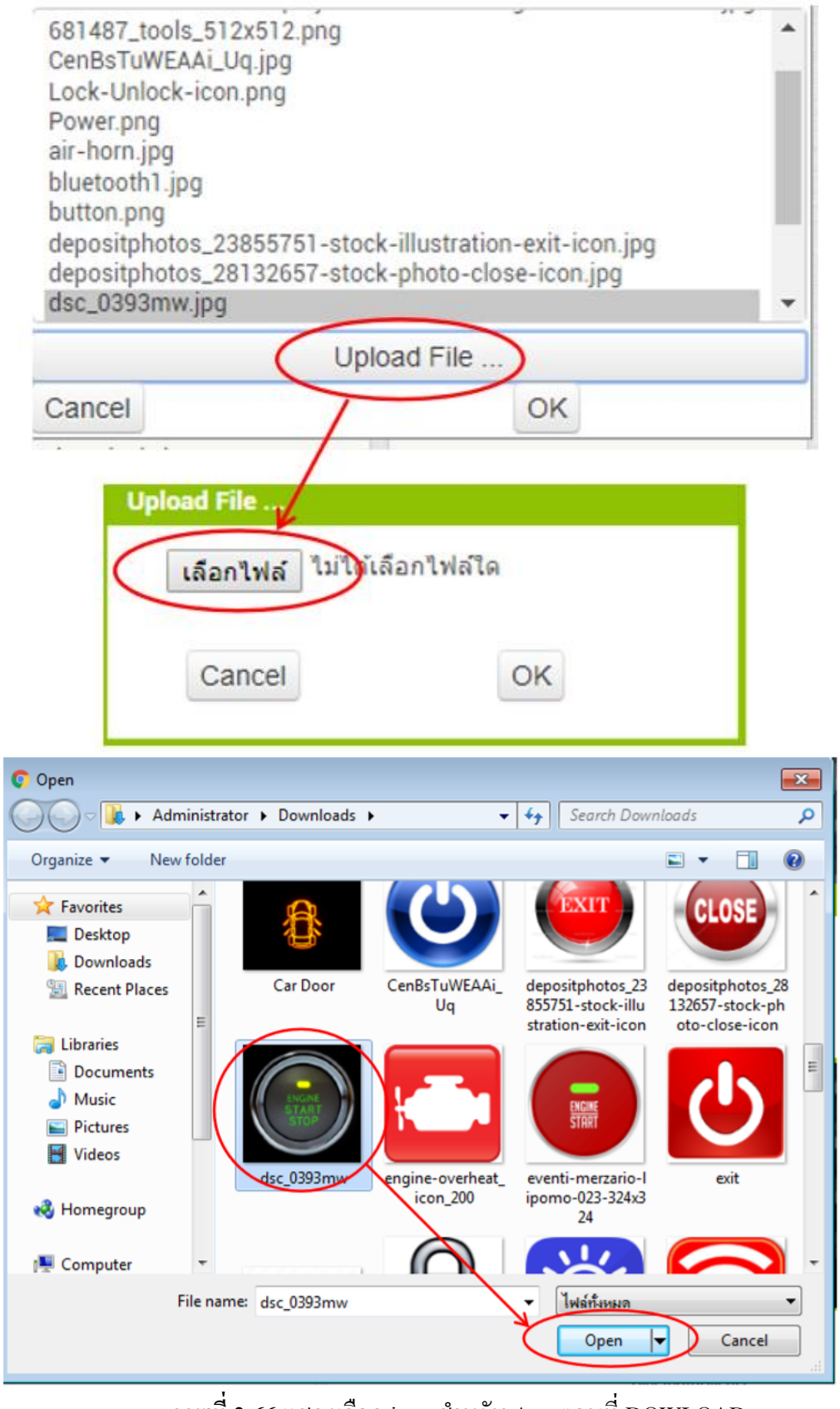
เลือก Upload file

เลือกภาพ ที่ต้องการ เลือก OK

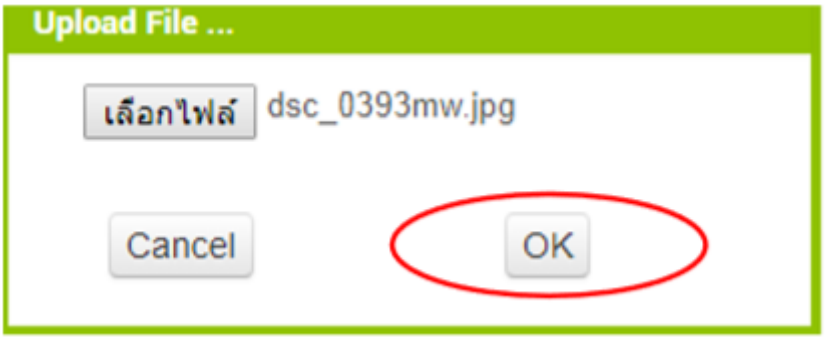
จบการ ออกแบบ App autostart1



ภาพที่ 2-65 แสดงเลือก icon สำหรับ App

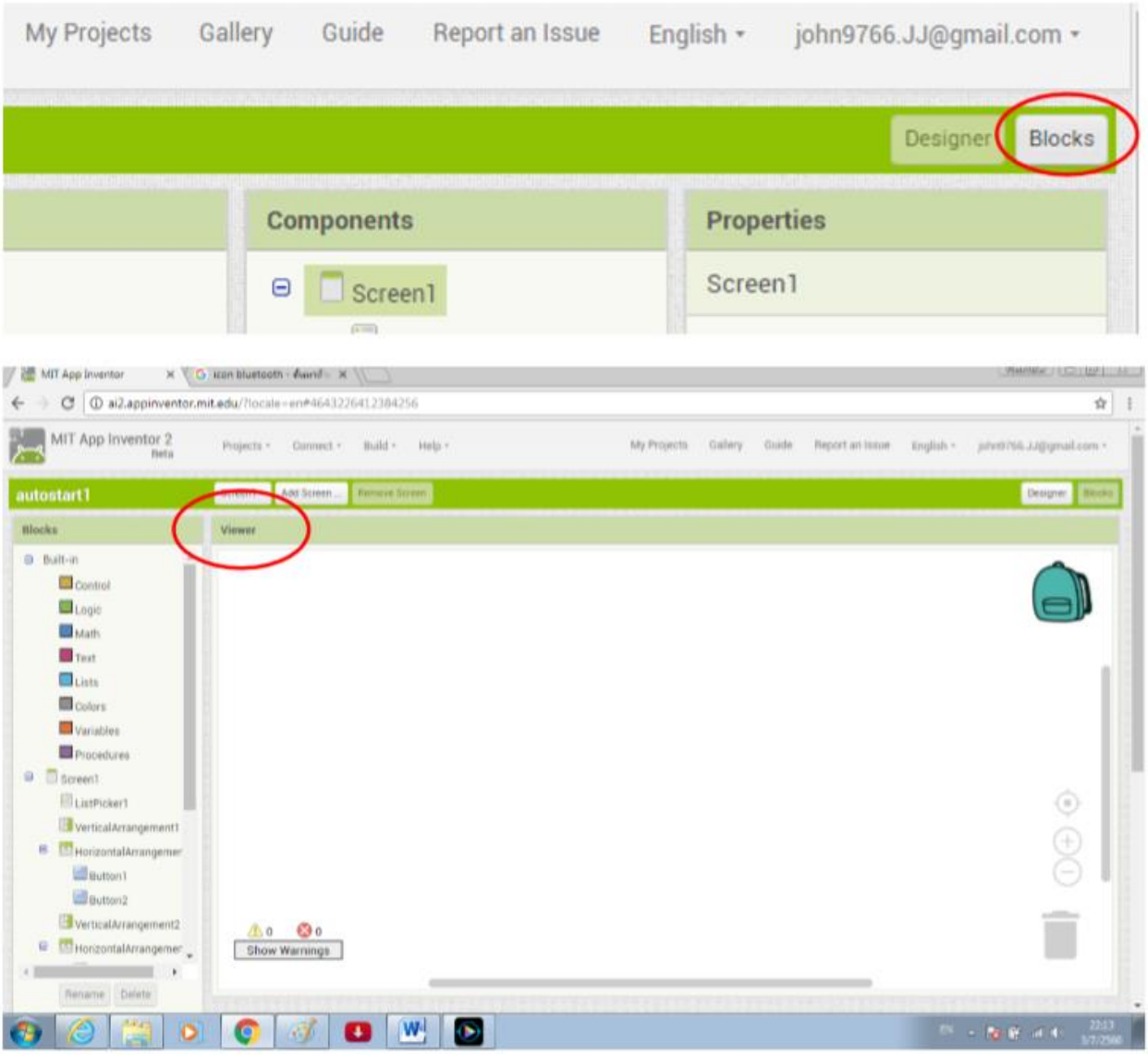


ภาพที่ 2-66 แสดงเลือก icon สำหรับ App ตอนที่ DOWLOAD



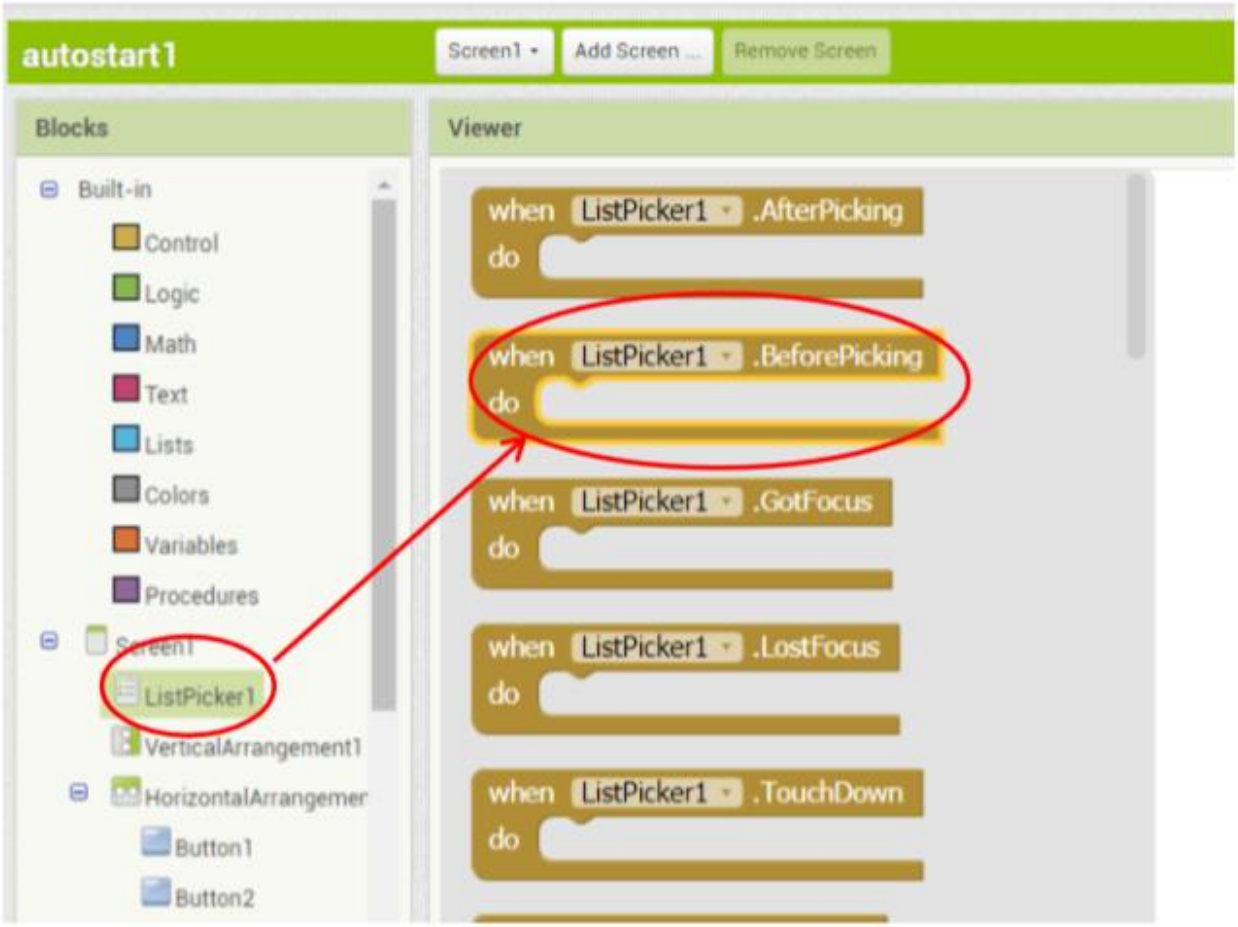
ภาพที่ 2-67 แสดงเลือกภาพ ที่ต้องการ เลือก OK

20. เปลี่ยนหน้าต่าง จาก Die signer เป็น blocks



ภาพที่ 2-68 แสดงเปลี่ยนหน้าต่าง จาก Die signer เป็น blocks

21. เลือก listPicker1 เลือก Before Picking วางบน viewer



ภาพที่ 2-69 แสดงเลือก list Picker1 เลือก Before Picking วางบน viewer

22. เลือก listPicker1 เลือก set - listPicker1 - Elements

ภาพที่ 2-70 แสดงเลือก list Picker1 เลือก set - list Picker1 - Elements

เลือก Bluetooth client เลือก address and name

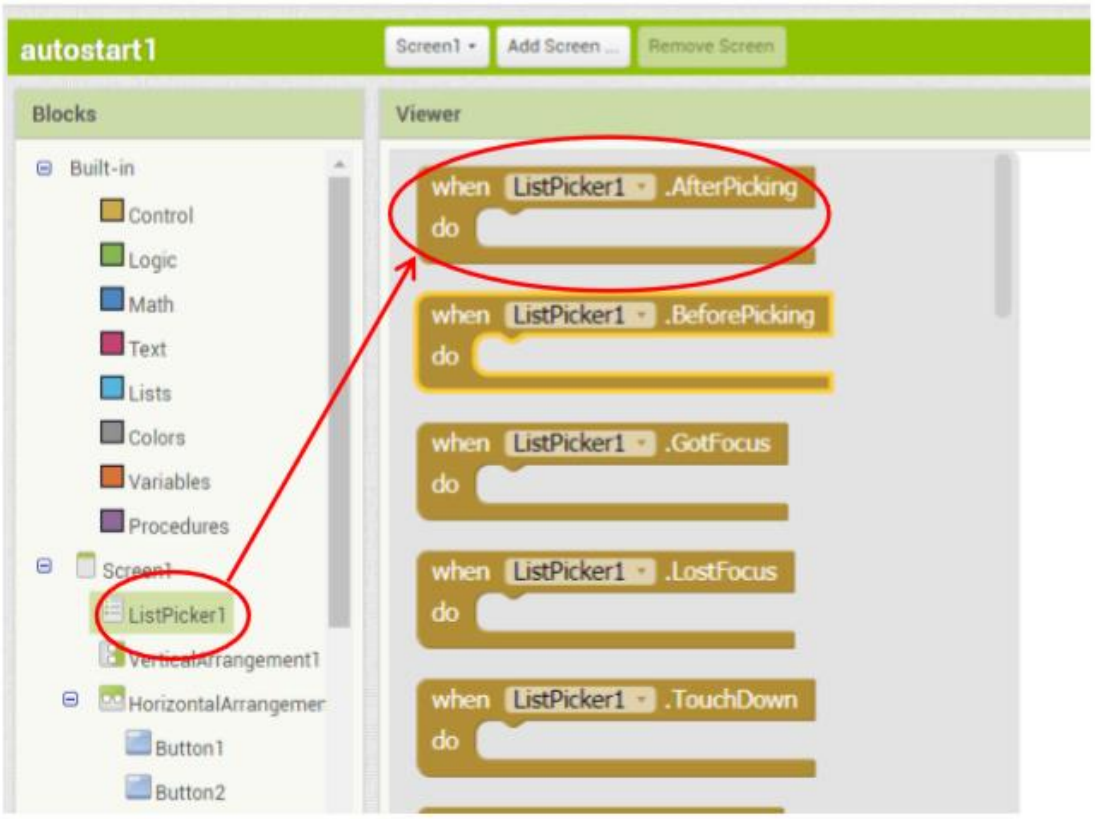
ภาพที่ 2-71 แสดงเลือก Bluetooth client เลือก address and name

23. เลือก listPicker1 เลือก After Picking วางบน viewer

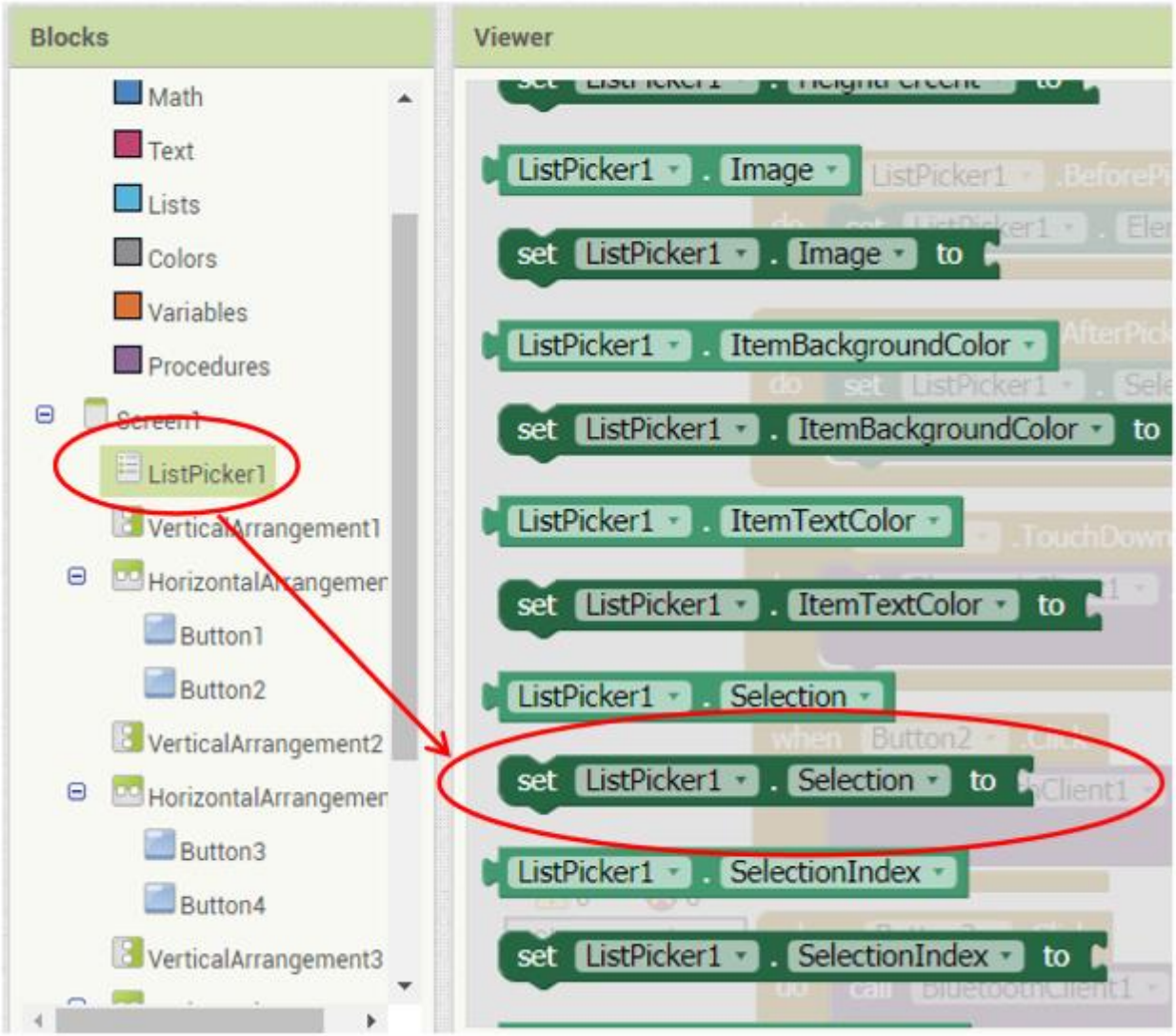
เลือก listPicker1 selection

เลือก call Bluetooth connect address

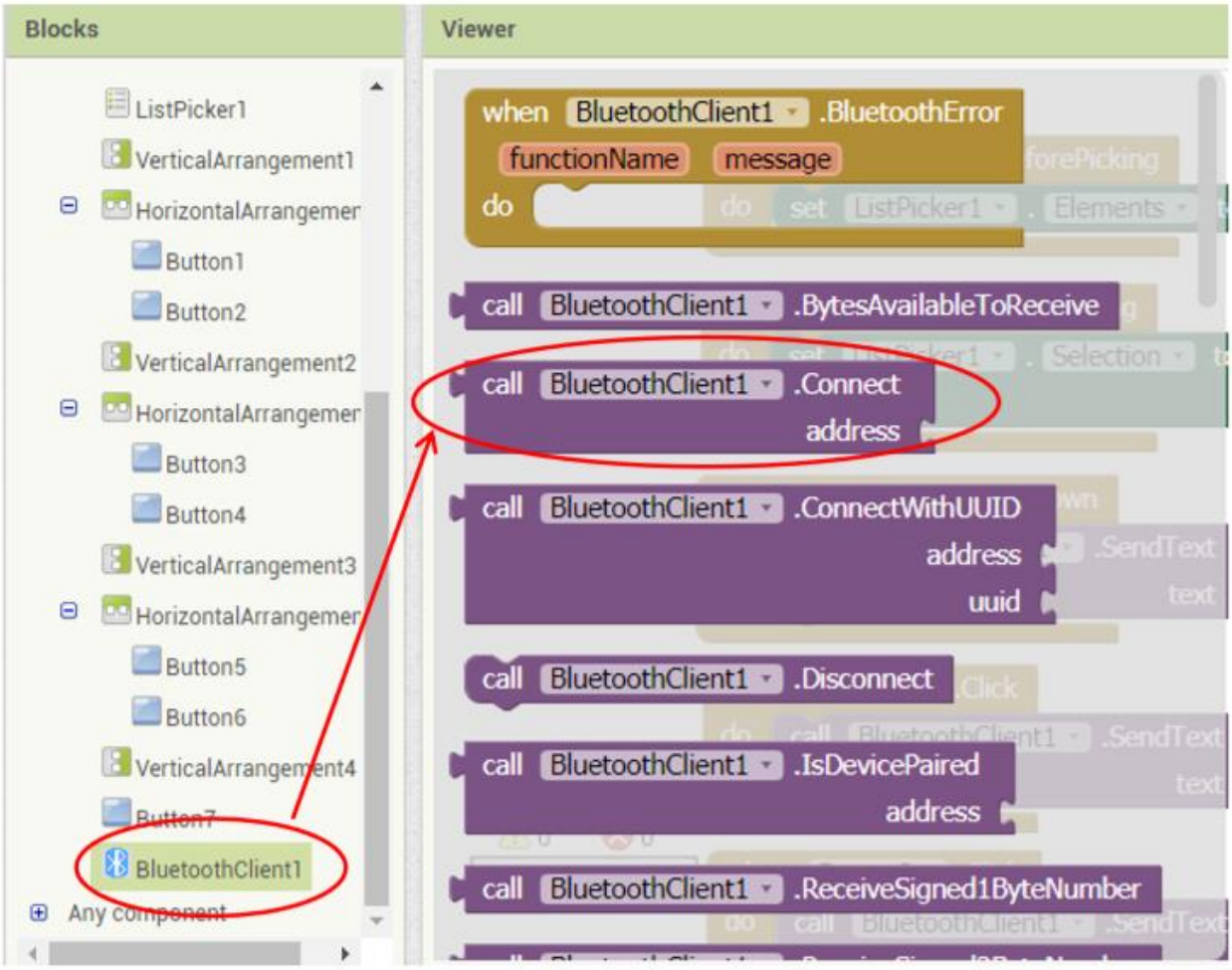
เลือก listPicker1 selection



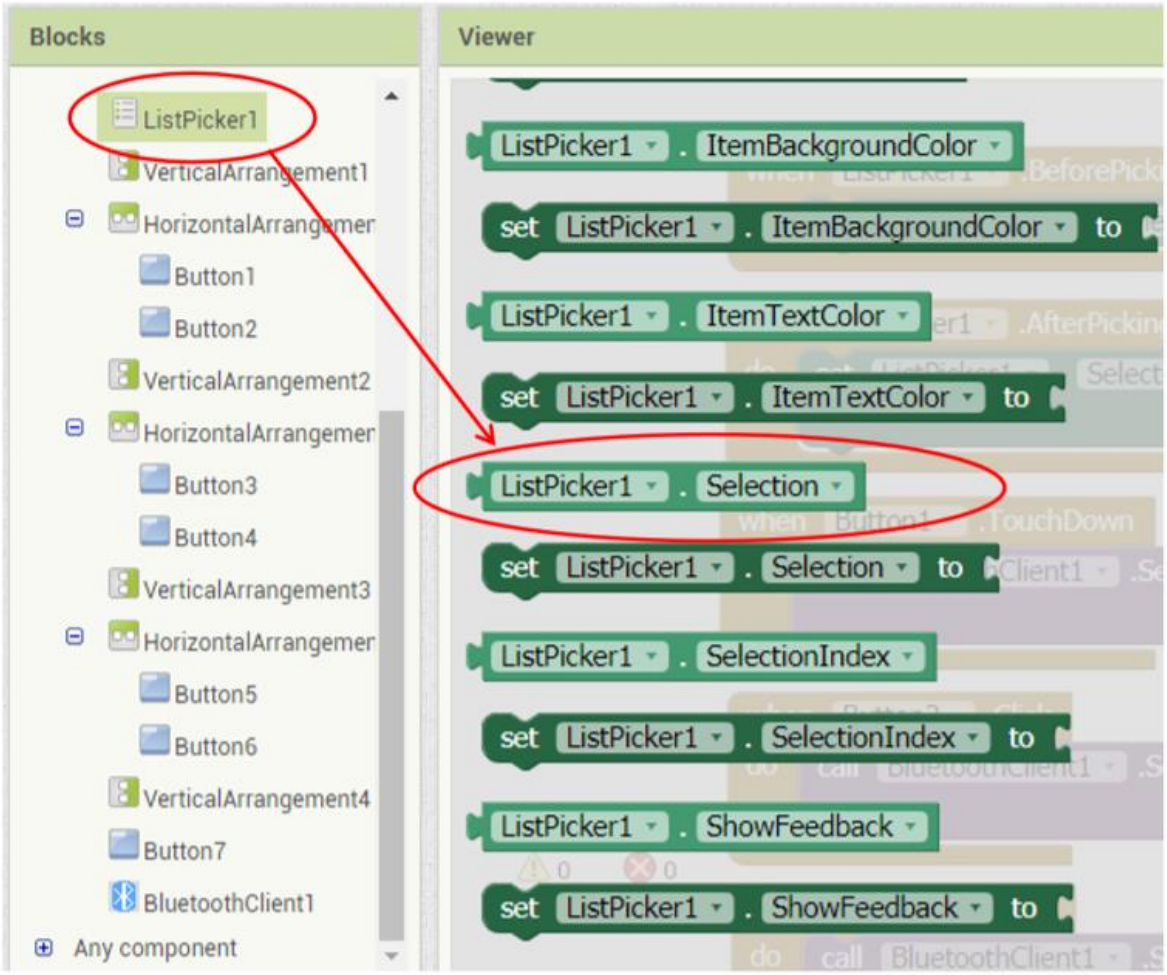
ภาพที่ 2-72 แสดงเลือก list Picker1 เลือก After Picking วางบน viewer



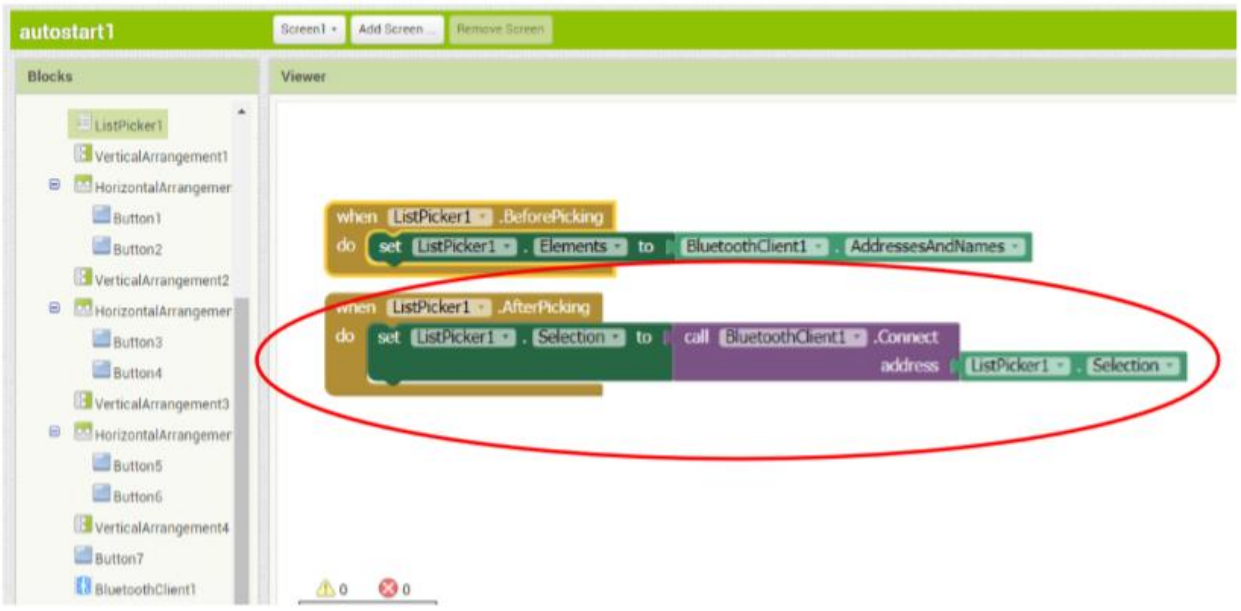
ภาพที่ 2-73 แสดงเลือก list Picker1 เลือก listPicker1 selection



ภาพที่ 2-74 แสดงเลือก list Picker1เลือก call Bluetooth connect address



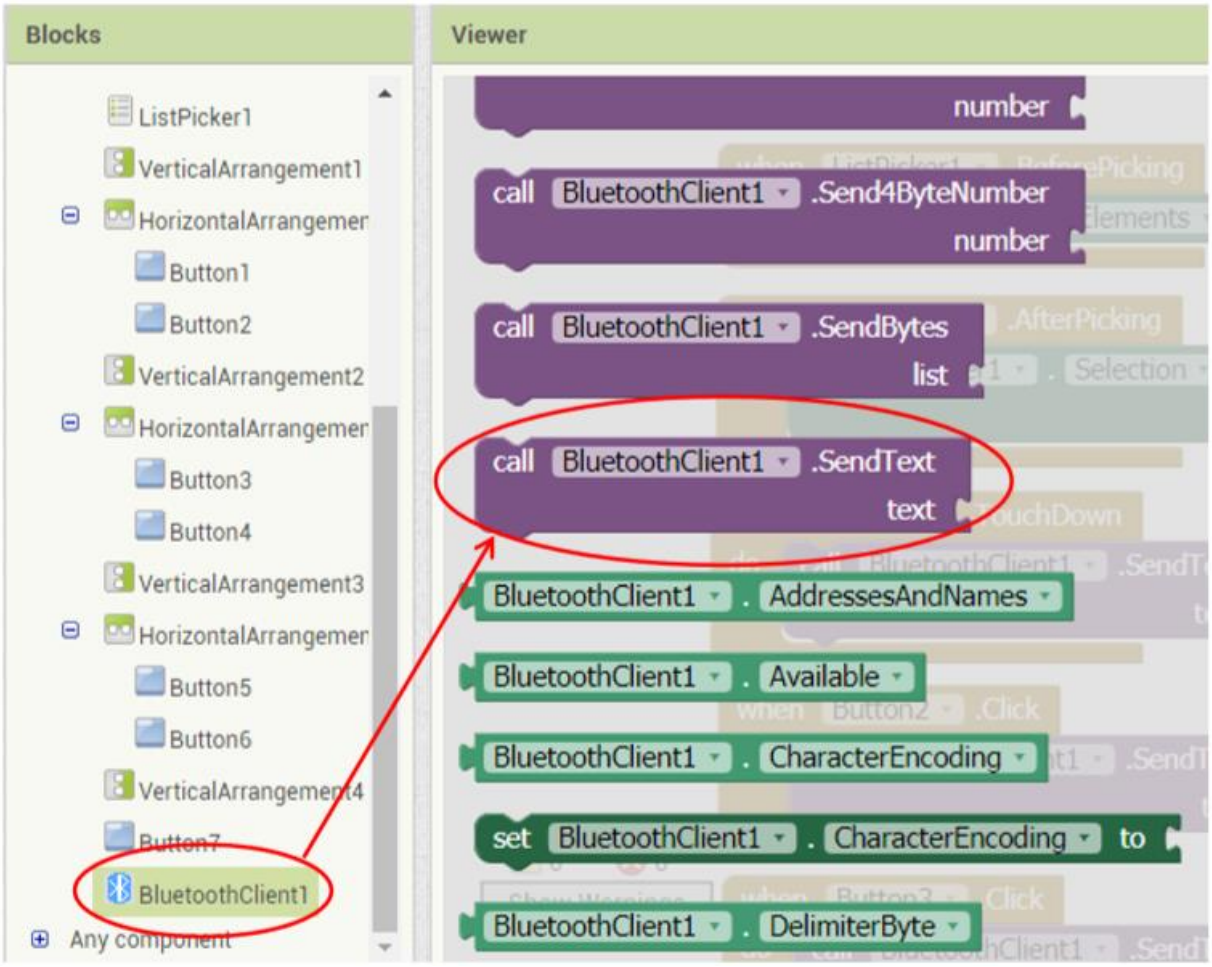
ภาพที่ 2-75 แสดงเลือก list Picker1 เลือก call Bluetooth connect address



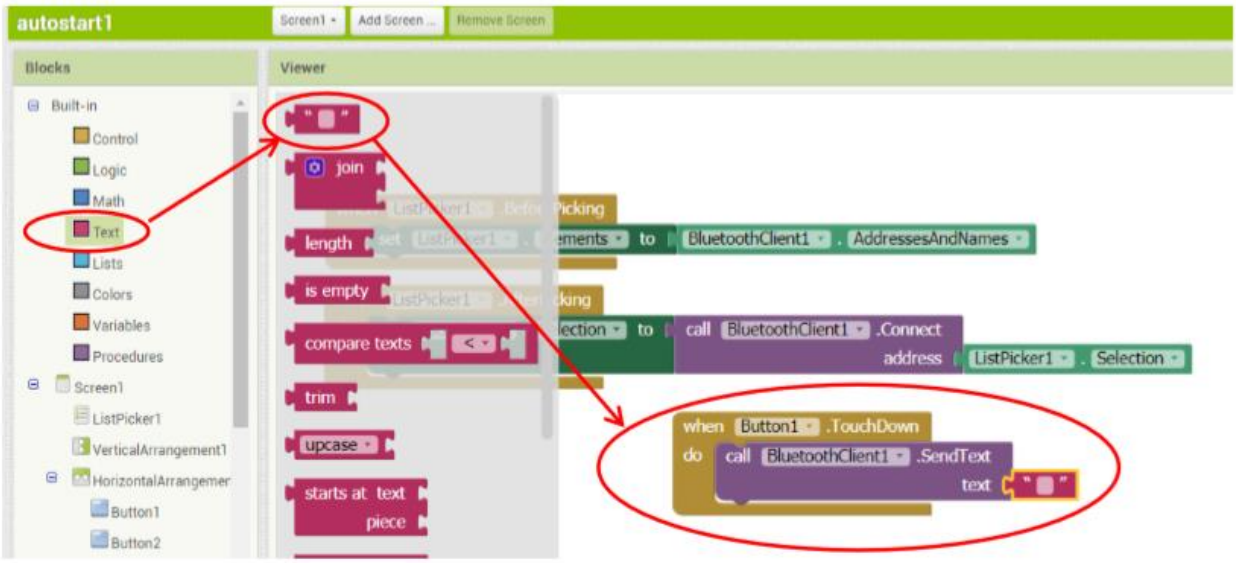
ภาพที่ 2-76 แสดงเลือก list Picker1 เลือก list Picker1 selection

24. เลือก button1 เลือก Bluetooth client ..send Text เลือก Text เลือกช่องว่าง เพื่อเติมอักษร

ภาพที่ 2-77 แสดงเลือก button1 เลือก Bluetooth client ..send Text



ภาพที่ 2-78 แสดงเลือก button1 เลือก Bluetooth client ..send Text เลือก Text

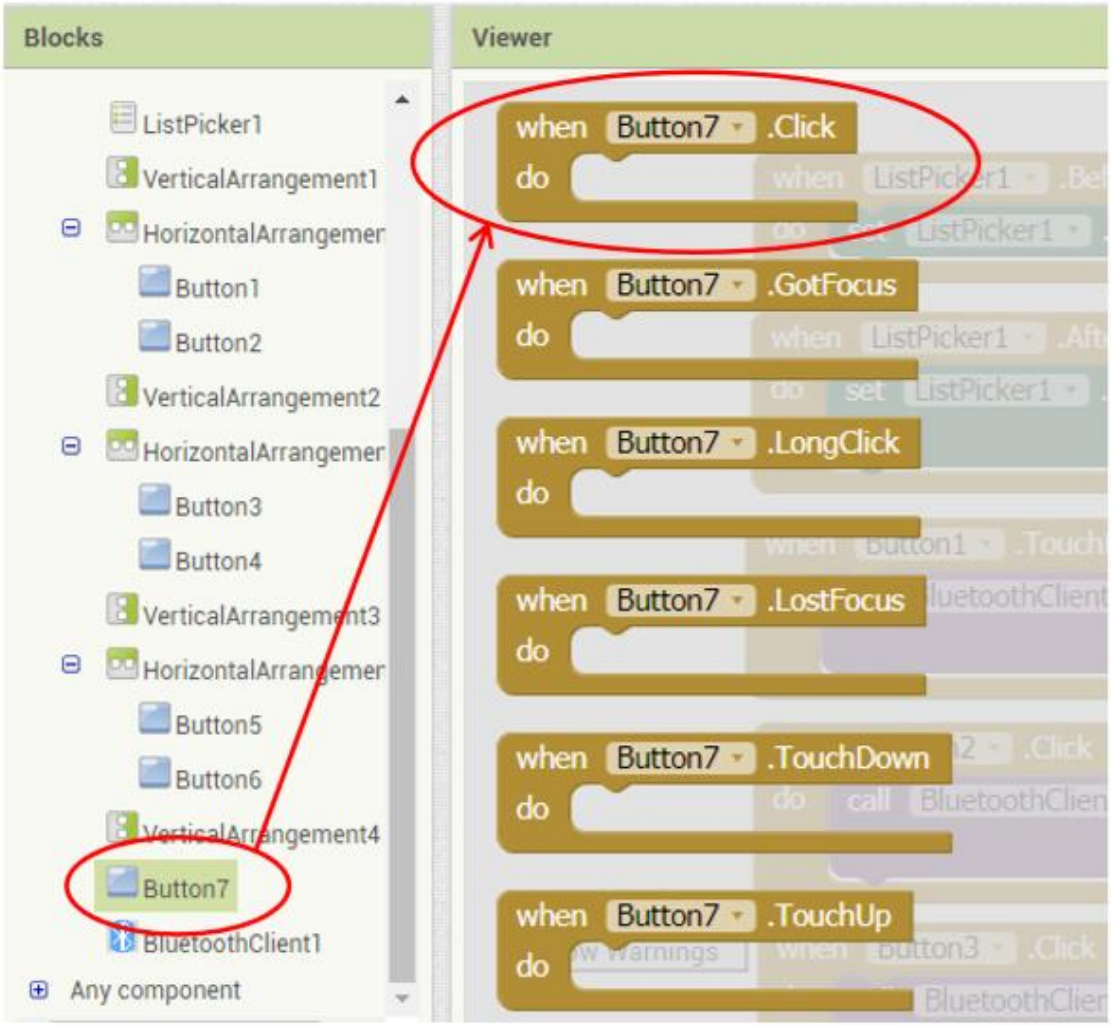


ภาพที่ 2-79 แสดงเลือกช่องว่าง เพื่อเติมอักษร

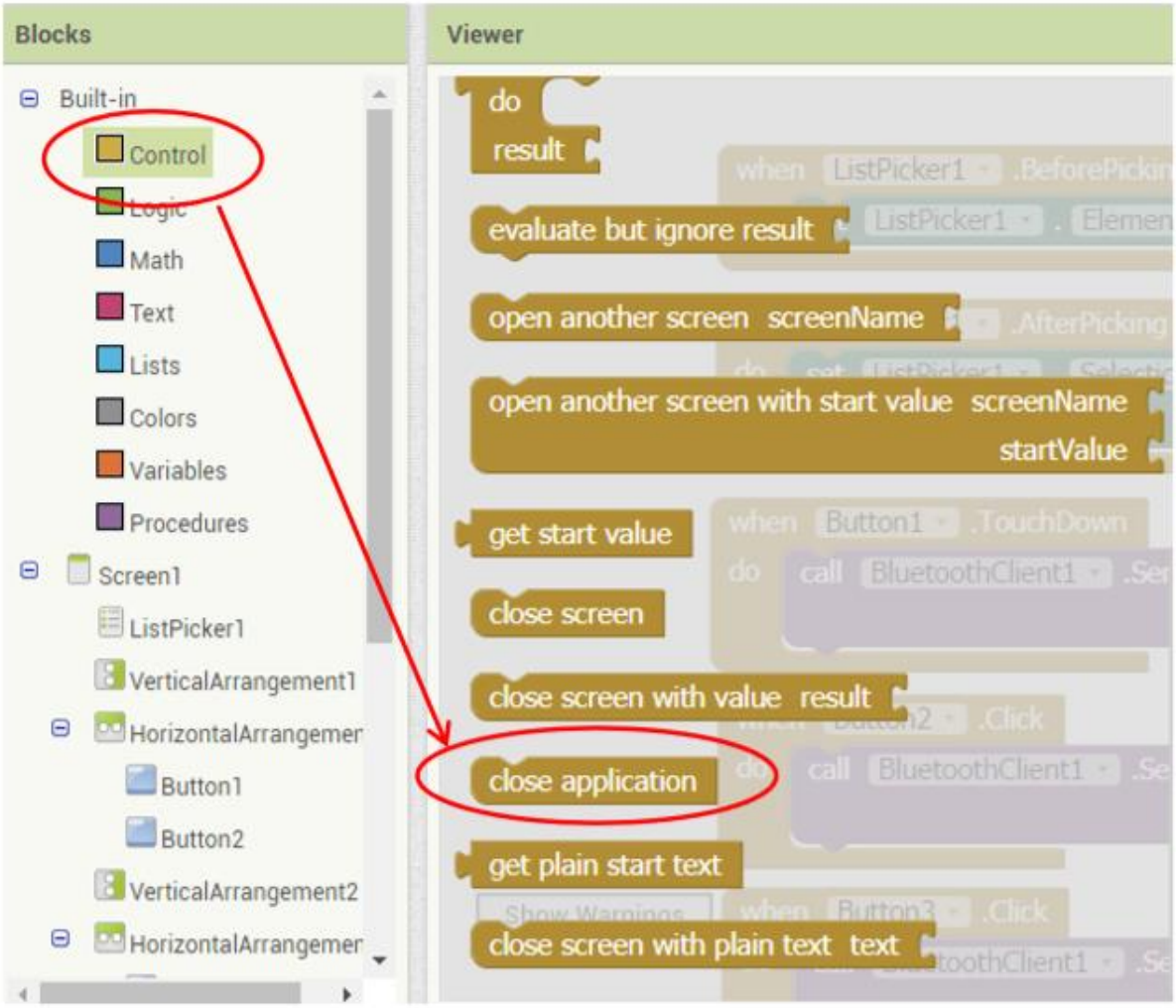
25. ทำแบบนี้กับ icon ทุกตัว จำนวน 6 ตัว และใส่ ตัวอักษร ABCDEF ตามลำดับ ในช่อง Text

ภาพที่ 2-80 แสดงทำแบบนี้กับ icon ทุกตัว จำนวน 6 ตัว

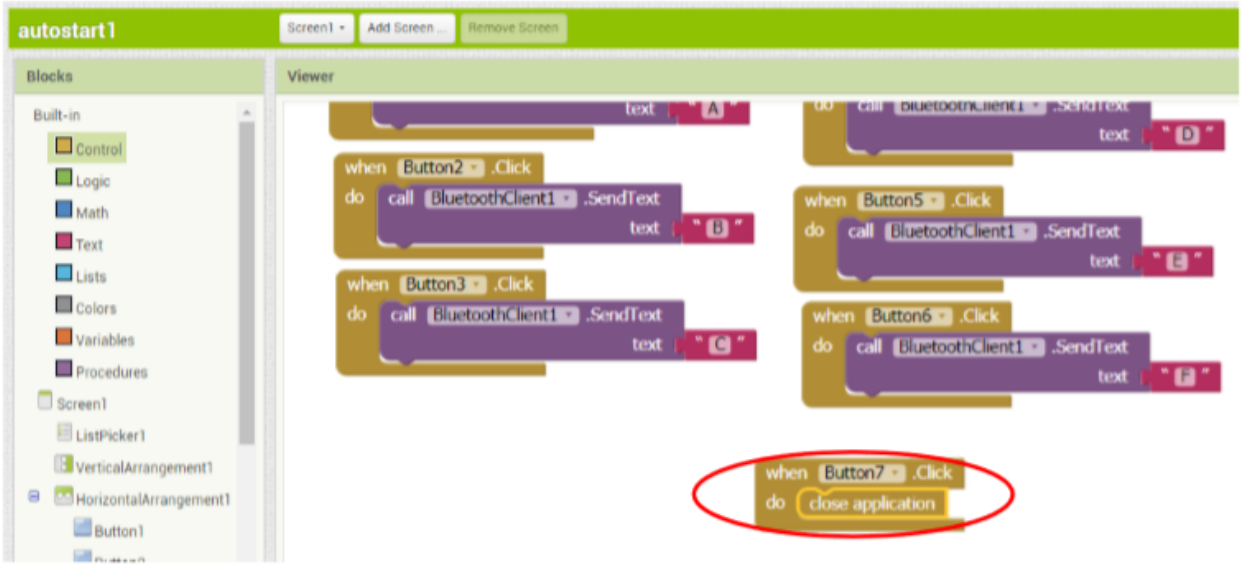
26. เลือก Button7 เลือก control เลือก close application



ภาพที่ 2-81 แสดงเลือก Button7 เลือก control เลือก close application

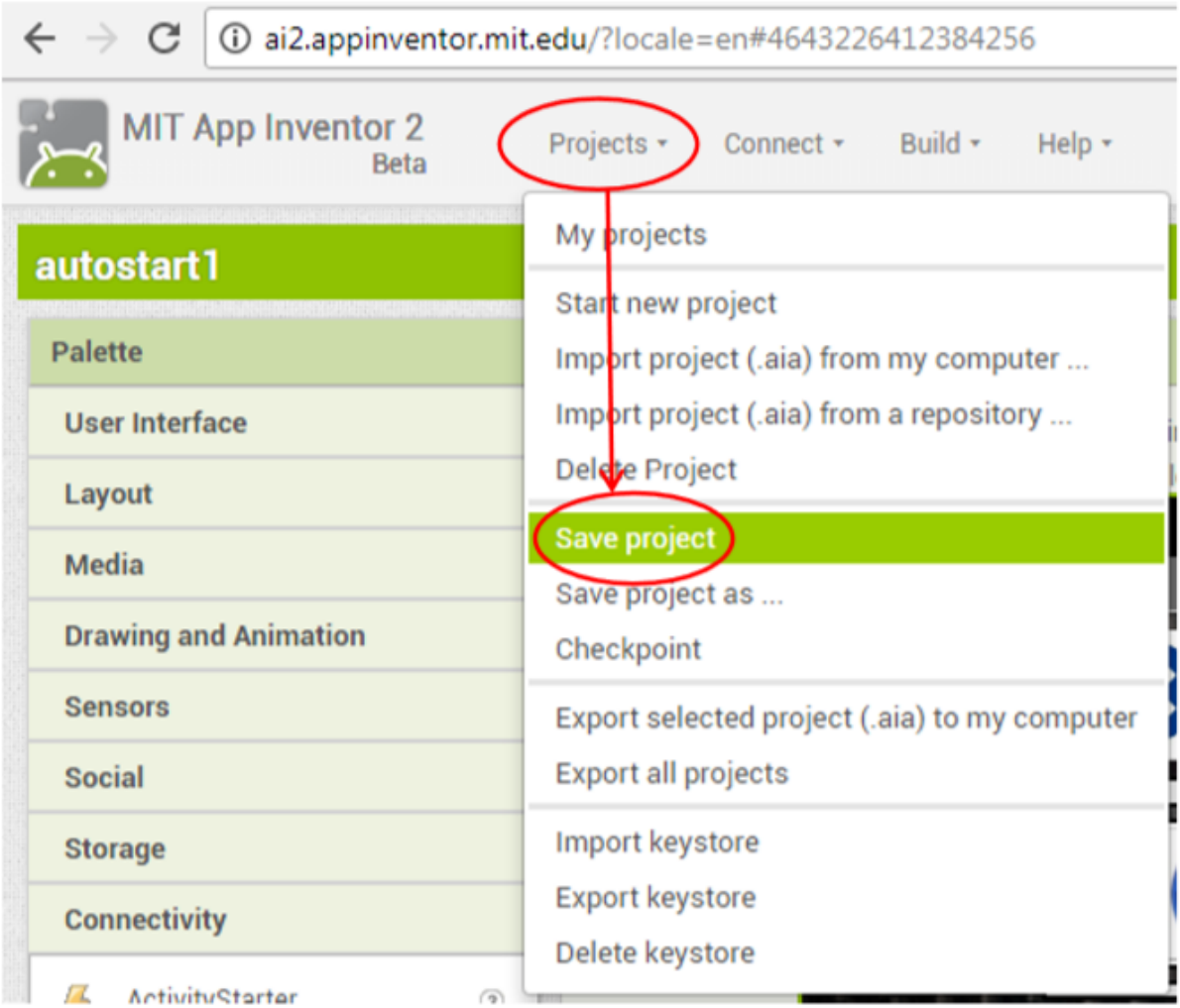


ภาพที่ 2-82 แสดงเลือก close application



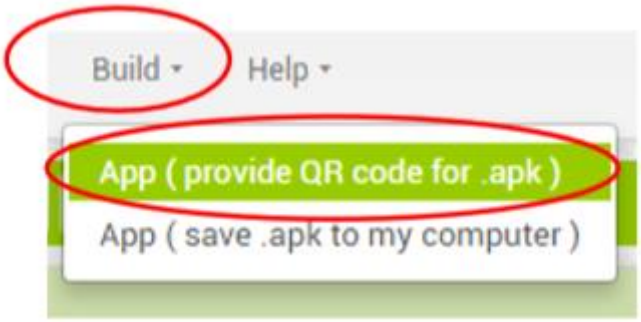
ภาพที่ 2-83 แสดงเลือก Button7 เลือก control เลือก close application

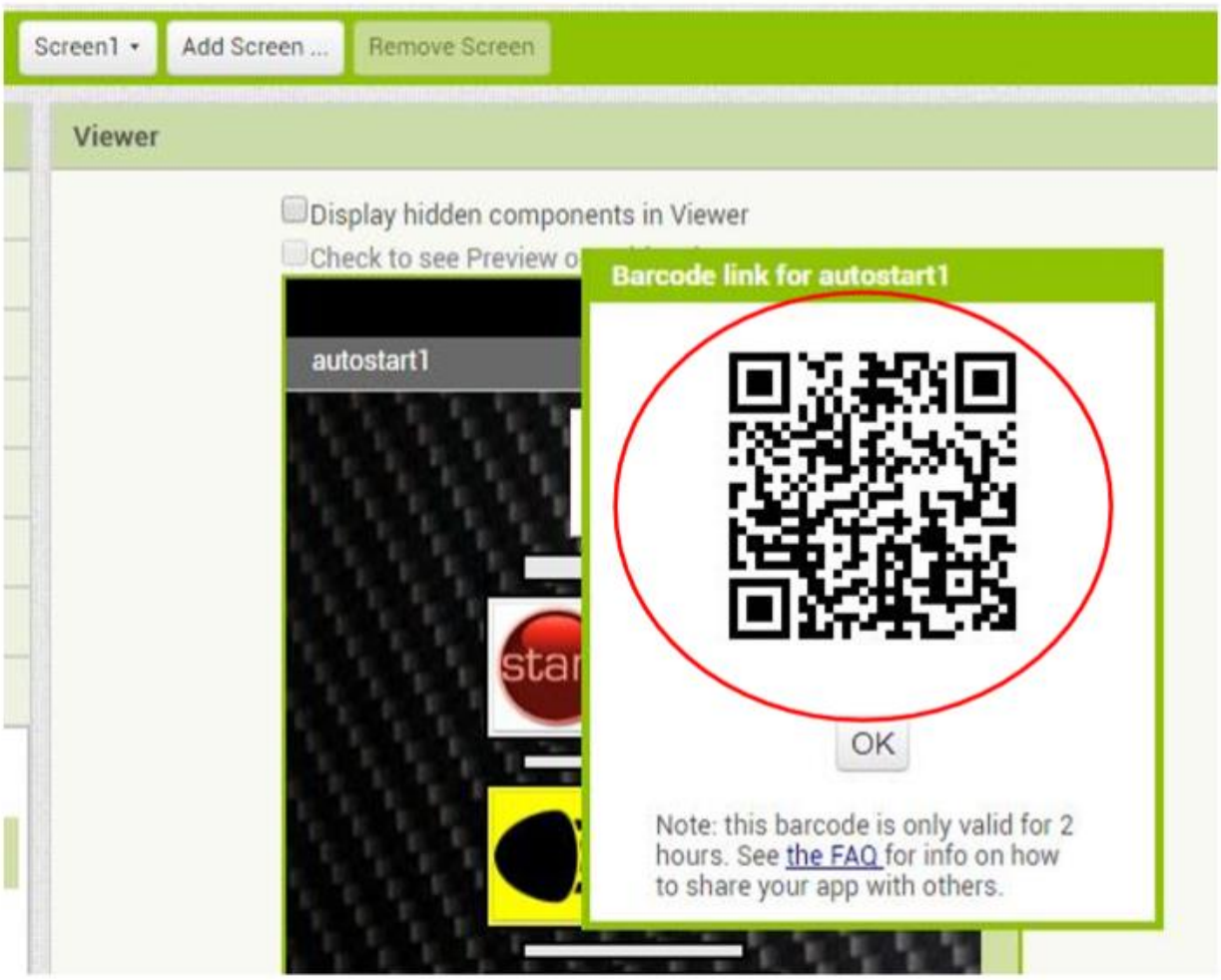
27. เสร็จแล้ว เลือก project เลือก save project



ภาพที่ 2-84 แสดงเลือก project เลือก save project

28. การเอา App autostart1 เข้ามือถือ





ภาพที่ 2-85 แสดงการเอา App auto start1 เข้ามือถือ

29. แสกน QR code ด้วยApp จาก play store ต้องโหลดมาก่อน

30. ติดตั้ง App autostart1 บนมือถือ

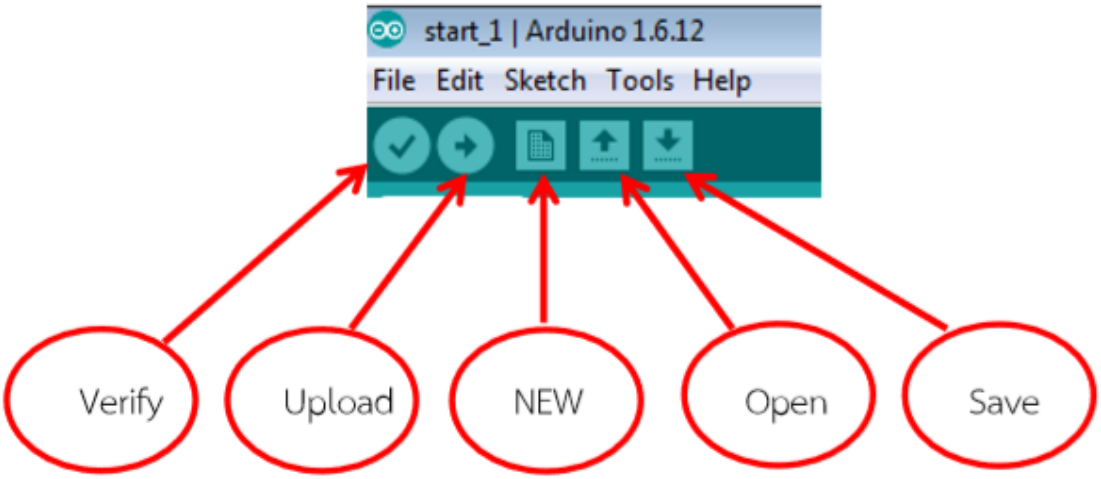
31. เสร็จสมบูรณ์

2.7.3 การเขียนคำสั่งด้วย App Android

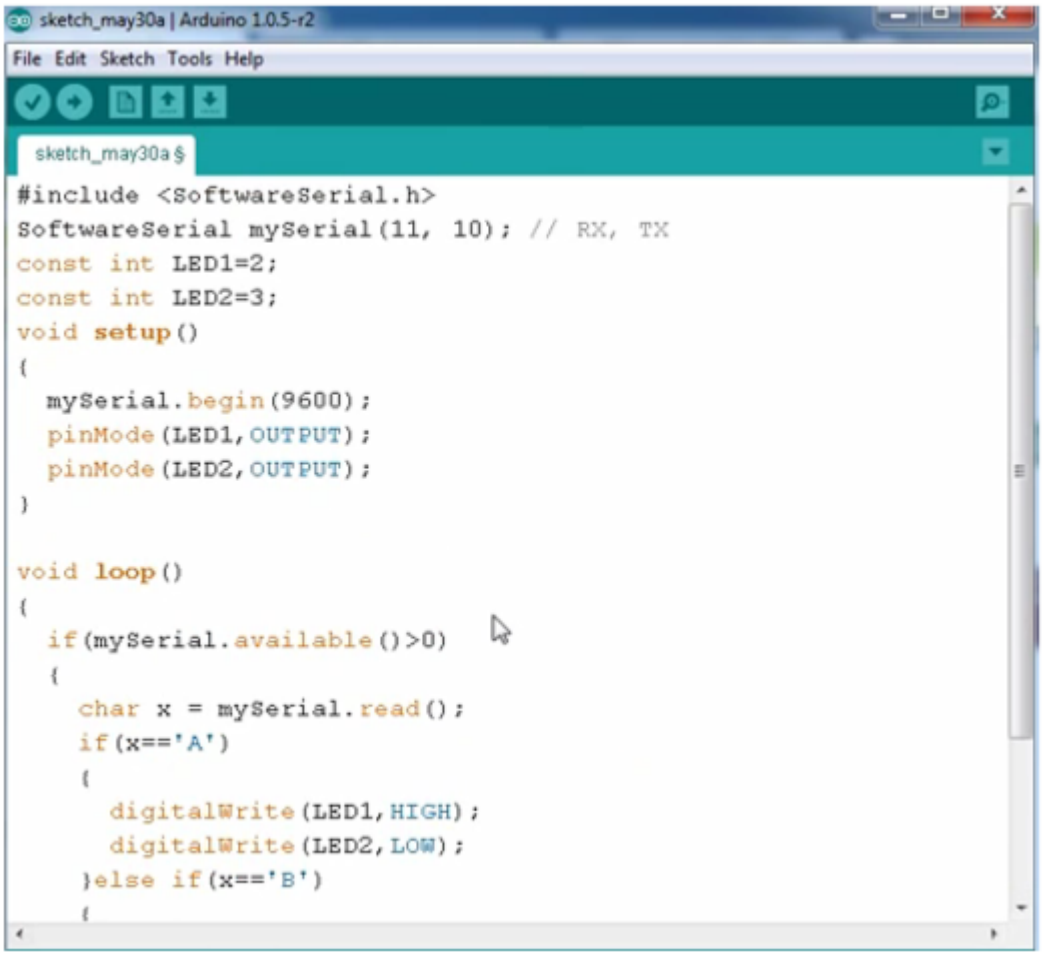
1. เปิด โปรแกรม App Adriano

ภาพที่ 2-86 แสดงเปิด โปรแกรม App Adriano

2. เปิดเมนู ตามที่ต้องการ



ภาพที่ 2-87 แสดงเปิดเมนู ตามที่ต้องการ



ภาพที่ 2-87 (ต่อ) แสดงเปิดเมนู ตามที่ต้องการ

```
void loop()
{
  if(mySerial.available()>0)
  {
    char x = mySerial.read();
    if(x=='A')
    {
      digitalWrite(LED1,HIGH);
      digitalWrite(LED2,LOW);
    }else if(x=='B')
    {
      digitalWrite(LED1,LOW);
      digitalWrite(LED2,HIGH);
    }
  }
}
```

ภาพที่ 2-87 (ต่อ) แสดงเปิดเมนู ตามที่ต้องการ

2.7.4 การสร้างชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์

2.7.4.1 ส่วนประกอบ ประกอบด้วย

ภาพที่ 2-88 แสดงส่วนประกอบชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์

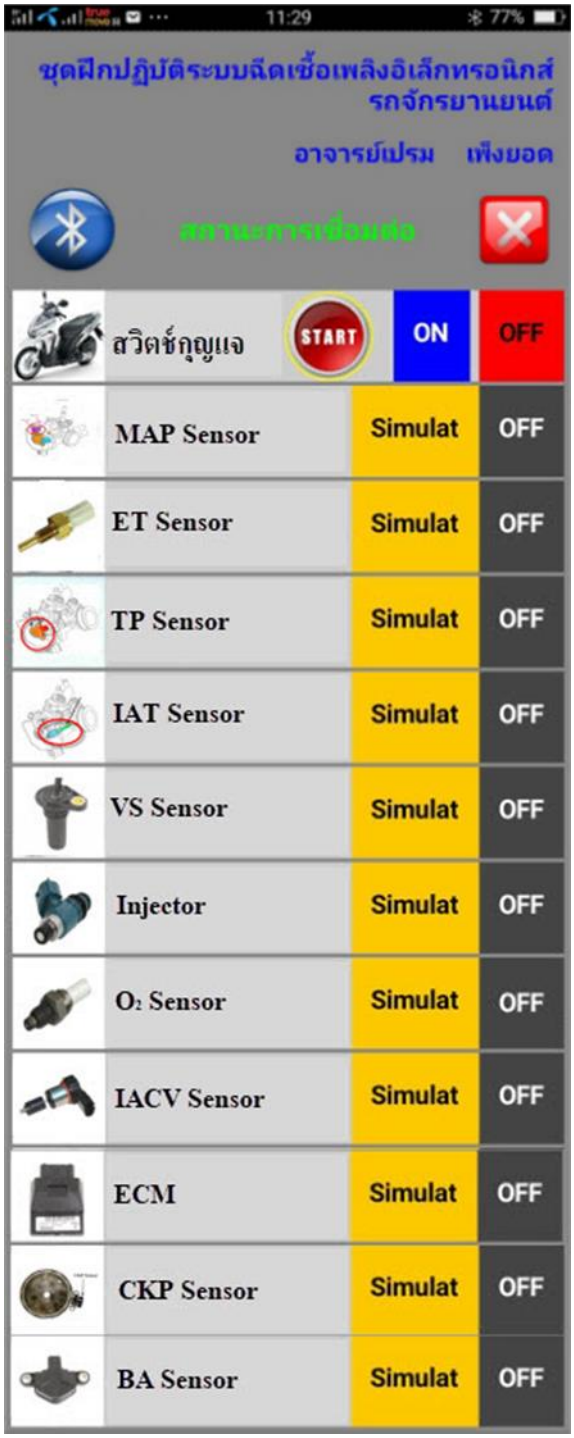
1) รถจักรยานยนต์ระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์

ภาพที่ 2-89 แสดงรถจักรยานยนต์ระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์

2) โทรศัพท์ ระบบ Android

ภาพที่ 2-90 แสดงโทรศัพท์ระบบ Android ที่สร้างระบบแอปพลิเคชันสำหรับจำลองสถานการณ์

3) โปรแกรม

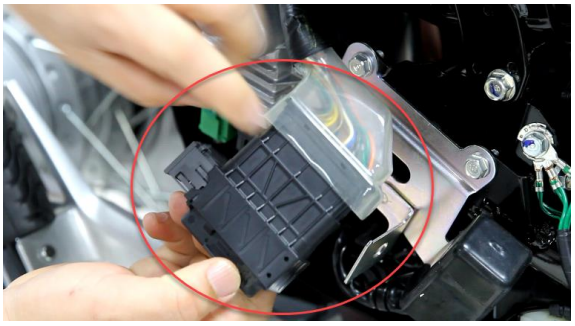


ภาพที่ 2-91 แสดงโปรแกรมหน้าจอโทรศัพท์สำหรับจำลองสถานการณ์

4) ชุดควบคุมเพื่อจำลองสถานการณ์ปัญหาชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ สั่งการจากสมาร์ทโฟน

ภาพที่ 2-92 แสดงชุดควบคุมเพื่อจำลองสถานการณ์ปัญหาชุดฝึกปฏิบัติ

5) ขั้วต่อระหว่างกล่อง ECU หรือ ECM ของรถจักรยานยนต์ กับชุดควบคุมเพื่อจำลองสถานการณ์ปัญหาชุดฝึกปฏิบัติ



ภาพที่ 2-93 แสดงปลั๊กต่อระหว่างกล่อง ECU หรือ ECM กับชุดควบคุมจำลองสถานการณ์ปัญหา

2.7.4.2 การทำงานชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักยานยนต์ ใช้โทรศัพท์สั่งการเพื่อสร้างสถานการณ์ จำลองปัญหาข้อขัดข้องระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ โดยการออกแบบ Application ผ่านมือถือระบบ Android เชื่อมต่อผ่าน Wi-Fi หรือ Bluetooth รหัสผ่าน EMUT 2018 เป็นชุดควบคุมเพื่อนำไปติดตั้งในรถจักรยานยนต์ทุกรุ่น โดยไม่กระทบกับโครงสร้างและประสิทธิภาพการทำงานกับรถจักรยานยนต์ ประกอบด้วย

2.8 แนวคิดเกี่ยวกับความพึงพอใจ

การจัดกระบวนการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเกิดความสมดุล เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ทำให้ผู้เรียนมีความสุข มีความพึงพอใจ เป็นความรู้สึกที่ดี ที่ชอบ หรือที่ประทับใจต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่สามารถตอบสนองความต้องการทั้งทางด้านร่างกายและจิตใจของผู้เรียน ก่อให้เกิดความสมดุลในกิจกรรมการเรียนรู้ มีความสนุกกับกิจกรรมการเรียน เกิดผลงานที่มีคุณภาพ และความสุขที่เกิดจากการร่วมกิจกรรมกับกลุ่มเพื่อน เป็นความสุขจากการช่วยเหลือและร่วมมือร่วมใจในการทำกิจกรรม ทำให้ผู้เรียนมีความสามารถในการจัดการจัดระบบโดยร่วมมือกันรับผิดชอบในการปฏิบัติตามกฎระเบียบข้อตกลง เพื่อเสริมสร้างวินัยในการอยู่ร่วมกัน นำไปสู่การปรับตัว การรับและเลือกข้อมูลสารสนเทศและเทคโนโลยีเพื่อการบริโภคด้วยการใช้วิธีแห่งปัญญา ผู้ศึกษาจึงได้ศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับความหมายของความพึงพอใจไว้ ดังนี้

2.8.1 ความหมายของความพึงพอใจ

จากการศึกษาความหมายของความพึงพอใจ ได้มีผู้ให้ความหมายของความพึงพอใจไว้มากมาย ดังต่อไปนี้

โสรัจจ์ วิสุทธิแพทย์. (2544: 7) ให้ความหมายความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งซึ่งจะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อบุคคลนั้นได้รับการตอบสนองในสิ่งที่ตนต้องการหรือตรงเป้าหมายที่วางไว้ หากบุคคลนั้น ๆ ไม่ได้รับการตอบสนองหรือไม่ตรงกับเป้าหมายที่ตนตั้งไว้ ระดับความพึงพอใจก็จะลดลง

อุทัยพรรณสุดใจ. (2545: 7) ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกหรือทัศนคติของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งโดยอาจจะเป็นไปในเชิงประเมินค่าว่าความรู้สึกหรือทัศนคติต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใดนั้นเป็นไปในทางบวกหรือทางลบ

ราชบัณฑิตยสถาน. (2546: 775) ได้ให้ความหมาย หมายถึง พอใจ ชอบใจ

Good.(1973: 320) ให้ความหมายของความพึงพอใจไว้ว่า ความพึงพอใจ หมายถึง สภาพคุณภาพ หรือระดับความพึงพอใจซึ่งเป็นผลมาจากความสนใจต่าง ๆ และทัศนคติที่บุคคลมีต่อสิ่งที่ทำอยู่

Wolman.(1973: 384)ให้ความหมายของความพึงพอใจว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกที่มีความสุข เมื่อได้รับความสำเร็จตามความมุ่งหมาย ความต้องการหรือแรงจูงใจ

จากความหมายของความพึงพอใจที่กล่าวมา สรุปได้ว่า ความพึงพอใจ เป็นทัศนคติอย่างหนึ่งที่มีลักษณะเป็นนามธรรม ไม่สามารถมองเห็นรูปร่างได้ เป็นสิ่งกำหนดพฤติกรรมในการแสดงออกของบุคคลที่มีผลต่อการเลือกที่จะปฏิบัติในกิจกรรมนั้น ๆ ความพึงพอใจจะทำให้บุคคลเกิดความ

สบายใจหรือสนองความต้องการทำให้เกิดความสุข ซึ่งจะแสดงออกทางสายตา คำพูดและพฤติกรรมต่าง ๆ

2.8.2 การวัดความพึงพอใจ

อมรลักษณ์ ปรีชาหาญ. (2535 อ้างถึงใน ปราสาท สอนรมย์. 2546 : 36) กล่าวว่า มาตรวัดความพึงพอใจสามารถทำได้หลายวิธี ได้แก่

1) การใช้แบบสอบถาม โดยผู้สอบถามจะออกแบบสอบถาม เพื่อต้องการทราบความคิดเห็นซึ่งสามารถทำได้ในลักษณะที่กำหนดคำตอบให้เลือกหรือคำตอบอิสระ คำถามดังกล่าวอาจถามความพึงพอใจด้านต่าง ๆ เช่น การบริหาร การควบคุมงานและเงื่อนไขต่าง ๆ

2) การสัมภาษณ์ เป็นวิธีวัดความพึงพอใจทางตรงทางหนึ่ง ซึ่งต้องอาศัยเทคนิควิธีและวิธีการที่ดี จึงจะทำให้ได้ข้อมูลที่เป็นจริงได้

3) การสังเกต เป็นวิธีการวัดความพึงพอใจโดยสังเกตพฤติกรรมของบุคคลเป้าหมาย ไม่ว่าจะแสดงออกจากการพูด กิริยาท่าทางวิธีนี้จะต้องอาศัยการกระทำอย่างจริงจังและสังเกตอย่างมีระเบียบแบบแผน

แครธวูลและคณะ (Krathwolh et al. 1946: 130–132 อ้างถึงใน ชนัยสุดา ทองอยู่. 2550: 30-32) กล่าวถึงการวัดความพึงพอใจ สรุปได้ว่า การวัดความพึงพอใจประกอบด้วย การระบุพฤติกรรมที่บ่งชี้ความพึงพอใจ และวิธีการบันทึกพฤติกรรมที่แสดงออกถึงความพอใจอย่างเป็นระบบ เนื่องจากความพึงพอใจเป็นพฤติกรรมภายใน บางครั้งไม่แสดงออกมาเป็นพฤติกรรมภายนอก และเพียงอย่างเดียวอาจมาจากพฤติกรรมภายในที่แตกต่างกัน เครื่องมือที่ใช้วัดพฤติกรรมที่ดีสามารถที่จะล้วงพฤติกรรมภายในให้แสดงเป็นพฤติกรรมภายนอกได้บ้าง การวัดความพึงพอใจอาจใช้วิธีการวัด ดังนี้

1) การบอกเรื่องราวเกี่ยวกับความคิด ความเชื่อ การปฏิบัติและความพึงพอใจของตนเอง โดยใช้เครื่องมือต่อไปนี้

1.1) แบบตรวจสอบรายการ ซึ่งประกอบด้วยข้อความอธิบายเรื่องราว แล้วให้ผู้ตรวจสอบกับความคิด ความเชื่อ และการปฏิบัติของตนเอง

1.2) มาตราส่วนประมาณค่า ประกอบด้วย ข้อความอธิบายเรื่องราวหรือคุณลักษณะ ที่ต้องการวัด ให้ผู้ตอบอ่านข้อความแล้วพิจารณาว่า ตนเองมีความรู้สึกอย่างไร ในระดับใด

1.3) แบบจับคู่ โดยการให้ผู้ตอบเลือกคำคุณศัพท์จากรายการ 3–4 คำ เขียนบรรยายความรู้สึกเมื่อทำกิจกรรมร่วมกับรายการของคำคุณศัพท์ที่ต้องการบรรยายปฏิกิริยาทางอารมณ์ทางบวกและทางลบ โดยคำคุณศัพท์ที่ผู้เรียนเลือกสามารถแสดงออกถึงความพึงพอใจที่ผู้เรียนได้รับจากกิจกรรม

1.4) โปรเจคทีฟเทคนิค (Projective Techniques) สามารถใช้ประโยชน์ในการล้วงการตอบสนองทางอารมณ์ได้เป็นอย่างดี มี 3 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 เป็นการสอบปากเปล่าเป็นรายบุคคล โดยให้ผู้เรียนพูดแสดงความรู้สึกหรือเรื่องที่ผู้สอนพูดให้เร็วที่สุด ปฏิกิริยาจากการตอบสนองที่ผู้เรียนพูดออกมาสามารถ วิเคราะห์ความรู้สึก และเจตคติของผู้เรียนได้

ส่วนที่ 2 เป็นการสอบปากเปล่าเป็นรายบุคคล โดยการให้ผู้เรียนเล่าเรื่องจากรูปภาพ บรรยายความรู้สึกนึกคิดของตนเองอย่างอิสระ แล้วนำเรื่องที่ผู้เรียนเล่าไปวิเคราะห์หาคุณลักษณะของผู้เรียน

ส่วนที่ 3 เป็นการสอบแบบเขียนตอบ โดยการเติมประโยคให้สมบูรณ์ แล้วนำคำตอบที่ผู้เรียนเขียนเติมลงไปนั้น ไปวิเคราะห์หาคุณลักษณะของผู้เรียน

1.5) แบบสอบถามปลายเปิด

1.6) ซีแมนติก ดิฟเฟอเรนเซียล (Semantic Differential) ประกอบด้วย คำหรือวลี หรือประโยคแทนสิ่งที่ต้องการประเมิน แล้วตามด้วยคำคุณศัพท์หลายๆ คู่ ที่อธิบายความหมาย หรือลักษณะของเรื่องที่ต้องการประเมิน คู่ของคำคุณศัพท์แต่ละคู่ประกอบด้วยคำคุณศัพท์ 2 คำ เช่น สนุกสนาน–น่าเบื่อ

1.7) การสัมภาษณ์ เป็นวิธีการที่สามารถล้วงความรู้สึกและความคิดเห็นที่แท้จริงได้แต่ผู้สัมภาษณ์ต้องเป็นผู้ที่มีประสบการณ์ อาจใช้การสัมภาษณ์เป็นกลุ่มหรือรายบุคคลและใช้เวลามากน้อยแตกต่างกันไป

1.8) การอภิปรายกลุ่ม

1.9) การเขียนบรรยายความคิดเห็นหรือความรู้สึก เป็นการให้ผู้เรียนเขียนบรรยายความรู้สึก ความคิดเห็น พร้อมทั้งเหตุผลที่ใช้ประกอบการตัดสินใจในเรื่องเกี่ยวกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ วิธีการเขียนบรรยายความรู้สึก เป็นวิธีการที่ดีมาก สามารถวัดความคิดเห็นและความรู้สึก

1.10) แบบเลือกตอบคงที่ มีลักษณะคล้ายมาตราส่วนประมาณค่า คือ มีตัวเลือกชุดหนึ่งอาจประกอบไปด้วย 4-5 ตัวเลือก แล้วมีคำถามหรือข้อความหลาย ๆ ข้อมาให้พิจารณา

1.11) แบบเลือกตอบ มีลักษณะคล้ายข้อสอบแบบเลือกตอบที่ใช้โดยทั่วไป

2) การวัดโดยการให้ผู้อื่นบอกเรื่องราวเกี่ยวกับตัวบุคคลที่ต้องการวัด ดังนี้

2.1) สัมภาษณ์ผู้อื่น

2.2) ให้ผู้อื่นกรอกแบบสอบถาม

3) การสังเกตบุคคลที่ต้องการวัดในสถานการณ์เฉพาะ เป็นวิธีการวัดตรงในการวัดความสนใจ ความอยากรู้อยากเห็น แต่ต้องใช้เวลามาก การสังเกตพฤติกรรมแบบนี้เหมาะสำหรับสังเกตพฤติกรรมผู้เรียนบางคน

3.1) สังเกตพฤติกรรมที่เกิดขึ้นในสถานการณ์ปกติ เมื่อพบว่าผู้เรียนมีพฤติกรรมใดตรงตามรายการสังเกตพฤติกรรมก็จดบันทึกไว้ การสังเกตพฤติกรรมแบบนี้เหมาะสำหรับสังเกตพฤติกรรมผู้เรียนบางคน

3.2) สังเกตพฤติกรรมภายใต้เงื่อนไขสถานการณ์ที่กำหนดให้ ในกรณีนี้ สามารถสังเกตพฤติกรรมผู้เรียนได้ทีละหลายๆ คน โดยจัดสถานการณ์หรือจัดกิจกรรมต่าง ๆ ให้ผู้เรียนที่เราต้องการสังเกตได้ปฏิบัติ โดยให้ผู้เรียนแต่ละคนได้มีโอกาสเท่ากันที่จะเลือกกิจกรรมต่าง ๆ ได้อย่างอิสระจากพฤติกรรมการเลือกการ ไม่เลือกทำกิจกรรม หรือวิธีการปฏิบัติกิจกรรม ต่าง ๆ ที่ผู้เรียนทำ

ลิเคอร์ท (Likert) ให้ความมายไว้ว่า การวัดความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกชอบ ความต้องการ ความพอใจ ความสุข เนื่องจากผลงานที่ได้รับผลสำเร็จตามความมุ่งหมาย วัดความพึงพอใจได้จากแบบวัดความพึงพอใจที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ซึ่งได้กำหนดค่าออกเป็น5 ระดับ ตามวิธีของลิเคอร์ท (Likert) โดยพิจารณาเนื้อหา 3 ด้าน ดังนี้

1. ด้านปัจจัยนำเข้า
   1.1 คำชี้แจงของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ชัดเจน อ่านแล้วเข้าใจง่าย
   1.2 ชุดกิจกรรมการเรียนมีขนาดอักษรที่เหมาะสม
   1.3 เนื้อหาที่กำหนดในกิจกรรมการเรียนเหมาะสมกับผู้เรียน
   1.4 เวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนเพียงพอต่อการเรียนในเนื้อหาแต่ละชุด
   1.5 สื่อในกิจกรรมการเรียนมีความเหมาะสม
   1.6 ใบกิจกรรมมีความยากง่ายเหมาะสม
2. ด้านกระบวนการ
   2.1 กิจกรรมการเรียนการสอนมีความน่าสนใจ
   2.2 ขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนผู้เรียนสามารถปฏิบัติได้
   2.3 กิจกรรมการเรียนส่งเสริมผู้เรียนให้ศึกษาลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง
   2.4 กิจกรรมการเรียนส่งเสริมผู้เรียนให้หาคำตอบ และแก้ไขปัญหาเป็นทีม
   2.5 กิจกรรมการเรียนส่งเสริมผู้เรียนให้ฝึกค้นคว้า รวบรวมข้อมูล และหาความรู้
   2.6 กิจกรรมการเรียนส่งเสริมผู้เรียนให้มีวินัย และรับผิดชอบในการทำงาน
   2.7 กิจกรรมการเรียนส่งเสริมผู้เรียนได้ประเมิน ปรับปรุงตนเองและยอมรับผู้อื่นตลอดจนใฝ่หาความรู้อย่างต่อเนื่อง

3. ด้านผลผลิต

3.1 ผู้เรียนเกิดความรู้จากชุดกิจกรรม

3.2 ผู้เรียนสามารถนำความรู้จากชุดกิจกรรมไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

3.3 ชุดกิจกรรมทำให้ผู้เรียนประสบผลสำเร็จในการเรียนได้

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า การวัดความพึงพอใจ หมายถึง การวัดความรู้สึกชอบ ความต้องการ ความพอใจ ความสุขเนื่องจากผลงานที่ได้รับผลสำเร็จตามความมุ่งหมาย สามารถแบ่งการวัดความพึงพอใจเป็นด้าน ๆ ดังนี้ ด้านปัจจัยนำเข้า ด้านกระบวนการ และด้านผลผลิต การรายงานในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้แบบวัดความพึงพอใจแต่ละด้านของผู้เรียนที่มีต่อชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ซึ่งได้กำหนดค่าออกเป็น 5 ระดับ ตามวิธีของลิเคอร์ท (Likert) โดยพิจารณาเนื้อหา 3 ด้าน ดังนี้ ด้านปัจจัยนำเข้า ด้านกระบวนการ และด้านผลผลิต ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยมี

เกณฑ์การประเมินความพึงพอใจ ดังนี้ บุญชม ศรีสะอาด. (2542: 113)

คะแนน	5 คะแนน	หมายถึง	พึงพอใจมากที่สุด
คะแนน	4 คะแนน	หมายถึง	พึงพอใจมาก
คะแนน	3 คะแนน	หมายถึง	พึงพอใจปานกลาง
คะแนน	2 คะแนน	หมายถึง	พึงพอใจน้อย
คะแนน	1 คะแนน	หมายถึง	พึงพอใจน้อยที่สุด

เกณฑ์การแปลความหมายค่าเฉลี่ยใช้เกณฑ์ดังนี้ บุญชุม ศรีสะอาด (2542: 113)

ค่าเฉลี่ย	4.51-5.00	หมายถึง	พึงพอใจมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	3.51-4.50	หมายถึง	พึงพอใจมาก
ค่าเฉลี่ย	2.51-3.50	หมายถึง	พึงพอใจปานกลาง
ค่าเฉลี่ย	1.51-2.50	หมายถึง	พึงพอใจน้อย
ค่าเฉลี่ย	1.00-1.50	หมายถึง	พึงพอใจน้อยที่สุด

2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เฉลิมศักดิ์ ด้วงงาม. (2559). ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนาชุดฝึกปฏิบัติการต่อวงจรระบบสัญญาณไฟฟ้ารถยนต์ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขางานยานยนต์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดฝึกปฏิบัติการต่อวงจรระบบสัญญาณไฟฟ้ารถยนต์สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขางานยานยนต์ เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างนักเรียน ที่ใช้ชุดฝึกปฏิบัติการต่อวงจรระบบสัญญาณไฟฟ้ารถยนต์ กับนักเรียนที่เรียน

แบบปกติโดย ผลการวิจัยพบว่า ชุดฝึกปฏิบัติการต่อวงจรระบบสัญญาณไฟฟ้ารถยนต์มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 72.22 : 80.46 เป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดฝึกปฏิบัติการต่อวงจรระบบสัญญาณไฟฟ้ารถยนต์สูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบปกติมีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ธวัฒชัย คำหลิน และคณะ. (2558). ได้ศึกษาเรื่อง ชุดสาธิตระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงแบบอิเล็กทรอนิกส์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างชุดสาธิตระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงแบบอิเล็กทรอนิกส์ของรถจักรยานยนต์ HONDA WAVE 110 I แบบ PGM-FI เพื่อหาคุณภาพชุดสาธิตระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงแบบอิเล็กทรอนิกส์ของรถจักรยานยนต์ HONDA WAVE 110 I แบบ PGM-FI เพื่อเป็นสื่อการเรียนการสอนตามรายวิชาปฏิบัติงานเครื่องยนต์เล็กและจักรยานยนต์ ผลการศึกษา พบว่า การดำเนินการได้ศึกษาคำอธิบายรายวิชาปฏิบัติงานเครื่องยนต์เล็กและจักรยานยนต์รวมถึงหลักการทำงานของระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง จากนั้นได้ดำเนินการสร้างชุดสาธิตระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงแบบอิเล็กทรอนิกส์ทดลองใช้และปรับปรุงแก้ไขจนได้ชุดสาธิตระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงแบบอิเล็กทรอนิกส์ที่สมบูรณ์ นำไปประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 11ท่าน เป็นผู้ประเมินคุณภาพแบ่งการประเมินคุณภาพชุดสาธิตออกเป็น 3 ด้าน พบว่า ด้านโครงสร้างมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.65 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.51 ด้านการใช้งานมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.55 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.51 ด้านเอกสารประกอบการสอนและคู่มือการใช้งานมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.68 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.52 คิดค่าเฉลี่ยโดยรวม ทั้ง 3 ด้าน ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ4.63 คะแนน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.51 ซึ่งตรงตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ แสดงว่าชุดสาธิตระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงแบบอิเล็กทรอนิกส์ ที่สร้างขึ้นสามารถนำไปใช้ประกอบการเรียนการสอนได้อย่างมีคุณภาพ

นภดล ยะซัน. (2557). ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของหลักสูตรฝึกอบรมระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ผลการวิจัยพบว่า

การพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ มีเนื้อหาของหลักสูตร ได้แก่ โครงสร้างส่วนประกอบของระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ การทำงานของระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ การเรียกดูข้อมูลในหน่วยความจำของระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ การแปลงข้อมูลในหน่วยความจำของระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ การลบข้อมูลความผิดปกติในหน่วยความจำของระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ การตรวจสอบการทำงานของระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ การตรวจสอบอุปกรณ์ของระบบ

ฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ การปรับตั้งการทำงานของระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ การตรวจสอบการทำงานของระบบจุดระเบิด การตรวจสอบอุปกรณ์ของระบบจุดระเบิด และการแก้ไขปัญหาการทำงานของระบบจุดระเบิด

ผลการทดลองด้านประสิทธิภาพของการพัฒนาหลักสูตรพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ค่าประสิทธิภาพ (E_1) เท่ากับ 85.10 ค่าคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 25.53 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 1.36 ค่าประสิทธิภาพ (E_2) เท่ากับ 91.11 ค่าคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 27.33 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 1.59

การประเมินหลักสูตรฝึกอบรมระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ภาพรวมของความพึงพอใจต่อการอบรมอยู่ในระดับดีมาก

บรรเจิด (2557) การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกระบบฉีดเชื้อเพลิงเครื่องยนต์ดีเซลแบบคอมมอนเรลควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ ผู้วิจัยได้นำชุดฝึกปฏิบัติที่สร้างขึ้นไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 28 คน ซึ่งเป็นนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 3 แผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคอ่างทอง โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม ๆ ละ 14 คน หลังจากกลุ่มตัวอย่างผ่านการฝึกจนครบบทเรียนแล้ว ให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบประเมินผล จากนั้นนำข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้จากการทดลองมาทำการวิเคราะห์และสรุปผล ผลการวิจัยปรากฏว่าชุดฝึกปฏิบัติที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 84.58/82.79 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80

พินิต แก้วพระ (2555) ได้ศึกษาเรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดจำลองปัญหาข้อขัดข้องระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ผลการวิจัยพบว่า ทุกด้านมีค่าเฉลี่ยมากกว่า 4.51 อยู่ในเกณฑ์ระดับคุณภาพดีมาก ส่วนการหาประสิทธิภาพ พบว่ามีค่า E1/E2 เท่ากับ 92.96/91.50 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ 80/80

ชะลอ พลนิล. (2551). ได้ศึกษาเรื่อง การปฏิบัติการพัฒนาทักษะการซ่อมระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ วิชางานระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ หลักสูตรพุทธศักราช 2545 สาขางานยานยนต์ คณะเครื่องกล วิทยาลัยสารพัดช่างอุบลราชธานี โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาการปฏิบัติการพัฒนาทักษะการซ่อมระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ ที่เหมาะสมสำหรับวิชางานระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ ในด้านทักษะกระบวนการทางวิชาชีพและด้านพฤติกรรมในชั้นเรียน ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ หลักสูตรพุทธศักราช 2545 สาขางานยานยนต์ คณะเครื่องกล วิทยาลัยสารพัดช่างอุบลราชธานี โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นทักษะกระบวนการทางวิชาชีพ และเพื่อศึกษาผลการปฏิบัติการพัฒนาทักษะการซ่อมระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ วิชางานระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ ก่อนและหลังในด้านทักษะกระบวนการทางวิชาชีพ และด้านพฤติกรรมในชั้นเรียนของนักเรียน ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

หลักสูตรพุทธศักราช 2545 สาขางานยานยนต์ คณะเครื่องกล วิทยาลัยสารพัดช่างอุบลราชธานี โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นทักษะกระบวนการทางวิชาชีพ ผลการศึกษา พบว่า

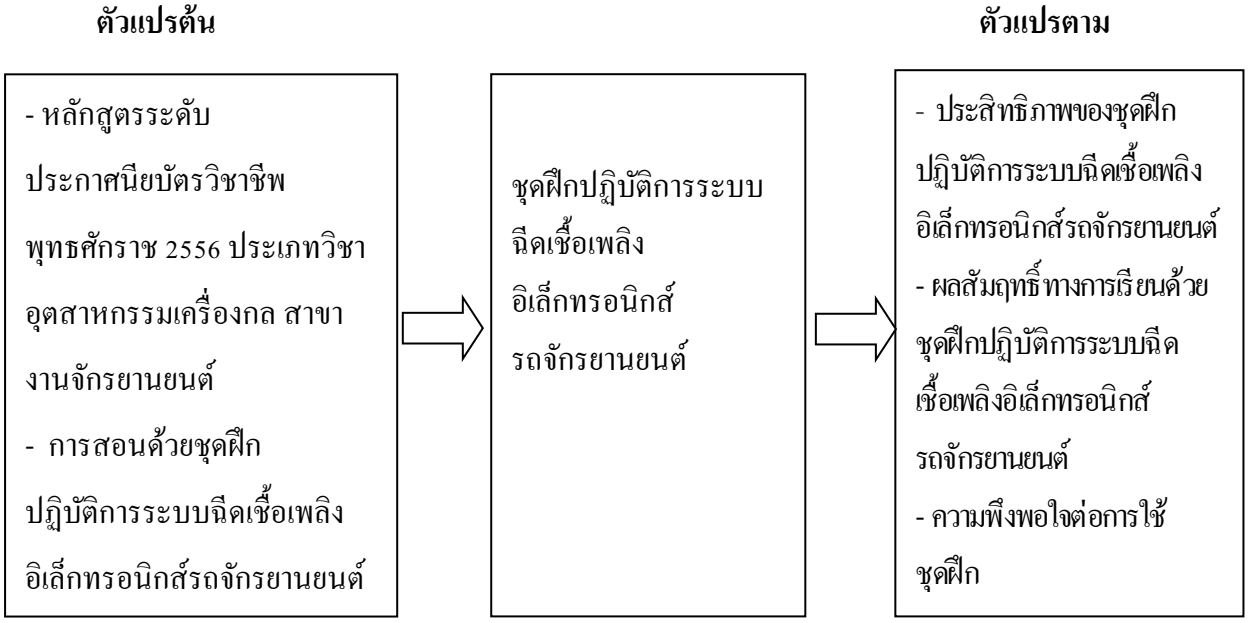
การวิจัยเชิงปฏิบัติการในครั้งนี้ผู้วิจัยได้แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการซ่อมระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้เทคนิคและวิธีการสอนวิชาชีพในรูปแบบแผนการจัดการเรียน MIAP โดยมีขั้นตอน 4 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นสนใจปัญหา 2) ขั้นศึกษาข้อมูล 3) ขั้นพยายาม 4) ขั้นสำเร็จผล ซึ่งนำมาใช้ควบคู่กับรูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการเพื่อพัฒนาทักษะการซ่อมระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์อย่างเหมาะสม มีการวางแผนเป็นระบบ มีการสังเกตเก็บรวบรวมข้อมูล และมีการสะท้อนผลปฏิบัติการนำไปปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ MIAP ในวงจรต่อไป จึงทำให้เกิดการพัฒนาด้านทักษะกระบวนการทางอาชีพและด้านพฤติกรรมในชั้นเรียนของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ หลักสูตรพุทธศักราช 2545 สาขางานยานยนต์ คณะเครื่องกล วิทยาลัยสารพัดช่างอุบลราชธานี จนทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น เป็นวิธีที่เหมาะสมสำหรับใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้านวิชาชีพได้เป็นอย่างดี

ผลการศึกษาพฤติกรรมการเรียน นักเรียนสามารถปรับพฤติกรรมตนเองในภาพรวมได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.39 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.518 คิดเป็นร้อยละ 79.66 สูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ร้อยละ 60 นักเรียนที่เรียนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ MIAP มีผลแตกต่างระหว่างคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ ในการพัฒนาทักษะการซ่อมระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ มีประสิทธิภาพ E_1/E_2 เท่ากับ 81.39/67.63 ซึ่ง E_2 ต่ำกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 70/70 เนื่องจาก E_1 มีผลรวมของคะแนนก่อนเรียนสูงเนื่องจากมีการเก็บคะแนนหลายครั้ง E_2 เป็นผลรวมของคะแนนหลังเรียนจากการสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพียงครั้งเดียว โดยไม่มีผลกระทบกับเกณฑ์แต่อย่างใด และมีค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับร้อยละ 75 สูงกว่าเกณฑ์กำหนดร้อยละ 20

นันทชัย โลหะโรจน์วิเชียร. (2551). ได้ศึกษาเรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรมเรื่องการทำงานและการติดตั้งระบบฉีดเชื้อเพลิงก๊าซแอลพีจี ที่ปรับแต่งด้วยระบบคอมพิวเตอร์ โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรม เรื่องการทำงานและการติดตั้งระบบฉีดเชื้อเพลิงก๊าซแอลพีจี ที่ปรับแต่งด้วยคอมพิวเตอร์ ผลการวิจัยพบว่า ชุดฝึกอบรมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 92.82/87.65 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 80/80 หลังจากผู้เข้ารับการอบรมแล้วมีความรู้ในเนื้อหาสูงขึ้นกว่าเดิมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

2.10 กรอบแนวคิดในการวิจัย

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกปฏิบัติการระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ เพื่อส่งเสริมความพร้อมทางด้านงานจักรยานยนต์ มีกรอบแนวคิดในการศึกษา ดังนี้



ภาพที่ 2-94 แสดงกรอบแนวคิดในการวิจัย

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัย เรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกปฏิบัติการระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ซึ่งมีวัตถุประสงค์ เพื่อสร้างชุดฝึกปฏิบัติการระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ เพื่อหาคุณภาพชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดฝึกปฏิบัติการระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากคะแนนเฉลี่ยทดสอบก่อนเรียนและคะแนนเฉลี่ยทดสอบหลังเรียน และเพื่อประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียน โดยใช้ชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ มีขั้นตอนการดำเนินงาน ดังนี้

3.1 การศึกษาสภาพปัญหา

3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.3 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.4 การทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูลและการนำเสนอ

3.1 การศึกษาสภาพปัญหา

ผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลเบื้องต้น จากการเรียนการสอน ประสบการณ์ตรง สอบถามผู้เชี่ยวชาญสถานประกอบการ และการสังเกตในงานการฝึกอาชีพ ได้ข้อมูลว่า ผู้เรียนขาดทักษะการตรวจวิเคราะห์แก้ไขปัญหาระบบอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ การเรียกดูรหัสปัญหาข้อขัดข้องระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ การลบข้อมูลรหัสปัญหาข้อขัดข้องระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงนำข้อมูลดังกล่าวมา กำหนดขอบเขตเนื้อหา และนำข้อมูลไปพิจารณาออกแบบและสร้างชุดฝึกปฏิบัติการระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ เพื่อใช้ฝึกปฏิบัติและการตรวจวิเคราะห์แก้ไขปัญหาระบบอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ในการสร้างสถานการณ์จำลองเสมือนจริงในรถจักรยานยนต์

3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.2.1 ประชากร ได้แก่นักเรียน ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) แผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์ ปีการศึกษา 2560 ที่ลงทะเบียนเรียนเรียนวิชางานจักรยานยนต์ รหัสวิชา 2101-2102

3.2.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ทดลอง 2 ช่วง

<u>ช่วงที่ 1</u> หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทั้งฉบับ กับกลุ่มทดลอง คือ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 1 กลุ่ม 2 แผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 ที่ผ่านการเรียนวิชางานจักรยานยนต์มาแล้ว จำนวน 20 คน

<u>ช่วงที่ 2</u> ใช้ชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ เอกสารประกอบการสอนงานจักรงานยนต์ ระหว่างเรียน และทดสอบด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียน กับกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) แผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์ ที่ลงทะเบียนเรียนวิชางานจักรยานยนต์ รหัสวิชา 2101-2102 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 โดยการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) จำนวน 54 คน ดังนี้

ปวช.1 กลุ่ม 5	จำนวน 11 คน
ปวช.1 กลุ่ม 1 (ทวิภาคี)	จำนวน 18 คน
ปวช.3 กลุ่ม 1 (ทวิภาคี)	จำนวน 10 คน
ปวช.3 กลุ่ม 2 (ทวิภาคี	จำนวน 15 คน
รวม	จำนวน 54 คน

3.2.3 ตัวแปร ที่ใช้ในการวิจัย

1) ตัวแปรต้น คือ ชุดฝึกปฏิบัติการระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ วิชางานจักรยานยนต์ รหัสวิชา 2101 – 2102

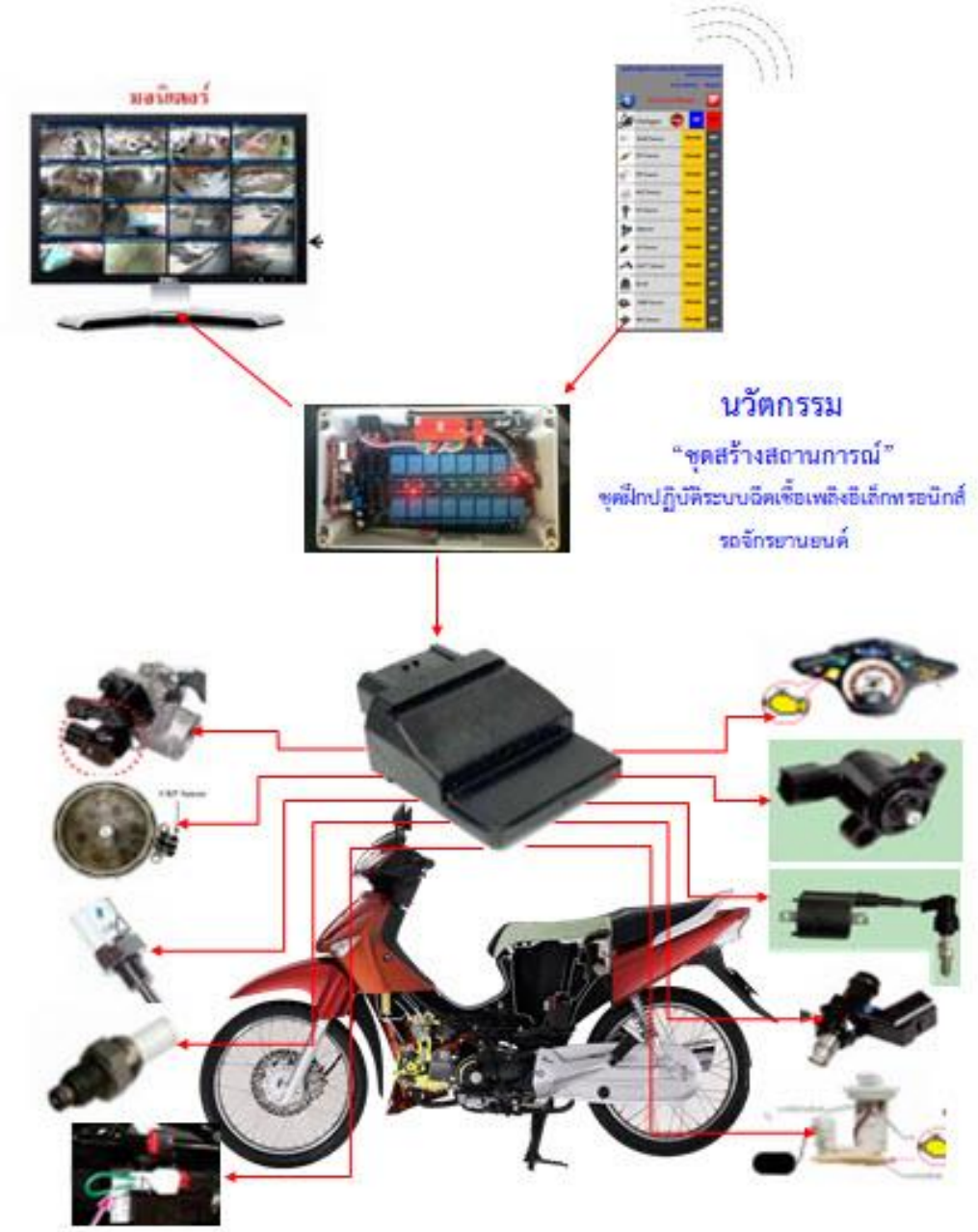
2) ตัวแปรตาม คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ประสิทธิภาพของชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ และความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียน โดยใช้ชุดฝึกปฏิบัติการระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์

3.3 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย ชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ เอกสารประกอบการสอนของชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ แบบประเมินคุณภาพชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ และแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียน โดยใช้ชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ โดยมีรายละเอียดและขั้นตอนในการสร้าง ดังนี้

3.3.1 แนวคิดในการสร้างชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ใช้สำหรับจำลองสถานการณ์ในรถจักยานยนต์ เช่นการตรวจวิเคราะห์แก้ไขปัญหา การเรียกดูรหัส

ปัญหาข้อขัดข้อง การลบข้อมูลรหัสปัญหาข้อขัดข้องระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งลักษณะของชุดฝึกเป็นการออกแบบ โดยใช้โทรศัพท์สั่งการ เพื่อสร้างสถานการณ์ จำลองปัญหาข้อขัดข้องระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ โดยการออกแบบ Application ผ่านมือถือระบบ Android เชื่อมต่อผ่าน Wi-Fi หรือ Bluetooth เป็นชุดควบคุมเพื่อนำไปติดตั้งในรถจักรยานยนต์ทุกรุ่น โดยไม่กระทบกับโครงสร้างและประสิทธิภาพการทำงานกับรถจักรยานยนต์ เช่น สั่งการให้ Sensor ตัวใดตัวหนึ่งชำรุด ทำให้ระบบของรถจักรยานยนต์เกิดรหัสปัญหาจริง เครื่องมือนี้สามารถนำไปใช้กับรถจักรยานยนต์รุ่นอื่น ๆ ได้ โดยมีขั้นตอนการสร้างชุดฝึก ดังนี้



ภาพที่ 3-1 แสดงแนวคิดในการสร้างชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์

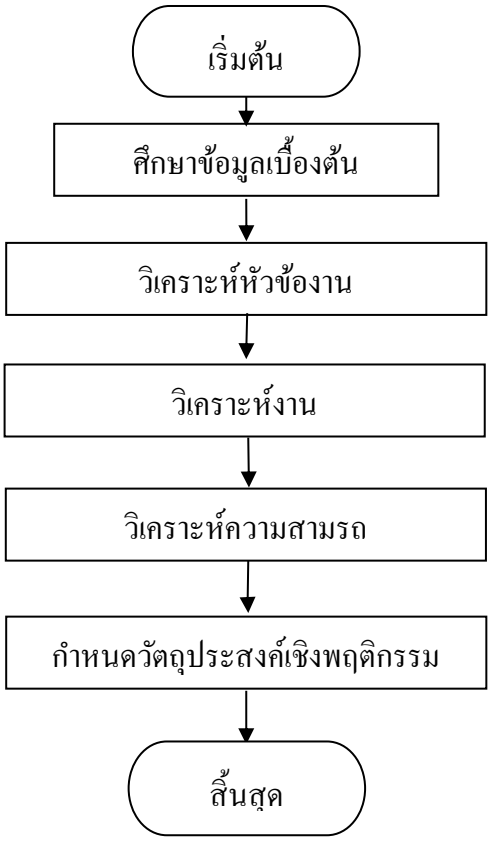
จากภาพที่ 3-1 แสดงแนวคิดในการสร้างชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ จะบรรจุอยู่ในภาชนะขนาด กว้างxยาวxสูง เท่ากับ 20x10x6 เซนติเมตร ซึ่งเป็นชุดสร้างสถานการณ์จำลองปัญหาข้อขัดข้อง ซึ่งชุดจำลองปัญหาข้อขัดข้องจะต่อเชื่อมไปยังกล่อง ECU (Electronic Control Unit) หรือ ECM (Engine Control Module) ของรถจักรยานยนต์ ทุกยี่ห้อ ทุกรุ่น โดยต่อกับปลั๊กเสียบที่ดัดแปลงให้เข้ากับรถจักรยานยนต์แต่ละรุ่น เพื่อสร้างสถานการณ์จำลองปัญหาข้อขัดข้อง และใช้โทรศัพท์มือถือสั่งการกับชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักยานยนต์ สร้างสถานการณ์จำลองเสมือนจริงในรถจักรยานยนต์ เช่น การตรวจวิเคราะห์แก้ไขปัญหา การเรียกดูรหัสปัญหาข้อขัดข้อง การลบข้อมูลรหัสปัญหาข้อขัดข้องระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ ดังนี้

1. สตาร์ตเครื่องยนต์ – ดับเครื่องยนต์
2. สร้างสถานการณ์จำลองของ MAP Sensor มีปัญหาข้อขัดข้อง
3. สร้างสถานการณ์จำลองของ ET Sensor มีปัญหาข้อขัดข้อง
4. สร้างสถานการณ์จำลองของ TP Sensor มีปัญหาข้อขัดข้อง
5. สร้างสถานการณ์จำลองของ IAT Sensor มีปัญหาข้อขัดข้อง
6. สร้างสถานการณ์จำลองของหัวฉีด (Injector) มีปัญหาข้อขัดข้อง
7. สร้างสถานการณ์จำลองของ O_2 Sensor มีปัญหาข้อขัดข้อง
8. สร้างสถานการณ์จำลองของ IACV Sensor มีปัญหาข้อขัดข้อง
9. สร้างสถานการณ์จำลองของ CKP Sensor มีปัญหาข้อขัดข้อง
10. สร้างสถานการณ์จำลองของ ECM มีปัญหาข้อขัดข้อง
11. สร้างสถานการณ์จำลองของ BA Sensor มีปัญหาข้อขัดข้อง

3.3.2 การสร้างชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์

การสร้างชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ เพื่อสร้างสถานการณ์จำลองเสมือนจริงในรถจักรยานยนต์ เช่นการตรวจวิเคราะห์แก้ไขปัญหา การเรียกดูรหัสปัญหาข้อขัดข้อง การลบข้อมูลรหัสปัญหาข้อขัดข้องระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ มีขั้นตอนในการสร้าง ดังนี้

กำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ก่อนที่จะทำการสร้างชุดชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ จำเป็นที่จะต้องกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของผู้เรียนว่า ผู้เรียนควรจะมีความรู้ และทักษะด้านใดบ้าง มีคุณลักษณะเป็นอย่างไร โดยมีขั้นตอนการดำเนินงานดังภาพที่ 3-2 (รายละเอียดแสดงไว้ในภาคผนวก ค หน้า 280)



ภาพที่ 3-2 แสดงขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

จากภาพที่ 3-2 แสดงขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ดังนี้

1) การศึกษาข้อมูลเบื้องต้น ศึกษาจากหลักสูตรรายวิชางานจักรยานยนต์ จากคำอธิบายรายวิชา และสมรรถนะรายวิชา สมรรถนะอาชีพ มาตรฐานฝีมือแรงงานแห่งชาติ หนังสือ ตำรา เอกสาร ประสบการณ์ผู้สอน

2) การวิเคราะห์หน่วย ชื่อหัวข้อเรื่อง และงาน (Teaching Program) โดยยึดหลัก สิ่งที่กำหนดให้ในรายวิชา (Existing Syllabus) ประกอบด้วย จุดประสงค์ สมรรถนะรายวิชา คำอธิบายรายวิชา

3) การวิเคราะห์รายการหัวข้อเรื่อง หรืองาน (Topic Listing Sheet) จากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ

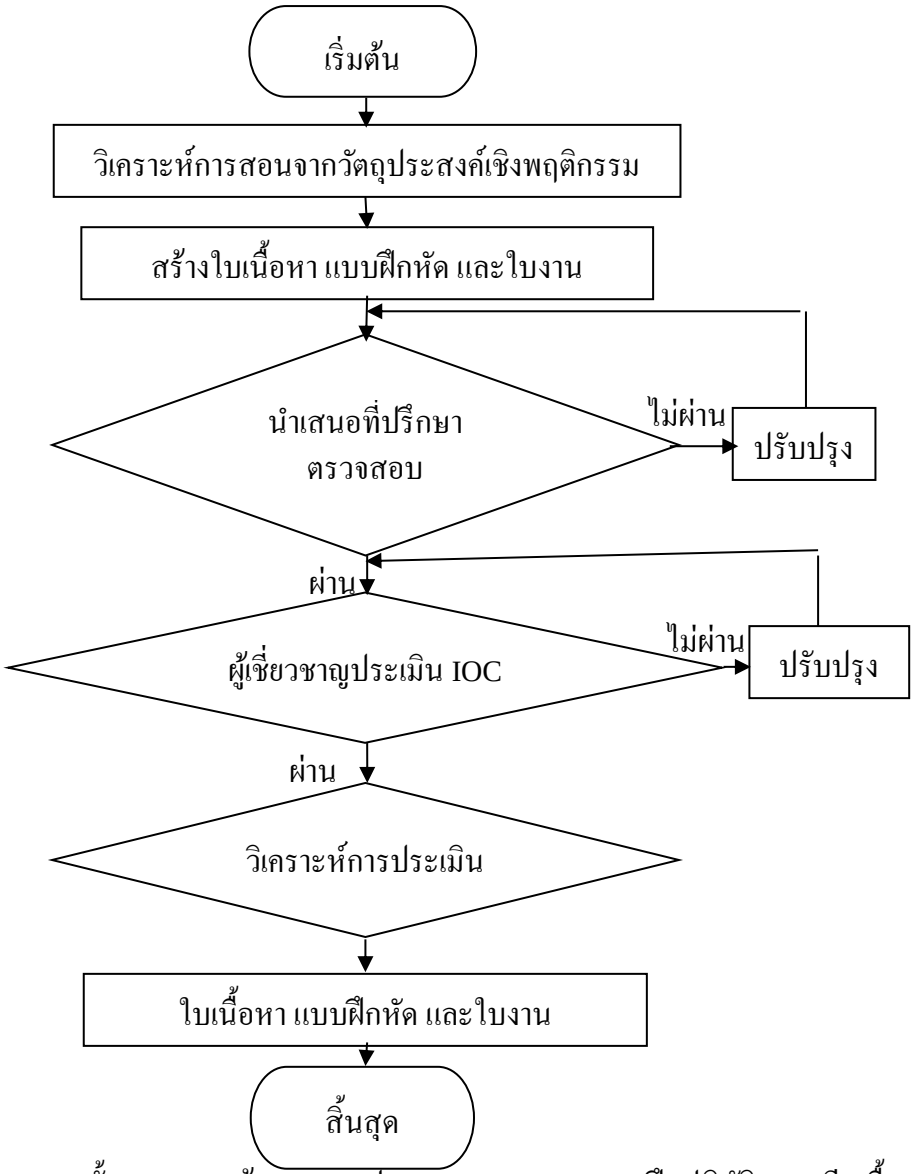
4) การวิเคราะห์หัวข้อเรื่อง (Scalar Pattern) ความสามารถ (Task Analysis) เพื่อกำหนดพฤติกรรม การเรียนรู้ ว่าผู้เรียนควรมีความรู้ (Knowledge) อย่างไร โดยหลังจากวิเคราะห์งานจนได้ขั้นตอนต่าง ๆ ที่จะทำงานนั้น ๆ แล้ว ขั้นตอนต่อไป คือ การนำขั้นตอนของงานแต่ละขั้นตอนมาทำการวิเคราะห์ ความสามารถว่าในแต่ละขั้นตอนผู้เรียนมีความรู้ความสามารถอะไรบ้าง

5) การกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (Objective Listing Sheet) หลังจากที่ได้ทำการวิเคราะห์ความสามารถ ขั้นตอนต่อไป คือ การกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เพื่อกำหนดเป้าหมายให้ผู้เรียน เมื่อเรียนจบบทเรียนแล้วจะต้องมีพฤติกรรมเปลี่ยนแปลงอย่างไร โดยพิจารณา

จากความรู้ (Knowledge) และทักษะ (Skills) ที่ทำการวิเคราะห์ไว้นำมาเขียนเป็นวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม แล้วทำการจำแนกวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมตามลักษณะของการเรียนรู้ ด้านพุทธพิสัย (Cognitive Domain) และด้านทักษะพิสัย (Psychomotor Domain)

3.3.3 การสร้างเอกสารประกอบการสอนของชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ประกอบด้วย ใบเนื้อหา แบบฝึกหัด ใบงาน และข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งมีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

3.3.3.1 การสร้างใบเนื้อหา แบบฝึกหัด และใบงาน มีขั้นตอนการสร้าง ดังภาพที่ 3-3 (รายละเอียดแสดงไว้ในภาคผนวก ข หน้า 181-197)



ภาพที่ 3-3 แสดงขั้นตอนการสร้างเอกสารประกอบการสอนของชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์

จากภาพที่ 3-3 แสดงขั้นตอนการสร้างเอกสารประกอบการสอนของชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ดังนี้

1) วิเคราะห์การสอนจากวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

2) สร้างเอกสารประกอบการสอนของชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ประกอบด้วย ใบเนื้อหา แบบฝึกหัด ใบเฉลยแบบฝึกหัด ใบงาน ใบตรวจงาน และแบบประเมินผลการปฏิบัติงาน

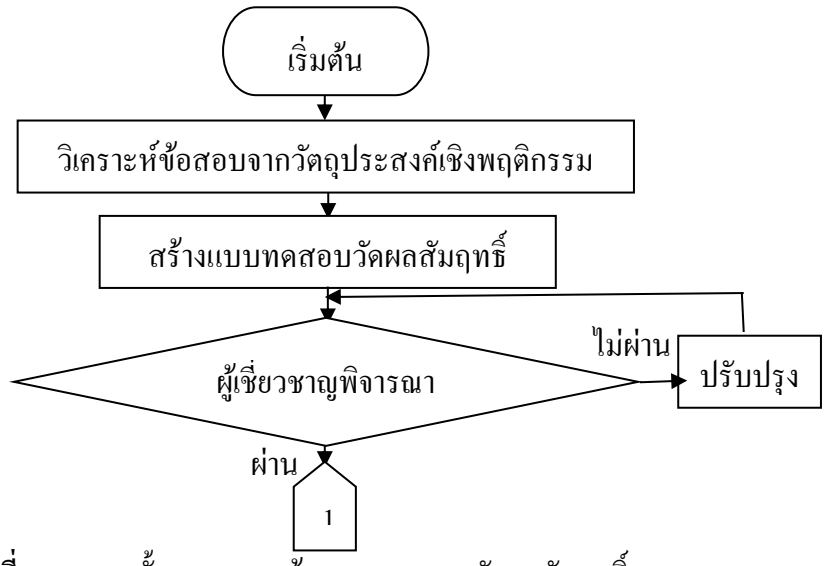
3) เมื่อสร้างเอกสารประกอบการสอนของชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์เสร็จแล้ว นำไปให้ที่ปรึกษาตรวจสอบ และปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

4) นำเอกสารประกอบการสอนของชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ปรับปรุงแก้ไขเสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ประเมินเพื่อหาคุณภาพของเอกสารประกอบการสอน

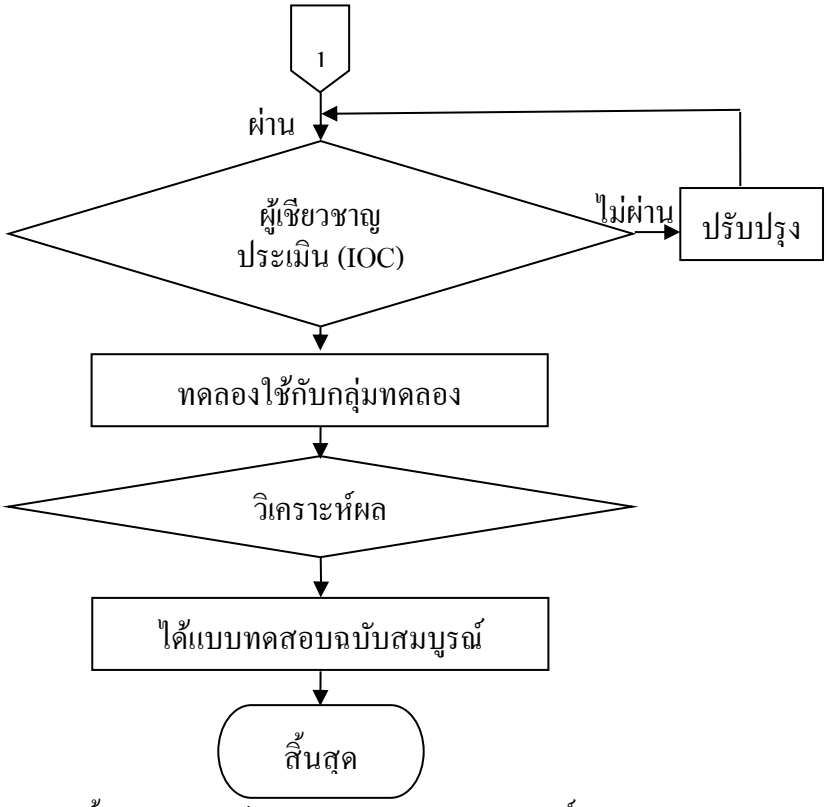
5) วิเคราะห์ผลการประเมินคุณภาพของเอกสารประกอบการสอน และปรับปรุงแก้ไข ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

6) เอกสารประกอบการสอนของชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ที่เสร็จสมบูรณ์ พร้อมนำไปทดลองสอนกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

3.3.3.2 การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์โดยสร้างให้ตรงตามเนื้อหาที่กำหนด (สุราษฎร์, 2545:132) เรื่องการสร้างและหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ที่จะใช้ทดสอบก่อนเรียน (Pre-Test) และทดสอบหลังจากจบบทเรียน (Post-Test) มีขั้นตอนการสร้าง ดังภาพที่ 3-4 (รายละเอียดแสดงไว้ในภาคผนวก ข หน้า 198-215)



ภาพที่ 3-4 แสดงขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์



ภาพที่ 3-4 (ต่อ)แสดงขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

จากภาพที่ 3-4 สามารถอธิบายลำดับขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังนี้

1) ร่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

2) นำไปหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทั้งฉบับ การวิเคราะห์ข้อสอบทั้งฉบับเป็นการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือวัด เกี่ยวกับความเที่ยงตรง (Validity) และความเชื่อมั่น (Reliability) รายละเอียด ดังนี้

1. หาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามและวัตถุประสงค์ (Item - Objective Congruence Index : IOC) ของแบบทดสอบสัมฤทธิ์ทางการเรียนชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน

หาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทั้งฉบับ เกี่ยวกับความเที่ยงตรง (Validity) และความเชื่อมั่น (Reliability) ได้ดำเนินการ ดังนี้

การสร้างแบบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ โดยกำหนดชนิดของข้อสอบโดยเลือกให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน พิจารณาว่าข้อสอบ หรือข้อคำถามแต่ละข้อ วัดได้ตรงตามสิ่งที่ต้องการวัดเนื้อหาหรือวัตถุประสงค์การเรียนรู้มากน้อยเพียงใด โดยใช้เกณฑ์การประเมิน ดังนี้

ให้คะแนน +1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบวัดจุดประสงค์/เนื้อหานั้น

ให้คะแนน 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อสอบวัดจุดประสงค์/เนื้อหานั้น

ให้คะแนน -1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบไม่วัดจุดประสงค์/เนื้อหานั้น

แล้วนำข้อมูลที่ได้จากการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ หาค่าความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามแต่ละข้อกับ จุดประสงค์หรือเนื้อหา (Index of Item-Objective Congruence หรือ IOC) จาก

สูตร $IOC = \frac{\sum R}{N}$

ซึ่ง IOC หมายถึง ดัชนีความสอดคล้องระหว่าง -1 ถึง +1

$\sum R$ หมายถึง ผลรวมของคะแนนการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ

N หมายถึง จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

เกณฑ์การตัดสินค่า IOC ถ้ามีค่า 0.50 ขึ้นไป แสดงว่า ข้อคำถามนั้นวัดได้ตรงจุดประสงค์ หรือตรงตาม เนื้อหานั้น แสดงว่าข้อคำถามของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนข้อนั้นใช้ได้

จากการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์การหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมกับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์โดยผู้เชี่ยวชาญ

แทนค่าสูตร $IOC = \frac{24}{25}$

$= 0.96$

ผลการวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์โดยผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน ได้ทำการวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์จำนวน 25 ข้อ พบว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ได้รับการสังเคราะห์ให้ใช้ได้ ทั้ง 25 ข้อ ซึ่งผู้เชี่ยวชาญได้วิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ซึ่งมีค่า IOC ในภาพรวม เท่ากับ 0.96 ผลการพิจารณาแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนใช้ได้ ซึ่งจะอยู่ระหว่าง 0.80 ถึง 1.00 ตามลำดับ

2. หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ จากสูตร KR-20 จากกลุ่มทดลอง กลุ่มทดลอง คือ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 1 กลุ่ม 2 แผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 ที่ผ่านการเรียนวิชางานจักรยานยนต์มาแล้ว จำนวน 20 คน ทดลองหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทั้งฉบับ ช่วงที่ 1

วิธีหาจากสูตรของคูเดอร์และริชาร์ดสัน

การหาความเที่ยงโดยวิธีนี้ เป็นการหาความสัมพันธ์ของคะแนนจากการใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ฉบับเดียวและสอบ เพียงครั้งเดียวโดยนำผลการสอบมาคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ใช้สูตรของคูเดอร์และริชาร์ดสันซึ่งเป็นการหาความเที่ยงของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่มีระบบการให้คะแนนแบบ 0,1 (ผิด 0, ถูก 1) สูตรที่ใช้มี 2 สูตร คือ สูตร KR - 20 กับสูตร KR – 21

เลือก สูตร KR -20 ในกรณีที่ค่าความยากง่ายของข้อสอบแต่ละข้อไม่เท่ากัน

$$R_{KR}\text{-}20 = \frac{K}{K-1}\left[1 - \frac{\sum pq}{S^2}\right]$$

เมื่อ R_{tt} แทน ความเที่ยงของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

K แทน จำนวนข้อสอบ

P แทน ความยากง่ายของข้อสอบแต่ละข้อ (สัดส่วนที่ตอบถูก)

q แทน สัดส่วนที่ตอบผิด (1-p)

N แทน จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่าง

S^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนรวมของแบบทดสอบ

$$S^2 = \frac{N\sum X^2 - (\sum X)^2}{N^2}$$

จากการทดลองหาความเที่ยงของ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ของชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ สำหรับใช้ในการเรียนการสอนวิชางานจักรยานยนต์

แทนค่าสูตร

ค่า N = 20 คน

ค่า X = 23+23+19+18+18+17+17+17+15+14+9+9+4+3+3+2+2+2+2+2=219

ค่า X^2 = 529+529+361+324+324+289+289+225+196+81+81+16+9+9+9+4+4

+4+4+4=3,571

แทนค่า $S^2 = \boxed{\frac{20X3571 - (219)^2}{20^2}}$

S^2 = 58.65

แทนค่าสูตร KR -20

ค่า K = 25 , $\sum pq$ = 5.58

แทนค่า R_{KR}-20 = $\frac{25}{25-1}\left[1-\frac{5.58}{58.65}\right]$

= 0.94

ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ของชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ทั้งฉบับ เท่ากับ 0.94

3. การวิเคราะห์หาความหาค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

การวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ เป็นการตรวจสอบคุณภาพของข้อสอบแต่ละข้อ โดยพิจารณาจากสมบัติที่สำคัญ 3 ประการ ได้แก่ ความยาก อำนาจจำแนก และประสิทธิภาพของตัวลวง

ความยากของข้อสอบ (P) หมายถึงสัดส่วนของจำนวนผู้ที่ตอบข้อสอบได้ถูกต้องต่อจำนวนผู้ที่ตอบข้อสอบทั้งหมด หรือ หมายถึง จำนวนร้อยละของผู้ตอบข้อสอบนั้น ๆ ถูก เช่น ค่า p = 0.30 แสดงว่า จำนวน ผู้ตอบ 100 คน มีผู้ที่ตอบข้อนั้น ๆ ถูก 30 คน ค่าความยากง่ายจะมีค่าระหว่าง 0 ถึง 1.00 สามารถหาได้จาก

สูตร $P = \frac{R_H+R_L}{N_H+N_L}$

P คือ ความยากง่าย

R_H คือ จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มคะแนนสูง

R_L คือ จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มคะแนนต่ำ

N_H คือ จำนวนนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มคะแนนสูง

N_L คือ จำนวนนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มคะแนนต่ำ

ในการพิจารณาค่าความยากง่ายนั้น ถ้าข้อสอบมีค่าความยากง่ายสูง เช่น p = 0.95 แสดงว่ามีผู้ตอบถูกจำนวนมาก จึงถือว่าเป็นข้อสอบที่ง่าย แต่ในทางกลับกัน ถ้าข้อสอบมีผู้ตอบถูกน้อย เช่น p = 0.15 แสดงว่า เป็นข้อสอบที่ยาก ข้อสอบที่ดีจะมีระดับความยากง่าย เท่ากับ 0.5 ซึ่งจะทำให้เกิดค่าอำนาจการจำแนกสูงสุดและมีความเชื่อมั่นสูง อย่างไรก็ตามในการสอบวัดความรู้ผลการเรียนโดยทั่วไป มักนิยมให้มีข้อสอบที่มีระดับความยากง่ายใน ระดับต่าง ๆ ปะปนกันไป โดยจัดให้มีข้อสอบมีค่าความยากง่ายพอเหมาะ (p มีค่าใกล้เคียง 0.5) เป็นส่วนใหญ่ รวมทั้งให้มีข้อสอบที่ค่อนข้างยากและค่อนข้างง่ายอีกจำนวนหนึ่ง แต่ถ้าเป็นการสอบแข่งขันเพื่อคัดเลือกผู้ที่มีความรู้ความสามารถควรมีสัดส่วนของข้อสอบที่ยากสูงขึ้น ทั้งนี้ ข้อสอบที่ดีควรมีค่าความยากง่ายระหว่าง

0.20-0.80 ใน ข้อสอบประเภท 4 ตัวเลือก ส่วนข้อสอบประเภทถูก - ผิด ค่าความยากง่าย ควรอยู่ระหว่าง 0.60 - 0.70

เกณฑ์การแปลความหมายค่าความยากง่าย (p)ของข้อสอบ (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ, 2543)

ความยากง่ายของข้อสอบ (p)	ความหมาย
0.81 -1.00	ง่ายมาก (ควรปรับปรุงหรือตัดทิ้ง)
0.60 – 0.80	ค่อนข้างง่าย (ดี)
0.40 – 0.59	ยากพอเหมาะ (ดีมาก)
0.20 - 0.34	ค่อนข้างยาก (ดี)
0 - 0.19	ยากมาก (ควรปรับปรุงหรือตัดทิ้ง)

อำนาจจำแนก (r) หมายถึง ความสามารถของข้อสอบในการจำแนกหรือแยกให้เห็นความแตกต่างระหว่างผู้สอบที่มีผลสัมฤทธิ์ต่างกัน เพื่อที่จะใช้พยากรณ์หรือบ่งชี้ความแตกต่างที่เห็นชัดในด้านความสามารถ เช่น จำแนกคนเก่งกับคนอ่อนจากกันได้ โดยถือว่าคนเก่งควรทำข้อสอบข้อนั้นได้ ส่วนผู้ที่อ่อนไม่ควรทำข้อสอบข้อนั้นได้ อำนาจจำแนกของข้อสอบ จะมีค่าตั้งแต่ -1 ถึง +1 ค่าอำนาจจำแนกที่ดี ควรมีค่าตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป

สูตร $R = \frac{R_H + R_L}{N_H or N_L}$

r คือ ค่าอำนาจจำแนก

R_H คือ จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มคะแนนสูง

R_L คือ จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มคะแนนต่ำ

N_H คือ จำนวนนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มคะแนนสูง

N_L คือ จำนวนนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มคะแนนต่ำ

กรณีที่ค่า r ติดลบ แสดงว่า ข้อสอบข้อนั้นจำแนกกลับ คนเก่งทำไม่ได้ แต่คนอ่อนทำได้ ถือว่าเป็น ข้อสอบที่ไม่ดีควรตัดทิ้ง นอกจากนี้ อาจารย์ผู้สอนควรตรวจสอบการจัดการเรียนสอนของตน ว่าเพราะเหตุใดผู้ที่เรียนเก่งจึงไม่เข้าใจในเรื่องที่สอน

เกณฑ์การแปลความหมายค่าอำนาจจำแนก (r) ของข้อสอบ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543)

อำนาจจำแนกของข้อสอบ (r)	ความหมาย
0.60 -1.00	อำนาจจำแนกดีมาก

0.40 – 0.59	อำนาจจำแนกดี
0.20 – 0.39	อำนาจจำแนกพอใช้
0.10 - 0.19	อำนาจจำแนกต่ำ (ควรปรับปรุงหรือตัดทิ้ง)
-1.00 - 0.09	อำนาจจำแนกต่ำมาก (ควรปรับปรุงหรือตัดทิ้ง)

จากการทดลองใช้แบบทดสอบที่สร้างขึ้นกับนักเรียนที่เคยเรียนรายวิชางานจักรยานยนต์ผ่าน มาแล้ว โดยมีผลการทดลองดังต่อไปนี้

การหาค่าความยากง่าย (P)

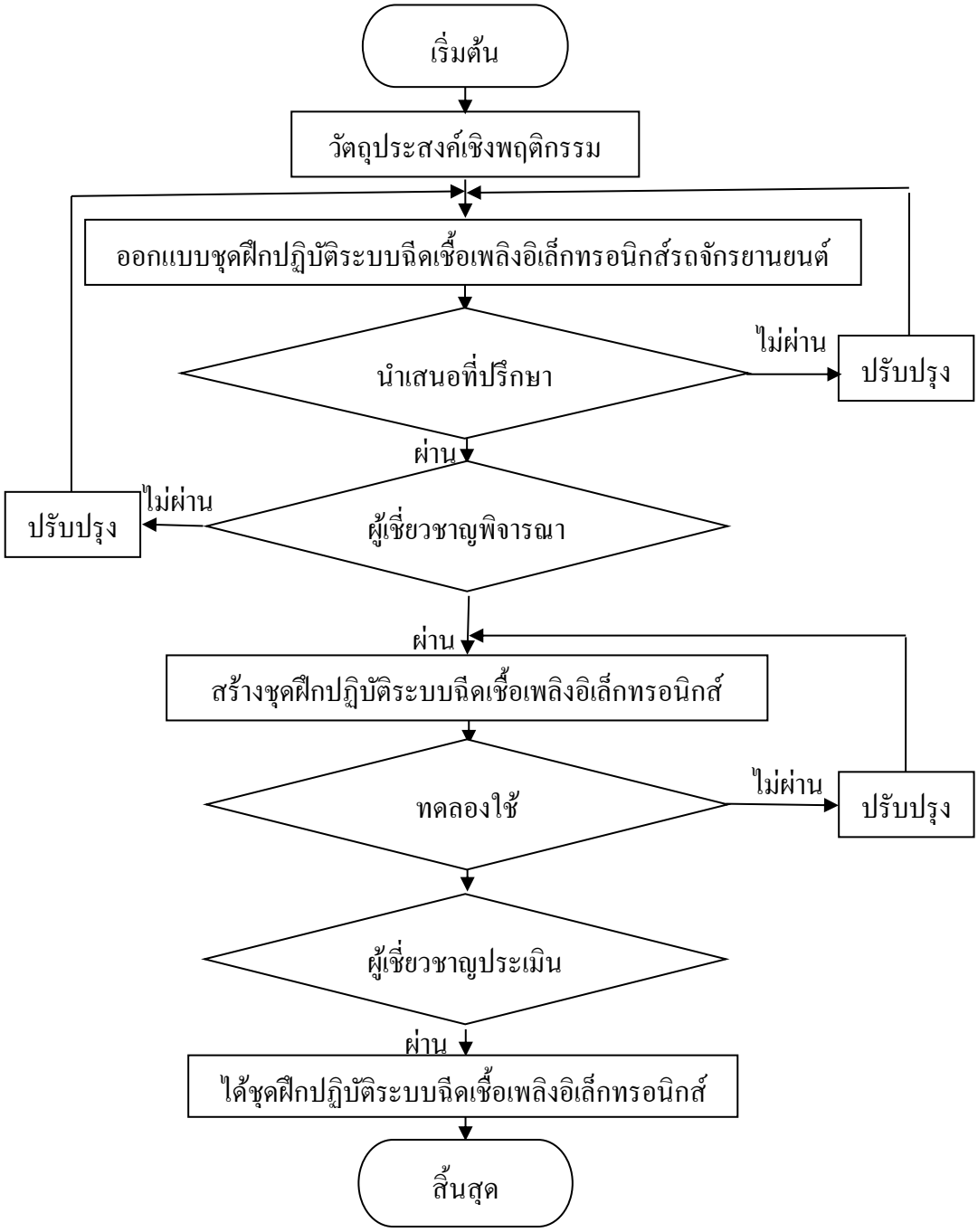
คะแนนจากการทดลองใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ในการพิจารณาค่าความยากง่ายของข้อสอบ ทั้ง 25 ข้อ มีค่าความยากง่าย อยู่ระหว่าง 0.40 - 0.55 แสดงว่า ข้อสอบนี้มีค่าความยากง่าย พอเหมาะ หรืออยู่ในขั้นดีมาก มีบางข้อ มีค่าความยากง่าย อยู่ระหว่าง 0.05 - 0.15 ซึ่งไม่เหมาะใช้เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

การหาอำนาจจำแนก (r)

คะแนนจากการทดลองใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ในการพิจารณาค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ ทั้ง 25 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนกต่ำสุด 0.10 - 0.20 ซึ่งอำนาจจำแนกต่ำถึงต่ำมาก สมควรปรับปรุงหรือตัดทิ้ง เช่น ข้อ 21, 22, 24, และ25 รวมตัดออก 4 ข้อ ส่วนข้ออื่น ๆ อยู่ระหว่าง 0.50-0.90 ซึ่งอำนาจจำแนกพอใช้ถึงขั้นดีมาก จากแบบทดสอบ 25 ข้อ ผ่านเกณฑ์ 20 ข้อ ซึ่งจะเก็บไว้ใช้เป็นข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ต่อไป

3) ได้แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และจัดพิมพ์แบบทดสอบฉบับสมบูรณ์

3.3.4 การสร้างชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ มีขั้นตอนการสร้าง ดังภาพที่ 3-5 (รายละเอียดแสดงไว้ในภาคผนวก ง หน้าที่ 454-520)



ภาพที่ 3-5 แสดงขั้นตอนการสร้างชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์

จากภาพที่ 3-5 แสดงขั้นตอนการสร้างชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ และคู่มือการใช้ จากการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการออกแบบการสร้างชุดฝึกปฏิบัติ ทำการออกแบบและเขียนแบบ นำแบบเสนอที่ปรึกษา ตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญ ดำเนินการสร้าง

ชุดฝึกปฏิบัติ และทดลองการใช้งานกับนักเรียนที่เรียนวิชางานจักรยานยนต์ และประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้

1) นำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมไปสร้างชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ตั้งไว้

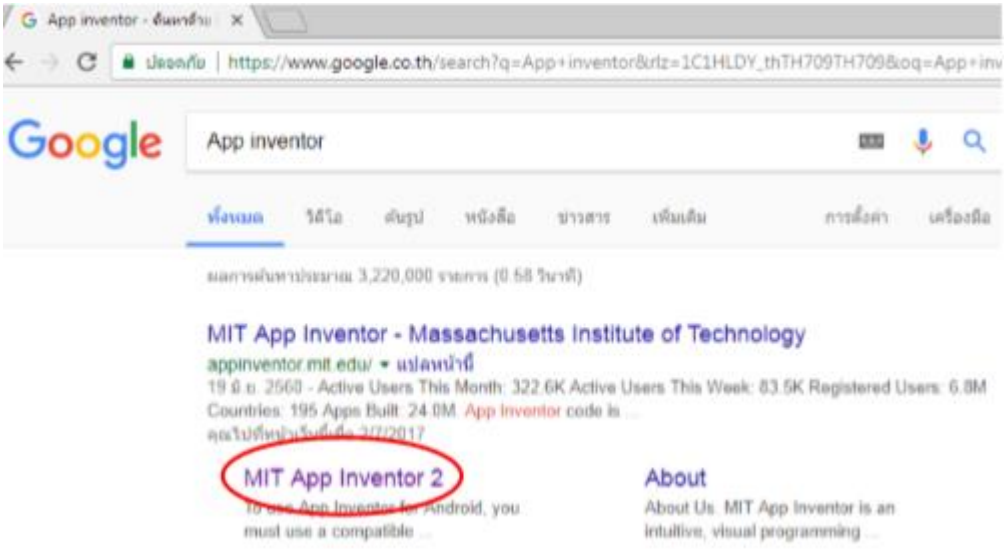
2) สร้างชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ให้เสมือนจริงมากที่สุด เพื่อให้ผู้เรียน ฝึกอ่านรหัสปัญหาที่เกิดขึ้นกับระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ และฝึกปฏิบัติแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง โดยเน้นให้ผู้เรียนมีความรู้ และมีทักษะในการตรวจวิเคราะห์แก้ไขปัญหา การเรียกดูรหัสปัญหาข้อขัดข้อง การลบข้อมูลรหัสปัญหาข้อขัดข้องระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ในรถจักรยานยนต์

การสร้างชุดควบคุมเพื่อจำลองปัญหาในรถจักรยานยนต์ สั่งการจากสมาร์ทโฟน มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

3.3.4.1 ประกอบชุด Arduino MEGA 2560 R3 ชุด Relay 16 CH 12V 10A ชุด Bluetooth Serial Module (HC-06 Slave mode) และอุปกรณ์อื่น ๆ เข้าด้วยกัน แล้วนำไปติดตั้ง กับกล่อง ECU หรือ ECM ของรถจักรยานยนต์ โดยการถอดปลั๊กที่เข้ากล่องและนำชุดควบคุมเพื่อจำลองปัญหาในรถจักรยานยนต์ สั่งการจากสมาร์ทโฟน ประกอบเข้าแทนด้วยปลั๊กเสียบ ที่สร้างขึ้น

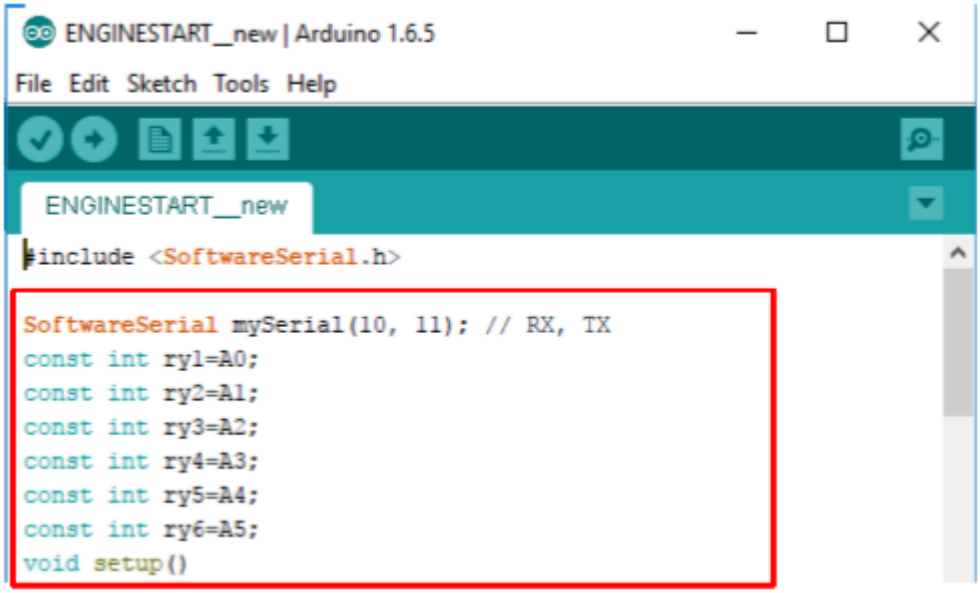
ภาพที่ 3-6 แสดงชุดควบคุมเพื่อจำลองปัญหาชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ สั่งการจากสมาร์ทโฟน

3.3.4.2 สร้าง Application Android บนมือถือ ด้วย App inventor มีขั้นตอนการสร้าง ดังภาพที่ 3-7 (รายละเอียดแสดงไว้ในภาคผนวก ง หน้าที่ 454-486)



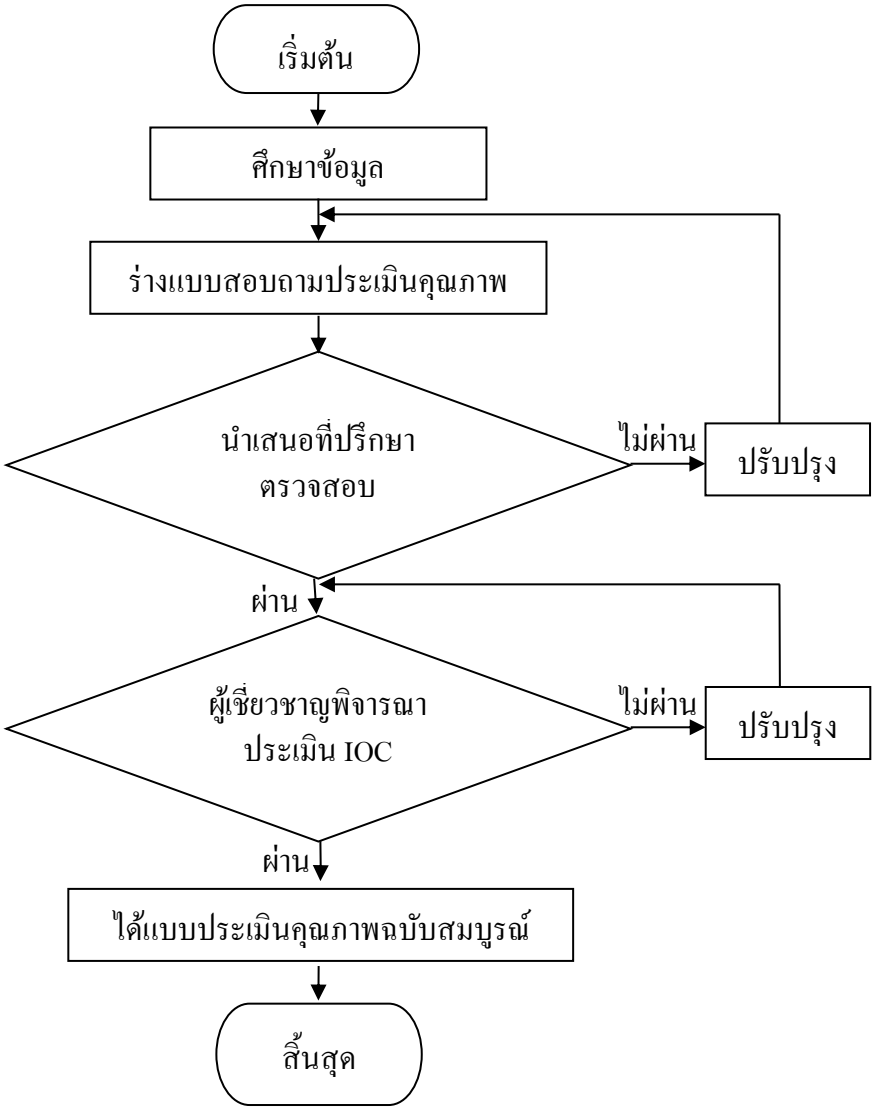
ภาพที่ 3-7 แสดงการสร้าง App Android บนมือถือ

3.3.4.3 เขียนโปรแกรม Arduino ควบคุมแบบ ALL Switch มีขั้นตอนการสร้าง ดังภาพที่ 3-8 (รายละเอียดแสดงไว้ในภาคผนวก ง หน้าที่ 487-496)



ภาพที่ 3-8 แสดงการเขียนโปรแกรม Arduino ควบคุมแบบ ALL Switch

3.3.5 การสร้างแบบประเมินคุณภาพชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ซึ่งมีขั้นตอนการสร้าง ดังภาพที่ 3-9 (รายละเอียดแสดงไว้ในภาคผนวก ข หน้าที่ 181-187)



ภาพที่ 3-9 แสดงขั้นตอนการสร้างแบบประเมินคุณภาพชุดฝึกปฏิบัติระบบจ่ายน้ำมันฉีดเชื้อเพลิงรถจักรยานยนต์

จากภาพที่ 3-9 สามารถอธิบายลำดับขั้นตอนในการสร้างแบบประเมินคุณภาพชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ได้ดังนี้

1) ศึกษาข้อมูลจากตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง กำหนดหัวข้อของการประเมินโดยให้มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

2) ผู้วิจัยร่างแบบประเมินคุณภาพชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ จำนวน 4 ด้าน คือ ด้านข้อกำหนดในการออกแบบ ด้านข้อกำหนดของวัตถุประสงค์การนำไปใช้งาน ด้านเนื้อหา และด้านประโยชน์ของชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์

3) นำเสนอที่ปรึกษาตรวจสอบ และปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

4) นำแบบสอบถามคุณภาพที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขเสร็จแล้ว หาคุณภาพเครื่องมือวิจัยโดยการวัดความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน ดังนี้

หาค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบสอบถามประเมินคุณภาพ เป็นการนำผลของผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านมารวมกันคำนวณหาความตรงเชิงเนื้อหา ดัชนีที่ใช้แสดงค่าความสอดคล้องเรียกว่า ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามและวัตถุประสงค์ (Item-Objective Congruence Index : IOC) โดยผู้เชี่ยวชาญจะต้องประเมินด้วยคะแนน 3 ระดับ คือ

+1 = สอดคล้อง หรือแน่ใจว่าแบบประเมินนั้นสอดคล้องกับวัตถุประสงค์และเนื้อหา
0 = ไม่แน่ใจ แบบประเมินนั้นสอดคล้องกับวัตถุประสงค์และเนื้อหา
-1 = ไม่สอดคล้อง หรือแน่ใจว่าแบบประเมินนั้นไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์และเนื้อหา

ค่าดัชนีความสอดคล้องที่ยอมรับได้ต้องมีค่าตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป แสดงว่า ข้อคำถามนั้นวัดได้ตรงจุดประสงค์ หรือตรงตามเนื้อหานั้น แสดงว่า ข้อคำถามข้อนั้นใช้ได้

ผลการประเมินแบบสอบถามประเมินคุณภาพชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ทั้ง 4 ด้าน ดังนี้

ก. ด้านข้อกำหนดในการออกแบบ

แทนค่าสูตร $IOC = \frac{8.3}{10}$

$= 0.82$

ข. ด้านข้อกำหนดของวัตถุประสงค์การนำไปใช้งาน

แทนค่าสูตร $IOC = \frac{6.2}{8}$

$= 0.78$

ค. ด้านเนื้อหา

แทนค่าสูตร $IOC = \frac{7.6}{10}$

$= 0.76$

ง. ด้านประโยชน์ของชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์

แทนค่าสูตร $IOC = \frac{3.8}{5}$

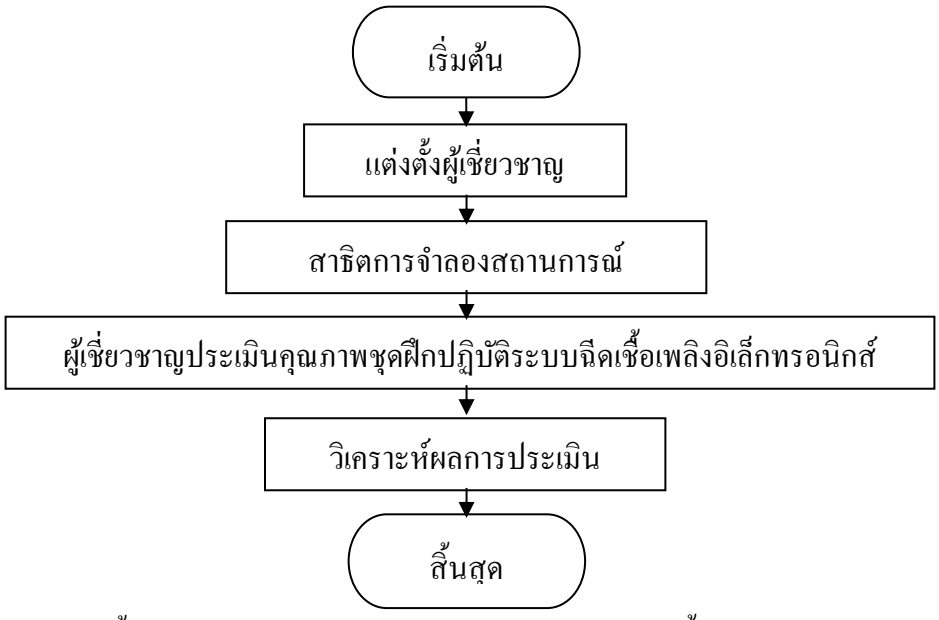
$= 0.76$

เกณฑ์การตัดสินค่า IOC ถ้ามีค่า 0.50 ขึ้นไป แสดงว่า ข้อคำถามนั้นวัดได้ตรงจุดประสงค์ หรือตรงตามเนื้อหานั้น แสดงว่า ข้อคำถามข้อนั้นใช้ได้

ผลการวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน ได้ทำการวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบประเมินจำนวน 33 ข้อคำถาม และแบ่งเป็น 4 ด้าน พบว่า แบบประเมินได้รับการสังเคราะห์เหลือข้อคำถาม จำนวน 21 ข้อ ซึ่งผู้เชี่ยวชาญได้วิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบประเมิน ดังนี้ ด้านข้อกำหนดในการออกแบบ มีค่า IOC เฉลี่ยเท่ากับ 0.82 ด้านข้อกำหนดของวัตถุประสงค์การนำไปใช้งาน มีค่า IOC เฉลี่ย เท่ากับ 0.78 ด้านเนื้อหา มีค่า IOC เฉลี่ย เท่ากับ 0.76 ส่วนด้านประโยชน์ของชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ มีค่า IOC เฉลี่ย เท่ากับ 0.76 สรุป ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ ให้ใช้แบบประเมินของชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ เป็นแบบประเมินคุณภาพได้

5) ได้แบบประเมินคุณภาพฉบับสมบูรณ์

3.3.6 การประเมินคุณภาพชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ใบงาน ใบเนื้อหา และคู่มือการใช้ มีขั้นตอนการประเมินคุณภาพ ดังภาพที่ 3-10 (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ข หน้า 189-197)



ภาพที่ 3-10 แสดงขั้นตอนการประเมินคุณภาพชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์

จากภาพที่ 3-10 สามารถอธิบายลำดับขั้นตอนในการประเมิน ได้ดังนี้

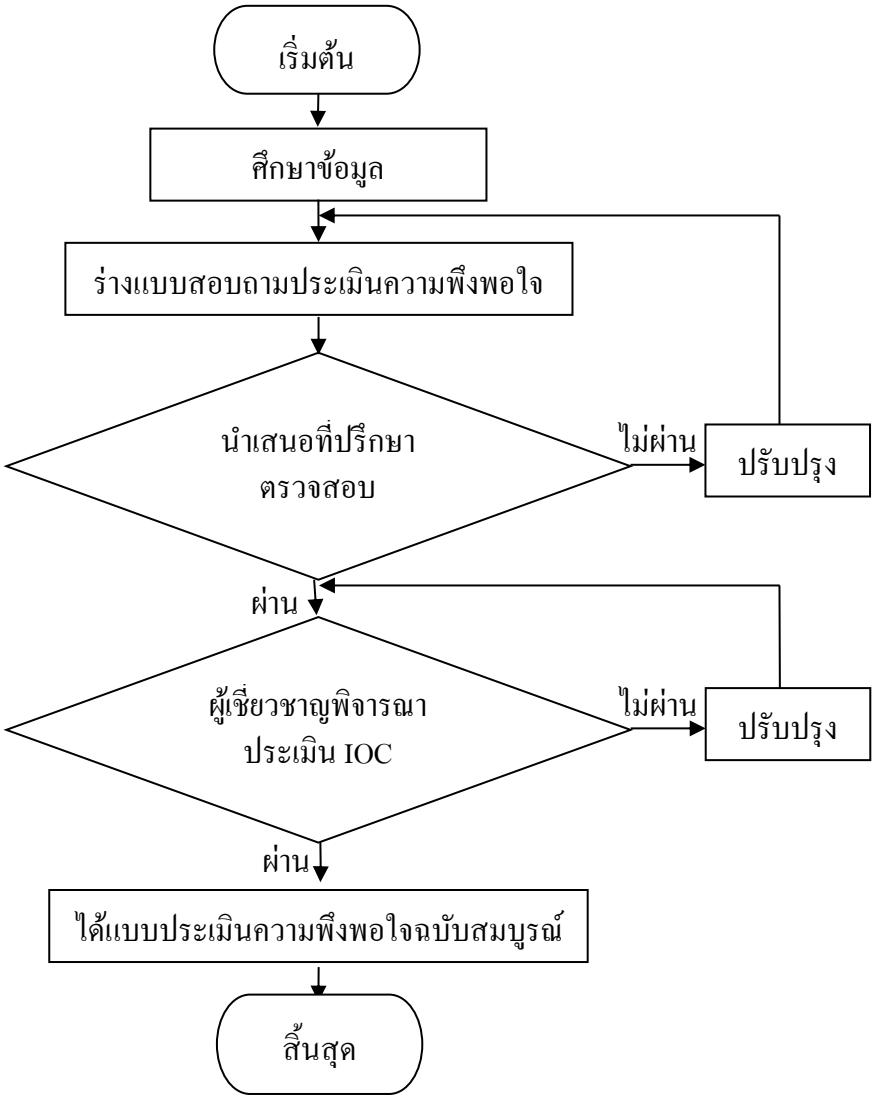
1) แต่งตั้งผู้เชี่ยวชาญ โดยเป็นครู หรือบุคลากรทางการศึกษาที่ความรู้ความสามารถในด้านการสร้างนวัตกรรมทางการศึกษา หรือเป็นครูที่มีความรู้ความสามารถด้านเครื่องกล หรือผู้ที่มีความรู้ความสามารถในด้านการตรวจซ่อมระบบอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ หรือเป็นผู้ที่มีประสบการณ์การสอนมาแล้วอย่างน้อย 10 ปี จำนวน 5 ท่าน

2) สาธิตชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ ให้ผู้เชี่ยวชาญประเมิน

3) ผู้เชี่ยวชาญ ประเมินคุณภาพชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ ทั้ง 4 ด้าน

4) วิเคราะห์ผลการประเมินคุณภาพ โดยนำผลการประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน มาวิเคราะห์ข้อมูลหาคะแนนเฉลี่ย (Mean) และหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

3.3.7 การสร้างแบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียน โดยใช้ชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ซึ่งมีขั้นตอนการสร้าง ดังภาพที่ 3-11 (รายละเอียดแสดงไว้ในภาคผนวก ข หน้าที่ 222-233)



ภาพที่ 3-11 แสดงขั้นตอนการสร้างแบบประเมินความพึงพอใจ

จากภาพที่ 3-11 สามารถอธิบายลำดับขั้นตอนในการสร้างแบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียน โดยใช้ชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ได้ดังนี้

แบบประเมินวัดความพึงพอใจ ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ซึ่งได้กำหนดค่าออกเป็น 5 ระดับ ตามวิธีของลิเคอร์ท (Likert) โดยพิจารณา 3 ด้าน ด้านปัจจัยนำเข้า ด้านกระบวนการ และด้านผลผลิต ดังนี้

1. ด้านปัจจัยนำเข้า

1.1 คำชี้แจงของเอกสารประกอบการสอนของชุดฝึกปฏิบัติ มีความชัดเจน อ่านแล้วเข้าใจง่าย

1.2 เอกสารประกอบการสอนของชุดฝึกปฏิบัติ มีขนาดอักษรที่เหมาะสม

1.3 เนื้อหาที่กำหนดในกิจกรรมการเรียนเหมาะสมกับผู้เรียน

1.4 เวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนเพียงพอต่อการเรียนในเนื้อหาแต่ละใบงาน

1.5 สื่อในกิจกรรมการเรียนมีความหลากหลาย และเหมาะสม

1.6 ใบงาน และแบบฝึกหัดมีความยากง่าย เหมาะสม

2. ด้านกระบวนการ

2.1 กิจกรรมการเรียนการสอนมีความน่าสนใจ

2.2 ขั้นตอนของกิจกรรมการเรียน ผู้เรียนสามารถปฏิบัติได้จริง

2.3 กิจกรรมการเรียนส่งเสริมผู้เรียนให้ศึกษา ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง

2.4 กิจกรรมการเรียนส่งเสริมผู้เรียนให้คำตอบ และแก้ไขปัญหาเป็นทีม

2.5 กิจกรรมการเรียนส่งเสริมผู้เรียนให้ฝึกค้นคว้า รวบรวมข้อมูล และหาความรู้

2.6 กิจกรรมการเรียนส่งเสริมผู้เรียนให้มีวินัย และรับผิดชอบในการทำงาน

2.7 กิจกรรมการเรียนส่งเสริมผู้เรียนได้ประเมิน ปรับปรุงตนเองและยอมรับผู้อื่นตลอดจนใฝ่หาความรู้อย่างต่อเนื่อง

3. ด้านผลผลิต

3.1 ผู้เรียนเกิดความรู้ ทักษะ และลงมือปฏิบัติงานจริงจากการได้ใช้ชุดฝึกปฏิบัติ

3.2 ผู้เรียนสามารถนำความรู้จากการใช้ชุดฝึกปฏิบัติไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

3.3 ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้น

3.4 ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียน

3.5 ผู้เรียนต้องการให้มีชุดฝึกปฏิบัติ ลักษณะนี้ในรายวิชาอื่น ๆ ต่อไป

ผู้วิจัยใช้เกณฑ์การประเมินความพึงพอใจ บุญชม ศรีสะอาด. (2542: 113) และเกณฑ์การแปลความหมายค่าเฉลี่ยใช้เกณฑ์ดังนี้ บุญชุม ศรีสะอาด (2542: 113)

การสร้างแบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ดังนี้

1) ร่างแบบสอบถามประเมินความพึงพอใจ

2) เมื่อร่างแบบสอบถามประเมินความพึงพอใจเสร็จแล้ว นำให้ที่ปรึกษาตรวจสอบ และปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

3) นำแบบสอบถามความพึงพอใจที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขเสร็จแล้ว หาคุณภาพเครื่องมือวิจัยโดยการวัดความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาจากผู้เชี่ยวชาญด้านการศึกษา จำนวน 5 คน หลังจากนั้นวิเคราะห์ผลการหาคุณภาพแบบสอบถามรายข้อ

การหาค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบสอบถามประเมินความพึงพอใจ เป็นการนำผลของผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านมารวมกันคำนวณหาความตรงเชิงเนื้อหา ดัชนีที่ใช้แสดงค่าความสอดคล้อง เรียกว่า ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามและวัตถุประสงค์ (Item-Objective Congruence Index : IOC) โดยผู้เชี่ยวชาญจะต้องประเมินด้วยคะแนน 3 ระดับ คือ

+1 = สอดคล้อง หรือแน่ใจว่าแบบประเมินนั้นสอดคล้องกับวัตถุประสงค์และเนื้อหา
0 = ไม่แน่ใจ แบบประเมินนั้นสอดคล้องกับวัตถุประสงค์และเนื้อหา
-1 = ไม่สอดคล้อง หรือแน่ใจว่าแบบประเมินนั้นไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์และเนื้อหา

ค่าดัชนีความสอดคล้องที่ยอมรับได้ต้องมีค่าตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไปแสดงว่า ข้อคำถามนั้นวัดได้ตรงจุดประสงค์ หรือตรงตามเนื้อหานั้น แสดงว่า ข้อคำถามข้อนั้นใช้ได้

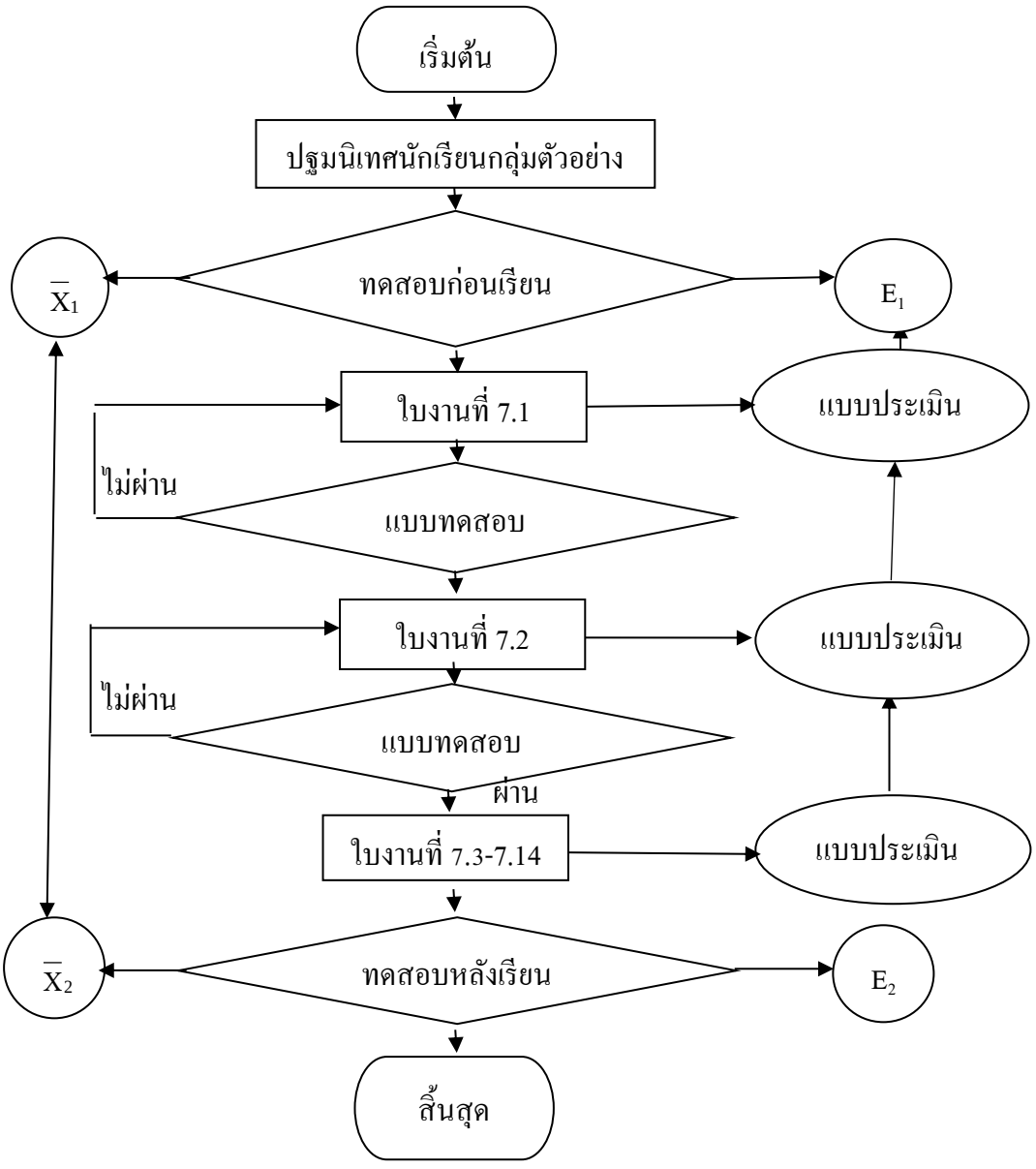
ผลการวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบสอบถามความพึงพอใจโดยผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน ได้ทำการวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบสอบถาม จำนวน 21 ข้อคำถาม และแบ่งเป็น 3 ด้าน พบว่า แบบสอบถามได้รับการสังเคราะห์เหลือข้อคำถาม จำนวน 18 ข้อ ซึ่งผู้เชี่ยวชาญได้วิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบสอบถาม ดังนี้ ด้านปัจจัยนำเข้า มีค่า IOC เฉลี่ยเท่ากับ 0.91 ด้านกระบวนการ มีค่า IOC เฉลี่ยเท่ากับ 0.86 ด้านผลผลิต มีค่า IOC เฉลี่ยเท่ากับ 0.83 ซึ่งอยู่ในผลการพิจารณา ใช้ได้ ทุกด้าน สรุป ผู้เชี่ยวชาญให้ใช้แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียน โดยใช้ชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ นำไปเป็นแบบสอบถามได้

4) ได้แบบสอบถามความพึงพอใจฉบับสมบูรณ์

3.4 การทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

การทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง **<u>ช่วงที่ 2</u>**

ใช้ชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ระหว่างเรียน และทดสอบด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียน กับกลุ่มตัวอย่าง คือนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) แผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์ ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชางานจักรยานยนต์ รหัสวิชา 2101-2102 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 ทั้งหมด การเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) จำนวน 54 คน ดังนี้ ดังภาพที่ 3-12 (รายละเอียดแสดงไว้ในภาคผนวก ข หน้าที่ 216-221)



ภาพที่ 3-12 แสดงขั้นตอนการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

จากภาพที่ 3-12 แสดงขั้นตอนการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์และเอกสารประกอบการสอนเสร็จเรียบร้อยแล้ว จึงนำชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ และเอกสารประกอบการสอนไปดำเนินการทดลองโดยมีลำดับขั้นตอนการทดลองดังนี้

3.4.1 ปฐมนิเทศนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ก่อนการเรียนภาคทฤษฎี

3.4.2 ให้นักเรียนทดสอบความรู้พื้นฐาน (Pre-Test) ด้วยแบบทดสอบก่อน

3.4.3 ให้ความรู้ด้านเนื้อหา เรื่องระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างด้วยกระบวนการเรียนการสอนแบบ MIAP

3.4.4 ให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ทำแบบฝึกหัดหลังเรียน

3.4.5 ให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบเรียนหลังเรียน

3.4.6 ปฐมนิเทศนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ก่อนการเรียนภาคปฏิบัติเกี่ยวกับการใช้ชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ และเอกสารประกอบ เช่นใบขั้นตอนการปฏิบัติงาน (Operation Sheet) ตามใบสั่งงาน (Job Sheet) และใบตรวจงาน (Check Sheet) ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

3.4.7 ให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ลงมือปฏิบัติงานตามใบงานที่มอบหมาย โดยศึกษาตามใบขั้นตอนการปฏิบัติงาน (Operation Sheet) ตามใบสั่งงาน (Job Sheet) และใบตรวจงาน (Check Sheet) ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น และประเมินผลการปฏิบัติงาน

3.4.8 ทดสอบหลังเรียน (Post-Test) หลังจากผู้เรียนผ่านการทดสอบด้วยการใช้ชุดฝึกปฏิบัติการระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

3.4.9 หาประสิทธิภาพทางการเรียน E_1/E_2 โดยหา E_1 จากคะแนนแบบฝึกหัดรวมกับคะแนนใบงานจากการฝึกปฏิบัติกับชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ระหว่างเรียน และหา E_2 จากคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน

3.4.10 นำผลที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดรวมกับคะแนนใบงานจากการฝึกปฏิบัติกับชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ และ ทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์มาวิเคราะห์หาประสิทธิภาพชุดฝึกปฏิบัติการระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์

จากการหาประสิทธิภาพของชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์

E_1 = ผลรวมคะแนนระหว่างเรียน/ผลรวมคะแนนเต็ม × 100

= (3,634/54)/80X100

= 84.11

E_2 = ผลรวมคะแนนสอบ หลังเรียน/ผลรวมคะแนนเต็ม ×100

= (889/54)/20X100

= 82.31

ประสิทธิภาพของชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์นี้ วัดจากร้อยละของคะแนนเฉลี่ยระหว่างเรียน และร้อยละของคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน มีค่าเท่ากับ 84.11/82.31

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.5.1 การวิเคราะห์ข้อมูล นำผลที่ได้จากแบบประเมินคุณภาพของผู้เชี่ยวชาญ นำมาวิเคราะห์ข้อมูล โดยกำหนดระดับคุณภาพ ดังนี้ (ธานินทร์ 2548: 112)

4.50 – 5.00 หมายถึง มีระดับคุณภาพดีมาก

3.50 – 4.49 หมายถึง มีระดับคุณภาพดี

2.50 – 3.49 หมายถึง มีระดับคุณภาพพอใช้

1.50 – 2.49 หมายถึง มีระดับคุณภาพควรปรับปรุง

1.00 – 1.49 หมายถึง มีระดับคุณภาพต้องปรับปรุง

3.5.2 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลการศึกษา คือ ค่าเฉลี่ย (Mean) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ซึ่งมีสูตรดังนี้ (ธานินทร์ 2548:153)

1) คำนวณหาค่าเฉลี่ย (Mean) ของผลการประเมินโดยการใช้สูตร

$$\overline{X} = \frac{\sum X}{N}$$

เมื่อ $\overline{X}$ หมายถึง ค่าเฉลี่ย

$\sum X$ หมายถึง ผลรวมของข้อมูลทั้งหมด

N หมายถึง จำนวนข้อมูลทั้งหมด

2) คำนวณหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ของผลการประเมินโดย

ใช้สูตร S.D. = $\sqrt{\frac{n\sum X^2 - (\sum X)^2}{n\,(n-1)}}$

เมื่อ S.D. หมายถึง ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

X หมายถึง ข้อมูลแต่ละจำนวน

n หมายถึง จำนวนข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง

3.5.3 การวิเคราะห์หาดัชนีความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมกับแบบทดสอบใช้สูตร (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ 2543: 249)

$$\text{สูตร IOC} = \frac{\sum R}{N}$$

ซึ่ง IOC หมายถึง ดัชนีความสอดคล้องระหว่าง -1 ถึง +1

$\sum R$ หมายถึง ผลรวมของการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ

N หมายถึง จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

3.5.4 การวิเคราะห์หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ใช้วิธีหาจากสูตรของคูเดอร์และริชาร์ดสัน การหาความเที่ยงโดยวิธีนี้ เป็นการหาความสัมพันธ์ของคะแนนจากการใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ฉบับเดียว และสอบเพียงครั้งเดียวโดยนำผลการสอบมาคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ ใช้สูตรของคูเดอร์และริชาร์ดสันซึ่งเป็นการหาความเที่ยงของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่มีระบบการให้คะแนนแบบ 0,1 (ผิด 0, ถูก 1)

3.5.5 การวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ

สูตรที่ใช้มี 2 สูตร คือ สูตร KR - 20 กับสูตร KR – 21

เลือก สูตร KR -20 ในกรณีที่ค่าความยากง่ายของข้อสอบแต่ละข้อไม่เท่ากัน

$$R_{KR}\text{-}20 = \frac{K}{K-1}\left[1 - \frac{\sum pq}{S^2}\right]$$

เมื่อ R_{tt} แทน ความเที่ยงของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

K แทน จำนวนข้อสอบ

P แทน ความยากง่ายของข้อสอบแต่ละข้อ (สัดส่วนที่ตอบถูก)

q แทน สัดส่วนที่ตอบผิด (1-p)

N แทน จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่าง

S^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนรวมของแบบทดสอบ

3.5.6 การวิเคราะห์ความแปรปรวน โดยใช้สูตร

จากสูตร

$$S^2 = \frac{N\sum X^2 - (\sum X)^2}{N^2}$$

ซึ่ง X หมายถึง ค่าคะแนน

$\sum X$ หมายถึง ผลรวมของคะแนน

N หมายถึง จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่าง

3.5.7 การหาประสิทธิภาพของชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ โดยใช้สูตร (เสาวนีย์ สิกขาบัณฑิต 2528: 295)

สูตร $E_1 = \frac{\sum X / N}{A} \times 100$

E_1 หมายถึง ประสิทธิภาพของกระบวนการวัดในชุดฝึกปฏิบัติคิดเป็นร้อยละจากการทำใบงานแบบฝึกหัด และ/หรือประกอบกิจกรรมระหว่างเรียน

$\sum X$ หมายถึง คะแนนรวมของผู้เรียนจากการทำใบงานแบบฝึกหัดและ/หรือประกอบกิจกรรม ซึ่งมีลักษะเป็นการวัดผลเป็นระยะๆ

N หมายถึง จำนวนผู้เรียน

A หมายถึง คะแนนเต็มของใบงาน แบบฝึกหัดและ/หรือกิจกรรมรวมกัน

และสูตร $E_2 = \frac{\sum Y / N}{B} \times 100$

E_2 หมายถึง ประสิทธิภาพของชุดชุดฝึกปฏิบัติในการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้เรียน คิดเป็นร้อยละจากการทำแบบทดสอบหลังสอบ และ/หรือประกอบกิจกรรมหลังเรียน

$\sum Y$ หมายถึง คะแนนรวมของผู้เรียนจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนและ/หรือประกอบกิจกรรมหลังเรียน ซึ่งมีลักษะเป็นการวัดผลสรุปรวม

N หมายถึง จำนวนผู้เรียน

B หมายถึง คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียนและ/หรือกิจกรรมหลังเรียน

3.5.8 สถิติ t-test สำหรับการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของคะแนนการทดสอบก่อนเรียน และคะแนนการทดสอบหลังเรียน โดยใช้โปรแกรม SPSS for Windows (Statistical Package for Social Science)

3.5.9 การประเมินความพึงพอใจต่อการใช้ชุดฝึกปฏิบัติการระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ลักษณะแบบประเมิน กำหนดเกณฑ์การตอบไว้ 5 ระดับ โดยระดับน้อยที่สุด กำหนดค่าเป็น 1 คะแนน และระดับมากที่สุด กำหนดค่าเป็น 5 คะแนน ในการแปลความหมาย ของเกณฑ์การประเมินความพึงพอใจ ดังนี้ บุญชม ศรีสะอาด (2542: 113)

คะแนน	5 คะแนน	หมายถึง	พึงพอใจมากที่สุด
คะแนน	4 คะแนน	หมายถึง	พึงพอใจมาก
คะแนน	3 คะแนน	หมายถึง	พึงพอใจปานกลาง
คะแนน	2 คะแนน	หมายถึง	พึงพอใจน้อย
คะแนน	1 คะแนน	หมายถึง	พึงพอใจน้อยที่สุด

เกณฑ์การแปลความหมายค่าเฉลี่ยใช้เกณฑ์ดังนี้ บุญชุม ศรีสะอาด (2542: 113)

ค่าเฉลี่ย	4.51-5.00	หมายถึง	พึงพอใจมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	3.51-4.50	หมายถึง	พึงพอใจมาก
ค่าเฉลี่ย	2.51-3.50	หมายถึง	พึงพอใจปานกลาง
ค่าเฉลี่ย	1.51-2.50	หมายถึง	พึงพอใจน้อย
ค่าเฉลี่ย	1.00-1.50	หมายถึง	พึงพอใจน้อยที่สุด

3.6 รูปแบบการทดลอง

ทดสอบก่อนทดลอง	ทดลอง	ทดสอบหลังทดลอง
O_1	T	O_2

O_1 = ทดสอบก่อนเรียน

T = การจัดการเรียนการสอนโดยใช้ชุดฝึกปฏิบัติการระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์

O_2= ทดสอบหลังเรียน

บทที่ 4
ผลการวิจัย

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกปฏิบัติการระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ซึ่งมีวัตถุประสงค์ เพื่อสร้างชุดฝึกปฏิบัติการระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ เพื่อหาคุณภาพชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดฝึกปฏิบัติการระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากคะแนนเฉลี่ยทดสอบก่อนเรียนและคะแนนเฉลี่ยทดสอบหลังเรียน และเพื่อประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียน โดยใช้ชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ที่สร้าง ใช้สำหรับในการเรียนการสอนวิชางานจักรยานยนต์ รหัสวิชา 2101-2102 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 ข้อ

4.1 การวิเคราะห์หาคุณภาพชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์

4.2 การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์

4.3 การวิเคราะห์ผลการเรียนเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

4.4 การวิเคราะห์ผลความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียน โดยใช้ชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์

4.1 การวิเคราะห์หาคุณภาพชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์

ผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลจากการประเมินคุณภาพชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ทั้ง 4 ด้าน ผลการวิเคราะห์ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญจำนวนทั้ง 5 ท่าน ปรากฏผลดังตารางที่ 4-1 ถึง 4-9 ดังนี้ (รายละเอียดแสดงไว้ในภาคผนวก ข ตารางที่ ข-1 ถึง ข-10 หน้าที่ 184-197)

4.1.1 ผลการประเมินคุณภาพชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ด้านข้อกำหนดในการออกแบบ ผู้วิจัยได้แบ่งรายการประเมินออกเป็น 7 ข้อ ผลการวิเคราะห์ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ปรากฏผลดังตารางที่ 4-1 และ 4-2

ตารางที่ 4-1 แสดงการวิเคราะห์คุณภาพชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ รถจักรยานยนต์ ด้านข้อกำหนดในการออกแบบ

รายการประเมิน / ผู้เชี่ยวชาญ	ด้านข้อกำหนดในการออกแบบ						
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
คนที่ 1	5	5	5	5	5	5	5
คนที่ 2	5	5	5	5	5	5	5
คนที่ 3	5	5	5	5	5	5	5
คนที่ 4	5	5	5	5	5	5	5
คนที่ 5	5	5	5	5	5	5	5
ค่าเฉลี่ย	**5.00**	**5.00**	**5.00**	**5.00**	**5.00**	**5.00**	**5.00**
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**

ตาราง 4-2 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานและความหมายคุณภาพ ของชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ด้านข้อกำหนดในการออกแบบ

(N=5)

รายการประเมิน	**ค่าเฉลี่ย (μ)**	**ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (σ)**	**ความหมาย**
1. ความเหมาะสมของขนาดชุดฝึกปฏิบัติ	5.00	0.00	คุณภาพดีมาก
2. ความเหมาะสมในการจัดวางตำแหน่งอุปกรณ์	5.00	0.00	คุณภาพดีมาก
3. วัสดุที่ใช้ผลิตโครงสร้างมีอยู่ทั่วไป หาง่าย	5.00	0.00	คุณภาพดีมาก
4. ความคงทนแข็งแรง	5.00	0.00	คุณภาพดีมาก
5. ความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน	5.00	0.00	คุณภาพดีมาก
6. สะดวกในการเคลื่อนย้าย	5.00	0.00	คุณภาพดีมาก
7. สะดวกในการเก็บรักษาอุปกรณ์หลังการใช้งาน	5.00	0.00	คุณภาพดีมาก
เฉลี่ยรวม	**5.00**	**0.00**	**คุณภาพดีมาก**

จากตาราง 4-2 พบว่า คุณภาพของชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ รถจักรยานยนต์ ด้านข้อกำหนดในการออกแบบ โดยเฉลี่ยรวมอยู่ในระดับคุณภาพดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.00 และเมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่า ส่วนใหญ่อยู่ระดับคุณภาพดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.00 ทุกหัวข้อ

ผลการวิเคราะห์ข้อเสนอแนะจากแบบสอบถามปลายเปิด ด้านข้อกำหนดในการออกแบบ ผู้เชี่ยวชาญไม่มีข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

4.1.2 ผลการประเมินคุณภาพชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ด้านข้อกำหนดของวัตถุประสงค์การนำไปใช้งาน ผู้วิจัยได้แบ่งรายการประเมินออกเป็น 5 ข้อ ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการประเมินคุณภาพของชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ปรากฏตามตาราง 4-3 และ4-4

ตารางที่ 4-3 แสดงการวิเคราะห์คุณภาพชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ รถจักรยานยนต์ ด้านข้อกำหนดของวัตถุประสงค์การนำไปใช้งาน

รายการ / ผู้เชี่ยวชาญ	ด้านข้อกำหนดของวัตถุประสงค์การนำไปใช้งาน				
	1	**2**	**3**	**4**	**5**
คนที่ 1	5	5	5	5	5
คนที่ 2	5	5	5	4	4
คนที่ 3	5	5	5	5	5
คนที่ 4	5	5	5	5	5
คนที่ 5	5	5	5	5	5
ค่าเฉลี่ย	**5.00**	**5.00**	**5.00**	**4.80**	**4.80**
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.45**	**0.45**

ตารางที่ 4-4 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานและความหมายคุณภาพ ของชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ ด้านข้อกำหนดของวัตถุประสงค์การนำไปใช้งาน

(N=5)

รายการประเมิน	**ค่าเฉลี่ย (μ)**	**ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (σ)**	**ความหมาย**
1. จำลองรหัสปัญหาได้จริง	5.00	0.00	คุณภาพดีมาก
2. การอ่านรหัสปัญหาได้จริง	5.00	0.00	คุณภาพดีมาก
3. การลบรหัสปัญหาได้จริง	5.00	0.00	คุณภาพดีมาก
4. วิเคราะห์รหัสปัญหาได้จริง	4.80	0.45	คุณภาพดีมาก
5. ตรวจสอบอุปกรณ์ระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ได้จริง	4.80	0.45	คุณภาพดีมาก
ค่าเฉลี่ยรวม	**4.92**	**0.18**	**คุณภาพดีมาก**

จากตารางที่ 4-4 พบว่า คุณภาพของชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ด้านข้อกำหนดของวัตถุประสงค์การนำไปใช้งาน โดยเฉลี่ยรวมอยู่ในระดับคุณภาพดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.92 และเมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า รายการประเมินจำลองรหัสปัญหาได้จริง การอ่านรหัสปัญหาได้จริง การลบรหัสปัญหาได้จริง มีคุณภาพดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.00 รองลงมา พบว่ารายการประเมินวิเคราะห์รหัสปัญหาได้จริง ตรวจสอบ อุปกรณ์ระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ได้จริงมี คุณภาพดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.80 ตามลำดับ โดยสรุป ทุกข้อรายการประเมิน อยู่ในระดับคุณภาพดีมาก

ผลการวิเคราะห์ข้อเสนอแนะจากแบบสอบถามปลายเปิดด้านเนื้อหา ผู้เชี่ยวชาญไม่มีข้อเสนอเพิ่มเติม

4.1.3 ผลการประเมินคุณภาพชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ด้านเนื้อหาของชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ผู้วิจัยได้แบ่งรายการประเมินออกเป็น 6 ข้อ ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการประเมินคุณภาพของชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ปรากฏตามตาราง 4-5 และ 4-6

ตารางที่ 4-5 แสดงการวิเคราะห์คุณภาพชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ด้านเนื้อหา

รายการประเมิน / ผู้เชี่ยวชาญ	ด้านเนื้อหา					
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
คนที่ 1	4	4	5	5	5	5
คนที่ 2	5	5	5	5	5	5
คนที่ 3	4	4	5	5	5	5
คนที่ 4	5	5	5	5	5	5
คนที่ 5	5	5	5	5	5	5
ค่าเฉลี่ย	**4.60**	**4.60**	**5.00**	**5.00**	**5.00**	**5.00**
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	**0.54**	**0.54**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**

ตารางที่ 4-6 แสดงค่าเฉลี่ยรวม ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และความหมายคุณภาพชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ด้านเนื้อหา

(N=5)

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย (μ)	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (σ)	ความหมาย
1. เนื้อหามีความถูกต้องตามหลักวิชาการ	4.60	0.54	คุณภาพดีมาก
2. รายละเอียดของเนื้อหาวิชามีความเหมาะสม	4.60	0.54	คุณภาพดีมาก
3. แบบฝึกหัดและเฉลย มีความชัดเจนและเหมาะสม	5.00	0.00	คุณภาพดีมาก
4. ใบขั้นตอนการปฏิบัติงาน มีความเหมาะสมเข้าใจง่าย	5.00	0.00	คุณภาพดีมาก
5. ใบสั่งงาน มีความเหมาะสมเข้าใจง่าย	5.00	0.00	คุณภาพดีมาก
6. ใบตรวจงาน ตรงตามวัตถุประสงค์และเนื้อหา	5.00	0.00	คุณภาพดีมาก
เฉลี่ยรวม	**4.86**	**0.18**	**คุณภาพดีมาก**

จากตารางที่ 4-6 พบว่า คุณภาพของชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ในด้านเนื้อหาโดยเฉลี่ยรวมอยู่ในระดับคุณภาพดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.86 และเมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า รายการประเมินแบบฝึกหัดและเฉลย มีความชัดเจนและเหมาะสม ใบขั้นตอนการปฏิบัติงาน มีความเหมาะสมเข้าใจง่าย ใบสั่งงาน มีความเหมาะสมเข้าใจง่าย ใบตรวจงาน ตรงตามวัตถุประสงค์และเนื้อหา มีคุณภาพดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.00 รองลงมา พบว่า รายการประเมินเนื้อหามีความถูกต้องตามหลักวิชาการ รายละเอียดของเนื้อหาวิชามีความเหมาะสม คุณภาพดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.60 ตามลำดับ โดยสรุป ทุกข้อรายการประเมิน อยู่ในระดับคุณภาพดีมาก

ผลการวิเคราะห์ข้อเสนอแนะจากแบบสอบถามปลายเปิดด้านเนื้อหา ผู้เชี่ยวชาญมีข้อเสนอเพิ่มเติม คือ ควรเพิ่มเติมเนื้อหาในคู่มือการใช้และอธิบายให้ผู้เรียนเข้าใจก่อนการทดลองใช้ชุดฝึกปฏิบัติการระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ เพื่อส่งเสริม และสร้างทักษะความพร้อมทางด้านงานจักรยานยนต์ สำหรับนักเรียนประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีอื่น ๆ

4.1.4 ผลการประเมินคุณภาพชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ด้านประโยชน์ของชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ผู้วิจัยได้แบ่งรายการประเมินออกเป็น 3 ข้อ ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการประเมินคุณภาพของชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ปรากฏตามตาราง 4-7 และ 4-8

ตารางที่ 4-7 แสดงการวิเคราะห์คุณภาพชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ด้านประโยชน์ของชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์

รายการประเมิน / ผู้เชี่ยวชาญ	ด้านประโยชน์ของชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์		
	1	**2**	**3**
คนที่ 1	5	5	5
คนที่ 2	5	5	5
คนที่ 3	5	5	5
คนที่ 4	5	5	5
คนที่ 5	5	5	5
ค่าเฉลี่ย	**5.00**	**5.00**	**5.00**
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	**0.00**	**0.00**	**0.00**

ตารางที่ 4-8 แสดงค่าเฉลี่ยรวม ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และความหมายคุณภาพชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ด้านประโยชน์ของชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์

(N=5)

รายการประเมิน	**ค่าเฉลี่ย (μ)**	**ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (σ)**	**ความหมาย**
1. จัดประสบการณ์การเรียนรู้ให้กับผู้เรียนเสมือนจริง	5.00	0.00	คุณภาพดีมาก
2. ช่วยกระตุ้นและสร้างความสนใจให้กับผู้เรียน	5.00	0.00	คุณภาพดีมาก
3. ช่วยให้ผู้เรียนได้คิด แก้ปัญหาเป็น และตัดสินใจได้	5.00	0.00	คุณภาพดีมาก
เฉลี่ยรวม	**5.00**	**0.00**	**คุณภาพดีมาก**

จากตาราง 4-8 พบว่า คุณภาพของชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ในด้านประโยชน์ของชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ โดยเฉลี่ยรวมอยู่ในระดับคุณภาพดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.00 และเมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า อยู่ระดับคุณภาพดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.00 ทุกหัวข้อ

ผลการวิเคราะห์ข้อเสนอแนะจากแบบสอบถามปลายเปิด ด้านข้อกำหนดในการออกแบบผู้เชี่ยวชาญไม่มีข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

4.1.5 ผู้วิจัยได้รวบรวมผลการประเมินคุณภาพชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ทั้ง 4 ด้าน คือด้านข้อกำหนดในการออกแบบ ด้านข้อกำหนดของวัตถุประสงค์การนำไปใช้งาน ด้านเนื้อหา และด้านประโยชน์ของชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ ผลการวิเคราะห์ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ปรากฏผลดังตารางที่ 4-9

ตารางที่ 4-9 แสดงภาพรวมของค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และความหมายคุณภาพของชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ทั้ง 4 ด้าน

(N=5)

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย (μ)	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (σ)	ความหมาย
1. ด้านข้อกำหนดในการออกแบบ	5.00	0.00	คุณภาพดีมาก
2. ด้านข้อกำหนดของวัตถุประสงค์การนำไปใช้งาน	4.92	0.18	คุณภาพดีมาก
3. ด้านเนื้อหา	4.86	0.18	คุณภาพดีมาก
4. ด้านประโยชน์ของชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิง	5.00	0.00	คุณภาพดีมาก
ภาพรวม	**4.94**	**0.09**	**คุณภาพดีมาก**

จากตารางที่ 4-9 พบว่า คุณภาพชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ในภาพรวมทั้ง 4 ด้าน โดยเฉลี่ยรวม อยู่ในระดับคุณภาพดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.94 เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านโดยมีด้านข้อกำหนดในการออกแบบ และด้านประโยชน์ของชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ โดยเฉลี่ยรวม อยู่ในระดับคุณภาพดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.00 รองลงมาด้านข้อกำหนดของวัตถุประสงค์การนำไปใช้งาน โดยเฉลี่ยรวม อยู่ในระดับคุณภาพดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.92 และลำดับสุดท้ายเป็นด้านเนื้อหา โดยเฉลี่ยรวม อยู่ในระดับคุณภาพดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.86 และเมื่อพิจารณาเป็นโดยร่วม พบว่า ส่วนใหญ่อยู่ระดับคุณภาพดีมาก

ผลการวิเคราะห์ข้อเสนอแนะจากแบบสอบถามปลายเปิด ในภาพรวมทั้ง 4 ด้าน ผู้เชี่ยวชาญบางท่านมีข้อเสนอแนะเพิ่มเติม คือ ควรเพิ่มเติมเนื้อหาในคู่มือการใช้และอธิบายให้นักเรียนเข้าใจก่อนการทดลองใช้ ชุดฝึกปฏิบัติการระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ เพื่อส่งเสริมและสร้างทักษะความพร้อมทางด้านงานจักรยานยนต์ สำหรับนักเรียนประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีอื่น ๆ

4.2 การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์

จากการนำชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 54 คน เพื่อเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ผล หาประสิทธิภาพชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ซึ่งมีประสิทธิภาพ 84.11/82.31 ปรากฏดังตารางที่ 4-10 และ 4-11 (รายละเอียดแสดงไว้ในภาคผนวก ข ตารางที่ ข-11 ถึง ข-14 หน้าที่ 210-216)

ตารางที่ 4-10 แสดงคะแนนจากการทำใบงานของชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ระหว่างเรียน และทำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์หลังเรียนของกลุ่มตัวอย่าง

คะแนนทำใบงานของชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ระหว่างเรียน															รวม	ก่อนเรียน	หลังเรียน
ใบงานที่	7.1	7.2	7.3	7.4	7.5	7.6	7.7	7.8	7.9	7.10	7.11	7.12	7.13	7.14			
ผู้เรียน	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	140	80	20
1	8	9	10	9	9	9	8	8	7	9	9	9	9	9	122	70	17
2	9	9	9	9	8	7	9	8	7	8	9	9	9	9	119	68	17
3	9	6	9	7	7	9	9	9	8	9	8	8	9	9	116	66	17
4	9	8	9	7	6	9	9	7	9	8	9	9	9	9	117	67	18
5	8	9	9	8	9	6	9	8	8	9	7	9	9	9	117	67	12
6	8	9	9	8	9	9	9	9	9	8	7	9	8	8	119	68	16
7	9	9	7	9	9	9	9	9	9	8	7	8	7	7	116	66	15
8	8	7	8	9	9	9	9	7	9	9	9	9	9	9	120	69	16
9	7	8	8	7	9	9	9	9	9	9	9	9	8	8	118	67	17
10	9	9	9	6	8	8	9	9	9	9	9	9	9	9	121	69	17
11	8	8	9	8	8	9	9	9	9	9	7	8	7	7	115	66	17
12	7	8	8	7	8	8	9	9	9	9	9	9	9	9	118	67	15
13	9	9	7	9	9	7	9	9	8	9	8	9	9	9	120	69	15
14	8	8	8	8	7	9	8	9	9	9	9	7	8	7	114	65	17
15	9	9	9	9	9	8	8	9	8	7	8	7	8	8	116	66	17
16	8	8	8	7	8	8	8	9	9	9	9	9	9	9	118	67	17
17	9	9	9	9	8	9	8	9	7	8	8	8	9	9	119	68	16
18	8	8	9	7	8	8	8	9	9	7	8	9	9	9	116	66	15
19	8	8	9	9	9	9	8	9	9	9	8	7	9	9	120	69	16
20	9	8	9	8	9	9	8	9	9	9	8	9	8	7	119	68	17

ตารางที่ 4-10 (ต่อ) แสดงคะแนนจากการทำใบงานของชุดฝึกปฏิบัติระบบจุดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ระหว่างเรียน และทำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์หลังเรียนของกลุ่มตัวอย่าง

คะแนนทำใบงานของชุดฝึกปฏิบัติระบบจุดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ระหว่างเรียน															รวม	ก่อนเรียน	หลังเรียน
ใบงานที่	7.1	7.2	7.3	7.4	7.5	7.6	7.7	7.8	7.9	7.10	7.11	7.12	7.13	7.14			
ผู้เรียน	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	140	80	20
21	9	8	9	8	9	9	8	9	9	9	8	9	8	8	120	69	15
22	9	8	9	8	9	9	8	9	9	9	8	9	8	7	119	68	19
23	9	8	9	8	9	9	8	9	9	9	8	9	8	8	120	69	17
24	9	8	7	8	9	9	8	9	9	9	8	9	8	7	117	67	14
25	9	6	9	8	9	9	8	9	9	9	8	9	8	7	117	67	16
26	9	8	9	8	7	9	8	9	9	9	8	9	8	8	118	67	17
27	9	7	7	8	9	9	8	9	9	9	8	9	8	7	116	66	18
28	9	8	9	8	9	9	8	7	9	9	8	9	8	7	117	67	18
29	7	8	9	7	7	9	8	9	9	9	8	7	8	8	113	65	17
30	9	8	9	8	9	9	8	9	9	7	8	9	8	7	117	67	17
31	7	7	9	8	7	9	8	9	9	9	8	9	8	8	115	66	17
32	9	8	9	9	9	9	8	9	9	9	8	9	8	7	120	69	15
33	9	9	8	8	7	9	8	9	9	9	8	8	8	7	116	66	16
34	7	8	9	9	9	9	8	9	9	9	8	9	8	8	119	68	19
35	9	8	9	8	9	9	8	9	9	9	8	9	8	7	119	68	16
36	9	7	9	8	9	9	8	9	9	9	8	9	8	7	118	67	17
37	9	8	8	9	7	9	8	9	9	9	8	8	8	8	117	67	16
38	7	8	9	8	9	9	8	9	9	9	8	9	8	7	117	67	15
39	9	8	9	9	9	9	8	9	9	9	8	9	8	7	120	69	17
40	9	7	8	8	7	9	8	9	9	9	8	9	8	8	116	66	18
41	7	8	9	8	9	9	8	9	9	9	8	8	8	7	116	66	16
42	9	8	9	9	7	9	8	9	9	9	8	9	8	7	118	67	17
43	9	7	7	8	9	9	8	9	9	9	8	9	8	7	116	66	17
44	7	8	9	7	9	9	8	9	9	9	8	8	8	8	116	66	17
45	9	8	9	8	9	9	8	9	9	9	8	9	8	9	121	69	17
46	9	8	9	8	9	9	8	7	9	9	8	9	8	7	117	67	17

ตารางที่ 4-10 (ต่อ) แสดงคะแนนจากการทำใบงานของชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ระหว่างเรียน และทำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์หลังเรียนของกลุ่มตัวอย่าง

คะแนนทำใบงานของชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ระหว่างเรียน															รวม	ก่อนเรียน	หลังเรียน
ใบงานที่	7.1	7.2	7.3	7.4	7.5	7.6	7.7	7.8	7.9	7.10	7.11	7.12	7.13	7.14			
ผู้เรียน	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	140	80	20
47	9	8	9	8	9	9	9	9	9	9	8	9	8	9	122	70	18
48	9	8	9	8	9	9	8	9	9	9	8	9	8	7	119	68	17
49	9	8	9	8	9	9	8	9	9	7	9	9	8	9	120	69	15
50	9	8	7	6	9	9	8	7	7	9	8	9	8	7	111	63	16
51	8	8	8	8	9	8	9	9	9	9	8	9	7	7	116	66	17
52	9	8	9	9	7	9	8	9	9	7	9	9	8	9	119	68	15
53	8	8	9	8	9	7	9	9	9	9	8	9	8	7	117	67	15
54	9	8	8	8	9	9	8	9	9	9	8	9	8	9	120	69	17
รวม ($\sum X$)															6,359	3,634	889
เฉลี่ย ($\overline{X}$)															117.8	67	16
รวมเฉลี่ยร้อยละ															84.11	84.11	82.31

การหาประสิทธิภาพของชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์

วัดจากร้อยละของคะแนนเฉลี่ยระหว่างเรียนและร้อยละของคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน

Efficiency $E_1 : E_2$

E_1 ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยระหว่างเรียน

E_2 ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน

สูตร $$E_1 = \frac{\sum X / N}{A} \times 100$$

$\sum X$ หมายถึง คะแนนรวมของผู้เรียนจากการทำแบบใบงาน และ/หรือประกอบกิจกรรม ซึ่งมีลักษะเป็นการวัดผลเป็นระยะ ๆ

N หมายถึง จำนวนผู้เรียน

A หมายถึง คะแนนเต็มของแบบใบงานและ/หรือกิจกรรมทุกชั้นรวมกัน

โดยที่ E_1 = ผลรวมคะแนนระหว่างเรียน/ผลรวมคะแนนเต็ม × 100

= (3,634/54)/80X100

= 84.11

$$E_2 = \frac{\sum Y / N}{B} \times 100$$

$\sum Y$ หมายถึง คะแนนรวมของผู้เรียนจากการและทำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์เรียน และ/หรือประกอบกิจกรรมหลังเรียน ซึ่งมีลักษะเป็นการวัดผลสรุปรวม

N หมายถึง จำนวนผู้เรียน

B หมายถึง คะแนนเต็มของทำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์สอบหลังเรียนและ/หรือกิจกรรมหลังเรียน

E_2 = ผลรวมคะแนนสอบ หลังเรียน/ผลรวมคะแนนเต็ม × 100

= (889/54)/20X100

= 82.31

ประสิทธิภาพของชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์นี้ วัดจากร้อยละของคะแนนเฉลี่ยระหว่างเรียน และร้อยละของคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน มีค่าเท่ากับ 84.11/82.31

ตารางที่ 4-11 แสดงผลการหาประสิทธิภาพของชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์

รายการ	N	$\sum$X	**μ**	ร้อยละ
คะแนนระหว่างเรียน	54	3,634	67	84.11
คะแนนทำแบบทดสอบ	54	889	16	82.31

จากตารางที่ 4-11 พบว่า นักเรียนกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 54 คน ทำใบงาน กิจกรรม หรือแบบประเมินได้ถูกต้องเฉลี่ยร้อยละ 84.11 ของคะแนนรวมทั้งหมด ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 80 ตัวแรกที่ตั้งไว้ และทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ถูกต้องเฉลี่ยร้อยละ 82.31 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 ตัวหลังที่ตั้งไว้ ซึ่งแสดงว่า ชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80 จริง

4.3 การวิเคราะห์ผลการเรียนเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

จากการทดสอบพื้นฐานความรู้ของกลุ่มตัวอย่าง ก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่า ความแตกต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบพื้นฐานความรู้ของกลุ่มตัวอย่างก่อนเรียน และหลังเรียน ดังปรากฏผลในตารางที่ 4-12 (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ข ตารางที่ ข-15 และ ข-16 หน้า 220)

ตารางที่ 4-12 แสดงผลการวิเคราะห์การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนก่อนและหลังเรียนด้วยชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์

การทดสอบ	N	μ	σ	t	Sig.
ก่อนเรียน	54	2.30	1.733	46.867	.000
หลังเรียน	54	16.46	1.239		

จากตารางที่ 4-12 ผลการวิเคราะห์การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนก่อนและหลังเรียนด้วยชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ พบว่า ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนก่อนและหลังเรียนด้วยชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งแสดงว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ สูงกว่าผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนซึ่งเป็นไปตามสมมติฐาน

4.4 การวิเคราะห์ผลความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียน โดยใช้ชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์

จากการนำแบบสอบถามความคิดเห็นไปสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการใช้ชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์กับกลุ่มตัวอย่าง นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ แผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 54 คน ที่เรียนวิชางานจักรยานยนต์ เพื่อเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ผล หาความพึงพอใจทั้ง 3 ด้าน ดังปรากฏผลในตารางที่ 4-13 ถึงตารางที่ 4-16 (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ข ตารางที่ ข-17 ถึง ข-21หน้า 225-233)

4.4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียน โดยใช้ชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ด้านปัจจัยนำเข้า ซึ่งผู้วิจัยได้แบ่งรายการประเมินออกเป็น 6 ข้อ ดังปรากฏผลในตารางที่ 4-13

ตารางที่ 4-13 แสดงค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนโดยใช้ชุดฝึกปฏิบัติการระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ด้านปัจจัยนำเข้า

(N=54)

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย (μ)	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (σ)	ระดับความพึงพอใจ
1. คำชี้แจงของเอกสารประกอบชุดฝึกปฏิบัติมีความชัดเจน อ่านแล้วเข้าใจง่าย	4.57	0.56	ระดับมากที่สุด
2. เอกสารประกอบชุดฝึกปฏิบัติมีขนาดอักษรที่เหมาะสม	4.46	0.57	ระดับมาก
3. เนื้อหาที่กำหนดในเอกสารประกอบชุดฝึกปฏิบัติเหมาะสมกับนักเรียน	4.48	0.60	ระดับมาก
4. เวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนเพียงพอต่อการเรียนในเนื้อหาแต่ละใบงาน	4.31	0.72	ระดับมาก
5. สื่อในกิจกรรมการเรียนมีความเหลากหลายและเหมาะสม	4.80	0.47	ระดับมากที่สุด
6. ใบงาน และแบบฝึกหัดมีความยากง่ายเหมาะสม	4.27	0.68	ระดับมาก
ค่าเฉลี่ยรวม	**4.48**	**0.60**	**ระดับมาก**

จากตารางที่ 4-13 แสดงค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนโดยใช้ชุดฝึกปฏิบัติการระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ด้านปัจจัยนำเข้า นักเรียนจำนวน 54 คน แผนกวิชาช่างยนต์ มีความพึงพอใจโดยเฉลี่ยรวมอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.48 เมื่อจำแนกรายข้อพบว่า หัวข้อสื่อในกิจกรรมการเรียนมีความหลากหลาย และเหมาะสม มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.80 รองลงมา คือ หัวข้อคำชี้แจงของเอกสารประกอบชุดฝึกปฏิบัติฯ มีความชัดเจน อ่านแล้วเข้าใจง่าย มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.57 รองลงมา คือ หัวข้อเนื้อหาที่กำหนดในเอกสารประกอบชุดฝึกปฏิบัติเหมาะสมกับนักเรียน มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.48 รองลงมา คือ หัวข้อเอกสารประกอบชุดฝึกปฏิบัติฯมีขนาดอักษรที่เหมาะสม มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.46 รองลงมา คือ หัวข้อเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนเพียงพอต่อการเรียน

ในเนื้อหาแต่ละใบงาน มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.31 และลำดับสุดท้าย คือ หัวข้อใบงาน และแบบฝึกหัดมีความยากง่ายเหมาะสม อยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.27 ตามลำดับ

4.4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียน โดยใช้ชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ด้านกระบวนการ ผู้วิจัยได้แบ่งรายการประเมินออกเป็น 7 ข้อ ดังปรากฏผลในตารางที่ 4-14

ตารางที่ 4-14 แสดงค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนโดยใช้ชุดฝึกปฏิบัติการระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ด้านกระบวนการ

(N=54)

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย (μ)	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (σ)	ระดับความพึงพอใจ
1. กิจกรรมการเรียนการสอนมีความน่าสนใจ	4.50	0.44	ระดับมากที่สุด
2. ขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนนักเรียนสามารถปฏิบัติได้	4.50	0.54	ระดับมากที่สุด
3. กิจกรรมการเรียนส่งเสริมผู้เรียนได้ศึกษาและลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง	4.60	0.44	ระดับมากที่สุด
4. กิจกรรมการเรียนส่งเสริมผู้เรียนค้นหาคำตอบและแก้ไขปัญหาเป็นทีม	4.10	0.42	ระดับมาก
5. กิจกรรมการเรียนส่งเสริมผู้เรียน ฝึกปฏิบัติ	4.50	0.42	ระดับมากที่สุด
6. กิจกรรมการเรียนส่งเสริมผู้เรียนให้มีวินัย และรับผิดชอบในการทำงาน	4.20	0.44	ระดับมาก
7. กิจกรรมการเรียนส่งเสริมผู้เรียนได้ประเมินปรับปรุงตนเองและยอมรับผู้อื่น ตลอดจนใฝ่หาความรู้อย่างต่อเนื่อง	4.30	0.45	ระดับมาก
ค่าเฉลี่ยรวม	**4.39**	**0.45**	**ระดับมาก**

จากตารางที่ 4-14 แสดงค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนโดยใช้ชุดฝึกปฏิบัติการระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ด้านกระบวนการ นักเรียน จำนวน 54 คน แผนกวิชาช่างยนต์ มีความพึงพอใจโดยเฉลี่ยรวมอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.39 เมื่อจำแนกรายข้อ พบว่า หัวข้อกิจกรรมการเรียนส่งเสริมผู้เรียนได้

ศึกษาและลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.60 รองลงมา คือ หัวข้อกิจกรรมการเรียนการสอนมีความน่าสนใจ มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.50 รองลงมา คือ หัวข้อขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนนักเรียนสามารถปฏิบัติได้ มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.50 รองลงมา คือ หัวข้อกิจกรรมการเรียนส่งเสริมผู้เรียน ฝึกปฏิบัติ มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.50 รองลงมา คือ หัวข้อกิจกรรมการเรียนส่งเสริมผู้เรียนได้ประเมิน ปรับปรุงตนเองและยอมรับผู้อื่น ตลอดจนใฝ่หาความรู้อย่างต่อเนื่อง อยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.30 รองลงมา คือ หัวข้อกิจกรรมการเรียนส่งเสริมผู้เรียนให้มีวินัย และรับผิดชอบในการทำงาน อยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.20 และลำดับสุดท้าย คือหัวข้อกิจกรรมการเรียนส่งเสริมผู้เรียนค้นหาคำตอบและแก้ไขปัญหาเป็นทีม มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.10 ตามลำดับ

4.4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียน โดยใช้ชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ด้านผลผลิต ผู้วิจัยได้แบ่งรายการประเมินออกเป็น 5 ข้อ ดังปรากฏผลในตารางที่ 4-15

ตารางที่ 4-15 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนโดยใช้ชุดฝึกปฏิบัติการระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ด้านผลผลิต

(N=54)

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย (μ)	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (σ)	ระดับความพึงพอใจ
1. ผู้เรียนเกิดความรู้ ทักษะ และลงมือปฏิบัติงานจริงจากการได้ใช้ชุดฝึกปฏิบัติฯ	4.85	0.44	ระดับมากที่สุด
2. ผู้เรียนสามารถนำความรู้จากการใช้ชุดฝึกปฏิบัติไปใช้ในชีวิตประจำวันได้	4.60	0.45	ระดับมากที่สุด
3. ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้น	4.52	0.43	ระดับมากที่สุด
4. ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียน	4.55	0.44	ระดับมากที่สุด
5. ผู้เรียนต้องการให้มีชุดฝึกปฏิบัติ ลักษณะนี้ในรายวิชาอื่น ๆ ต่อไป	4.51	0.42	ระดับมากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวม	**4.61**	**0.44**	**ระดับมากที่สุด**

จากตารางที่ 4-15 แสดงค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนโดยใช้ชุดฝึกปฏิบัติการระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ด้านผลผลิต

นักเรียน จำนวน 54 คน แผนกวิชาช่างยนต์ มีความพึงพอใจโดยเฉลี่ยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.61 เมื่อจำแนกรายข้อ พบว่า หัวข้อผู้เรียนเกิดความรู้ ทักษะ และลงมือปฏิบัติงานจริงจากการได้ใช้ชุดฝึกปฏิบัติ มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.85 รองลงมา คือ หัวข้อผู้เรียนสามารถนำความรู้จากการใช้ชุดฝึกปฏิบัติ ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.60 รองลงมา คือ หัวข้อผู้เรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียน มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.55 รองลงมา คือ หัวข้อผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้น มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.52 และลำดับสุดท้าย คือ หัวข้อผู้เรียนต้องการให้มีชุดฝึกปฏิบัติลักษณะนี้ในรายวิชาอื่น ๆ ต่อไป มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.51 ตามลำดับ

4.4.4 การวิเคราะห์ผลความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียน โดยใช้ชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ด้านปัจจัยนำเข้า ด้านกระบวนการ และด้านผลผลิต จากกลุ่มตัวอย่าง คือนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ แผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 54 คน ที่เรียนวิชางานจักรยานยนต์ เพื่อเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ผล หาความพึงพอใจทั้ง 3 ด้าน ดังปรากฏผลในตารางที่ 4-16

ตารางที่ 4-16 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนโดยใช้ชุดฝึกปฏิบัติการระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ภาพรวมทั้ง 3 ด้าน

(N=54)

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย (μ)	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (σ)	ระดับความพึงพอใจ
1. ด้านปัจจัยนำเข้า	4.48	0.60	ระดับมาก
2. ด้านกระบวนการ	4.39	0.45	ระดับมาก
3. ด้านผลผลิต	4.61	0.44	ระดับมากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวม	**4.50**	**0.49**	**ระดับมากที่สุด**

จากตารางที่ 4-16 แสดงค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนโดยใช้ชุดฝึกปฏิบัติการระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ในภาพรวมทั้ง 3 ด้าน คือ ด้านปัจจัยนำเข้า ด้านกระบวนการ และด้านผลผลิต กับกลุ่มตัวอย่างนักเรียน จำนวน 54 คน แผนกวิชาช่างยนต์ มีความพึงพอใจโดยเฉลี่ยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.50 เมื่อจำแนกรายด้าน พบว่า ด้านผลผลิต มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.61 รองลงมา คือ ด้านปัจจัยนำเข้า มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.48 และลำดับสุดท้าย คือด้านกระบวนการ มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.39 ตามลำดับ

บทที่ 5
สรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) มีวัตถุประสงค์ของการวิจัย คือ เพื่อสร้างชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ เพื่อหาคุณภาพชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ เพื่อหาประสิทธิภาพชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากคะแนนเฉลี่ยทดสอบก่อนเรียนและคะแนนเฉลี่ยทดสอบหลังเรียน และเพื่อประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนโดยใช้ชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ โดยมีสมมติฐานในการวิจัย คือ ชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ที่สร้างขึ้นต้องผ่านเกณฑ์การประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่านไม่ต่ำกว่าในระดับคุณภาพดี ($\overline{X}$ = 3.50) ประสิทธิภาพของชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ที่สร้างขึ้น สามารถนำไปเป็นสื่อการเรียนการสอนวิชางานจักรยานยนต์ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาได้โดยไม่ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากคะแนนเฉลี่ยของการทดสอบก่อนเรียน และคะแนนเฉลี่ยของการทดสอบหลังเรียน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติไม่ต่ำกว่า ระดับ 0.05 และทดลอง 2 ช่วง <u>ช่วงที่ 1</u> หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทั้งฉบับ กับกลุ่มทดลอง คือ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษาที่ 2560 ที่ผ่านการเรียนวิชางานจักรยานยนต์มาแล้ว จำนวน 20 คน <u>ช่วงที่ 2</u> ใช้ชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ เอกสารประกอบการสอนงานจักรงานยนต์ ระหว่างเรียน และทดสอบด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียน กับกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ กับกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษาที่ 2560 จำนวน 54 คน โดยดำเนินการวัดความรู้พื้นฐานก่อนเรียน (Pre-test) ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ผู้วิจัยทำขึ้น เมื่อจบบทเรียนทำการทดสอบวัดผลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Post-test) หลังจากนั้นนำคะแนนที่ได้จากการทำใบงานและแบบทดสอบมาทำการคำนวณหาค่าประสิทธิภาพ และทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของคะแนนที่ได้จากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยสถิติ t-test ซึ่งสามารถสรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะได้ดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกปฏิบัติการระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์

5.1.1 ผลการประเมินคุณภาพชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์จากผู้เชี่ยวชาญ ทั้ง 5 ท่าน ในภาพรวม อยู่ในระดับคุณภาพดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.94 เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านโดยมี ด้านข้อกำหนดในการออกแบบ และด้านประโยชน์ของชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ โดยเฉลี่ยรวม อยู่ในระดับคุณภาพดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.00 เช่นกัน รองลงมา คือ ด้านข้อกำหนดของวัตถุประสงค์การนำไปใช้งานโดยเฉลี่ยรวม อยู่ในระดับคุณภาพดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.92 และลำดับสุดท้ายเป็นด้านเนื้อหา โดยเฉลี่ยรวม อยู่ในระดับคุณภาพดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.86 และเมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ส่วนใหญ่ก็จะอยู่ระดับคุณภาพดีมากทุกด้าน ส่วนในข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญ ไม่มีข้อเสนอแนะเพิ่มเติม สรุปว่า ชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ มีคุณภาพอยู่ในระดับคุณภาพดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.94

5.1.2 ผลการหาประสิทธิภาพชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์จากการนำชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 54 คน ทำใบงาน กิจกรรม หรือแบบประเมินของชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ระหว่างเรียน และทำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วัดจากร้อยละของคะแนนเฉลี่ยระหว่างเรียน มีค่าเท่ากับ 84.11 และวัดจากร้อยละของคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน มีค่าเท่ากับ 82.31

5.1.3 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากคะแนนเฉลี่ยทดสอบก่อนเรียนและคะแนนเฉลี่ยทดสอบหลังเรียน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้ชุดฝึกปฏิบัติการระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ พบว่า ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนก่อนและหลังเรียนด้วยชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งแสดงว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ สูงกว่าผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐาน

5.1.4 ผลความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียน โดยใช้ชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ จากการนำแบบสอบถามความคิดเห็นไปสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการใช้ชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ กับกลุ่มตัวอย่าง นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ แผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 54 คน พบว่า ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียน

โดยใช้ชุดฝึกปฏิบัติการระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ในภาพรวมทั้ง 3 ด้าน คือ ด้านปัจจัยนำเข้า ด้านกระบวนการ และด้านผลผลิต มีความพึงพอใจโดยเฉลี่ยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.50 เมื่อจำแนกรายด้าน พบว่า ด้านผลผลิต มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.61 รองลงมา คือ ด้านปัจจัยนำเข้า มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.48 และลำดับสุดท้าย คือ ด้านกระบวนการ มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.39 ตามลำดับ

5.2 อภิปรายผล

จากผลการวิจัยการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกปฏิบัติการระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ผู้วิจัยได้นำมาอภิปรายผล ดังนี้

5.2.1 จากการประเมินคุณภาพของชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่านในภาพรวม อยู่ในระดับคุณภาพดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.94 เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน โดยมีด้านข้อกำหนดในการออกแบบ และด้านประโยชน์ของชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ โดยเฉลี่ยรวม อยู่ในระดับคุณภาพดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.00 เช่นกัน รองลงมา คือ ด้านข้อกำหนดของวัตถุประสงค์การนำไปใช้งาน โดยเฉลี่ยรวม อยู่ในระดับคุณภาพดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.92 และลำดับสุดท้ายเป็น ด้านเนื้อหา โดยเฉลี่ยรวม อยู่ในระดับคุณภาพดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.86 เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ส่วนใหญ่จะอยู่ระดับคุณภาพดีมากทุกด้าน ส่วนในข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญ มีข้อเสนอแนะเพิ่มเติมบ้าง สรุปว่า ชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีมีคุณภาพอยู่ในระดับคุณภาพดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.94 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ระดับคุณภาพดี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.50 ในข้อสมมติฐานที่ตั้งไว้ ผลการวิจัยจะเห็นได้ว่า ชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ สามารถนำไปใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนเรื่องระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ รายวิชางานจักรยานยนต์ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) พุทธศักราช 2556

5.2.2 ผลการหาประสิทธิภาพชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ได้ทดลองใช้ชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ กับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) แผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์ ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชางานจักรยานยนต์ รหัสวิชา 2101- 2102 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 พบว่า นักเรียนกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 54 คน ทำใบงาน กิจกรรม หรือแบบประเมินได้ถูกต้องเฉลี่ยร้อยละ 84.11 ของคะแนนรวมทั้งหมด ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 ตัวแรกที่ตั้งไว้ แล้วทำ

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ถูกต้องเฉลี่ยร้อยละ 82.31 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 ตัวหลังที่ตั้งไว้ ซึ่งแสดงว่าชุดฝึกปฏิบัติการระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ที่ผู้วิจัยสร้างมีประสิทธิภาพ 84.11/82.31 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80 จริง สอดคล้องกับงานวิจัยของ นันทชัย โลหะโรจน์วิเชียร. (2551). ซึ่งได้ศึกษาการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรม เรื่องการทำงานและการติดตั้งระบบฉีดเชื้อเพลิงก๊าซแอลพีจี ที่ปรับแต่งด้วยระบบคอมพิวเตอร์ ผลการวิจัยพบว่า ชุดฝึกอบรมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 92.82/87.65 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 80/80 หลังจากผู้เข้ารับการอบรมแล้วมีความรู้ในเนื้อหาสูงขึ้นกว่าเดิมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และยังสอดคล้องงานวิจัยของ พินิต แก้วพระ (2555) ซึ่งได้ศึกษา การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดจำลองปัญหาข้อขัดข้องระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ผลการวิจัยพบว่า ทุกด้านมีค่าเฉลี่ยมากกว่า 4.51 อยู่ในเกณฑ์ระดับคุณภาพดีมาก ส่วนการหาประสิทธิภาพ พบว่ามีค่า E_1/E_2 เท่ากับ 92.96/91.50 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ 80/80

5.2.3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากคะแนนเฉลี่ยทดสอบก่อนเรียนและคะแนนเฉลี่ยทดสอบหลังเรียน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้ชุดฝึกปฏิบัติการระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ พบว่า ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนก่อนและหลังเรียนด้วยชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งแสดงว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ สูงกว่าผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานทั้งนี้ เพราะการที่นักเรียนได้เรียนด้วยชุดฝึกปฏิบัติการระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ เป็นกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติจริง ได้มีการใช้ความคิดควบคู่กับการลงมือทำ ผนวกกับรูปแบบการเรียนรู้ที่เห็นภาพสถานการณ์จริง ซึ่งนักเรียนได้แลกเปลี่ยนประสบการณ์เรียนรู้กับผู้อื่น ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ นันทชัย โลหะโรจน์วิเชียร. (2551). ได้ศึกษา เรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรม เรื่อง การทำงานและการติดตั้งระบบฉีดเชื้อเพลิงก๊าซแอลพีจี ที่ปรับแต่งด้วยระบบคอมพิวเตอร์ ผลการวิจัย พบว่า ความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยแบบทดสอบก่อนการฝึกอบรมและหลังการฝึกอบรม โดยมีค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยคะแนนเฉลี่ยหลังจากการฝึกอบรมสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนการฝึกอบรม แสดงว่า การฝึกอบรมด้วยชุดฝึกอบรมนี้ ผู้เข้ารับการอบรมมีความรู้สูงขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ ดุสิต บูรณะพิมพ์ (2544) ได้ศึกษา เรื่อง การสร้างชุดฝึกสถานการณ์จำลองเครื่องยนต์แก๊สโซลีน ระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาคทฤษฎีที่วัดได้จากระดับความแตกต่างของคะแนนด้านความรู้ก่อนและหลังเรียน โดยใช้ชุดฝึกสถานการณ์จำลอง พบว่า ผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นทุกเรื่อง โดยมี

ความรู้เรื่องการแก้ไขข้อขัดข้องเพิ่มขึ้นมากที่สุด และเมื่อทดสอบนัยสำคัญทางสถิติ พบว่า ค่าเฉลี่ยหลังการเรียนและก่อนเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทุกเรื่อง

5.2.4 ผลความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียน โดยใช้ชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ จากการนำแบบสอบถามความคิดเห็นไปสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการใช้ชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ กับกลุ่มตัวอย่างนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ แผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 54 คน พบว่า ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนโดยใช้ชุดฝึกปฏิบัติการระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ในภาพรวมทั้ง 3 ด้าน คือ ด้านปัจจัยนำเข้า ด้านกระบวนการ และด้านผลผลิต สรุปว่า นักเรียนมีความพึงพอใจโดยเฉลี่ยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.50 ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียน โดยใช้ชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือในระดับมาก โดยเฉพาะด้านผลผลิต มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.61 รองลงมาคือด้านปัจจัยนำเข้า มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.48 และลำดับสุดท้าย คือ ด้านกระบวนการ มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.39 ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ นภดล ยะซัน (2557) ได้ศึกษา เรื่อง การพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ผลการวิจัย พบว่า การประเมินหลักสูตรฝึกอบรมระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ภาพรวมของความพึงพอใจต่อการอบรมอยู่ในระดับดีมาก ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ดุสิต บูรณะพิมพ์ (2544) ได้ศึกษา เรื่อง การสร้างชุดฝึกสถานการณ์จำลองเครื่องยนต์แก๊สโซลีน ระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ ผลการวิจัย พบว่า ความคิดเห็นของผู้เรียนเกี่ยวกับประสิทธิภาพของชุดฝึกสถานการณ์จำลองด้านการใช้งาน มีความสะดวกในการเปิด-ปิดมากที่สุด ด้านความปลอดภัย มีความเหมาะสมของน้ำหนักและการเคลื่อนย้ายมากที่สุด ด้านโครงสร้าง มีความแข็งแรงของโครงสร้างที่ใช้ทำชุดฝึกมากที่สุด ด้านความสะดวกในการใช้งานมีความชัดเจนของการแสดงสัญลักษณ์และตัวอักษร และด้านความสวยงาม มีความประณีตในการสร้างชุดฝึกมากที่สุด

5.3 ข้อเสนอแนะในการวิจัย

5.3.1 ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. ครูผู้สอนควรเพิ่มเติมเนื้อหาในคู่มือการใช้และอธิบายให้นักเรียนเข้าใจก่อนการทดลองใช้ชุดฝึกปฏิบัติการระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ เพื่อส่งเสริมและสร้างทักษะความพร้อมทางด้านงานจักรยานยนต์ สำหรับนักเรียนประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีอื่น ๆ

2. จากการสังเกตขณะทำการสอน พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในการปฏิบัติการแลกเปลี่ยนความรู้ ความคิด ผู้เรียนจะไม่กล้าแสดงความคิดเห็น ดังนั้น ครูควรฝึกให้ผู้เรียนกล้าแสดงความคิดเห็น กล้าแสดงออกให้มากขึ้น โดยการจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นให้มากขึ้น เช่นการสนทนาหน้าห้องในตอนเช้าทุกวัน เพื่อฝึกให้นักเรียนได้กล้าแสดงความคิดเห็นและกล้าแสดงออก

3. ควรบันทึกปัญหาและข้อสงสัยที่นักเรียนซักถามไว้เพื่อจะได้นำข้อมูลไปปรับปรุงให้มีประสิทธิภาพภาพมากยิ่งขึ้น

5.3.2 ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรนำหลักการนี้ ไปจัดทำในระบบเทคโนโลยีสารสนเทศ ด้วยโปรแกรมอื่น แล้วทำการวิจัยต่อไป

2. ควรนำผลการวิจัยนี้ไปใช้วิจัยกับหน่วยการเรียนอื่น ๆ ที่มีปัญหาเพื่อพัฒนาต่อไป

3. ควรมีการพัฒนาชุดฝึกปฏิบัติการระบบจุดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ต่อความสามารถในการเรียนในด้านอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

บรรณานุกรม

กัลยา วานิชย์บัญชา. (2551). **การวิเคราะห์สถิติขั้นสูงด้วย SPSS for Windows.** (พิมพ์ครั้งที่ 6). : สำนักพิมพ์ บริษัท ธรรมสาร จำกัด.

เฉลิมศักดิ์ ด้วงงาม. (2559). **การพัฒนาชุดฝึกปฏิบัติการต่อวงจรระบบสัญญาณไฟฟ้ารถยนต์สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตร สาขางานยานยนต์**.

ชะลอ พลนิล. (2551). **การปฏิบัติการพัฒนาทักษะการซ่อมระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์.** สาขางานยานยนต์ คณะเครื่องกล วิทยาลัยสารพัดช่างอุบลราชธานี

ชัยวัฒน์ ยอดแก้ว. (2553**). การสร้างและการพัฒนาบทเรียนสำเร็จรูปวิชากลศาสตร์ของไหลเรื่องคุณสมบัติของของไหลสำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 2 แผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยการอาชีพปัตตานี**. วิทยาลัยการอาชีพปัตตานี.

ธวัฒชัย คำหลิน และคณะ. (2558). **ชุดสาธิตระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงแบบอิเล็กทรอนิกส์**.

ธานินทร์ ศิลป์จรุ. **การวิจัยและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วย SPSS**. พิมพ์ครั้งที่ 5 กรุงเทพฯ : บริษัท วี.อินเตอร์ พริ้นท์, 2548

ซูกีพลี หะยีดือราแม. (2551). **การเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชางานเครื่องช่างเล็กของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 แผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยการอาชีพรามัน.** วิทยาลัยการอาชีพรามัน.

จักรพันธ์ (2546) **ศึกษาการสร้างชุดฝึกระบบไฟแสงสว่างและไฟสัญญาณรถยนต์** พบว่าชุดฝึกปฏิบัติระบบไฟแสงสว่าง และไฟสัญญาณรถยนต์ที่สร้างขึ้น ผู้เชี่ยวชาญประเมินผลความสอดคล้องด้านคุณภาพ อยู่ในเกณฑ์ดีมากและชุดฝึกมีประสิทธิภาพ 99 เปอร์เซ็นต์

ณรงค์ หมื่นเจริญ. **การสร้างชุดฝึกปฏิบัติระบบไฟฟ้าจักรยานยนต์.** โครงงานปัญหาพิเศษปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาเครื่องกล ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์-อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2548.

ถวัลย์ มาศจรัสและพรพรต เจนสุวรรณ์. (2547). **นวัตกรรมการศึกษาชุด.เอกสารประกอบการเรียนการสอนกลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย.** เพื่อพัฒนาการเรียนรู้ผู้เรียนและการจัดทำผลงานทางวิชาการของข้าราชการครูและบุคลากรทางการศึกษา (ครูชำนาญการ ครูชำนาญการพิเศษ ครูเชี่ยวชาญ และครูเชี่ยวชาญพิเศษ). กรุงเทพฯ: ธารอักษร.

ทองหล่อ รินน้อย. (2554, บทคัดย่อ, หน้า 37). **การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชางานจักรยานยนต์ของนักศึกษาชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 2/1 สาขาวิชาเครื่องกล** ประจำภาคเรียนที่ 1/2554. วิทยาลัยการอาชีพขอนแก่น สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา.

นภดล ยะซัน. (2557). **การพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์.**

นิรมล ศตวุฒิและศักดิ์ศรี ปาณะกุล. (2546). **การเขียนเอกสารวิชาการ .** กรุงเทพฯ:มหาวิทยาลัยรามคำแหง

บรรเจิด (2557). **การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกระบบฉีดเชื้อเพลิงเครื่องยนต์ดีเซลแบบคอมมอนเรลควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์.**

บุญชม ศรีสะอาด และคณะ. (2552). **พื้นฐานการวิจัยการศึกษา.** พิมพ์ครั้งที่ 5. กาฬสินธุ์ : ประสานการพิมพ์.

ปราณี หลำเบ็ญสะ. (2559). **การหาคุณภาพของเครื่องมือวัดและประเมินผล** โครงการบริการวิชาการ ท่าสาบโมเดล สาขาการวัดและประเมินผล คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา.

ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. (2538). **หลักการวิจัยทางการศึกษา.** พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : ศึกษาพร.

พินิต แก้วพระ. (2555). **การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดจำลองปัญหาข้อขัดข้องระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์**.

พิสิฐ เมธาภัทรและธีระพล เมธีกุล. (2532). **การพัฒนาหลักสูตรอาชีวะและเทคนิคศึกษา.** กรุงเทพฯ : คณะ ครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

เสาวนีย์ สิกขาบัณฑิต. (2528). **เทคโนโลยีทางการศึกษา. กรุงเทพฯ :** โรงพิมพ์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

สนม ครุฑเมือง กุล. (2549). **การเขียนเชิงวิชาการ.** พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร

สุชาติ ศิริสุขไพบูลย์. (2550) **"เอกสารประกอบการฝึกอบรม การเลื่อนวิทยฐานะ.** กรุงเทพฯ : สาขาวิชาเครื่องกล ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

สุนันทา สุนทรประเสริฐ. (ม.ป.ป.). **การผลิตเอกสารประกอบการเรียนการสอน.** ชัยนาท: ชมรมพัฒนาความรู้ด้านระเบียบกฎหมาย

สุวิทย์ มูลคำ และสุนันทา สุนทรประเสริฐ. (2550). **การพัฒนาผลงานทางวิชาการสู่การเลื่อนวิทยฐานะ** : สำนักพิมพ์ อี.เค.บุ๊คส์

สุราษฎร์ พรมจันทร์. (2550). **ยุทธวิธีการเรียนการสอนวิชาเทคนิค** ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ฉบับปรับปรุง 26 พฤษภาคม 2550.

สุราษฎร์ พรมจันทร์. (2552). **การพัฒนาหลักสูตรรายวิชา** ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ (พิมพ์ครั้งที่ 2).

ภาคผนวก ก

ภาคผนวก ก

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ
หนังสือแต่งตั้งผู้เชี่ยวชาญ

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพเครื่องมือวิจัยเรื่อง “การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์”

ผู้เชี่ยวชาญจำนวนทั้งหมด 5 ท่าน ผู้วิจัยเชิญมาเพื่อทำการประเมินคุณภาพเครื่องมือวิจัย เรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงระบบอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ประเภทสื่อการเรียนการสอน ซึ่งดำเนินการวิจัยในปีการศึกษา 2560 ณ วิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์ ซึ่งมีรายชื่อและรายละเอียด ดังแสดงในตารางที่ ก–1 ต่อไปนี้

ตารางที่ ก-1 รายชื่อผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพเครื่องมือวิจัย

ชื่อ-นามสกุล	วุฒิการศึกษา/สถานที่ทำงาน/ ประสบการณ์ทำงาน
1. ดร.แทน โมรารายย	วุฒิการศึกษา ปริญญาเอก (ปร.ด.) บริหารอาชีวะและเทคนิคการศึกษา วุฒิการศึกษา ปริญญาโท (ค.อ.ม.) เครื่องกล สถานที่ทำงาน วิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์ ตำแหน่ง รองผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์ ประสบการณ์การทำงาน 23 ปี
2. ดร.ยงยุทธ พรมบุตร	วุฒิการศึกษา ปริญญาเอก (ปร.ด.) บริหารอาชีวะและเทคนิคการศึกษา วุฒิการศึกษา ปริญญาโท (ค.อ.ม.) เครื่องกล สถานที่ทำงาน วิทยาลัยเทคนิคอุทัยธานี ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ เชี่ยวชาญ (คศ. 4) ประสบการณ์การทำงาน 37 ปี
3. นายมนตรี วารุกา	วุฒิการศึกษา ปริญญาโท (วท.ม.) เทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการพัฒนาทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม สถานที่ทำงาน วิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์ ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ เชี่ยวชาญ (คศ. 4) ประสบการณ์การทำงาน 35 ปี

ตารางที่ ก-1 (ต่อ) รายชื่อผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพเครื่องมือวิจัย

4. นายสมชาย แคฝอย	วุฒิการศึกษา ปริญญาโท (วศ.ม.) วิศวกรรมการเชื่อม สถานที่ทำงาน วิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์ ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ เชี่ยวชาญ (คศ. 4) ประสบการณ์การทำงาน 35 ปี
5. นายไพฑูรย์ โสภาพ	วุฒิการศึกษา ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ช่างยนต์ สถานที่ทำงาน บริษัท พ สหายยนต์ นครสวรรค์ หัวหน้าช่าง พ สหายยนต์ นครสวรรค์ ประสบการณ์การทำงาน 21 ปี

งานบริหารทั่วไป
รับ 0437/60
ที่ 4 มี.ค. 60
เวลา 14.42 น.

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ แผนกวิชาช่างยนต์ ฝ่ายวิชาการ วิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์
ที่ /๒๕๖๐ **วันที่** ๒๙ มีนาคม ๒๕๖๐
เรื่อง ขอความอนุเคราะห์แต่งตั้งผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมืองานวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์

ตามที่ข้าพเจ้า นายเปรม เพ็งยอด ครูประจำแผนกวิชาช่างยนต์ ได้จัดทำโครงการวิจัยเรื่อง "การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์" เพื่อฝึกทักษะการปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ วิชางานจักรยานยนต์ แผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์ นั้น เพื่อให้การดำเนินการเป็นไปตามโครงการอย่างมีคุณภาพ น่าเชื่อถือ ข้าพเจ้าจึงใคร่ขอความอนุเคราะห์วิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์ ออกหนังสือเชิญผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน ๕ ท่าน เพื่อเป็นผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ และประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของเอกสารประกอบชุดฝึกปฏิบัติ ดังรายชื่อที่แนบมานี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุเคราะห์

(นายเปรม เพ็งยอด)
ครู

ความเห็นหัวหน้าแผนกวิชาช่างยนต์ ตามที่เสนอมา

(นายไพรัช อินทุรัตน์)
หัวหน้าแผนกวิชาช่างยนต์

ความเห็นรองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ เห็นควรพิจารณาอนุมัติให้ตามอนุเคราะห์

(ดร.ทวีวัฒน์ รื่นรวย)
รองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ

ความเห็นผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์ -มอบ/อนุเคราะห์ ดร.ทวีวัฒน์ รื่นรวย-

(นายสุเทพ ศรีศักดิ์วรชัย)
ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์

แต่งตั้งผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมืองานวิจัย
"การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยาน"

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

๑. ดร.แทน โมรารายย	รองผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์
๒. ดร.ยงยุทธ พรมบุตร	ครูเชี่ยวชาญ วิทยาลัยเทคนิคอุทัยธานี
๓. นายมนตรี วารุกา	ครูเชี่ยวชาญ วิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์
๔. นายสมชาย แคฝอย	ครูเชี่ยวชาญ วิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์
๕. นายไพฑูรย์ โสภาพ	หัวหน้าช่าง พ สหายยนต์ นครสวรรค์

ที่ ศธ ๐๖๓๒.๑/ว ๐๔๗๙

สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ ๔
วิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์ ถนนสวรรค์วิถี
อำเภอเมือง จังหวัดนครสวรรค์ ๖๐๐๐๐

๒๙ มีนาคม ๒๕๖๐

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญเพื่อประเมินคุณภาพงานวิจัย

เรียน ผู้เชี่ยวชาญ (ตามรายชื่อแนบ)

สิ่งที่ส่งมาด้วย โครงการวิจัยฯ จำนวน ๑ ฉบับ

ด้วย นายเปรม เพ็งยอด ตำแหน่งครูชำนาญการพิเศษ ครูประจำแผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์ ได้จัดทำโครงการวิจัยเรื่อง "การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์" เพื่อฝึกทักษะการปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ วิชางานจักรยานยนต์ แผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์ ในการทำวิจัยในชั้นเรียน นั้นโดยมุ่งหวังให้เกิดการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนต่อไป

เพื่อให้การดำเนินการเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของโครงการอย่างมีคุณภาพ มีความน่าเชื่อถือ วิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์ จึงขอความอนุเคราะห์จากท่าน เป็นผู้เชี่ยวชาญเพื่อประเมินคุณภาพงานวิจัยเรื่อง "การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์" ตามที่แนบมาพร้อมหนังสือนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุเคราะห์ และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(นายสุเทพ ศรีศักดิ์วรชัย)
ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์

ฝ่ายวิชาการ
โทร.๐-๕๖๒๒-๑๓๙๐ ต่อ ๕๒๑
โทรสาร ๐-๕๖๒๒-๒๒๑๓
สารบรรณอิเล็กทรอนิกส์ Nakhonsawan๐๑
E-mail : nkstec@hotmail.com

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

๑. ดร.แทน โมรารายย	รองผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์
๒. ดร.ยงยุทธ พรมบุตร	ครูเชี่ยวชาญ วิทยาลัยเทคนิคอุทัยธานี
๓. นายมนตรี วารุกา	ครูเชี่ยวชาญ วิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์
๔. นายสมชาย แคฝอย	ครูเชี่ยวชาญ วิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์
๕. นายไพฑูรย์ โสภาพ	หัวหน้าช่าง พ สหายยนต์ นครสวรรค์

ที่ ศธ ๐๖๓๒.๑/ว ๐๔๗๙

สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ ๔
วิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์ ถนนสวรรค์วิถี
อำเภอเมือง จังหวัดนครสวรรค์ ๖๐๐๐๐

๒๙ มีนาคม ๒๕๖๐

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญเพื่อประเมินคุณภาพงานวิจัย
เรียน ดร.แทน โมราราย รองผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์

สิ่งที่ส่งมาด้วย โครงการวิจัยฯ จำนวน ๑ ฉบับ

ด้วย นายเปรม เพ็งยอด ตำแหน่งครูชำนาญการพิเศษ ครูประจำแผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์ ได้จัดทำโครงการวิจัยเรื่อง "การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์" เพื่อฝึกทักษะการปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ วิชางานจักรยานยนต์ แผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์ ในการทำวิจัยในชั้นเรียน นั้นโดยมุ่งหวังให้เกิดการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนต่อไป

เพื่อให้การดำเนินการเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของโครงการอย่างมีคุณภาพ มีความน่าเชื่อถือ วิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์ จึงขอความอนุเคราะห์จากท่าน เป็นผู้เชี่ยวชาญเพื่อประเมินคุณภาพงานวิจัยเรื่อง "การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์" ตามที่แนบมาพร้อมหนังสือนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุเคราะห์ และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(นายสุเทพ ศรีศักดิ์วรชัย)
ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์

ฝ่ายวิชาการ
โทร.๐-๕๖๒๒-๑๓๙๐ ต่อ ๕๒๑
โทรสาร ๐-๕๖๒๒-๒๒๑๓
สารบรรณอิเล็กทรอนิกส์ Nakhonsawan๐๑
E-mail : nkstec@hotmail.com

ที่ ศธ ๐๖๓๒.๑/ว ๐๔๗๙

สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ ๔
วิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์ ถนนสวรรค์วิถี
อำเภอเมือง จังหวัดนครสวรรค์ ๖๐๐๐๐

๒๙ มีนาคม ๒๕๖๐

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญเพื่อประเมินคุณภาพงานวิจัย
เรียน ดร.ยงยุทธ พรหมบุตร ครูเชี่ยวชาญ วิทยาลัยเทคนิคอุทัยธานี
สิ่งที่ส่งมาด้วย โครงการวิจัยฯ จำนวน ๑ ฉบับ

ด้วย นายเปรม เพ็งยอด ตำแหน่งครูชำนาญการพิเศษ ครูประจำแผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์ ได้จัดทำโครงการวิจัยเรื่อง "การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์" เพื่อฝึกทักษะการปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ วิชางานจักรยานยนต์ แผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์ ในการทำวิจัยในชั้นเรียน นั้นโดยมุ่งหวังให้เกิดการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนต่อไป

เพื่อให้การดำเนินการเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของโครงการอย่างมีคุณภาพ มีความน่าเชื่อถือ วิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์ จึงขอความอนุเคราะห์จากท่าน เป็นผู้เชี่ยวชาญเพื่อประเมินคุณภาพงานวิจัยเรื่อง "การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์" ตามที่แนบมาพร้อมหนังสือนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุเคราะห์ และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(นายสุเทพ ศรีศักดิ์วรชัย)
ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์

ฝ่ายวิชาการ
โทร.๐-๕๖๒๒-๑๓๙๐ ต่อ ๕๒๑
โทรสาร ๐-๕๖๒๒-๒๒๑๓
สารบรรณอิเล็กทรอนิกส์ Nakhonsawan๐๑
E-mail : nkstec@hotmail.com

ที่ ศธ ๐๖๓๒.๑/ว ๐๔๗๙

สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ ๔
วิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์ ถนนสวรรค์วิถี
อำเภอเมือง จังหวัดนครสวรรค์ ๖๐๐๐๐

๒๙ มีนาคม ๒๕๖๐

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญเพื่อประเมินคุณภาพงานวิจัย
เรียน นายมนตรี วารุกา ครูเชี่ยวชาญ วิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์

สิ่งที่ส่งมาด้วย โครงการวิจัยฯ จำนวน ๑ ฉบับ

ด้วย นายเปรม เพ็งยอด ตำแหน่งครูชำนาญการพิเศษ ครูประจำแผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์ ได้จัดทำโครงการวิจัยเรื่อง "การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์" เพื่อฝึกทักษะการปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ วิชางานจักรยานยนต์ แผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์ ในการทำวิจัยในชั้นเรียน นั้นโดยมุ่งหวังให้เกิดการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนต่อไป

เพื่อให้การดำเนินการเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของโครงการอย่างมีคุณภาพ มีความน่าเชื่อถือ วิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์ จึงขอความอนุเคราะห์จากท่าน เป็นผู้เชี่ยวชาญเพื่อประเมินคุณภาพงานวิจัยเรื่อง "การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์" ตามที่แนบมาพร้อมหนังสือนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุเคราะห์ และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(นายสุเทพ ศรีศักดิ์วรชัย)
ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์

ฝ่ายวิชาการ
โทร.๐-๕๖๒๒-๑๓๙๐ ต่อ ๕๒๑
โทรสาร ๐-๕๖๒๒-๒๒๑๓
สารบรรณอิเล็กทรอนิกส์ Nakhonsawan๐๑
E-mail : nkstec@hotmail.com

ที่ ศธ ๐๖๓๒.๑/ว ๐๔๗๙

สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ ๔
วิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์ ถนนสวรรค์วิถี
อำเภอเมือง จังหวัดนครสวรรค์ ๖๐๐๐๐

๒๙ มีนาคม ๒๕๖๐

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญเพื่อประเมินคุณภาพงานวิจัย
เรียน นายสมชาย แคฝอย ครูเชี่ยวชาญวิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์

สิ่งที่ส่งมาด้วย โครงการวิจัยฯ จำนวน ๑ ฉบับ

ด้วย นายเปรม เพ็งยอด ตำแหน่งครูชำนาญการพิเศษ ครูประจำแผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์ ได้จัดทำโครงการวิจัยเรื่อง "การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์" เพื่อฝึกทักษะการปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ วิชางานจักรยานยนต์ แผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์ ในการทำวิจัยในชั้นเรียน นั้นโดยมุ่งหวังให้เกิดการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนต่อไป

เพื่อให้การดำเนินการเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของโครงการอย่างมีคุณภาพ มีความน่าเชื่อถือ วิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์ จึงขอความอนุเคราะห์จากท่าน เป็นผู้เชี่ยวชาญเพื่อประเมินคุณภาพงานวิจัยเรื่อง "การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์" ตามที่แนบมาพร้อมหนังสือนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุเคราะห์ และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(นายสุเทพ ศรีศักดิ์วรชัย)
ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์

ฝ่ายวิชาการ
โทร.๐-๕๖๒๒-๑๓๙๐ ต่อ ๕๒๑
โทรสาร ๐-๕๖๒๒-๒๒๑๓
สารบรรณอิเล็กทรอนิกส์ Nakhonsawan๐๑
E-mail : nkstec@hotmail.com

ที่ ศธ ๐๖๓๒.๑/ว ๐๔๗๙

สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ ๔
วิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์ ถนนสวรรค์วิถี
อำเภอเมือง จังหวัดนครสวรรค์ ๖๐๐๐๐

๒๙ มีนาคม ๒๕๖๐

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญเพื่อประเมินคุณภาพงานวิจัย
เรียน นายไพฑูรย์ โสภาพ หัวหน้าช่าง พ สหายยนต์ นครสวรรค์
สิ่งที่ส่งมาด้วย โครงการวิจัยฯ จำนวน ๑ ฉบับ

ด้วย นายเปรม เพ็งยอด ตำแหน่งครูชำนาญการพิเศษ ครูประจำแผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์ ได้จัดทำโครงการวิจัยเรื่อง "การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์" เพื่อฝึกทักษะการปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ วิชางานจักรยานยนต์ แผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์ ในการทำวิจัยในชั้นเรียน นั้นโดยมุ่งหวังให้เกิดการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนต่อไป

เพื่อให้การดำเนินการเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของโครงการอย่างมีคุณภาพ มีความน่าเชื่อถือ วิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์ จึงขอความอนุเคราะห์จากท่าน เป็นผู้เชี่ยวชาญเพื่อประเมินคุณภาพงานวิจัยเรื่อง "การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์" ตามที่แนบมาพร้อมหนังสือนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุเคราะห์ และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(นายสุเทพ ศรีศักดิ์วรชัย)
ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์

ฝ่ายวิชาการ
โทร.๐-๕๖๒๒-๑๓๙๐ ต่อ ๕๒๑
โทรสาร ๐-๕๖๒๒-๒๒๑๓
สารบรรณอิเล็กทรอนิกส์ Nakhonsawan๐๑
E-mail : nkstec@hotmail.com

ภาคผนวก ข

ภาคผนวก ข

1. การประเมินคุณภาพชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์

2. การหาประสิทธิภาพชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์

3. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากคะแนนเฉลี่ยทดสอบก่อนเรียนและคะแนนเฉลี่ยทดสอบหลังเรียน

4. การประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนโดยใช้ชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์

5. แบบทดสอบก่อนเรียน

6. แบบเฉลยทดสอบก่อนเรียน

7. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

8. แบบเฉลยทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1. การหาคุณภาพชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์

แบบประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
เกี่ยวกับชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์

.....

การหาค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบประเมิน

เป็นการนำผลของผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านมารวมกันคำนวณหาความตรงเชิงเนื้อหา ดัชนีที่ใช้แสดงค่าความสอดคล้อง เรียกว่า ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามและวัตถุประสงค์ (Item-Objective Congruence Index : IOC) โดยผู้เชี่ยวชาญจะต้องประเมินด้วยคะแนน 3 ระดับ คือ

+1 = สอดคล้อง หรือแน่ใจว่าแบบประเมินนั้นสอดคล้องกับวัตถุประสงค์และเนื้อหา
0 = ไม่แน่ใจ แบบประเมินนั้นสอดคล้องกับวัตถุประสงค์และเนื้อหา
-1 = ไม่สอดคล้อง หรือแน่ใจว่าแบบประเมินนั้นไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์และเนื้อหา

ค่าดัชนีความสอดคล้องที่ยอมรับได้ต้องมีค่าตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป

สูตรในการคำนวณ

สูตร $IOC = \frac{\sum R}{N}$

ซึ่ง IOC หมายถึง ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์และเนื้อหา

$\sum R$ หมายถึง ผลรวมของคะแนนการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ

N หมายถึง จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

เกณฑ์การตัดสินค่า IOC ถ้ามีค่า 0.50 ขึ้นไป แสดงว่า ข้อคำถามนั้นวัดได้ตรงจุดประสงค์หรือตรงตามเนื้อหานั้น แสดงว่า ข้อคำถามข้อนั้นใช้ได้

1.1 แบบร่าง แบบประเมินคุณภาพชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน

แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างหัวข้อแบบประเมินของชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์กับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

การหาค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบประเมิน (Index of Item Objective Congruence: IOC)

ข้อที่	รายการพิจารณา	คะแนนการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
ก. ด้านข้อกำหนดในการออกแบบ					
1	ความเหมาะสมของขนาดชุดฝึกปฏิบัติ				
2	ความเหมาะสมในการจัดวางตำแหน่งอุปกรณ์				
3	วัสดุที่ใช้ผลิตโครงสร้างมีอยู่ทั่วไป หาง่าย				
4	ความคงทนแข็งแรง				
5	ความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน				
6	สะดวกในการเคลื่อนย้าย				
7	สะดวกในการเก็บรักษาอุปกรณ์หลังการใช้งาน				
8	รูปร่างและสีก่อให้เกิดแรงจูงใจในการเรียน				
9	สัญลักษณ์อ่านได้ถูกต้องและชัดเจน				
10	จำลองสถานการณ์ปัญหาข้อขัดข้องได้สะดวก				
ข. ด้านข้อกำหนดของวัตถุประสงค์การนำไปใช้งาน					
1	จำลองรหัสปัญหาได้จริง				
2	การอ่านรหัสปัญหาได้จริง				
3	การลบรหัสปัญหาได้จริง				
4	วิเคราะห์รหัสปัญหาได้จริง				
5	ตรวจสอบอุปกรณ์ระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ได้จริง				
6	ลำดับขั้นตอนจำลองสถานการณ์ เข้าใจได้ง่าย				
7	มีความสอดคล้องกับใบงานที่สร้างขึ้น				
8	ก่อให้เกิดทักษะพิสัยตรงตามมาตรฐานรายวิชา				

ข้อที่	รายการพิจารณา	คะแนนการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
ค. ด้านเนื้อหา					
1	เนื้อหามีความถูกต้องตามหลักวิชาการ				
2	รายละเอียดของเนื้อหาวิชามีความเหมาะสม				
3	แบบฝึกหัดและเฉลย มีความชัดเจนและเหมาะสม				
4	ใบขั้นตอนการปฏิบัติงาน มีความเหมาะสมเข้าใจง่าย				
5	ใบสั่งงาน มีความเหมาะสมเข้าใจง่าย				
6	ใบตรวจงาน ตรงตามวัตถุประสงค์และเนื้อหา				
7	ขนาดตัวอักษรและรูปภาพชัดเจน				
8	เรียงลำดับเนื้อหาจากง่ายไปหายาก				
9	ลำดับขั้นการปฏิบัติตรงตามคู่มือซ่อม				
10	ภาษาถูกต้องและทำความเข้าใจง่าย				
ง. ด้านประโยชน์ของชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์					
1	จัดประสบการณ์การเรียนรู้ให้กับผู้เรียนเสมือนจริง				
2	ช่วยกระตุ้นและสร้างความสนใจให้กับผู้เรียน				
3	ช่วยให้ผู้เรียนได้คิด แก้ปัญหาเป็น และตัดสินใจได้				
4	ช่วยประหยัดเวลา				
5	อำนวยความสะดวกแก่ผู้เรียน				

ข้อเสนอแนะ.....……..

……

……

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้ประเมิน

1.2 หาคุณภาพแบบประเมินคุณภาพชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน

1.2.1 การหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามและวัตถุประสงค์ (Item-Objective Congruence Index : IOC) ของแบบประเมินคุณภาพชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน

ตารางที่ ข-1 แสดงการหาค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบประเมินของชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อที่	ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ							ผลการพิจารณา
		คนที่1	คนที่2	คนที่3	คนที่4	คนที่5	∑R	IOC	
ก. ด้านข้อกำหนดในการออกแบบ									
1	1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
2	2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
3	3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
4	4	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
5	5	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
6	6	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
7	7	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
8	8	0	+1	0	0	+1	2	0.40	ใช้ไม่ได้
9	9	0	+1	0	0	+1	2	0.40	ใช้ไม่ได้
10	10	0	+1	0	0	+1	2	0.40	ใช้ไม่ได้
เฉลี่ย								**0.82**	**ใช้ได้**
ข. ด้านข้อกำหนดของวัตถุประสงค์การนำไปใช้งาน									
1	1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
2	2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
3	3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
4	4	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
5	5	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
6	6	0	+1	0	0	+1	2	0.40	ใช้ไม่ได้
7	7	0	+1	0	0	+1	2	0.40	ใช้ไม่ได้

ตารางที่ ข-1 (ต่อ) แสดงการหาค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบประเมินของชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อที่	ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ							ผลการพิจารณา
		คนที่1	คนที่2	คนที่3	คนที่4	คนที่5	$\sum R$	IOC	
ข. ด้านข้อกำหนดของวัตถุประสงค์การนำไปใช้งาน									
8	8	0	+1	0	+1	+1	2	0.40	ใช้ไม่ได้
เฉลี่ย								**0.78**	**ใช้ได้**
ค. ด้านเนื้อหา									
1	1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
2	2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
3	3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
4	4	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
5	5	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
6	6	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
7	7	0	+1	0	0	+1	2	0.40	ใช้ไม่ได้
8	8	0	+1	0	0	+1	2	0.40	ใช้ไม่ได้
9	9	0	+1	0	0	+1	2	0.40	ใช้ไม่ได้
10	10	0	+1	0	0	+1	2	0.40	ใช้ไม่ได้
เฉลี่ย								**0.76**	**ใช้ได้**
ง. ด้านประโยชน์ของชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์									
1	1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
2	2	+1	+1	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
3	3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
4	4	0	+1	0	0	+1	2	0.40	ใช้ไม่ได้
5	5	0	+1	0	0	+1	2	0.40	ใช้ไม่ได้
เฉลี่ย								**0.76**	**ใช้ได้**

หมายเหตุ ค่า IOC ที่รับได้ต้องมีค่าตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป

1.2.2 การวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบประเมินของชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน

ก. ด้านข้อกำหนดในการออกแบบ

แทนค่าสูตร $IOC = \frac{8.3}{10}$

$= 0.82$

ข. ด้านข้อกำหนดของวัตถุประสงค์การนำไปใช้งาน

แทนค่าสูตร $IOC = \frac{6.2}{8}$

$= 0.78$

ค. ด้านเนื้อหา

แทนค่าสูตร $IOC = \frac{7.6}{10}$

$= 0.76$

ง. ด้านประโยชน์ของชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์

แทนค่าสูตร $IOC = \frac{3.8}{5}$

$= 0.76$

เกณฑ์การตัดสินค่า IOC ถ้ามีค่า 0.50 ขึ้นไป แสดงว่า ข้อคำถามนั้นวัดได้ตรงจุดประสงค์หรือตรงตาม เนื้อหานั้น แสดงว่า ข้อคำถามข้อนั้นใช้ได้

1.2.3 ผลการวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบประเมินของชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน

ผลการวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน ได้ทำการวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบประเมินจำนวน 33 ข้อคำถาม และแบ่งเป็น 4 ด้าน พบว่า แบบประเมินได้รับการสังเคราะห์เหลือข้อคำถาม จำนวน 21 ข้อ ซึ่งผู้เชี่ยวชาญได้วิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบประเมิน ดังนี้ ด้านข้อกำหนดในการออกแบบ มีค่า IOC เฉลี่ยเท่ากับ 0.82 อยู่ในผลการพิจารณา ใช้ได้ ด้านข้อกำหนดของวัตถุประสงค์การนำไปใช้งาน มีค่า IOC เฉลี่ย เท่ากับ 0.78 ด้านเนื้อหา มีค่า IOC เฉลี่ย เท่ากับ 0.76 ส่วนด้านประโยชน์ของชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ มีค่า IOC เฉลี่ย เท่ากับ 0.76 สรุป ผู้เชี่ยวชาญให้ใช้แบบประเมินของชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ เป็นแบบประเมินได้

1.3 แบบประเมินคุณภาพชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ เพื่อนำไปให้ ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ประเมิน

แบบประเมินคุณภาพชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์

แบบประเมินความคิดเห็นฉบับนี้ จัดทำขึ้นเพื่อสำรวจและรวบรวมข้อมูล ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ วิชางานจักรยานยนต์ ของนายเปรม เพ็งยอด แผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์ ขอความกรุณาท่านช่วยตอบแบบประเมินให้ครบทุกข้อตามความเป็นจริง และขอขอบพระคุณล่วงหน้า ที่กรุณาให้ความร่วมมือตอบแบบประเมินในครั้งนี้

คำชี้แจง แบบประเมินฉบับนี้ แบ่งเป็น 2 ตอน

ตอนที่ 1 แบบประเมินความคิดเห็นที่มีต่อชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์

ตอนที่ 2 ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่น ๆ

ตอนที่ 1 ความคิดเห็นที่มีต่อชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ โปรดทำเครื่องหมาย / ลงในช่องทางด้านขวามือ ที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด ซึ่งกำหนดระดับความคิดเห็นไว้ 5 ระดับดังนี้

5 หมายถึง มีระดับคุณภาพดีมาก

4 หมายถึง มีระดับคุณภาพดี

3 หมายถึง มีระดับคุณภาพพอใช้

2 หมายถึง มีระดับคุณภาพควรปรับปรุง

1 หมายถึง มีระดับคุณภาพต้องปรับปรุง

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น					ข้อเสนอแนะ
	5	4	3	2	1	
ก. ด้านข้อกำหนดในการออกแบบ 1. ความเหมาะสมของขนาดชุดฝึกปฏิบัติ						
2. ความเหมาะสมในการจัดวางตำแหน่งอุปกรณ์						
3. วัสดุที่ใช้ผลิตโครงสร้างมีอยู่ทั่วไป หาง่าย						
4. ความคงทนแข็งแรง						
5. ความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน						
6. สะดวกในการเคลื่อนย้าย						
7. สะดวกในการเก็บรักษาอุปกรณ์หลังการใช้งาน						

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น					ข้อเสนอแนะ
	5	4	3	2	1	
ข. ด้านข้อกำหนดของวัตถุประสงค์การนำไปใช้งาน						
1. จำลองรหัสปัญหาได้จริง						
2. การอ่านรหัสปัญหาได้จริง						
3. การลบรหัสปัญหาได้จริง						
4. วิเคราะห์รหัสปัญหาได้จริง						
5. ตรวจสอบ อุปกรณ์ระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ รถจักรยานยนต์ได้จริง						
ค. ด้านเนื้อหา						
1. เนื้อหามีความถูกต้องตามหลักวิชาการ						
2. รายละเอียดของเนื้อหาวิชามีความเหมาะสม						
3. แบบฝึกหัดและเฉลย มีความชัดเจนและเหมาะสม						
4. ใบขั้นตอนการปฏิบัติงาน มีความเหมาะสมเข้าใจง่าย						
5. ใบสั่งงาน มีความเหมาะสมเข้าใจง่าย						
6. ใบตรวจงาน ตรงตามวัตถุประสงค์และเนื้อหา						
ง. ด้านประโยชน์ของชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์						
1. จัดประสบการณ์การเรียนรู้ให้กับผู้เรียนเสมือนจริง						
2. ช่วยกระตุ้นและสร้างความสนใจให้กับผู้เรียน						
3. ช่วยให้ผู้เรียนได้คิด แก้ปัญหาเป็น และตัดสินใจได้						

ตอนที่ 2 ข้อคิดเห็น และข้อเสนอแนะอื่น ๆ

1. ด้านข้อกำหนดในการออกแบบ……..
2. ด้านข้อกำหนดของวัตถุประสงค์การนำไปใช้งาน…..……..
3. ด้านเนื้อหา…..……
4. ด้านประโยชน์ของชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์.....……

(ลงชื่อ).....ผู้ประเมิน

(.....)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

1.4 การวิเคราะห์หาคุณภาพของชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ 4 ด้าน

ก. ด้านข้อกำหนดในการออกแบบ ผู้วิจัยได้แบ่งรายการประเมินออกเป็น 7 ข้อ ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการประเมินคุณภาพของชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ โดยผู้เชี่ยวชาญ ปรากฏตามตาราง ข-2 และ ข-3

ตารางที่ ข-2 แสดงการวิเคราะห์คุณภาพชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ด้านข้อกำหนดในการออกแบบ

รายการประเมิน / ผู้เชี่ยวชาญ	ด้านข้อกำหนดในการออกแบบ						
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
คนที่ 1	5	5	5	5	5	5	5
คนที่ 2	5	5	5	5	5	5	5
คนที่ 3	5	5	5	5	5	5	5
คนที่ 4	5	5	5	5	5	5	5
คนที่ 5	5	5	5	5	5	5	5
ค่าเฉลี่ย	**5.00**	**5.00**	**5.00**	**5.00**	**5.00**	**5.00**	**5.00**
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**

ลำดับที่	รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ
1	ความเหมาะสมของขนาดชุดฝึกปฏิบัติ	5.00
2	ความเหมาะสมในการจัดวางตำแหน่งอุปกรณ์	5.00
3	วัสดุที่ใช้ผลิตโครงสร้างมีอยู่ทั่วไป หาง่าย	5.00
4	ความคงทนแข็งแรง	5.00
5	ความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน	5.00
6	สะดวกในการเคลื่อนย้าย	5.00
7	สะดวกในการเก็บรักษาอุปกรณ์หลังการใช้งาน	5.00

ตาราง ข-3 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานและความหมายคุณภาพ ของชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ด้านข้อกำหนดในการออกแบบ

(N=5)

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย (μ)	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (σ)	ความหมาย
1. ความเหมาะสมของขนาดชุดฝึกปฏิบัติ	5.00	0.00	คุณภาพดีมาก
2. ความเหมาะสมในการจัดวางตำแหน่งอุปกรณ์	5.00	0.00	คุณภาพดีมาก
3. วัสดุที่ใช้ผลิตโครงสร้างมีอยู่ทั่วไป หาง่าย	5.00	0.00	คุณภาพดีมาก
4. ความคงทนแข็งแรง	5.00	0.00	คุณภาพดีมาก
5. ความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน	5.00	0.00	คุณภาพดีมาก
6. สะดวกในการเคลื่อนย้าย	5.00	0.00	คุณภาพดีมาก
7. สะดวกในการเก็บรักษาอุปกรณ์หลังการใช้งาน	5.00	0.00	คุณภาพดีมาก
เฉลี่ยรวม	**5.00**	**0.00**	**คุณภาพดีมาก**

จากตาราง ข-3 พบว่า คุณภาพของชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ด้านข้อกำหนดในการออกแบบ โดยเฉลี่ยรวมอยู่ในระดับคุณภาพดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.00 และเมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่า ส่วนใหญ่อยู่ระดับคุณภาพดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.00 ทุกหัวข้อ

ผลการวิเคราะห์ข้อเสนอแนะจากแบบสอบถามปลายเปิด ด้านข้อกำหนดในการออกแบบ ผู้เชี่ยวชาญไม่มีข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

ข. ด้านข้อกำหนดของวัตถุประสงค์การนำไปใช้งาน ผู้วิจัยได้แบ่งรายการประเมินออกเป็น 5 ข้อ ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการประเมินคุณภาพของชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ โดยผู้เชี่ยวชาญ ปรากฏตามตาราง ข-4 และ ข-5

ตารางที่ ข-4 แสดงการวิเคราะห์คุณภาพชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ด้านข้อกำหนดของวัตถุประสงค์การนำไปใช้งาน

รายการ / ผู้เชี่ยวชาญ	ด้านข้อกำหนดของวัตถุประสงค์การนำไปใช้งาน				
	1	**2**	**3**	**4**	**5**
คนที่ 1	5	5	5	5	5
คนที่ 2	5	5	5	4	4
คนที่ 3	5	5	5	5	5
คนที่ 4	5	5	5	5	5
คนที่ 5	5	5	5	5	5
ค่าเฉลี่ย	**5.00**	**5.00**	**5.00**	**4.80**	**4.80**
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.45**	**0.45**

ลำดับที่	รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ
1	จำลองรหัสปัญหาได้จริง	5.00
2	การอ่านรหัสปัญหาได้จริง	5.00
3	การลบรหัสปัญหาได้จริง	5.00
4	วิเคราะห์รหัสปัญหาได้จริง	4.80
5	ตรวจสอบอุปกรณ์ระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ได้จริง	4.80

ตารางที่ ข-5 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานและความหมายคุณภาพของชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ด้านข้อกำหนดของวัตถุประสงค์การนำไปใช้งาน

(N=5)

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย (μ)	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (σ)	ความหมาย
1. จำลองรหัสปัญหาได้จริง	5.00	0.00	คุณภาพดีมาก
2. การอ่านรหัสปัญหาได้จริง	5.00	0.00	คุณภาพดีมาก
3. การลบรหัสปัญหาได้จริง	5.00	0.00	คุณภาพดีมาก
4. วิเคราะห์รหัสปัญหาได้จริง	4.80	0.45	คุณภาพดีมาก
5. ตรวจสอบอุปกรณ์ระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ได้จริง	4.80	0.45	คุณภาพดีมาก
ค่าเฉลี่ยรวม	**4.92**	**0.18**	**คุณภาพดีมาก**

จากตารางที่ ข-5 พบว่า คุณภาพของชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ด้านข้อกำหนดของวัตถุประสงค์การนำไปใช้งาน โดยเฉลี่ยรวมอยู่ในระดับคุณภาพดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.92 และเมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า รายการประเมินจำลองรหัสปัญหาได้จริง การอ่านรหัสปัญหาได้จริง การลบรหัสปัญหาได้จริง มีคุณภาพดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.00 รองลงมา พบว่ารายการประเมินวิเคราะห์รหัสปัญหาได้จริง ตรวจสอบ อุปกรณ์ระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ได้จริงมี คุณภาพดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.80 ตามลำดับ โดยสรุป ทุกข้อรายการประเมิน อยู่ในระดับคุณภาพดีมาก

ผลการวิเคราะห์ข้อเสนอแนะจากแบบสอบถามปลายเปิดด้านเนื้อหา ผู้เชี่ยวชาญไม่มีข้อเสนอเพิ่มเติม

ค. ด้านเนื้อหาของชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ผู้วิจัยได้แบ่งรายการประเมินออกเป็น 6 ข้อ ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการประเมินคุณภาพของชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ โดยผู้เชี่ยวชาญ ปรากฏตามตาราง ข-6และ ข-7

ตารางที่ ข-6 แสดงการวิเคราะห์คุณภาพชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ด้านเนื้อหา

รายการประเมิน / **ผู้เชี่ยวชาญ**	**ด้านเนื้อหา**					
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
คนที่ 1	4	4	5	5	5	5
คนที่ 2	5	5	5	5	5	5
คนที่ 3	4	4	5	5	5	5
คนที่ 4	5	5	5	5	5	5
คนที่ 5	5	5	5	5	5	5
ค่าเฉลี่ย	**4.60**	**4.60**	**5.00**	**5.00**	**5.00**	**5.00**
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	**0.54**	**0.54**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**

ลำดับที่	**รายการประเมิน**	**ระดับคุณภาพ**
1	เนื้อหามีความถูกต้องตามหลักวิชาการ	4.60
2	รายละเอียดของเนื้อหาวิชามีความเหมาะสม	4.60
3	แบบฝึกหัดและเฉลย มีความชัดเจนและเหมาะสม	5.00
4	ใบขั้นตอนการปฏิบัติงาน มีความเหมาะสมเข้าใจง่าย	5.00
5	ใบสั่งงาน มีความเหมาะสมเข้าใจง่าย	5.00
6	ใบตรวจงาน ตรงตามวัตถุประสงค์และเนื้อหา	5.00

ตารางที่ ข-7 แสดงค่าเฉลี่ยรวม ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และความหมายคุณภาพชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ด้านเนื้อหา

(N=5)

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย (μ)	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (σ)	ความหมาย
1. เนื้อหามีความถูกต้องตามหลักวิชาการ	4.60	0.54	คุณภาพดีมาก
2. รายละเอียดของเนื้อหาวิชามีความเหมาะสม	4.60	0.54	คุณภาพดีมาก
3. แบบฝึกหัดและเฉลย มีความชัดเจนและเหมาะสม	5.00	0.00	คุณภาพดีมาก
4. ใบขั้นตอนการปฏิบัติงาน มีความเหมาะสมเข้าใจง่าย	5.00	0.00	คุณภาพดีมาก
5. ใบสั่งงาน มีความเหมาะสมเข้าใจง่าย	5.00	0.00	คุณภาพดีมาก
6. ใบตรวจงาน ตรงตามวัตถุประสงค์และเนื้อหา	5.00	0.00	คุณภาพดีมาก
เฉลี่ยรวม	**4.86**	**0.18**	**คุณภาพดีมาก**

จากตารางที่ ข-7 พบว่า คุณภาพของชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ในด้านเนื้อหาโดยเฉลี่ยรวมอยู่ในระดับคุณภาพดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.86 และเมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า รายการประเมินแบบฝึกหัดและเฉลย มีความชัดเจนและเหมาะสม ใบขั้นตอนการปฏิบัติงาน มีความเหมาะสมเข้าใจง่าย ใบสั่งงาน มีความเหมาะสมเข้าใจง่าย ใบตรวจงาน ตรงตามวัตถุประสงค์และเนื้อหา มีคุณภาพดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.00 รองลงมา พบว่า รายการประเมินเนื้อหามีความถูกต้องตามหลักวิชาการ รายละเอียดของเนื้อหาวิชามีความเหมาะสม คุณภาพดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.60 ตามลำดับ โดยสรุป ทุกข้อรายการประเมิน อยู่ในระดับคุณภาพดีมาก

ผลการวิเคราะห์ข้อเสนอแนะจากแบบสอบถามปลายเปิดด้านเนื้อหา ผู้เชี่ยวชาญมีข้อเสนอเพิ่มเติม คือ ควรเพิ่มเติมเนื้อหาในคู่มือการใช้และอธิบายให้ผู้เรียนเข้าใจก่อนการทดลองใช้ชุดฝึกปฏิบัติการระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ เพื่อส่งเสริม และสร้างทักษะความพร้อมทางด้านงานจักรยานยนต์ สำหรับนักเรียนประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีอื่น ๆ

ง. ด้านประโยชน์ของชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ผู้วิจัยได้แบ่งรายการประเมินออกเป็น 3 ข้อ ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการประเมินคุณภาพของชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ โดยผู้เชี่ยวชาญ ปรากฏตามตาราง ข-8 และ ข-9

ตารางที่ ข-8 แสดงการวิเคราะห์คุณภาพชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ด้านประโยชน์ของชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์

รายการประเมิน / ผู้เชี่ยวชาญ	ด้านประโยชน์ของชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์		
	1	**2**	**3**
คนที่ 1	5	5	5
คนที่ 2	5	5	5
คนที่ 3	5	5	5
คนที่ 4	5	5	5
คนที่ 5	5	5	5
ค่าเฉลี่ย	**5.00**	**5.00**	**5.00**
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	**0.00**	**0.00**	**0.00**

ลำดับที่	รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ
1	จัดประสบการณ์การเรียนรู้ให้กับผู้เรียนเสมือนจริง	5.00
2	ช่วยกระตุ้นและสร้างความสนใจให้กับผู้เรียน	5.00
3	ช่วยให้ผู้เรียนได้คิด แก้ปัญหาเป็น และตัดสินใจได้	5.00

ตารางที่ ข-9 แสดงค่าเฉลี่ยรวม ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และความหมายคุณภาพชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ด้านประโยชน์ของชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์

(N=5)

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย (μ)	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (σ)	ความหมาย
1. จัดประสบการณ์การเรียนรู้ให้กับผู้เรียนเสมือนจริง	5.00	0.00	คุณภาพดีมาก
2. ช่วยกระตุ้นและสร้างความสนใจให้กับผู้เรียน	5.00	0.00	คุณภาพดีมาก
3. ช่วยให้ผู้เรียนได้คิด แก้ปัญหาเป็น และตัดสินใจได้	5.00	0.00	คุณภาพดีมาก
เฉลี่ยรวม	**5.00**	**0.00**	**คุณภาพดีมาก**

จากตาราง ข-9 พบว่า คุณภาพของชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ในด้านประโยชน์ของชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ โดยเฉลี่ยรวมอยู่ในระดับคุณภาพดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.00 และเมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า อยู่ระดับคุณภาพดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.00 ทุกหัวข้อ

ผลการวิเคราะห์ข้อเสนอแนะจากแบบสอบถามปลายเปิด ด้านข้อกำหนดในการออกแบบผู้เชี่ยวชาญไม่มีข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

1.5 ผลการวิเคราะห์หาคุณภาพของชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ 4 ด้าน

ผู้วิจัยได้รวบรวมผลจากการประเมินคุณภาพชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 ด้าน คือ ด้านข้อกำหนดในการออกแบบ ด้านข้อกำหนดของวัตถุประสงค์การนำไปใช้งาน ด้านเนื้อหา และด้านประโยชน์ของชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ ผลการวิเคราะห์ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ปรากฏผลดังตารางที่ ข-10

ตารางที่ ข-10 แสดงภาพรวมของค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และความหมายคุณภาพของชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ทั้ง 4 ด้าน

(N=5)

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย (μ)	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (σ)	ความหมาย
1. ด้านข้อกำหนดในการออกแบบ	5.00	0.00	คุณภาพดีมาก
2. ด้านข้อกำหนดของวัตถุประสงค์การนำไปใช้งาน	4.92	0.18	คุณภาพดีมาก
3. ด้านเนื้อหา	4.86	0.18	คุณภาพดีมาก
4. ด้านประโยชน์ของชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิง	5.00	0.00	คุณภาพดีมาก
ภาพรวม	**4.94**	**0.09**	**คุณภาพดีมาก**

จากตารางที่ ข-10 พบว่า คุณภาพชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ในภาพรวมทั้ง 4 ด้าน โดยเฉลี่ยรวม อยู่ในระดับคุณภาพดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.94 เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านโดยมีด้านข้อกำหนดในการออกแบบ และด้านประโยชน์ของชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ โดยเฉลี่ยรวม อยู่ในระดับคุณภาพดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.00 รองลงมาด้านข้อกำหนดของวัตถุประสงค์การนำไปใช้งาน โดยเฉลี่ยรวม อยู่ในระดับคุณภาพดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.92 และลำดับสุดท้ายเป็นด้านเนื้อหา โดยเฉลี่ยรวม อยู่ในระดับคุณภาพดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.86 และเมื่อพิจารณาเป็นโดยร่วม พบว่า ส่วนใหญ่อยู่ระดับคุณภาพดีมาก

ผลการวิเคราะห์ข้อเสนอแนะจากแบบสอบถามปลายเปิด ในภาพรวมทั้ง 4 ด้าน ผู้เชี่ยวชาญบางท่านมีข้อเสนอแนะเพิ่มเติม คือ ควรเพิ่มเติมเนื้อหาในคู่มือการใช้และอธิบายให้นักเรียนเข้าใจก่อนการทดลองใช้ ชุดฝึกปฏิบัติการระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ เพื่อส่งเสริมและสร้างทักษะความพร้อมทางด้านงานจักรยานยนต์ สำหรับนักเรียนประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีอื่น ๆ

2. การหาประสิทธิภาพชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์

2.1 แบบร่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมกับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

คำชี้แจง : โปรดพิจารณาแบบทดสอบในแต่ละข้อต่อไปนี้ วัดได้ตรงตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ระบุไว้หรือไม่ กรุณาเขียนผลการพิจารณาของท่านโดยการทำเครื่องหมาย / ลงในช่อง "คะแนนพิจารณา" ตามความคิดเห็นของท่าน ดังนี้

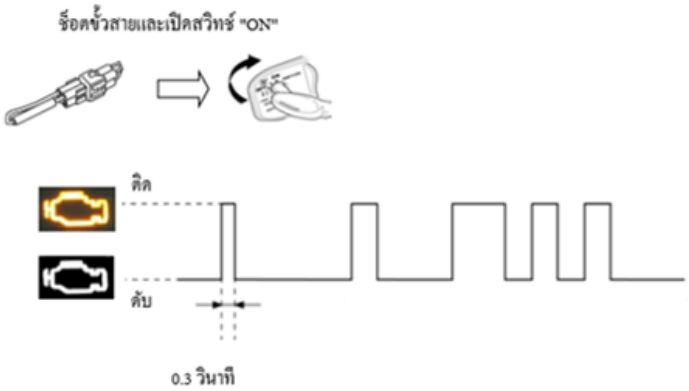
ทำเครื่องหมาย / ลงในช่อง +1 ถ้าแน่ใจว่าแบบทดสอบนี้วัดได้ตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ระบุไว้

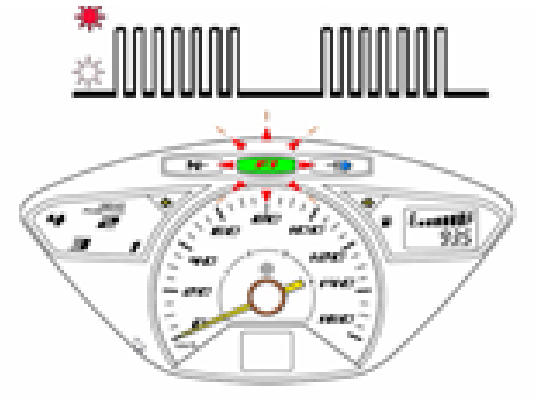
ทำเครื่องหมาย / ลงในช่อง 0 ถ้าไม่แน่ใจว่าแบบทดสอบนี้วัดได้ตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ระบุไว้

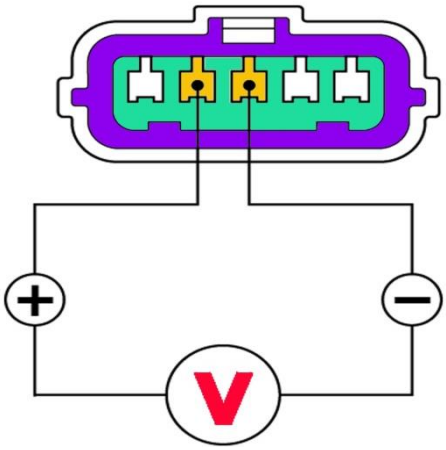
ทำเครื่องหมาย / ลงในช่อง -1 ถ้าแน่ใจว่าแบบทดสอบนี้วัดได้ไม่ตรงตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ระบุไว้

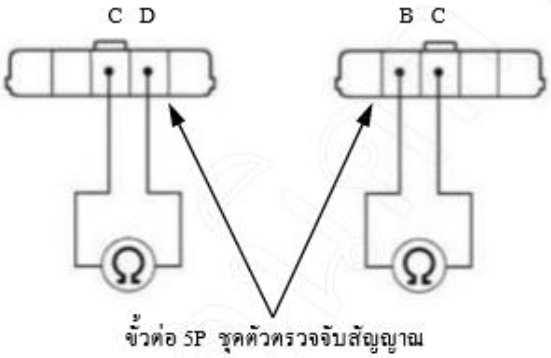
วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	แบบทดสอบ	คะแนนพิจารณา		
		+1	0	-1
1. อธิบายหลักการทำงานระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ PGM-FI ได้ถูกต้อง	1. ข้อใดกล่าวถูกต้อง หลักการทำงาน ระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ PGM-FI ✓ก. ความเร็วรอบต่ำ อากาศเข้าน้อย ความดันในท่อไอดีต่ำ กล่อง ECM สั่งจ่ายน้ำมันน้อย ข. ความเร็วรอบต่ำ อากาศเข้าน้อย ความดันในท่อไอดีต่ำ กล่อง ECM สั่งจ่ายน้ำมันมาก ค. ความเร็วรอบต่ำ อากาศเข้าน้อย ความดันในท่อไอดีสูง กล่อง ECM สั่งจ่ายน้ำมันน้อย ง. ความเร็วรอบต่ำ อากาศเข้าน้อย ความดันในท่อไอดีสูง กล่อง ECM สั่งจ่ายน้ำมันมาก			
2. บอกหน้าที่ของส่วนประกอบระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ได้ถูกต้อง	2. ตัวตรวจจับสัญญาณ (Sensor) ตัวใดที่ติดตั้งอยู่ที่เรือนลิ้นเร่ง (Throttle Body) ก. O_2 Sensor ข. CKP Sensor ค. BA Sensor หรือ TO Sensor ✓ง. IAT Sensor			

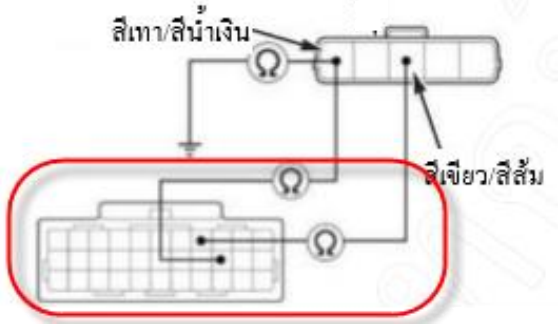
วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	แบบทดสอบ	คะแนนพิจารณา		
		+1	0	-1
2. บอกหน้าที่ของส่วนประกอบระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ได้ถูกต้อง (ต่อ)	3. MAP Sensor ทำหน้าที่ ก. ตรวจจับออกซิเจนในไอเสีย ✓ ข. ตรวจจับความดันในท่อไอดี ค. ตรวจจับอุณหภูมิน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ ง. ตรวจจับอุณหภูมิอากาศที่เข้ากระบอกสูบ			
	4. CKP Sensor ทำหน้าที่ ✓ ก. ตรวจจับความเร็วรอบเครื่องยนต์ ข. ตรวจจับอุณหภูมิอากาศที่เข้ากระบอกสูบ ค. ตรวจจับอุณหภูมิเครื่องยนต์ ง. ตรวจจับออกซิเจนในไอเสีย			
	5. O_2 Sensor ทำหน้าที่ ก. ตรวจจับความเร็วรอบเครื่องยนต์ ข. ตรวจจับอุณหภูมิอากาศที่เข้ากระบอกสูบ ค. ตรวจจับอุณหภูมิเครื่องยนต์ ✓ ง. ตรวจจับออกซิเจนในไอเสีย			
	6. หัวฉีด (Injector) ทำหน้าที่ ก. ควบคุมการทำงานของระบบ ✓ ข. ฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงให้เป็นฝอยละออง ค. ควบคุมอากาศรอบเดินเบา ง. สร้างแรงดันน้ำมันเชื้อเพลิง			
	7. กล่องควบคุม (ECM : Engine Control Module) ทำหน้าที่ ✓ ก. ควบคุมการทำงานของระบบ ข. ฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงให้เป็นฝอยละออง ค. ควบคุมอากาศรอบเดินเบา ง. สร้างแรงดันน้ำมันเชื้อเพลิง			

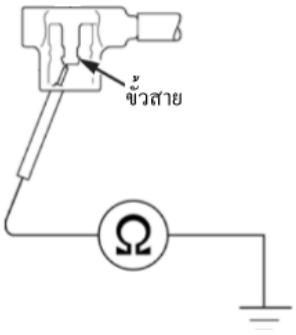
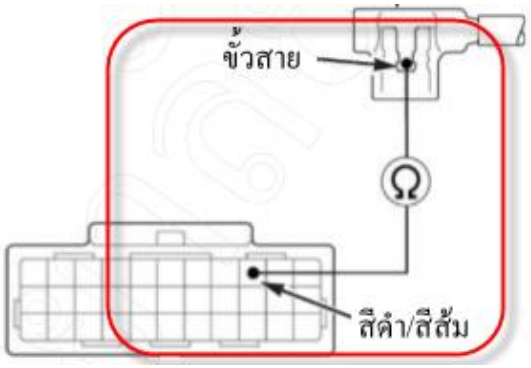
วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	แบบทดสอบ	คะแนนพิจารณา		
		+1	0	-1
3. บอกระบบควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ได้ถูกต้อง	8. ส่วนประกอบใด <u>เป็นหน่วยตรวจสอบ</u> ของระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ ก. เรือนลิ้นเร่ง (Throttle Body) ข. หัวฉีด (Injector) ✓ค. ตัวตรวจจับสัญญาณ (Sensor) ง. กล่อง ECM			
4. สามารถเรียกดูรหัสปัญหาข้อขัดข้องระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ PGM-FI ได้ถูกต้อง	9. จากรูป แสดงความหมายในหน่วยความจำ หมายถึงอะไร  ก. ไม่มีข้อมูลรหัสปัญหา ✓ข. มีข้อมูลรหัสปัญหา ค. ขั้นตอนการปรับโหมดผิด ง. ขั้นตอนการปรับโหมดถูก			
5. สามารถลบข้อมูลรหัสปัญหาข้อขัดข้องระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ PGM-FI ได้ถูกต้อง	10. ขั้นตอนการลบข้อมูลรหัสปัญหาข้อขัดข้อง ที่ถูกต้อง 1. ถอดเครื่องมือพิเศษออกจากขั้วตรวจสอบ และต่อเข้ากับขั้วตรวจสอบอีกครั้งภายใน 5 วินาที 2. เปิดสวิตช์ตำแหน่ง “ON” 3. ต่อเครื่องมือพิเศษเข้ากับขั้วตรวจสอบ 4. ปิดสวิตช์ตำแหน่ง “OFF” ก. 1-2-3-4 ข. 1-4-2-3 ค. 1-3-2-4 ✓ง. 4-3-2-1			

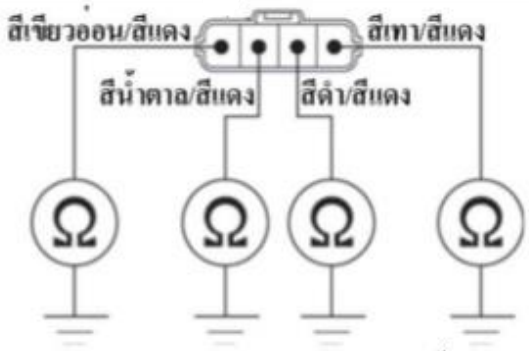
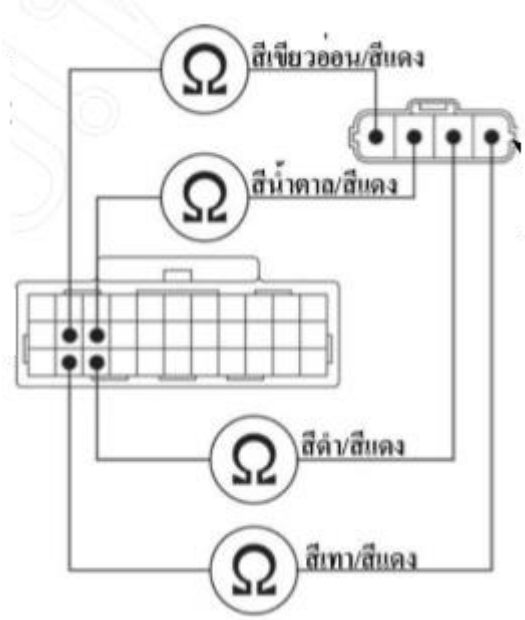
วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	แบบทดสอบ	คะแนนพิจารณา		
		+1	0	-1
6. สามารถอ่านรหัสปัญหาระบบวินิจฉัยข้อขัดข้องด้วยตัวเองได้อย่างถูกต้อง	11. จากรูป รหัสปัญหาอะไร .  ก. รหัส 1 ✓ข. รหัส 7 ค. รหัส 11 ง. รหัส 12			
7. สามารถวิเคราะห์รหัสปัญหาได้อย่างถูกต้อง	12. จากรูป แสดงว่ามีความผิดปกติที่ ก. MAP Sensor ข. IAT Sensor ค. TP Sensor ✓ง. O_2 Sensor			

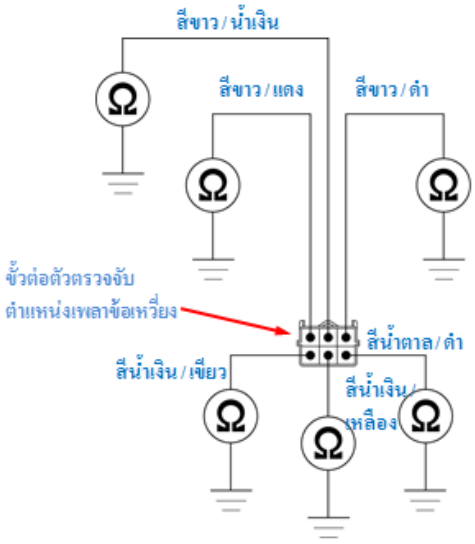
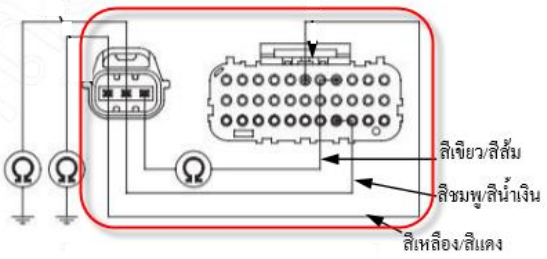
วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	แบบทดสอบ	คะแนนพิจารณา		
		+1	0	-1
8. สามารถปรับตั้งตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่งได้ถูกต้อง	13. ขั้นตอนการปรับตั้งตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่ง จะต้องต่อสายพ่วงที่อุปกรณ์ อะไร ก. MAP Sensor ✓ข. EOT Sensor ค. O_2 Sensor ง. CKP Sensor			
9. สามารถแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง MAP Sensor ได้ถูกต้อง	14. จากรูป เป็นขั้นตอนการตรวจสอบ MAP Sensor เรื่องอะไร  ✓ก. ตรวจสอบแรงเคลื่อนไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายที่ป้อนเข้า MAP Sensor ข. ตรวจสอบความต่อเนื่องสายไฟของวงจร MAP Sensor ค. ตรวจสอบแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ป้อนเข้า MAP Sensor ง. ตรวจสอบความต่อเนื่องวงจรของ MAP Sensor			

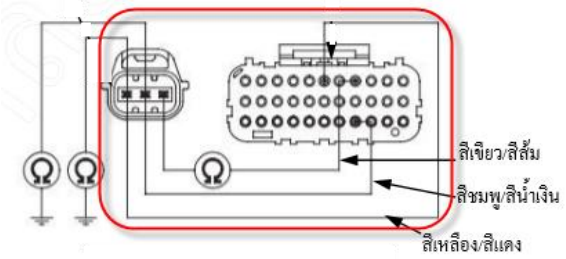
วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	แบบทดสอบ	คะแนนพิจารณา		
		+1	0	-1
10. สามารถแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง EOT Sensor ได้ถูกต้อง	15. จากรูป เป็นขั้นตอนการตรวจสอบ EOT Sensor เรื่องอะไร ก. ตรวจสอบแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ป้อนเข้า EOT Sensor ✓ข. ตรวจสอบความต้านทานของ EOT Sensor ค. ตรวจสอบวงจรของ EOT Sensor ง. ตรวจสอบแรงเคลื่อนไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายที่ป้อนเข้า EOT Sensor			
11. สามารถแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง TP Sensorได้ถูกต้อง	16. จากรูป เป็นขั้นตอนการตรวจสอบ TP Sensor เรื่องอะไร  ก. ตรวจสอบแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ป้อนเข้า TP Sensor ข. ตรวจสอบวงจรของ TP Sensor ✓ค. ตรวจสอบตัว TP Sensor ง. ตรวจสอบวงจรสายสัญญาณของตัว TP Sensor			

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	แบบทดสอบ	คะแนนพิจารณา		
		+1	0	-1
12. สามารถแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง IAT Sensor ได้ถูกต้อง	17. จากรูป เป็นขั้นตอนการตรวจสอบ IAT Sensor เรื่องอะไร  ก. ตรวจสอบแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ป้อนเข้า IAT Sensor ✓ข. ตรวจสอบวงจรของ IAT Sensor ค. ตรวจสอบตัว IAT Sensor ง. ตรวจสอบความต้านทานตัว IAT Sensor			
13. สามารถแก้ไขปัญหาข้อขัดข้องระบบหัวฉีด ได้ถูกต้อง	18. จากรูป เป็นขั้นตอนการตรวจสอบ หัวฉีด เรื่องอะไร ก. ตรวจสอบแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ป้อนเข้าหัวฉีด ข. ตรวจสอบวงจรของหัวฉีด ค. ตรวจสอบวงจรสายสัญญาณของหัวฉีด ✓ง. ตรวจสอบความต้านทานของหัวฉีด			

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	แบบทดสอบ	คะแนนพิจารณา		
		+1	0	-1
14. สามารถแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง O_2 Sensor ได้ถูกต้อง	19. จากรูป เป็นขั้นตอนการตรวจสอบ O_2 Sensor เรื่องอะไร  ก. ตรวจสอบแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ป้อนเข้า O_2 Sensor ✓ข. ตรวจสอบการลัดวงจรของ O_2 Sensor ค. ตรวจสอบวงจรสายสัญญาณของ O_2 Sensor ง. ตรวจสอบความต้านทานของ O_2 Sensor			
	20. จากรูป เป็นขั้นตอนการตรวจสอบ O_2 Sensor เรื่องอะไร  ก. ตรวจสอบแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ป้อนเข้า O_2 Sensor ข. ตรวจสอบการลัดวงจรของ O_2 Sensor ค. ตรวจสอบวงจรสายสัญญาณของ O_2 Sensor ✓ง. ตรวจสอบความต้านทานของ O_2 Sensor			

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	แบบทดสอบ	คะแนนพิจารณา		
		+1	0	-1
15. สามารถแก้ไขปัญหาข้อขัดข้องชุดลิ้นควบคุมอากาศรอบเดินเบา (IACV) ได้ถูกต้อง	21. จากรูป เป็นขั้นตอนการตรวจสอบ ชุดลิ้น IACV เรื่องอะไร  ก. ตรวจสอบแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ป้อนเข้า ชุดลิ้น IACV ✓ข. ตรวจสอบการลัดวงจรของสายไฟ ชุดลิ้น IACV ค. ตรวจสอบความต่อเนื่องสายไฟ ชุดลิ้น IACV ง. ตรวจสอบความต้านทานของ ชุดลิ้น IACV			
	22. จากรูป เป็นขั้นตอนการตรวจสอบ ชุดลิ้น IACV เรื่องอะไร  ก. ตรวจสอบแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ป้อนเข้า ชุดลิ้น IACV ข. ตรวจสอบการลัดวงจรของสายไฟ ชุดลิ้น IACV ค. ตรวจสอบความต่อเนื่องสายไฟ ชุดลิ้น IACV ✓ง. ตรวจสอบความต้านทานของ ชุดลิ้น IACV			

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	แบบทดสอบ	คะแนนพิจารณา		
		+1	0	-1
16. สามารถแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง CKP Sensor ได้ถูกต้อง	23. จากรูป เป็นขั้นตอนการตรวจสอบ CKP Sensor เรื่องอะไร  ก. ตรวจสอบแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ป้อนเข้า CKP Sensor ✓ข. ตรวจสอบการลัดวงจรของสายไฟ CKP Sensor ค. ตรวจสอบความต่อเนื่องสายไฟ CKP Sensor ง. ตรวจสอบความต้านทานของ CKP Sensor			
17. สามารถแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง BA Sensor ได้ถูกต้อง	24. จากรูป เป็นขั้นตอนการตรวจสอบ BA Sensor เรื่องอะไร  ก. ตรวจสอบแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ป้อนเข้า BA Sensor ข. ตรวจสอบการลัดวงจรของสายไฟ BA Sensor ค. ตรวจสอบความต่อเนื่องสายไฟ BA Sensor ✓ง. ตรวจสอบความต้านทานของ BA Sensor			

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	แบบทดสอบ	คะแนนพิจารณา		
		+1	0	-1
17. สามารถแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง BA Sensor ได้ถูกต้อง	25. จากรูป เป็นขั้นตอนการตรวจสอบ BA Sensor เรื่องอะไร  ก. ตรวจสอบแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ป้อนเข้า BA Sensor ข. ตรวจสอบการลัดวงจรของสายไฟ BA Sensor ✓ค. ตรวจสอบความต่อเนื่องสายไฟ BA Sensor ง. ตรวจสอบความต้านทานของ BA Sensor			

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

2.2 หาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทั้งฉบับ

การวิเคราะห์ข้อสอบทั้งฉบับ เป็นการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือวัด เกี่ยวกับความเที่ยงตรง (Validity) และความเชื่อมั่น (Reliability) รายละเอียด ดังนี้

การหาค่าความเที่ยงตรงของเครื่องมือ โดยการหาค่า IOC จากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน

การหาค่าความเชื่อมั่นจากสูตร KR-20 จากกลุ่มทดลอง

การหาค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนก จากกลุ่มตัวอย่าง

2.2.1 การหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามและวัตถุประสงค์ (Item-Objective Congruence Index : IOC) ของแบบทดสอบสัมฤทธิ์ทางการเรียนชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน

การหาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) เป็นการหาค่าความเที่ยงตรงที่ให้ผู้เชี่ยวชาญ พิจารณาว่าข้อสอบ หรือ ข้อคำถามแต่ละข้อ วัดได้ตรงตามสิ่งที่ต้องการวัดเนื้อหาหรือวัตถุประสงค์การเรียนรู้มากน้อย เพียงใด โดยใช้เกณฑ์การประเมิน ดังนี้

ให้คะแนน +1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบวัดจุดประสงค์/เนื้อหานั้น

ให้คะแนน 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อสอบวัดจุดประสงค์/เนื้อหานั้น

ให้คะแนน -1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบไม่วัดจุดประสงค์/เนื้อหานั้น

แล้วนำข้อมูลที่ได้จากการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ หาค่าความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามแต่ละข้อกับ จุดประสงค์หรือเนื้อหา (Index of Item-Objective Congruence หรือ IOC)

จากสูตร $IOC = \frac{\sum R}{N}$

ซึ่ง IOC หมายถึง ดัชนีความสอดคล้องระหว่าง -1 ถึง +1

$\sum R$ หมายถึง ผลรวมของคะแนนการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ

N หมายถึง จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

เกณฑ์การตัดสินค่า IOC ถ้ามีค่า 0.50 ขึ้นไป แสดงว่า ข้อคำถามนั้นวัดได้ตรงจุดประสงค์ หรือตรงตามเนื้อหานั้น แสดงว่า ข้อคำถามข้อนั้นใช้ได้

2.2.1.1 การหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมกับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ปรากฏดังตารางที่ ข-11ถึง ข-12

ตารางที่ ข-11 แสดงการหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมกับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์โดยผู้เชี่ยวชาญ

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อที่	ข้อสอบที่	คะแนนความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ						
		คนที่1	คนที่2	คนที่3	คนที่4	คนที่5	$\sum R$	IOC
1	1	1	1	1	1	1	5	1.00
2	2	1	1	1	1	1	5	1.00
2	3	1	1	1	1	1	5	1.00
2	4	1	1	1	1	1	5	1.00
2	5	1	1	1	1	1	5	1.00
2	6	1	1	1	1	1	5	1.00
2	7	1	1	1	1	1	5	1.00
3	8	1	1	1	1	1	5	1.00
4	9	1	1	1	1	1	5	1.00
5	10	1	1	1	1	1	5	1.00
6	11	1	1	1	1	1	5	1.00
7	12	1	1	1	1	1	5	1.00
8	13	1	1	1	1	1	5	1.00
9	14	5	1	1	1	1	5	1.80
10	15	1	1	1	1	1	5	1.00
11	16	1	1	1	1	1	5	1.00
12	17	1	1	1	1	1	5	1.00
13	18	1	1	1	1	1	5	1.00
14	19	1	1	1	1	1	5	1.00
14	20	0	1	1	1	1	4	0.80
15	21	1	0	1	1	1	4	0.80
15	22	1	1	0	1	1	4	0.80
16	23	1	1	1	1	1	5	1.00
17	24	1	1	0	1	1	4	0.80
17	25	0	1	1	1	1	4	0.80
รวม								**24.00**
เฉลี่ย								**0.96**

ตารางที่ ข-12 แสดงการหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมกับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์โดยผู้เชี่ยวชาญ

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อที่	ข้อสอบที่	คะแนนความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ							ผลการพิจารณา
		คนที่1	คนที่2	คนที่3	คนที่4	คนที่5	$\sum R$	IOC	
1	1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
2	2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
2	3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
2	4	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
2	5	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
2	6	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
2	7	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
3	8	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
4	9	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
5	10	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
6	11	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
7	12	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
8	13	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
9	14	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
10	15	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
11	16	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
12	17	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
13	18	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
14	19	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
14	20	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
15	21	+1	0	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
15	22	+1	+1	0	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
16	23	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
17	24	+1	+1	0	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
17	25	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
รวม								**24.00**	
เฉลี่ย								**0.96**	**ใช้ได้**

หมายเหตุ ค่า IOC ที่รับได้ต้องมีค่าตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป

2.2.1.2 วิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมกับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

จากสูตร $IOC = \frac{\sum R}{N}$

ซึ่ง IOC หมายถึง ดัชนีความสอดคล้องระหว่าง -1 ถึง +1

$\sum R$ หมายถึง ผลรวมของคะแนนการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ

N หมายถึง จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

เกณฑ์การตัดสินค่า IOC ถ้ามีค่า 0.50 ขึ้นไป แสดงว่า ข้อคำถามนั้นวัดได้ตรงจุดประสงค์หรือตรงตามเนื้อหานั้น แสดงว่า ข้อคำถามข้อนั้นใช้ได้

แทนค่าสูตร $IOC = \frac{24}{25}$

$= 0.96$

2.2.1.3 ผลการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง

ผลการวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์โดยผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน ได้ทำการวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์จำนวน 25 ข้อ พบว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ได้รับการสังเคราะห์ให้ใช้ได้ ทั้ง 25 ข้อ ซึ่งผู้เชี่ยวชาญได้วิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ซึ่ง มีค่า IOC ในภาพรวม เท่ากับ 0.96 ผลการพิจารณา ใช้ได้ ซึ่งจะอยู่ระหว่าง 0.80 ถึง 1.00 ตามลำดับ

2.2.2 การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์จากสูตร KR-20 จากกลุ่มทดลอง

2.2.2.1 <u>ช่วงที่ 1</u> หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทั้งฉบับ กับกลุ่มทดลอง คือนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 1 กลุ่ม 2 แผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 ที่เรียนวิชางานจักรยานยนต์มาแล้ว จำนวน 20 คน

ตารางที่ ข-13 คะแนนจากการทดลองใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

ข้อที่	นักเรียนกลุ่มเก่ง										นักเรียนกลุ่มอ่อน										R_H	R_L	p	r	q	pq	สรุป
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10							
1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	9	2	0.55	0.70	0.45	0.25	ใช้ได้
2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	9	2	0.55	0.70	0.45	0.25	ใช้ได้
3	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	8	2	0.50	0.60	0.50	0.25	ใช้ได้
4	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	1	0.45	0.70	0.55	0.25	ใช้ได้
5	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	8	2	0.50	0.60	0.50	0.25	ใช้ได้
6	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	9	2	0.55	0.70	0.45	0.25	ใช้ได้
7	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	7	1	0.40	0.60	0.60	0.24	ใช้ได้
8	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	7	1	0.40	0.60	0.60	0.24	ใช้ได้
9	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0.40	0.80	0.60	0.24	ใช้ได้
10	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	8	2	0.50	0.60	0.50	0.25	ใช้ได้
11	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	9	2	0.55	0.70	0.45	0.25	ใช้ได้
12	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	1	0.45	0.70	0.55	0.25	ใช้ได้
13	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	1	0.45	0.70	0.55	0.25	ใช้ได้
14	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	9	2	0.55	0.70	0.45	0.25	ใช้ได้
15	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	9	2	0.55	0.70	0.45	0.25	ใช้ได้
16	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	8	3	0.55	0.50	0.45	0.25	ใช้ได้
17	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	9	2	0.55	0.70	0.45	0.25	ใช้ได้
18	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	8	3	0.55	0.50	0.45	0.25	ใช้ได้
19	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	10	1	0.55	0.90	0.45	0.25	ใช้ได้
20	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	7	2	0.45	0.50	0.55	0.25	ใช้ได้
21	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0.05	0.10	0.95	0.05	ใช้ไม่ได้
22	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0.10	0.20	0.90	0.09	ใช้ไม่ได้
23	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	8	2	0.50	0.60	0.50	0.25	ใช้ได้
24	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	1	0.15	0.10	0.85	0.13	ใช้ไม่ได้
25	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	1	0.15	0.10	0.85	0.13	ใช้ไม่ได้
X	23	23	19	18	18	17	17	14	15	14	9	9	4	3	3	2	2	2	2	2						5.5	
X^2	529	529	361	324	324	289	289	196	225	196	81	81	16	9	9	4	4	4	4	4							

2.2.2.2 การวิเคราะห์หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

วิธีหา จากสูตรของคูเดอร์และริชาร์ดสัน การหาความเที่ยงโดยวิธีนี้ เป็นการหาความสัมพันธ์ของคะแนนจากการใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ฉบับเดียวและสอบเพียงครั้งเดียว โดยนำผลการสอบมาคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ใช้สูตรของคูเดอร์และริชาร์ดสันซึ่งเป็นการหาความเที่ยงของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่มีระบบการให้คะแนนแบบ 0,1 (ผิด 0, ถูก 1) สูตรที่ใช้มี 2 สูตร คือ สูตร KR - 20 กับสูตร KR – 21

เลือก สูตร KR -20 ในกรณีที่ค่าความยากง่ายของข้อสอบแต่ละข้อไม่เท่ากัน

$$R_{KR}\text{-}20 = \frac{K}{K-1}\left[1 - \frac{\sum pq}{S^2}\right]$$

เมื่อ R_{tt} แทน ความเที่ยงของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

K แทน จำนวนข้อสอบ

P แทน ความยากง่ายของข้อสอบแต่ละข้อ (สัดส่วนที่ตอบถูก)

q แทน สัดส่วนที่ตอบผิด (1-p)

N แทน จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่าง

S^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนรวมของแบบทดสอบ

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ของชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ สำหรับใช้ในการเรียนการสอนวิชางานจักรยานยนต์

จากสูตร

$$S^2 = \frac{N\sum X^2 - (\sum X)^2}{N^2}$$

แทนค่าสูตร

ค่า N = 20 คน

ค่า X = 23+23+19+18+18+17+17+17+15+14+9+9+4+3+3+2+2+2+2+2=219

ค่า X^2 = 529+529+361+324+324+289+289+225+196+81+81+16+9+9+9+4+4

+4+4+4=3,571

แทนค่า $S^2 = \boxed{\frac{20X3571 - (219)^2}{20^2}}$

S^2 = 58.65

แทนค่าสูตร KR -20

ค่า K = 25 , Σpq = 5.58

แทนค่า R_{KR}-20 = $\frac{25}{25-1}\left[1-\frac{5.58}{58.65}\right]$

= 0.94

2.2.2.3 ผลการวิเคราะห์หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ของชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ทั้งฉบับ เท่ากับ 0.94

2.2.3 การหาค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนก จากกทดลอง

กลุ่มทดลองชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ และทดลองหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทั้งฉบับ คือนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 1 กลุ่ม 2 แผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 ที่ผ่านการเรียนวิชางานจักรยานยนต์มาแล้ว จำนวน 20 คน ยังอยู่ใน ช่วงที่ 1

2.2.3.1 การวิเคราะห์หาความหาค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ดังที่ปรากฏในตารางที่ ข-13 และจากสูตร KR -20

2.2.3.2 ผลการวิเคราะห์หาความหาค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

การหาค่าความยากง่าย (p)

จากตารางที่ ข-13 คะแนนจากการทดลองใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ในการพิจารณาค่าความยากง่าย ของข้อสอบ ทั้ง 25 ข้อ มีค่าความยากง่าย อยู่ระหว่าง 0.40 -0.55 แสดงว่า ข้อสอบนี้มีค่าความยากง่าย พอเหมาะ หรืออยู่ในขั้นดีมาก มีบางข้อ มีค่าความยากง่าย อยู่ระหว่าง 0.05 -0.15 ซึ่งไม่เหมาะใช้เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

การหาอำนาจจำแนก (r)

จากตารางที่ ข-13 คะแนนจากการทดลองใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ในการพิจารณาค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ ทั้ง 25 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนกต่ำสุด 0.10 – 0.20 ซึ่งอำนาจจำแนกต่ำถึงต่ำมาก สมควรปรับปรุงหรือตัดทิ้ง เช่น ข้อ 21, 22, 24, และ 25 รวมตัดออก 4 ข้อ ส่วนข้ออื่น ๆ อยู่ระหว่าง 0.50 - 0.90 ซึ่งอำนาจจำแนกพอใช้ถึงขั้นดีมาก จากแบบทดสอบ 25 ข้อ ผ่านเกณฑ์ 20 ข้อ ซึ่งจะเก็บไว้ใช้เป็นข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ต่อไป

2.2.3.3 ได้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อนำไปใช้ในการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน ต่อไป

2.2.4 การทดลอง **<u>ช่วงที่ 2</u>** กับกลุ่มตัวอย่าง

2.2.4.1 ใช้ชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ เอกสารประกอบการสอนงานจักรงานยนต์ ระหว่างเรียน และทดสอบด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียน กับกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) แผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์ ที่ลงทะเบียนเรียนวิชางานจักรยานยนต์ รหัสวิชา 2101-2102 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 โดยการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) จำนวน 54 คน ดังนี้

ปวช.1 กลุ่ม 5	จำนวน 11 คน
ปวช.1 กลุ่ม 1 (ทวิภาคี)	จำนวน 18 คน
ปวช.3 กลุ่ม 1 (ทวิภาคี)	จำนวน 10 คน
ปวช.3 กลุ่ม 2 (ทวิภาคี	จำนวน 15 คน
รวม	จำนวน 54 คน

การทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง ดังปรากฏผลดังตารางที่ ข-14

ตารางที่ ข-14 แสดงคะแนนจากการทำใบงานของชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ระหว่างเรียน และทำแบบทดสอบหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่าง

คะแนนทำใบงานของชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ระหว่างเรียน															รวม	ก่อนเรียน	หลังเรียน
ใบงานที่	7.1	7.2	7.3	7.4	7.5	7.6	7.7	7.8	7.9	7.10	7.11	7.12	7.13	7.14			
ผู้เรียน	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	140	80	20
1	8	9	10	9	9	9	8	8	7	9	9	9	9	9	122	70	17
2	9	9	9	9	8	7	9	8	7	8	9	9	9	9	119	68	17
3	9	6	9	7	7	9	9	9	8	9	8	8	9	9	116	66	17
4	9	8	9	7	6	9	9	7	9	8	9	9	9	9	117	67	18
5	8	9	9	8	9	6	9	8	8	9	7	9	9	9	117	67	12
6	8	9	9	8	9	9	9	9	9	8	7	9	8	8	119	68	16
7	9	9	7	9	9	9	9	9	9	8	7	8	7	7	116	66	15
8	8	7	8	9	9	9	9	7	9	9	9	9	9	9	120	69	16
9	7	8	8	7	9	9	9	9	9	9	9	9	8	8	118	67	17

ตารางที่ ข-14 (ต่อ) แสดงคะแนนจากการทำใบงานของชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ระหว่างเรียน และทำแบบทดสอบหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่าง

คะแนนทำใบงานของชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ระหว่างเรียน															รวม	ก่อนเรียน	หลังเรียน
ใบงานที่	7.1	7.2	7.3	7.4	7.5	7.6	7.7	7.8	7.9	7.10	7.11	7.12	7.13	7.14			
ผู้เรียน	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	140	80	20
10	9	9	9	6	8	8	9	9	9	9	9	9	9	9	121	69	17
11	8	8	9	8	8	9	9	9	9	9	7	8	7	7	115	66	17
12	7	8	8	7	8	8	9	9	9	9	9	9	9	9	118	67	15
13	9	9	7	9	9	7	9	9	8	9	8	9	9	9	120	69	15
14	8	8	8	8	7	9	8	9	9	9	9	7	8	7	114	65	17
15	9	9	9	9	9	8	8	9	8	7	8	7	8	8	116	66	17
16	8	8	8	7	8	8	8	9	9	9	9	9	9	9	118	67	17
17	9	9	9	9	8	9	8	9	7	8	8	8	9	9	119	68	16
18	8	8	9	7	8	8	8	9	9	7	8	9	9	9	116	66	15
19	8	8	9	9	9	9	8	9	9	9	8	7	9	9	120	69	16
20	9	8	9	8	9	9	8	9	9	9	8	9	8	7	119	68	17
21	9	8	9	8	9	9	8	9	9	9	8	9	8	8	120	69	15
22	9	8	9	8	9	9	8	9	9	9	8	9	8	7	119	68	19
23	9	8	9	8	9	9	8	9	9	9	8	9	8	8	120	69	17
24	9	8	7	8	9	9	8	9	9	9	8	9	8	7	117	67	14
25	9	6	9	8	9	9	8	9	9	9	8	9	8	7	117	67	16
26	9	8	9	8	7	9	8	9	9	9	8	9	8	8	118	67	17
27	9	7	7	8	9	9	8	9	9	9	8	9	8	7	116	66	18
28	9	8	9	8	9	9	8	7	9	9	8	9	8	7	117	67	18
29	7	8	9	7	7	9	8	9	9	9	8	7	8	8	113	65	17
30	9	8	9	8	9	9	8	9	9	7	8	9	8	7	117	67	17
31	7	7	9	8	7	9	8	9	9	9	8	9	8	8	115	66	17
32	9	8	9	9	9	9	8	9	9	9	8	9	8	7	120	69	15
33	9	9	8	8	7	9	8	9	9	9	8	8	8	7	116	66	16
34	7	8	9	9	9	9	8	9	9	9	8	9	8	8	119	68	19

ตารางที่ ข-14 (ต่อ) แสดงคะแนนจากการทำใบงานของชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ระหว่างเรียน และทำแบบทดสอบหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่าง

คะแนนทำใบงานของชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ระหว่างเรียน															รวม	ก่อนเรียน	หลังเรียน
ใบงานที่	7.1	7.2	7.3	7.4	7.5	7.6	7.7	7.8	7.9	7.10	7.11	7.12	7.13	7.14			
ผู้เรียน	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	140	80	20
35	9	8	9	8	9	9	8	9	9	9	8	9	8	7	119	68	16
36	9	7	9	8	9	9	8	9	9	9	8	9	8	7	118	67	17
37	9	8	8	9	7	9	8	9	9	9	8	8	8	8	117	67	16
38	7	8	9	8	9	9	8	9	9	9	8	9	8	7	117	67	15
39	9	8	9	9	9	9	8	9	9	9	8	9	8	7	120	69	17
40	9	7	8	8	7	9	8	9	9	9	8	9	8	8	116	66	18
41	7	8	9	8	9	9	8	9	9	9	8	8	8	7	116	66	16
42	9	8	9	9	7	9	8	9	9	9	8	9	8	7	118	67	17
43	9	7	7	8	9	9	8	9	9	9	8	9	8	7	116	66	17
44	7	8	9	7	9	9	8	9	9	9	8	8	8	8	116	66	17
45	9	8	9	8	9	9	8	9	9	9	8	9	8	9	121	69	17
46	9	8	9	8	9	9	8	7	9	9	8	9	8	7	117	67	17
47	9	8	9	8	9	9	9	9	9	9	8	9	8	9	122	70	18
48	9	8	9	8	9	9	8	9	9	9	8	9	8	7	119	68	17
49	9	8	9	8	9	9	8	9	9	7	9	9	8	9	120	69	15
50	9	8	7	6	9	9	8	7	7	9	8	9	8	7	111	63	16
51	8	8	8	8	9	8	9	9	9	9	8	9	7	7	116	66	17
52	9	8	9	9	7	9	8	9	9	7	9	9	8	9	119	68	15
53	8	8	9	8	9	7	9	9	9	9	8	9	8	7	117	67	15
54	9	8	8	8	9	9	8	9	9	9	8	9	8	9	120	69	17
รวม ($\sum X$)															**6,359**	**3,634**	**889**
เฉลี่ย ($\bar{X}$)															**117.8**	**67**	**16**
รวมเฉลี่ยร้อยละ															**84.11**	**84.11**	**82.31**

2.2.4.2 การวิเคราะห์ผลการทดลองกับกลุ่มตังอย่าง จำนวน 54 คน

การหาประสิทธิภาพของชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ วัดจากร้อยละของคะแนนเฉลี่ยระหว่างเรียนและร้อยละของคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน

Efficiency $E_1 : E_2$

E_1 ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยระหว่างเรียน

E_2 ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน

จากสูตร $E_1 = \frac{\sum X / N}{A} \times 100$

$\sum X$ หมายถึง คะแนนรวมของผู้เรียนจากการทำแบบใบงาน และ/หรือ ประกอบกิจกรรม ซึ่งมีลักษะเป็นการวัดผลเป็นระยะ ๆ

N หมายถึง จำนวนผู้เรียน

A หมายถึง คะแนนเต็มของใบงาน แบบฝึกหัดและ/หรือกิจกรรมรวมกัน

โดยที่ E_1 = ผลรวมคะแนนระหว่างเรียน/ผลรวมคะแนนเต็ม × 100

= (3,634/54)/80X100

= 84.11

จากสูตร $E_2 = \frac{\sum Y / N}{B} \times 100$

$\sum Y$ หมายถึง คะแนนรวมของผู้เรียนจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน และ/หรือประกอบกิจกรรมหลังเรียน ซึ่งมีลักษะเป็นการวัดผลสรุปรวม

N หมายถึง จำนวนผู้เรียน

B หมายถึง คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียนและ/หรือกิจกรรมหลังเรียน

E_2 = ผลรวมคะแนนสอบ หลังเรียน/ผลรวมคะแนนเต็ม × 100

= (889/54)/20X100

= 82.31

2.2.4.3 ผลการวิเคราะห์ผลการทดลองกับกลุ่มตังอย่าง

ประสิทธิภาพของชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์นี้ วัดจากร้อยละของคะแนนเฉลี่ยระหว่างเรียน และร้อยละของคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน มีค่าเท่ากับ 84.11/82.31

3. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากคะแนนเฉลี่ยทดสอบก่อนเรียนและคะแนนเฉลี่ยทดสอบหลังเรียน

3.1 การทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของคะแนนทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

H_0: $\mu_1 = \mu_2$

H_1 : $\mu_1 \neq \mu_2$

ตารางที่ ข-15 แสดงตารางแสดงผลการทดลองเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การทดสอบ	N	μ	σ	t	Sig.
ก่อนเรียน	54	2.30	1.733	46.867	.000
หลังเรียน	54	16.46	1.239		

3.2 การวิเคราะห์

ตารางที่ ข-16 ผลการคำนวณ Paired Samples Test

Paired Samples Test

	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference Lower	Upper			
Pair 1 Pretest - Posttest	-14.167	2.221	.302	-14.773	-13.560	-46.867	53	.000

จากการคำนวณโดยใช้โปรแกรม จากการทดสอบสมมติฐานของกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม ที่สัมพันธ์กัน (t-test dependent) หมายถึง การทดสอบเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียน หลังเรียนของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มเดิม จะเห็นได้ว่า ค่า Sig. ที่คำนวณ มีค่าเท่ากับ 0.000 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.05 แสดงว่า ปฏิเสธ H_0 / ยอมรับ H_1 สรุป การเรียนด้วยชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ที่สร้างขึ้น ทำให้นักศึกษามีความรู้สูงขึ้นจริง ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 แสดงว่ามีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตาราง ปริ้น out

4. การประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนโดยใช้ชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์

4.1 แบบร่าง แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนโดยใช้ชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์

แบบประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
เกี่ยวแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนโดยใช้ชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์

.....

การหาค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบประเมิน

เป็นการนำผลของผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านมารวมกันคำนวณหาความตรงเชิงเนื้อหา ดัชนีที่ใช้แสดงค่าความสอดคล้อง เรียกว่า ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามและวัตถุประสงค์ (Item-Objective Congruence Index : IOC) โดยผู้เชี่ยวชาญจะต้องประเมินด้วยคะแนน 3 ระดับ คือ

+1 = สอดคล้อง หรือแน่ใจว่าแบบประเมินนั้นสอดคล้องกับวัตถุประสงค์และเนื้อหา
0 = ไม่แน่ใจ แบบประเมินนั้นสอดคล้องกับวัตถุประสงค์และเนื้อหา
-1 = ไม่สอดคล้อง หรือแน่ใจว่าแบบประเมินนั้นไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์และเนื้อหา

ค่าดัชนีความสอดคล้องที่ยอมรับได้ต้องมีค่าตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป

สูตรในการคำนวณ

สูตร $IOC = \frac{\sum R}{N}$

ซึ่ง IOC หมายถึง ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์และเนื้อหา

$\sum R$ หมายถึง ผลรวมของคะแนนการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ

N หมายถึง จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

เกณฑ์การตัดสินค่า IOC ถ้ามีค่า 0.50 ขึ้นไป แสดงว่า ข้อคำถามนั้นวัดได้ตรงจุดประสงค์หรือตรงตามเนื้อหานั้น แสดงว่า ข้อคำถามข้อนั้นใช้ได้

แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียน โดยใช้ชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ โดยผู้เชี่ยวชาญ

การหาค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบประเมิน (Index of Item Objective Congruence: IOC)

ข้อที่	รายการพิจารณา	คะแนนการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
	ด้านปัจจัยนำเข้า				
1	คำชี้แจงของเอกสารประกอบชุดฝึกปฏิบัติ มีความชัดเจน อ่านแล้วเข้าใจง่าย				
2	เอกสารประกอบชุดฝึกปฏิบัติมีขนาดอักษรที่เหมาะสม				
3	เนื้อหาที่กำหนดในเอกสารประกอบชุดฝึกปฏิบัติเหมาะสมกับผู้เรียน				
4	เวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนเพียงพอต่อการเรียนในเนื้อหาแต่ละใบงาน				
5	สื่อในกิจกรรมการเรียนมีความหลากหลายและเหมาะสม				
6	ใบงาน และแบบฝึกหัดมีความยากง่ายเหมาะสม				
7	ใบงาน ชัดเจน อ่านแล้วเข้าใจง่าย				
	ด้านกระบวนการ				
1	กิจกรรมการเรียนการสอนมีความน่าสนใจ				
2	ขั้นตอนของกิจกรรมการเรียน นักเรียนสามารถปฏิบัติได้				
3	กิจกรรมการเรียนส่งเสริมผู้เรียนได้ศึกษาและลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง				
4	กิจกรรมการเรียนส่งเสริมผู้เรียนค้นหาคำตอบและแก้ไขปัญหาเป็นทีม				
5	กิจกรรมการเรียนส่งเสริมผู้เรียน ฝึกปฏิบัติ				
6	กิจกรรมการเรียนส่งเสริมผู้เรียนให้มีวินัย และรับผิดชอบในการทำงาน				
7	กิจกรรมการเรียนส่งเสริมผู้เรียนได้ประเมิน ปรับปรุงตนเองและยอมรับผู้อื่น ตลอดจนใฝ่หาความรู้อย่างต่อเนื่อง				
8	ส่งเสริมผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้				

ข้อที่	รายการพิจารณา	คะแนนการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
ด้านผลผลิต					
1	ผู้เรียนเกิดความรู้ ทักษะ และลงมือปฏิบัติงานจริงจากการได้ใช้ชุดฝึกปฏิบัติ				
2	ผู้เรียนสามารถนำความรู้จากการใช้ชุดฝึกปฏิบัติไปใช้ในชีวิตประจำวันได้				
3	ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้น				
4	ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียน				
5	ผู้เรียนต้องการให้มีชุดฝึกปฏิบัติลักษณะนี้ในรายวิชาอื่น ๆ ต่อไป				
6	ผู้เรียน ผลสำเร็จการศึกษา				

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้ประเมิน

4.2 การหาคุณภาพของแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนโดยใช้ชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ โดยผู้เชี่ยวชาญ

4.2.1 การหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามและวัตถุประสงค์ (Item-Objective Congruence Index : IOC) ของแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียน โดยใช้ชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน

ตารางที่ ข-17 แสดงการหาค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียน โดยใช้ชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์โดยผู้เชี่ยวชาญ

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อที่	ข้อสอบที่	คะแนนความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ							ผลการพิจารณา
		คนที่1	คนที่2	คนที่3	คนที่4	คนที่5	$\sum R$	IOC	
ด้านปัจจัยนำเข้า									
1	1	+1	+1	+1	+1	+1	4	1.00	ใช้ได้
2	2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
3	3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
4	4	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
5	5	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
6	6	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
7	7	0	0	0	+1	+1	2	0.40	ใช้ไม่ได้
เฉลี่ย								**0.91**	**ใช้ได้**
ด้านกระบวนการ									
1	1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
2	2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
3	3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
4	4	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
5	5	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
6	6	+1	+1	0	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
7	7	+1	+1	0	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
8	8	0	0	0	+1	+1	2	0.40	ใช้ไม่ได้
เฉลี่ย								**0.86**	**ใช้ได้**

ตารางที่ ข-17 (ต่อ) แสดงการหาค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียน โดยใช้ชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์โดยผู้เชี่ยวชาญ

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อที่	ข้อสอบที่	คะแนนความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ							ผลการพิจารณา
		คนที่1	คนที่2	คนที่3	คนที่4	คนที่5	$\sum R$	IOC	
ด้านผลผลิต									
1	1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
2	2	+1	+1	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
3	3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
4	4	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
5	5	+1	+1	0	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
6	6	0	+1	0	+1	0	2	0.40	ใช้ไม่ได้
เฉลี่ย								**0.83**	**ใช้ได้**

4.2.2 การวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียน โดยใช้ชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน

ด้านปัจจัยนำเข้า

แทนค่าสูตร $IOC = \frac{6.4}{7}$

$= 0.91$

ด้านกระบวนการ

แทนค่าสูตร $IOC = \frac{7}{8}$

$= 0.86$

ด้านผลผลิต

แทนค่าสูตร $IOC = \frac{5}{6}$

$= 0.83$

เกณฑ์การตัดสินค่า IOC ถ้ามีค่า 0.50 ขึ้นไป แสดงว่า ข้อคำถามนั้นวัดได้ตรงจุดประสงค์หรือตรงตามเนื้อหานั้น แสดงว่า ข้อคำถามข้อนั้นใช้ได้

4.2.3 ผลการวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียน โดยใช้ชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน

ผลการวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบสอบถามความพึงพอใจ โดยผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน ได้ทำการวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบสอบถาม จำนวน 21 ข้อคำถาม และแบ่งเป็น 3 ด้าน พบว่า แบบสอบถามได้รับการสังเคราะห์เหลือข้อคำถาม จำนวน 18 ข้อ ซึ่งผู้เชี่ยวชาญได้วิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบสอบถาม ดังนี้ ด้านปัจจัยนำเข้า มีค่า IOC เฉลี่ยเท่ากับ 0.91 ด้านกระบวนการ มีค่า IOC เฉลี่ยเท่ากับ 0.86 ด้านผลผลิต มีค่า IOC เฉลี่ยเท่ากับ 0.83 ซึ่งอยู่ในผลการพิจารณา ใช้ได้ ทุกด้าน สรุป ผู้เชี่ยวชาญให้ใช้แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียน โดยใช้ชุดฝึกปฏิบัติการระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ นำไปเป็นแบบสอบถามได้

4.3 แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียน โดยใช้ชุดฝึกปฏิบัติการระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ เพื่อนำไปให้กลุ่มตัวอย่างประเมิน

แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนโดยใช้ชุดฝึกปฏิบัติการระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์

ตอนที่ 1 คำชี้แจง

ให้นักเรียนอ่านข้อความในแบบสอบถามทีละข้อ แล้วพิจารณาว่านักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนโดยใช้ชุดฝึกปฏิบัติการระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ในแต่ละข้อมากน้อยเพียงใด และทำเครื่องเครื่องหมาย ✓ลงในช่องที่ตรงกับความพึงพอใจของนักเรียน

ลำดับที่	แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนโดยใช้ชุดฝึกปฏิบัติการระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์	ระดับความพึงพอใจ				
		มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
	ด้านปัจจัยนำเข้า					
1	คำชี้แจงของเอกสารประกอบชุดฝึกปฏิบัติ มีความชัดเจนอ่านแล้วเข้าใจง่าย					
2	เอกสารประกอบชุดฝึกปฏิบัติมีขนาดอักษรที่เหมาะสม					

ลำดับที่	แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนโดยใช้ชุดฝึกปฏิบัติการระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์	ระดับความพึงพอใจ				
		มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
	ด้านปัจจัยนำเข้า					
3	เนื้อหาที่กำหนดในเอกสารประกอบชุดฝึกปฏิบัติ เหมาะสมกับนักเรียน					
4	เวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนเพียงพอต่อการเรียนในเนื้อหาแต่ละใบงาน					
5	สื่อในกิจกรรมการเรียนมีความหลากหลาย และเหมาะสม					
6	ใบงาน และแบบฝึกหัดมีความยากง่ายเหมาะสม					
	ด้านกระบวนการ					
1	กิจกรรมการเรียนการสอนมีความน่าสนใจ					
2	ขั้นตอนของกิจกรรมการเรียน นักเรียนสามารถปฏิบัติได้					
3	กิจกรรมการเรียนส่งเสริมผู้เรียนได้ศึกษาและลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง					
4	กิจกรรมการเรียนส่งเสริมผู้เรียนค้นหาคำตอบและแก้ไขปัญหาเป็นทีม					
5	กิจกรรมการเรียนส่งเสริมผู้เรียน ฝึกปฏิบัติ					
6	กิจกรรมการเรียนส่งเสริมผู้เรียนให้มีวินัย และรับผิดชอบในการทำงาน					
7	กิจกรรมการเรียนส่งเสริมผู้เรียนได้ประเมิน ปรับปรุงตนเอง และยอมรับผู้อื่น ตลอดจนใฝ่หาความรู้อย่างต่อเนื่อง					
	ด้านผลผลิต					
1	ผู้เรียนเกิดความรู้ ทักษะ และลงมือปฏิบัติงานจริงจากการได้ใช้ชุดฝึกปฏิบัติ					
2	ผู้เรียนสามารถนำความรู้จากการใช้ชุดฝึกปฏิบัติไปใช้ในชีวิตประจำวันได้					

ลำดับที่	แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนโดยใช้ชุดฝึกปฏิบัติการระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์	ระดับความพึงพอใจ				
		มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
	ด้านผลผลิต					
3	ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้น					
4	ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียน					
5	ผู้เรียนต้องการให้มีชุดฝึกปฏิบัติลักษณะนี้ในรายวิชาอื่น ๆ ต่อไป					

ตอนที่ 2 ข้อคิดเห็น และข้อเสนอแนะเพิ่มเติมต่อการเรียนโดยใช้ใช้ชุดฝึกปฏิบัติการระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ .....ผู้ประเมิน

(.....)

...../...../.....

4.4 การวิเคราะห์แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียน โดยใช้ชุดฝึกปฏิบัติการระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ทั้ง 3 ด้าน คือด้านปัจจัยนำเข้า ด้านกระบวนการ ด้านผลผลิต ดังปรากฏตามตารางที่ ข-18 ถึง ข-21

ตารางที่ ข-18 แสดงค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียน โดยใช้ชุดฝึกปฏิบัติการระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ด้านปัจจัยนำเข้า

(N=54)

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย (μ)	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (σ)	ระดับความพึงพอใจ
1. คำชี้แจงของเอกสารประกอบชุดฝึกปฏิบัติมีความชัดเจน อ่านแล้วเข้าใจง่าย	4.57	0.56	ระดับมากที่สุด
2. เอกสารประกอบชุดฝึกปฏิบัติมีขนาดอักษรที่เหมาะสม	4.46	0.57	ระดับมาก
3. เนื้อหาที่กำหนดในเอกสารประกอบชุดฝึกปฏิบัติเหมาะสมกับนักเรียน	4.48	0.60	ระดับมาก
4. เวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนเพียงพอต่อการเรียนในเนื้อหาแต่ละใบงาน	4.31	0.72	ระดับมาก
5. สื่อในกิจกรรมการเรียนมีความเหลากหลายและเหมาะสม	4.80	0.47	ระดับมากที่สุด
6. ใบงาน และแบบฝึกหัดมีความยากง่ายเหมาะสม	4.27	0.68	ระดับมาก
ค่าเฉลี่ยรวม	**4.48**	**0.60**	**ระดับมาก**

จากตารางที่ ข-18 แสดงค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนโดยใช้ชุดฝึกปฏิบัติการระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ด้านปัจจัยนำเข้า นักเรียนจำนวน 54 คน แผนกวิชาช่างยนต์ มีความพึงพอใจโดยเฉลี่ยรวมอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.48 เมื่อจำแนกรายข้อพบว่า หัวข้อสื่อในกิจกรรมการเรียนมีความหลากหลาย และเหมาะสม มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.80 รองลงมา คือ หัวข้อคำชี้แจงของเอกสารประกอบชุดฝึกปฏิบัติฯ มีความชัดเจน อ่านแล้วเข้าใจง่าย มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.57 รองลงมา คือ หัวข้อเนื้อหาที่กำหนดในเอกสารประกอบชุดฝึก

ปฏิบัติเหมาะสมกับนักเรียน มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.48 รองลงมา คือ หัวข้อเอกสารประกอบชุดฝึกปฏิบัติฯมีขนาดอักษรที่เหมาะสม มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.46 รองลงมา คือ หัวข้อเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนเพียงพอต่อการเรียนในเนื้อหาแต่ละใบงาน มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.31 และลำดับสุดท้าย คือ หัวข้อใบงาน และแบบฝึกหัดมีความยากง่ายเหมาะสม อยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.27 ตามลำดับ

ตารางที่ ข-19 แสดงค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนโดยใช้ชุดฝึกปฏิบัติการระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ด้านกระบวนการ

(N=54)

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย (μ)	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (σ)	ระดับความพึงพอใจ
1. กิจกรรมการเรียนการสอนมีความน่าสนใจ	4.50	0.44	ระดับมากที่สุด
2. ขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนนักเรียนสามารถปฏิบัติได้	4.50	0.54	ระดับมากที่สุด
3. กิจกรรมการเรียนส่งเสริมผู้เรียนได้ศึกษาและลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง	4.60	0.44	ระดับมากที่สุด
4. กิจกรรมการเรียนส่งเสริมผู้เรียนค้นหาคำตอบและแก้ไขปัญหาเป็นทีม	4.10	0.42	ระดับมาก
5. กิจกรรมการเรียนส่งเสริมผู้เรียน ฝึกปฏิบัติ	4.50	0.42	ระดับมากที่สุด
6. กิจกรรมการเรียนส่งเสริมผู้เรียนให้มีวินัย และรับผิดชอบในการทำงาน	4.20	0.44	ระดับมาก
7. กิจกรรมการเรียนส่งเสริมผู้เรียนได้ประเมินปรับปรุงตนเองและยอมรับผู้อื่น ตลอดจนใฝ่หาความรู้อย่างต่อเนื่อง	4.30	0.45	ระดับมาก
ค่าเฉลี่ยรวม	**4.39**	**0.45**	**ระดับมาก**

จากตารางที่ ข-19 แสดงค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนโดยใช้ชุดฝึกปฏิบัติการระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ด้านกระบวนการ นักเรียน จำนวน 54 คน แผนกวิชาช่างยนต์ มีความพึงพอใจโดยเฉลี่ยรวมอยู่ในระดับ

มาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.39 เมื่อจำแนกรายข้อ พบว่า หัวข้อกิจกรรมการเรียนส่งเสริมผู้เรียนได้ศึกษาและลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.60 รองลงมา คือ หัวข้อกิจกรรมการเรียนการสอนมีความน่าสนใจ มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.50 รองลงมา คือ หัวข้อขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนนักเรียนสามารถปฏิบัติได้ มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.50 รองลงมา คือ หัวข้อกิจกรรมการเรียนส่งเสริมผู้เรียน ฝึกปฏิบัติ มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.50 รองลงมา คือ หัวข้อกิจกรรมการเรียนส่งเสริมผู้เรียนได้ประเมิน ปรับปรุงตนเองและยอมรับผู้อื่น ตลอดจนใฝ่หาความรู้อย่างต่อเนื่อง อยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.30 รองลงมา คือ หัวข้อกิจกรรมการเรียนส่งเสริมผู้เรียนให้มีวินัย และรับผิดชอบในการทำงาน อยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.20 และลำดับสุดท้าย คือหัวข้อกิจกรรมการเรียนส่งเสริมผู้เรียนค้นหาคำตอบและแก้ไขปัญหาเป็นทีม มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.10 ตามลำดับ

ตารางที่ ข-20 แสดงค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนโดยใช้ชุดฝึกปฏิบัติการระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ด้านผลผลิต

(N=54)

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย (μ)	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (σ)	ระดับความพึงพอใจ
1. ผู้เรียนเกิดความรู้ ทักษะ และลงมือปฏิบัติงานจริงจากการได้ใช้ชุดฝึกปฏิบัติฯ	4.85	0.44	ระดับมากที่สุด
2. ผู้เรียนสามารถนำความรู้จากการใช้ชุดฝึกปฏิบัติไปใช้ในชีวิตประจำวันได้	4.60	0.45	ระดับมากที่สุด
3. ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้น	4.52	0.43	ระดับมากที่สุด
4. ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียน	4.55	0.44	ระดับมากที่สุด
5. ผู้เรียนต้องการให้มีชุดฝึกปฏิบัติ ลักษณะนี้ในรายวิชาอื่น ๆ ต่อไป	4.51	0.42	ระดับมากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวม	**4.61**	**0.44**	**ระดับมากที่สุด**

จากตารางที่ ข-20 15 แสดงค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนโดยใช้ชุดฝึกปฏิบัติการระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ด้านผลผลิตนักเรียน จำนวน 54 คน แผนกวิชาช่างยนต์ มีความพึงพอใจโดยเฉลี่ยรวมอยู่ในระดับมาก

ที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.61 เมื่อจำแนกรายข้อ พบว่า หัวข้อผู้เรียนเกิดความรู้ ทักษะ และลงมือปฏิบัติงานจริงจากการได้ใช้ชุดฝึกปฏิบัติ มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.85 รองลงมา คือ หัวข้อผู้เรียนสามารถนำความรู้จากการใช้ชุดฝึกปฏิบัติ ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.60 รองลงมา คือ หัวข้อผู้เรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียน มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.55 รองลงมา คือ หัวข้อผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้น มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.52 และลำดับสุดท้าย คือ หัวข้อผู้เรียนต้องการให้มีชุดฝึกปฏิบัติลักษณะนี้ในรายวิชาอื่น ๆ ต่อไป มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.51 ตามลำดับ

4.5 ผลการวิเคราะห์แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียน โดยใช้ชุดฝึกปฏิบัติการระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ทั้ง 3 ด้าน คือ ด้านปัจจัยนำเข้า ด้านกระบวนการ ด้านผลผลิต ดังปรากฏตามตารางที่ ข-21

ตารางที่ ข-21 แสดงค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนโดยใช้ชุดฝึกปฏิบัติการระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ภาพรวมทั้ง 3 ด้าน

(N=54)

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย (μ)	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (σ)	ระดับความพึงพอใจ
1. ด้านปัจจัยนำเข้า	4.48	0.60	ระดับมาก
2. ด้านกระบวนการ	4.39	0.45	ระดับมาก
3. ด้านผลผลิต	4.61	0.44	ระดับมากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวม	**4.50**	**0.49**	**ระดับมากที่สุด**

จากตารางที่ ข-21 แสดงค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนโดยใช้ชุดฝึกปฏิบัติการระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ในภาพรวมทั้ง 3 ด้าน คือ ด้านปัจจัยนำเข้า ด้านกระบวนการ และด้านผลผลิต กับกลุ่มตัวอย่างนักเรียน จำนวน 54 คน แผนกวิชาช่างยนต์ มีความพึงพอใจโดยเฉลี่ยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.50 เมื่อจำแนกรายด้าน พบว่า ด้านผลผลิต มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.61 รองลงมา คือ ด้านปัจจัยนำเข้า มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.48 และลำดับสุดท้าย คือด้านกระบวนการ มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.39 ตามลำดับ

แบบทดสอบก่อนเรียน

ชื่อรายวิชา งานจักรยานยนต์รหัสวิชา 2101 – 2102 **หัวข้อ / งาน** ระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์

คำสั่ง ให้นักเรียนทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงหน้าข้อที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว

1. ข้อใดกล่าวถูกต้อง หลักการทำงาน ระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ PGM-FI
   ก. ความเร็วรอบต่ำ อากาศเข้าน้อย ความดันในท่อไอดีต่ำ กล่อง ECM สั่งจ่ายน้ำมันน้อย
   ข. ความเร็วรอบต่ำ อากาศเข้าน้อย ความดันในท่อไอดีต่ำ กล่อง ECM สั่งจ่ายน้ำมันมาก
   ค. ความเร็วรอบต่ำ อากาศเข้าน้อย ความดันในท่อไอดีสูง กล่อง ECM สั่งจ่ายน้ำมันน้อย
   ง. ความเร็วรอบต่ำ อากาศเข้าน้อย ความดันในท่อไอดีสูง กล่อง ECM สั่งจ่ายน้ำมันมาก

2. CKP Sensor ทำหน้าที่
   ก. ตรวจจับความเร็วรอบเครื่องยนต์
   ข. ตรวจจับอุณหภูมิอากาศที่เข้ากระบอกสูบ
   ค. ตรวจจับอุณหภูมิเครื่องยนต์
   ง. ตรวจจับออกซิเจนในไอเสีย

3. ตัวตรวจจับสัญญาณ (Sensor) ตัวใดที่ติดตั้งอยู่ที่เรือนลิ้นเร่ง (Throttle Body)
   ก. O_2 Sensor
   ข. CKP Sensor
   ค. BA Sensor หรือ TO Sensor
   ง. IAT Sensor

4. MAP Sensor ทำหน้าที่
   ก. ตรวจจับออกซิเจนในไอเสีย
   ข. ตรวจจับความดันในท่อไอดี
   ค. ตรวจจับอุณหภูมิน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์
   ง. ตรวจจับอุณหภูมิอากาศที่เข้ากระบอกสูบ

5. O_2 Sensor ทำหน้าที่
   ก. ตรวจจับความเร็วรอบเครื่องยนต์
   ข. ตรวจจับอุณหภูมิอากาศที่เข้ากระบอกสูบ
   ค. ตรวจจับอุณหภูมิเครื่องยนต์
   ง. ตรวจจับออกซิเจนในไอเสีย

แบบทดสอบก่อนเรียน

ชื่อรายวิชา งานจักรยานยนต์รหัสวิชา 2101 – 2102 **หัวข้อ / งาน** ระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์

คำสั่ง ให้นักเรียนทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงหน้าข้อที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว

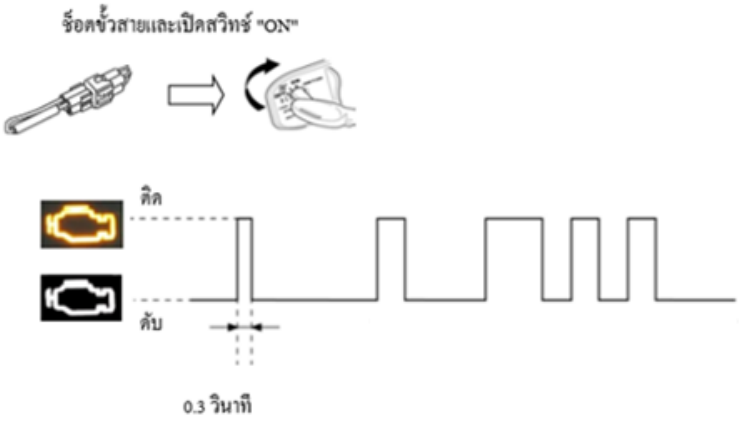
6. กล่องควบคุม (ECM : Engine Control Module) ทำหน้าที่
   ก. ควบคุมการทำงานของระบบ
   ข. ฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงให้เป็นฝอยละออง
   ค. ควบคุมอากาศรอบเดินเบา
   ง. สร้างแรงดันน้ำมันเชื้อเพลิง
7. หัวฉีด (Injector) ทำหน้าที่
   ก. ควบคุมการทำงานของระบบ
   ข. ฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงให้เป็นฝอยละออง
   ค. ควบคุมอากาศรอบเดินเบา
   ง. สร้างแรงดันน้ำมันเชื้อเพลิง
8. ส่วนประกอบใด <u>เป็นหน่วยตรวจสอบ</u> ของระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์
   ก. เรือนลิ้นเร่ง (Throttle Body)
   ข. หัวฉีด (Injector)
   ค. ตัวตรวจจับสัญญาณ (Sensor)
   ง. กล่อง ECM

แบบทดสอบก่อนเรียน

ชื่อรายวิชา งานจักรยานยนต์รหัสวิชา 2101 – 2102 **หัวข้อ / งาน** ระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์

คำสั่ง ให้นักเรียนทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงหน้าข้อที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว

9. จากรูป แสดงความหมายในหน่วยความจำ หมายถึงอะไร



ก. ไม่มีข้อมูลรหัสปัญหา

ข. มีข้อมูลรหัสปัญหา

ค. ขั้นตอนการปรับโหมดผิด

ง. ขั้นตอนการปรับโหมดถูก

10. ขั้นตอนการลบข้อมูลรหัสปัญหาข้อขัดข้อง ที่ถูกต้อง

1. ถอดเครื่องมือพิเศษออกจากขั้วตรวจสอบ และต่อเข้ากับขั้วตรวจสอบอีกครั้งภายใน 5 วินาที
2. เปิดสวิตช์ตำแหน่ง “ON”
3. ต่อเครื่องมือพิเศษเข้ากับขั้วตรวจสอบ
4. ปิดสวิตช์ตำแหน่ง “OFF”

ก. 1-2-3-4

ข. 1-4-2-3

ค. 1-3-2-4

ง. 4-3-2-1

แบบทดสอบก่อนเรียน

ชื่อรายวิชา งานจักรยานยนต์รหัสวิชา 2101 – 2102 **หัวข้อ / งาน** ระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์

คำสั่ง ให้นักเรียนทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงหน้าข้อที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว

11. จากรูป แสดงว่ามีความผิดปกติที่

ก. MAP Sensor

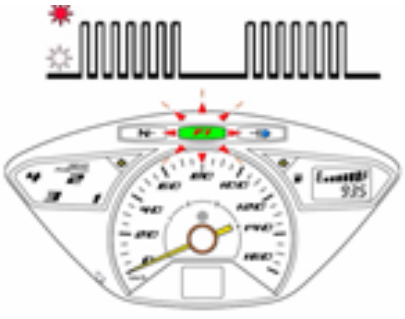
ข. IAT Sensor

ค. TP Sensor

ง. O_2 Sensor

12. จากรูป รหัสปัญหาอะไร

.



ก. รหัส 1

ข. รหัส 7

ค. รหัส 11

ง. รหัส 12

แบบทดสอบก่อนเรียน

ชื่อรายวิชา งานจักรยานยนต์รหัสวิชา 2101 – 2102 **หัวข้อ / งาน** ระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์

คำสั่ง ให้นักเรียนทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงหน้าข้อที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว

13. ขั้นตอนการปรับตั้งตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่ง จะต้องต่อสายพ่วงที่อุปกรณ์ อะไร

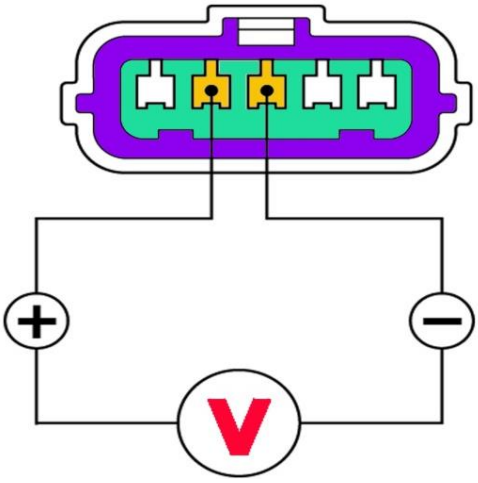
ก. MAP Sensor

ข. EOT Sensor

ค. O_2 Sensor

ง. CKP Sensor

14. จากรูป เป็นขั้นตอนการตรวจสอบ MAP Sensor เรื่องอะไร



ก. ตรวจสอบแรงเคลื่อนไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายที่ป้อนเข้า MAP Sensor

ข. ตรวจสอบความต่อเนื่องสายไฟของวงจร MAP Sensor

ค. ตรวจสอบแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ป้อนเข้า MAP Sensor

ง. ตรวจสอบความต่อเนื่องวงจรของ MAP Sensor

แบบทดสอบก่อนเรียน

ชื่อรายวิชา งานจักรยานยนต์รหัสวิชา 2101 – 2102 **หัวข้อ / งาน** ระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์

คำสั่ง ให้นักเรียนทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงหน้าข้อที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว

15. จากรูป เป็นขั้นตอนการตรวจสอบ EOT Sensor เรื่องอะไร

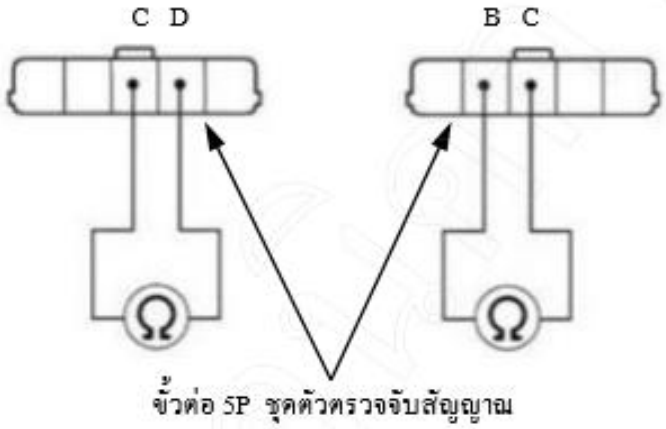
ก. ตรวจสอบแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ป้อนเข้า EOT Sensor

ข. ตรวจสอบความต้านทานของ EOT Sensor

ค. ตรวจสอบวงจรของ EOT Sensor

ง. ตรวจสอบแรงเคลื่อนไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายที่ป้อนเข้า EOT Sensor

16. จากรูป เป็นขั้นตอนการตรวจสอบ TP Sensor เรื่องอะไร



ก. ตรวจสอบแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ป้อนเข้า TP Sensor

ข. ตรวจสอบวงจรของ TP Sensor

ค. ตรวจสอบตัว TP Sensor

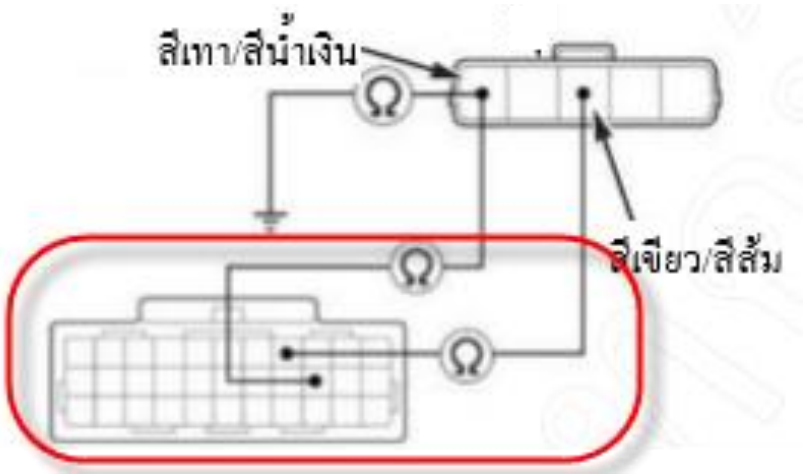
ง. ตรวจสอบวงจรสายสัญญาณของตัว TP Sensor

แบบทดสอบก่อนเรียน

ชื่อรายวิชา งานจักรยานยนต์รหัสวิชา 2101 – 2102 **หัวข้อ / งาน** ระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์

คำสั่ง ให้นักเรียนทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงหน้าข้อที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว

17. จากรูป เป็นขั้นตอนการตรวจสอบ IAT Sensor เรื่องอะไร



ก. ตรวจสอบแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ป้อนเข้า IAT Sensor

ข. ตรวจสอบวงจรของ IAT Sensor

ค. ตรวจสอบตัว IAT Sensor

ง. ตรวจสอบความต้านทานตัว IAT Sensor

แบบทดสอบก่อนเรียน

ชื่อรายวิชา งานจักรยานยนต์รหัสวิชา 2101 – 2102 **หัวข้อ / งาน** ระบบจุดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์

คำสั่ง ให้นักเรียนทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงหน้าข้อที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว

18. จากรูป เป็นขั้นตอนการตรวจสอบหัวฉีด เรื่องอะไร

ก. ตรวจสอบแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ป้อนเข้าหัวฉีด

ข. ตรวจสอบวงจรของหัวฉีด

ค. ตรวจสอบวงจรสายสัญญาณของหัวฉีด

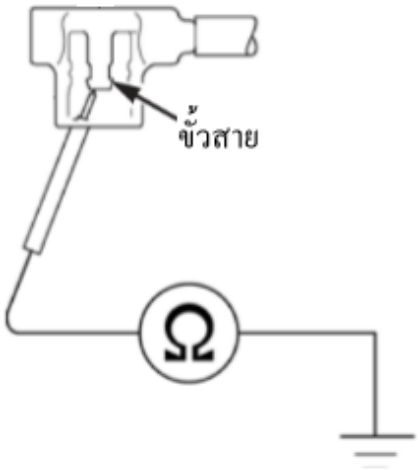
ง. ตรวจสอบความต้านทานของหัวฉีด

แบบทดสอบก่อนเรียน

ชื่อรายวิชา งานจักรยานยนต์รหัสวิชา 2101 – 2102 **หัวข้อ / งาน** ระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์

คำสั่ง ให้นักเรียนทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงหน้าข้อที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว

19. จากรูป เป็นขั้นตอนการตรวจสอบ O_2 Sensor เรื่องอะไร



ก. ตรวจสอบแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ป้อนเข้า O_2 Sensor

ข. ตรวจสอบการลัดวงจรของ O_2 Sensor

ค. ตรวจสอบวงจรสายสัญญาณของ O_2 Sensor

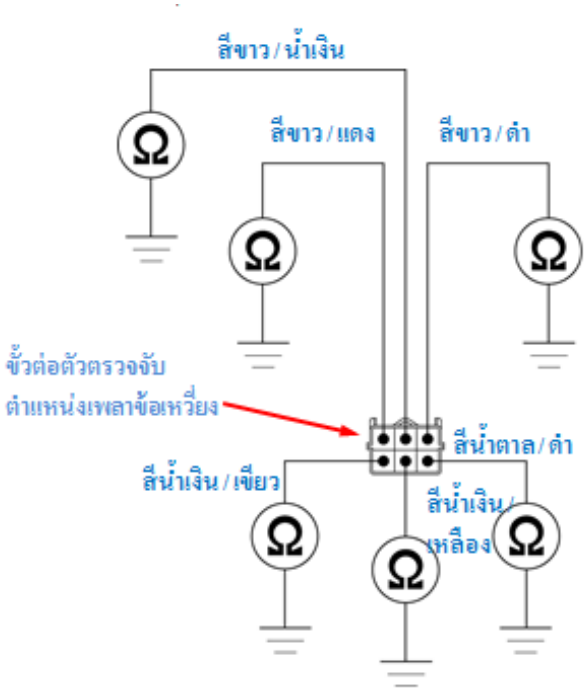
ง. ตรวจสอบความต้านทานของ O_2 Sensor

แบบทดสอบก่อนเรียน

ชื่อรายวิชา งานจักรยานยนต์รหัสวิชา 2101 – 2102 **หัวข้อ / งาน** ระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์

คำสั่ง ให้นักเรียนทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงหน้าข้อที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว

20. จากรูป เป็นขั้นตอนการตรวจสอบ CKP Sensor เรื่องอะไร



ก. ตรวจสอบแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ป้อนเข้า CKP Sensor

ข. ตรวจสอบการลัดวงจรของสายไฟ CKP Sensor

ค. ตรวจสอบความต่อเนื่องสายไฟ CKP Sensor

ง. ตรวจสอบความต้านทานของ CKP Sensor

แบบเฉลยทดสอบก่อนเรียน

ชื่อรายวิชา งานจักรยานยนต์รหัสวิชา 2101 – 2102 **หัวข้อ / งาน** ระบบจุดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์

1. ก
2. ก
3. ง
4. ข
5. ง
6. ก
7. ข
8. ค
9. ข
10. ง
11. ง
12. ข
13. ข
14. ก
15. ข
16. ค
17. ข
18. ง
19. ข
20. ข

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ชื่อรายวิชา งานจักรยานยนต์รหัสวิชา 2101 – 2102 หัวข้อ / งาน ระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์

คำสั่ง ให้นักเรียนทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงหน้าข้อที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว

1. ข้อใดกล่าวถูกต้อง หลักการทำงาน ระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ PGM-FI
   ก. ความเร็วรอบต่ำ อากาศเข้าน้อย ความดันในท่อไอดีต่ำ กล่อง ECM สั่งจ่ายน้ำมันน้อย
   ข. ความเร็วรอบต่ำ อากาศเข้าน้อย ความดันในท่อไอดีต่ำ กล่อง ECM สั่งจ่ายน้ำมันมาก
   ค. ความเร็วรอบต่ำ อากาศเข้าน้อย ความดันในท่อไอดีสูง กล่อง ECM สั่งจ่ายน้ำมันน้อย
   ง. ความเร็วรอบต่ำ อากาศเข้าน้อย ความดันในท่อไอดีสูง กล่อง ECM สั่งจ่ายน้ำมันมาก
2. ตัวตรวจจับสัญญาณ (Sensor) ตัวใดที่ติดตั้งอยู่ที่เรือนลิ้นเร่ง (Throttle Body)
   ก. O_2 Sensor
   ข. CKP Sensor
   ค. BA Sensor หรือ TO Sensor
   ง. IAT Sensor
3. MAP Sensor ทำหน้าที่
   ก. ตรวจจับออกซิเจนในไอเสีย
   ข. ตรวจจับความดันในท่อไอดี
   ค. ตรวจจับอุณหภูมิน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์
   ง. ตรวจจับอุณหภูมิอากาศที่เข้ากระบอกสูบ
4. CKP Sensor ทำหน้าที่
   ก. ตรวจจับความเร็วรอบเครื่องยนต์
   ข. ตรวจจับอุณหภูมิอากาศที่เข้ากระบอกสูบ
   ค. ตรวจจับอุณหภูมิเครื่องยนต์
   ง. ตรวจจับออกซิเจนในไอเสีย
5. O_2 Sensor ทำหน้าที่
   ก. ตรวจจับความเร็วรอบเครื่องยนต์
   ข. ตรวจจับอุณหภูมิอากาศที่เข้ากระบอกสูบ
   ค. ตรวจจับอุณหภูมิเครื่องยนต์
   ง. ตรวจจับออกซิเจนในไอเสีย

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ชื่อรายวิชา งานจักรยานยนต์รหัสวิชา 2101 – 2102 หัวข้อ / งาน ระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์

คำสั่ง ให้นักเรียนทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงหน้าข้อที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว

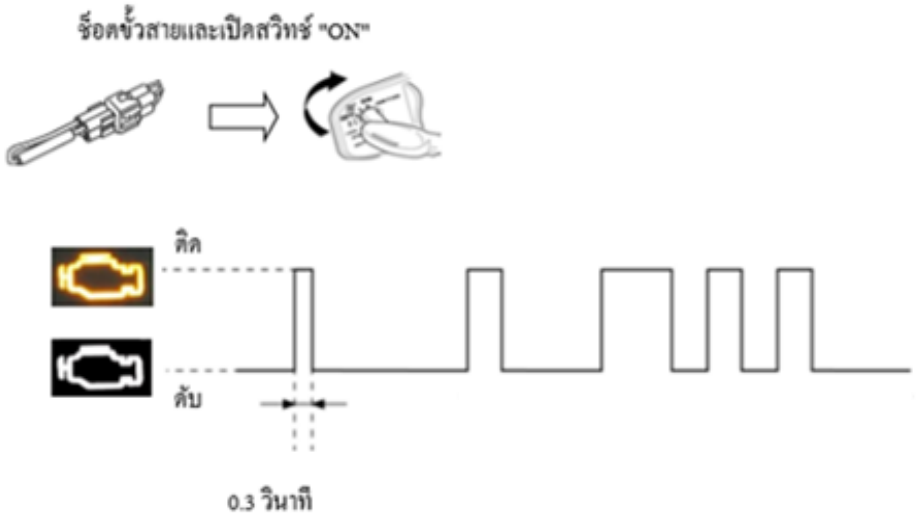
6. หัวฉีด (Injector) ทำหน้าที่
   ก. ควบคุมการทำงานของระบบ
   ข. ฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงให้เป็นฝอยละออง
   ค. ควบคุมอากาศรอบเดินเบา
   ง. สร้างแรงดันน้ำมันเชื้อเพลิง
7. กล่องควบคุม (ECM : Engine Control Module) ทำหน้าที่
   ก. ควบคุมการทำงานของระบบ
   ข. ฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงให้เป็นฝอยละออง
   ค. ควบคุมอากาศรอบเดินเบา
   ง. สร้างแรงดันน้ำมันเชื้อเพลิง
8. ส่วนประกอบใด <u>เป็นหน่วยตรวจสอบ</u> ของระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์
   ก. เรือนลิ้นเร่ง (Throttle Body)
   ข. หัวฉีด (Injector)
   ค. ตัวตรวจจับสัญญาณ (Sensor)
   ง. กล่อง ECM

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ชื่อรายวิชา งานจักรยานยนต์รหัสวิชา 2101 – 2102 หัวข้อ / งาน ระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์

คำสั่ง ให้นักเรียนทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงหน้าข้อที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว

9. จากรูป แสดงความหมายในหน่วยความจำ หมายถึงอะไร



ก. ไม่มีข้อมูลรหัสปัญหา

ข. มีข้อมูลรหัสปัญหา

ค. ขั้นตอนการปรับโหมดผิด

ง. ขั้นตอนการปรับโหมดถูก

10. ขั้นตอนการลบข้อมูลรหัสปัญหาข้อขัดข้อง ที่ถูกต้อง

1. ถอดเครื่องมือพิเศษออกจากขั้วตรวจสอบ และต่อเข้ากับขั้วตรวจสอบอีกครั้งภายใน 5 วินาที
2. เปิดสวิตช์ตำแหน่ง “ON”
3. ต่อเครื่องมือพิเศษเข้ากับขั้วตรวจสอบ
4. ปิดสวิตช์ตำแหน่ง “OFF”

ก. 1-2-3-4

ข. 1-4-2-3

ค. 1-3-2-4

ง. 4-3-2-1

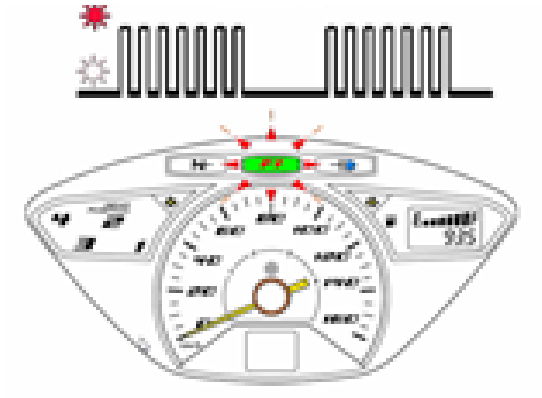
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ชื่อรายวิชา งานจักรยานยนต์รหัสวิชา 2101 – 2102 หัวข้อ / งาน ระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์

คำสั่ง ให้นักเรียนทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงหน้าข้อที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว

11. จากรูป รหัสปัญหาอะไร

.



ก. รหัส 1

ข. รหัส 7

ค. รหัส 11

ง. รหัส 12

12. จากรูป แสดงว่ามีความผิดปกติที่

ก. MAP Sensor

ข. IAT Sensor

ค. TP Sensor

ง. O_2 Sensor

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ชื่อรายวิชา งานจักรยานยนต์รหัสวิชา 2101 – 2102 หัวข้อ / งาน ระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์

คำสั่ง ให้นักเรียนทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงหน้าข้อที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว

13. ขั้นตอนการปรับตั้งตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่ง จะต้องต่อสายพ่วงที่อุปกรณ์ อะไร

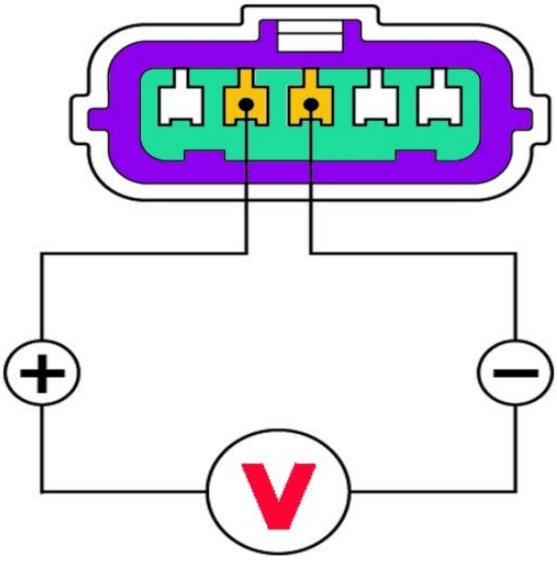
ก. MAP Sensor

ข. EOT Sensor

ค. O_2 Sensor

ง. CKP Sensor

14. จากรูป เป็นขั้นตอนการตรวจสอบ MAP Sensor เรื่องอะไร



ก. ตรวจสอบแรงเคลื่อนไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายที่ป้อนเข้า MAP Sensor

ข. ตรวจสอบความต่อเนื่องสายไฟของวงจร MAP Sensor

ค. ตรวจสอบแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ป้อนเข้า MAP Sensor

ง. ตรวจสอบความต่อเนื่องวงจรของ MAP Sensor

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ชื่อรายวิชา งานจักรยานยนต์รหัสวิชา 2101 – 2102 หัวข้อ / งาน ระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์

คำสั่ง ให้นักเรียนทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงหน้าข้อที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว

15. จากรูป เป็นขั้นตอนการตรวจสอบ EOT Sensor เรื่องอะไร

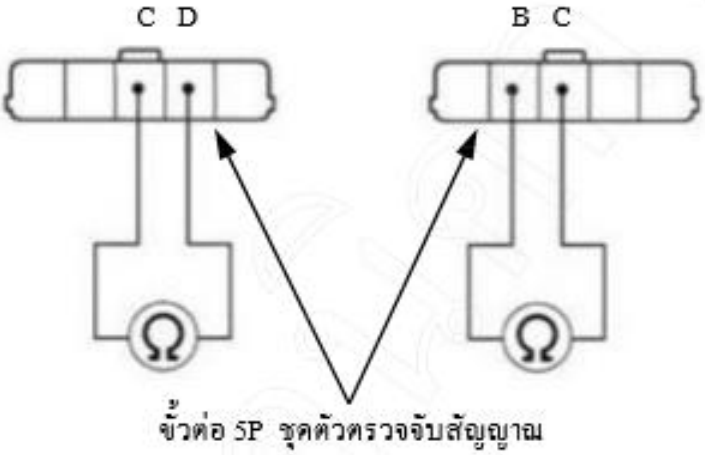
ก. ตรวจสอบแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ป้อนเข้า EOT Sensor

ข. ตรวจสอบความต้านทานของ EOT Sensor

ค. ตรวจสอบวงจรของ EOT Sensor

ง. ตรวจสอบแรงเคลื่อนไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายที่ป้อนเข้า EOT Sensor

16. จากรูป เป็นขั้นตอนการตรวจสอบ TP Sensor เรื่องอะไร



ก. ตรวจสอบแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ป้อนเข้า TP Sensor

ข. ตรวจสอบวงจรของ TP Sensor

ค. ตรวจสอบตัว TP Sensor

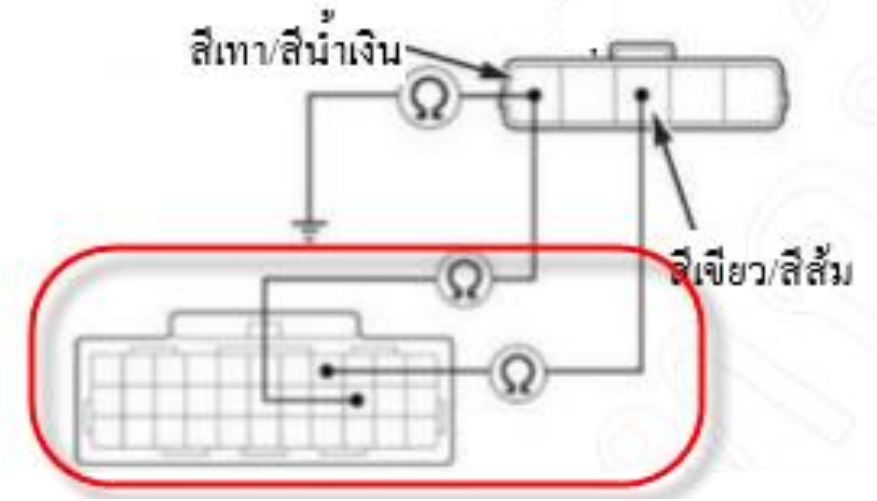
ง. ตรวจสอบวงจรสายสัญญาณของตัว TP Sensor

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ชื่อรายวิชา งานจักรยานยนต์รหัสวิชา 2101 – 2102 หัวข้อ / งาน ระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์

คำสั่ง ให้นักเรียนทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงหน้าข้อที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว

17. จากรูป เป็นขั้นตอนการตรวจสอบ IAT Sensor เรื่องอะไร



ก. ตรวจสอบแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ป้อนเข้า IAT Sensor

ข. ตรวจสอบวงจรของ IAT Sensor

ค. ตรวจสอบตัว IAT Sensor

ง. ตรวจสอบความต้านทานตัว IAT Sensor

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ชื่อรายวิชา งานจักรยานยนต์รหัสวิชา 2101 – 2102 หัวข้อ / งาน ระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์

คำสั่ง ให้นักเรียนทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงหน้าข้อที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว

18. จากรูป เป็นขั้นตอนการตรวจสอบหัวฉีด เรื่องอะไร

ก. ตรวจสอบแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ป้อนเข้าหัวฉีด

ข. ตรวจสอบวงจรของหัวฉีด

ค. ตรวจสอบวงจรสายสัญญาณของหัวฉีด

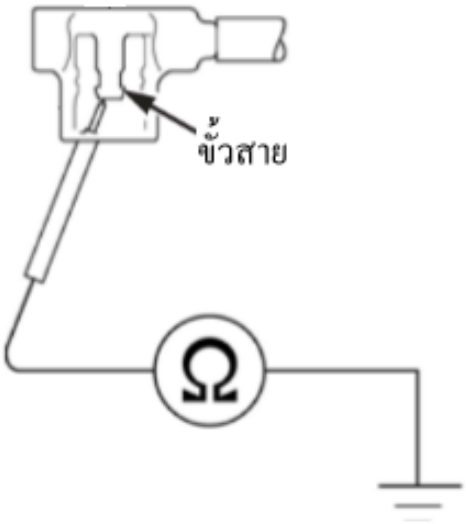
ง. ตรวจสอบความต้านทานของหัวฉีด

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ชื่อรายวิชา งานจักรยานยนต์รหัสวิชา 2101 – 2102 หัวข้อ / งาน ระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์

คำสั่ง ให้นักเรียนทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงหน้าข้อที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว

19. จากรูป เป็นขั้นตอนการตรวจสอบ O_2 Sensor เรื่องอะไร



ก. ตรวจสอบแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ป้อนเข้า O_2 Sensor

ข. ตรวจสอบการลัดวงจรของ O_2 Sensor

ค. ตรวจสอบวงจรสายสัญญาณของ O_2 Sensor

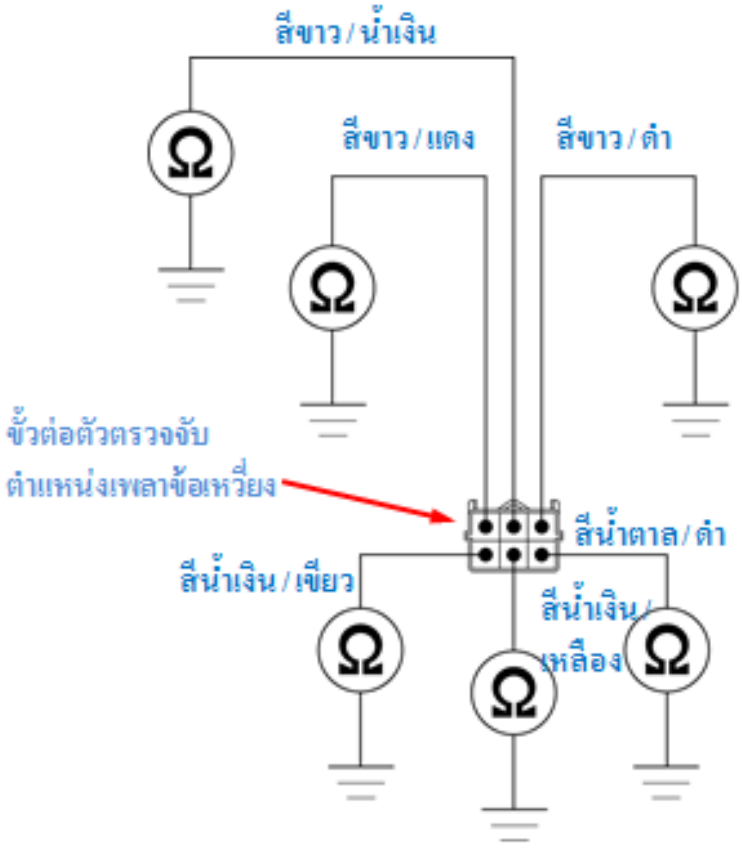
ง. ตรวจสอบความต้านทานของ O_2 Sensor

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ชื่อรายวิชา งานจักรยานยนต์รหัสวิชา 2101 – 2102 หัวข้อ / งาน ระบบจุดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์

คำสั่ง ให้นักเรียนทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงหน้าข้อที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว

20. จากรูป เป็นขั้นตอนการตรวจสอบ CKP Sensor เรื่องอะไร



ก. ตรวจสอบแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ป้อนเข้า CKP Sensor

ข. ตรวจสอบการลัดวงจรของสายไฟ CKP Sensor

ค. ตรวจสอบความต่อเนื่องสายไฟ CKP Sensor

ง. ตรวจสอบความต้านทานของ CKP Sensor

แบบเฉลยทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ชื่อรายวิชา งานจักรยานยนต์รหัสวิชา 2101 – 2102 หัวข้อ / งาน ระบบจุดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์

1. ก
2. ง
3. ข
4. ก
5. ง
6. ข
7. ก
8. ค
9. ข
10. ง
11. ข
12. ง
13. ข
14. ก
15. ข
16. ค
17. ข
18. ง
19. ข
20. ข

ภาคผนวก ค

ภาคผนวก ค

- **รายละเอียดของหลักสูตรหรือสิ่งที่กำหนดให้ในรายวิชา**
- **โครงการสอน**
- **ใบรายการหัวข้อเรื่อง (Topic Listing Sheet)**
- **เกณฑ์การให้คะแนนการวัดผลตามสภาพจริง**
- **ตารางวิเคราะห์หลักสูตร**
- **ตัวอย่างเอกสารประกอบชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์**

	สิ่งที่กำหนดให้ในรายวิชา **(Existing Syllabus)**		
ชื่อรายวิชา	งานจักรยานยนต์	หน่วยกิต	1-6-3
ในหลักสูตร	ประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนปีที่	
จุดประสงค์	(1) เพื่อให้เข้าใจหลักการทำงานของรถจักรยานยนต์		
	(2) เพื่อให้ถอดประกอบ ตรวจสภาพชิ้นส่วนของรถจักรยานยนต์		
	(3) เพื่อให้บำรุงรักษา บริการ แก้ไขข้อขัดข้อง ของรถจักรยานยนต์และ		
	ประมาณราคาค่าบริการ		
	(4) เพื่อให้มีกิจนิสัยที่ดีในการทำงาน รับผิดชอบ ประณีต รอบคอบ ตรงต่อเวลา		
	สะอาดปลอดภัย และรักษาสภาพแวดล้อม		
มาตรฐาน	(1) แสดงความรู้เกี่ยวกับหลักการตรวจสอบบำรุงรักษาปรับแต่งชิ้นส่วน		
(ถ้ามี)	รถจักรยานยนต์		
	(2) บำรุงรักษาเครื่องยนต์รถจักรยานยนต์และระบบต่าง ๆ ตามคู่มือ		
	(3) ตรวจสภาพเครื่องยนต์รถจักรยานยนต์และระบบต่าง ๆ ตามคู่มือ		
	(4) ถอดประกอบชิ้นส่วนต่าง ๆ ของเครื่องยนต์รถจักรยานยนต์ตามคู่มือ		
	(5) ถอดประกอบชิ้นส่วนระบบต่าง ๆ ของรถจักรยานยนต์ตามคู่มือ		
	(6) ประมาณราคาค่าบริการรถจักรยานยนต์		
คำอธิบายรายวิชา			
รหัสวิชา	ชื่อรายวิชา	หน่วยกิต	
2101–2102	งานจักรยานยนต์	(ท-ป-น) 1-6-3	
	ศึกษาและปฏิบัติเกี่ยวกับหลักการทำงาน การถอด-ประกอบชิ้นส่วนของ		
	เครื่องยนต์ และระบบของรถจักรยานยนต์ ระบบควบคุมการฉีดเชื้อเพลิงด้วย		
	อิเล็กทรอนิกส์ การใช้เครื่องมือและเครื่องมือพิเศษ ตรวจสอบชิ้นส่วน ปรับแต่ง		
	การบำรุงรักษาและประมาณราคาค่าบริการ		

	โครงการสอน **(Teaching Program)**		
ชื่อรายวิชา	งานจักรยานยนต์	หน่วยกิต	1-6-3
ในหลักสูตร	ประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนปีที่	

หน่วยที่	**หน่วยที่ ชื่อหัวข้อเรื่อง และงาน**	**จำนวนชั่วโมง**	
		ทฤษฎี	**ปฏิบัติ**
1	เครื่องมือที่ใช้กับรถจักรยานยนต์	2	
	ใบงานที่ 1 งานเครื่องมือที่ใช้กับรถจักรยานยนต์		5
2	เครื่องยนต์	2	
	ใบงานที่ 2 งานถอด-ประกอบฝาสูบเครื่องยนต์ 4 จังหวะ		5
3	ระบบหล่อลื่น	1	
	ระบบส่งกำลัง	2	
	ระบบระบายความร้อน	1	
	ใบงานที่ 3.1 งานถอด-ประกอบคลัตช์เครื่องยนต์		1
	ใบงานที่ 3.2 งานถอด-ประกอบชุดเกียร์		2
4	ระบบน้ำมันเชื้อเพลิง	2	
	ใบงานที่ 4 งานบริการระบบน้ำมันเชื้อเพลิง		5
	ใบงานที่ 4.1 งานถอด-ประกอบคาร์บูเรเตอร์แบบ VM		
	ใบงานที่ 4.2 งานถอด-ประกอบคาร์บูเรเตอร์แบบ CV		
5	ระบบจุดระเบิด	2	
	ใบงานที่ 5 งานบริการระบบจุดระเบิด		5
6	ระบบไฟฟ้ารถจักรยานยนต์	4	
	ใบงานที่ 6 งานบริการระบบไฟฟ้ารถจักรยานยนต์		17
	ใบงานที่ 6.1 งานบริการระบบไฟชาร์จ		
	ใบงานที่ 6.2 งานบริการระบบไฟแสงสว่าง		
	ใบงานที่ 6.3 งานบริการระบบไฟสัญญาณ		
	ใบงานที่ 6.4 งานบริการระบบสตาร์ตไฟฟ้า		

	โครงการสอน (ต่อ) **(Teaching Program)**		
ชื่อรายวิชา	งานจักรยานยนต์	หน่วยกิต	1-6-3
ในหลักสูตร	ประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนปีที่	

หน่วยที่	**หน่วยที่ ชื่อหัวข้อเรื่อง และงาน**	**จำนวนชั่วโมง**	
		ทฤษฎี	**ปฏิบัติ**
7	ระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์	4	
	1. หลักการทำงานระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์		
	2. ส่วนประกอบและหน้าที่ระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์		
	3. ระบบควบคุมอิเล็กทรอนิกส์		
	4. ระบบวินิจฉัยข้อขัดข้องด้วยตัวเอง		
	5. ตารางการวินิจฉัยข้อขัดข้องด้วยตัวเอง		
	6. งานบริการระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์		17
	ใบงานที่ 7.1 งานเรียกดูรหัสปัญหาข้อขัดข้อง		
	ระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ PGM-FI		
	ใบงานที่ 7.2 งานลบข้อมูลรหัสปัญหาข้อขัดข้อระบบ		
	ฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ PGM-FI		
	ใบงานที่ 7.3 งานการปรับตั้งตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่ง		
	ใบงานที่ 7.4 งานแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง MAP Sensor		
	ใบงานที่ 7.5 งานแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง EOT Sensor		
	ใบงานที่ 7.6 งานแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง TP Sensor		
	ใบงานที่ 7.7 งานแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง IAT Sensor		
	ใบงานที่ 7.8 งานแก้ไขปัญหาข้อขัดข้องหัวฉีด (Injector)		
	ใบงานที่ 7.9 งานแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง O_2 Sensor		
	ใบงานที่ 7.10 งานแก้ไขปัญหาข้อขัดข้องชุดลิ้น IACV		
	ใบงานที่ 7.11 งานแก้ไขปัญหาข้อขัดข้องตัวตรวจจับ CKP Sensor		
	ใบงานที่ 7.12 งานแก้ไขปัญหาข้อขัดข้องตัวตรวจจับ BA Sensor		

	โครงการสอน (ต่อ) **(Teaching Program)**		
ชื่อรายวิชา	งานจักรยานยนต์	หน่วยกิต	1-6-3
ในหลักสูตร	ประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนปีที่	

หน่วยที่	**หน่วยที่ ชื่อหัวข้อเรื่อง และงาน**	**จำนวนชั่วโมง**	
		ทฤษฎี	**ปฏิบัติ**
8	โครงรถจักรยานยนต์	1	
	ใบงานที่ 8.1 งานบริการล้อหน้าแบบดรัมเบรก		3
	ใบงานที่ 8.2 งานบริการล้อหลัง		3
9	ระบบบังคับเลี้ยว	1	
	ใบงานที่ 9.1 งานบริการโช้กอัพหน้า		3
	ใบงานที่ 9.2 งานบริการระบบบังคับเลี้ยว		3
10	ระบบรองรับน้ำหนัก	1	
	ใบงานที่ 10 งานขึ้นซี่ลวด		6
11	ระบบเบรก	1	
	ใบงานที่ 11.1 งานบริการดิสก์เบรก		3
	ใบงานที่ 11.2 งานบริการชุดสายพาน		3
	(Automatic Transmission Model)		
12	ล้อและยางรถจักรยานยนต์	2	
	การบำรุงรักษาและการประมาณราคาค่าบริการ		5
	ใบงานที่ 12 งานบำรุงรักษารถจักรยานยนต์		
13	แก้ปัญหารถจักรยานยนต์	2	
	ใบงานที่ 13 งานแก้ปัญหารถจักรยานยนต์		5
	ทดสอบประมวลความรู้ หน่วยที่ 1-13	2	
	ทดสอบประมวลความรู้ ใบงาน-เรื่องที่ 1-13		5
		30	96
รวม		**126**	

ใบรายการหัวข้อเรื่อง

(Topic Listing Sheet)

ชื่อรายวิชา	งานจักรยานยนต์	หน่วยกิต 1-6-3
ในหลักสูตร	ประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	ระดับชั้น ปวช.

หน่วย	งาน - หัวข้อเรื่อง	แหล่งอ้างอิง (Resources)					
		A	B	C	D	E	F
1	เครื่องมือที่ใช้กับรถจักรยานยนต์	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	ใบงานที่ 1 งานเครื่องมือที่ใช้กับรถจักรยานยนต์	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2	เครื่องยนต์	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	ใบงานที่ 2 งานถอด-ประกอบฝาสูบเครื่องยนต์ 4จังหวะ	✓	✓	✓	✓	✓	✓
3	ระบบหล่อลื่น	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	ระบบส่งกำลัง	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	ระบบระบายความร้อน	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	ใบงานที่ 3.1 งานถอด-ประกอบคลัตช์เครื่องยนต์	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	ใบงานที่ 3.2 งานถอด-ประกอบชุดเกียร์	✓	✓	✓	✓	✓	✓
4	ระบบน้ำมันเชื้อเพลิง	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	ใบงานที่ 4.1 งานถอด-ประกอบคาร์บูเรเตอร์แบบ VM	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	ใบงานที่ 4.2 งานถอด-ประกอบคาร์บูเรเตอร์แบบ CV	✓	✓	✓	✓	✓	✓
5	ระบบจุดระเบิด	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	ใบงานที่ 5 งานบริการระบบจุดระเบิด	✓	✓	✓	✓	✓	✓
6	ระบบไฟฟ้ารถจักรยานยนต์	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	ใบงานที่ 6.1 งานบริการระบบไฟชาร์จ	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	ใบงานที่ 6.2 งานบริการระบบไฟแสงสว่าง	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	ใบงานที่ 6.3 งานบริการระบบไฟสัญญาณ	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	ใบงานที่ 6.4 งานบริการระบบสตาร์ตไฟฟ้า	✓	✓	✓	✓	✓	✓

แหล่งอ้างอิง(Resources)

A = คำอธิบายรายวิชา
B = หนังสือ ตำรา เอกสาร
C = ประสบการณ์ผู้สอน
D = ผู้เชี่ยวชาญ
E = ผู้ชำนาญการ
F = คู่มือปฏิบัติการ

	ใบรายการหัวข้อเรื่อง (ต่อ) (Topic Listing Sheet)						
ชื่อรายวิชา	งานจักรยานยนต์	หน่วยกิต 1-6-3					
หน่วย	งาน - หัวข้อเรื่อง	แหล่งอ้างอิง (Resources)					
		A	B	C	D	E	F
7	ระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	1. หลักการทำงานระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	2. ส่วนประกอบและหน้าที่ระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	3. ระบบควบคุมอิเล็กทรอนิกส์	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	4. ระบบวินิจฉัยข้อขัดข้องด้วยตัวเอง	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	5. ตารางการวินิจฉัยข้อขัดข้องด้วยตัวเอง	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	6. งานบริการระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	ใบงานที่ 7.1 งานเรียกดูรหัสปัญหาข้อขัดข้องระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ PGM-FI	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	ใบงานที่ 7.2 งานลบข้อมูลรหัสปัญหาข้อขัดข้องระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ PGM-FI	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	ใบงานที่ 7.3 งานการปรับตั้งตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่ง	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	ใบงานที่ 7.4 งานแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง MAP Sensor	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	ใบงานที่ 7.5 งานแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง EOT Sensor	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	ใบงานที่ 7.6 งานแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง TP Sensor	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	ใบงานที่ 7.7 งานแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง IAT Sensor	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	ใบงานที่ 7.8 งานแก้ไขปัญหาข้อขัดข้องระบบหัวฉีด	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	ใบงานที่ 7.9 งานแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง O_2 Sensor	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	ใบงานที่ 7.10 งานแก้ไขปัญหาข้อขัดข้องชุดลิ้น IACV	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	ใบงานที่ 7.11 งานแก้ไขปัญหาข้อขัดข้องตัวตรวจจับ CKP Sensor	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	ใบงานที่ 7.12 งานแก้ไขปัญหาข้อขัดข้องตัวตรวจจับ BA Sensor	✓	✓	✓	✓	✓	✓

แหล่งอ้างอิง(Resources)

A = คำอธิบายรายวิชา B = หนังสือ ตำรา เอกสาร C = ประสบการณ์ผู้สอน

D = ผู้เชี่ยวชาญ E = ผู้ชำนาญการ F = คู่มือปฏิบัติการ

ใบรายการหัวข้อเรื่อง (ต่อ)

(Topic Listing Sheet)

ชื่อรายวิชา	งานจักรยานยนต์	หน่วยกิต 1-6-3
ในหลักสูตร	ประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	ระดับชั้น ปวช.

หน่วย	งาน - หัวข้อเรื่อง	แหล่งอ้างอิง (Resources)					
		A	B	C	D	E	F
8	โครงรถจักรยานยนต์	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	ใบงานที่ 8.1 งานบริการล้อหน้าแบบดรัมเบรก	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	ใบงานที่ 8.2 งานบริการล้อหลัง	✓	✓	✓	✓	✓	✓
9	ระบบบังคับเลี้ยว	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	ใบงานที่ 9.1 งานบริการโช้กอัพหน้า	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	ใบงานที่ 9.2 งานบริการระบบบังคับเลี้ยว	✓	✓	✓	✓	✓	✓
10	ระบบรองรับน้ำหนัก	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	ใบงานที่ 10 งานขึ้นซี่ลวด	✓	✓	✓	✓	✓	✓
11	ระบบเบรก	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	ใบงานที่ 11.1 งานบริการดิสก์เบรก	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	ใบงานที่ 11.2 งานบริการชุดสายพาน (Automatic Transmission Model)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
12	ล้อและยางรถจักรยานยนต์	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	การบำรุงรักษาและการประมาณราคาค่าบริการ	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	ใบงานที่ 12 งานบำรุงรักษารถจักรยานยนต์	✓	✓	✓	✓	✓	✓
13	แก้ปัญหารถจักรยานยนต์	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	ใบงานที่ 13 งานแก้ปัญหารถจักรยานยนต์	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	ทดสอบประมวลความรู้ หน่วยที่ 1-13	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	ทดสอบประมวลความรู้ ใบงาน-เรื่องที่ 1-13	✓	✓	✓	✓	✓	✓

แหล่งอ้างอิง(Resources)

A = คำอธิบายรายวิชา B = หนังสือ ตำรา เอกสาร C = ประสบการณ์ผู้สอน

D = ผู้เชี่ยวชาญ E = ผู้ชำนาญการ F = คู่มือปฏิบัติการ

เกณฑ์การให้คะแนนการวัดผลตามสภาพจริง

การให้คะแนนการวัดผลตามสภาพจริง รหัสวิชา 2101-2102 วิชางานจักรยานยนต์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ในแต่ละด้านมีรายละเอียดดังนี้

1. ด้านเจตคติ (คุณธรรม 8 ประการ)	**20 คะแนน**
1.1 มีวินัย	4 คะแนน
1.2 มีความรับผิดชอบ	4 คะแนน
1.3 มีมนุษยสัมพันธ์	4 คะแนน
1.4 มีความสนใจ ใฝ่รู้	4 คะแนน
1.5 มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	4 คะแนน
2. ด้านผลงาน/คุณภาพงาน	**50 คะแนน**
2.1 เขียน/บอกขั้นตอนการปฏิบัติงานได้	10 คะแนน
2.2 ปฏิบัติตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมได้	10 คะแนน
2.3 ความถูกต้องของผลงาน	10 คะแนน
2.4 สรุปผลงานได้	10 คะแนน
2.5 นำเสนอผลงานได้	10 คะแนน
3. ด้านความรู้	**30 คะแนน**
การทดสอบหลังเรียน	30 คะแนน
รวมคะแนนวัดผลตามสภาพจริง	100 คะแนน

พฤติกรรมบ่งชี้ของการประเมินผล
คุณธรรม จริยธรรม และคุณลักษณะที่พึงประสงค์

คุณธรรม จริยธรรม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์	พฤติกรรมบ่งชี้
1. ความมีวินัย	1.1 ปฏิบัติตามกฎระเบียบ ข้อบังคับและข้อตกลงต่าง ๆ ของวิทยาลัย ได้แก่ แต่งกายถูกต้องตามระเบียบ ข้อบังคับ และเข้าร่วมกิจกรรมที่ครูผู้สอนกำหนด 1.2 ประพฤติตนถูกต้องตามศีลธรรมอันดีเช่น ไม่ลักขโมย ละเว้นสิ่งเสพติด
2. ความรับผิดชอบ	2.1 ตั้งใจเรียน 2.2 ปฏิบัติงานตามขั้นตอนที่วางไว้ 2.3 ปฏิบัติงานด้วยความละเอียดรอบคอบ 2.4 ปฏิบัติงานที่ได้รับมอบหมายด้วยความตั้งใจ จนเสร็จตามกำหนด 2.5 มีความเพียรพยายามในการเรียนและการปฏิบัติงาน 2.6 ยอมรับผลการกระทำของตนเอง 2.7 ประหยัด
3. ความมีมนุษย์สัมพันธ์	3.1 แสดงกิริยาท่าทางสุภาพต่อผู้อื่น 3.2 รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นและทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ 3.3 ช่วยเหลือผู้อื่นและให้ความร่วมมือกับผู้อื่น 3.4 ชื่นชมยินดี เมื่อผู้อื่นประสบความสำเร็จ 3.5 กล่าวคำขอบคุณหรือขอโทษได้อย่างเหมาะสมกับสถานการณ์
4. ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	4.1 คิดสิ่งใหม่ ๆ ที่เกิดประโยชน์ต่อตนเองและสังคม 4.2 มีความคิดหลากหลายในการแก้ปัญหา
5. ความสนใจ ใฝ่รู้	5.1 ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง 5.2 ซักถามปัญหาข้อสงสัย 5.3 แสวงหาประสบการณ์และความรู้ใหม่ ๆ 5.4 มีความกระตือรือร้น ในการใฝ่หาความรู้ใหม่ ๆ

วิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์

แบบฟอร์มเก็บคะแนนประเมินคุณธรรม จริยธรรม เจตคติ และค่านิยมที่พึงประสงค์ของนักเรียน-นักศึกษา

ระดับชั้น ( ) ปวช. ..... ( ) ปวส. ..... กลุ่มที่..... สาขางาน.....

รหัสวิชา.....วิชา.....ชื่อครูผู้สอน.....

เลขที่	ชื่อ - สกุล	1. การตรงต่อเวลา	2. การแต่งกาย	3. ความสนใจในการ	4. ทำงานหรือ	5. ประหยัด	6. ทิ้งขยะเป็นที่	7. พูดจาไพเราะ มี	8. ความอ่อนน้อม	9. ละเว้นสิ่งเสพติด	10. ทำความสะอาด	คะแนนรวม 20	หมายเหตุ

ลงชื่อ.....ครูประจำวิชา ลงชื่อ.....หัวหน้าแผนก

(.....) (.....)

วิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์
แบบฟอร์มเก็บคะแนนประเมินคุณธรรม จริยธรรม เจตคติ และค่านิยมที่พึงประสงค์ของนักเรียน-นักศึกษา

คุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะอันพึงประสงค์	พฤติกรรมที่ต้องการวัด	คะแนน	เกณฑ์การประเมิน	หมายเหตุ
การตรงต่อเวลา	1. ตรงต่อเวลาในการเข้าเรียน	2 1 0	- เข้าเรียนตรงเวลา - เข้าเรียนสาย - ไม่เข้าเรียน	
ความรับผิดชอบ	2. การแต่งกาย	2 1 0	- แต่งกายถูกต้องตามระเบียบ - ไม่ใส่ถุงเท้า - ใส่รองเท้าแตะมาเรียน	
ความรับผิดชอบ	3. ความสนใจในการเรียน	2 1 0	- ตั้งใจเรียน - ตั้งใจเรียนเป็นบางครั้ง - ชอบคุย หลับ เล่นโทรศัพท์	
ความรับผิดชอบ	4. ทำงานหรือปฏิบัติงานอย่างเป็นระเบียบ	2 1 0	- จัดเรียงชิ้นส่วนอุปกรณ์เป็นระเบียบ - จัดเรียงชิ้นส่วนอุปกรณ์ผิด - ไม่จัดเรียงชิ้นส่วนอุปกรณ์	
ความรับผิดชอบ	5. ประหยัด	2 1 0	- ใช้วัสดุอย่างประหยัดรู้คุณค่า - ใช้วัสดุอย่างประหยัดเป็นบางครั้ง - ไม่ประหยัดวัสดุ ปล่อยทิ้ง เสียหาย	
ความรับผิดชอบ	6. ทิ้งขยะเป็นที่	2 1 0	- ไม่นำขนม ลูกอม น้ำดื่มมากินในโรงงาน - เห็นขยะแล้วไม่เก็บทิ้ง - ไม่ทิ้งขยะลงในที่ทิ้งขยะ	
ความมีมนุษย์สัมพันธ์	7. พูดจาไพเราะ มีมนุษยสัมพันธ์	2 1 0	- พูดจาดี มีมนุษยสัมพันธ์ดี - พูดจาดีเป็นบางครั้ง - พูดจาไม่ดี หยาบคาย	
ความมีมนุษย์สัมพันธ์	8. ความอ่อนน้อม	2 1 0	- ความอ่อนน้อม สัมมาคารวะ - ความอ่อนน้อม เป็นบางครั้ง - ไม่สัมมาคารวะ ยืนเท้าโต๊ะครู	
ความรับผิดชอบ	9. ละเว้นสิ่งเสพติด	2 1 0	- ไม่มั่วสุมสูบบุหรี่ หรือเสพติด - แอบมีพฤติกรรมเป็นบางครั้ง - มั่วสุม สูบบุหรี่ หรือสิ่งเสพติด	
ความมีมนุษย์สัมพันธ์	10. ทำความสะอาดและเก็บของหลังเลิกเรียน	2 1 0	- ช่วยทำความสะอาดเก็บกวาดพื้นที่ - ช่วยทำความสะอาดเป็นบางครั้ง - หลบเลี่ยงไม่ช่วยทำความสะอาดพื้นที่	

แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม เจตคติ และค่านิยมที่พึงประสงค์ของนักเรียน นักศึกษา วิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์

วิชา งานจักรยานยนต์ รหัส 2101 – 2102 ระดับ ปวช. 1 กลุ่มที่.....วันที่.....เดือน.....พ.ศ. 25.....

เลขที่	พฤติกรรม / ชื่อ-สกุล	การตรงต่อเวลา			การแต่งกาย			ความสนใจในการเรียน			ทำงานหรือปฏิบัติงานอย่างเป็นระเบียบ			ประหยัด			ทิ้งขยะเป็นที่			พูดจาไพเราะมีมนุษยสัมพันธ์			ความอ่อนน้อม			ละเว้นสิ่งเสพติด			ทำความสะอาดและเก็บของหลังเลิกเรียน			รวม
		2	1	0	2	1	0	2	1	0	2	1	0	2	1	0	2	1	0	2	1	0	2	1	0	2	1	0	2	1	0	2	1	0	

ลงชื่อ.....ครูประจำวิชา ลงชื่อ.....หัวหน้าแผนก

(นายเปรม เพ็งยอด) (นายไพรัช อินทุรัตน์)

ตารางวิเคราะห์หลักสูตร

รหัส 2101-2102 **วิชา** งานจักรยานยนต์ **หน่วยกิต (1-6-3)**

ชั้น ปวช. **สาขาวิชา** ช่างยนต์

สาขางาน ยานยนต์

พฤติกรรม / ชื่อหัวข้อเรื่อง และงาน	พุทธิพิสัย											
	ความรู้	ความเข้าใจ	นำไปใช้	วิเคราะห์	สังเคราะห์	ประเมินค่า			รวม	ลำดับความสำคัญ	จำนวนข้อสอบทั้งหมด	จำนวนข้อสอบทั้งหมด
น้ำหนัก(คะแนนเต็ม)	**10**	**10**	**10**								**20**	**20**
1. หลักการทำงานระบบฉีดเชื้อเพลิง	7	7	7						**21**	5	3.4	3
2. ส่วนประกอบและหน้าที่ระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์	8	8	8						**24**	3	3.9	4
3. ระบบควบคุมอิเล็กทรอนิกส์	7	7	8						**22**	4	3.5	4
4. ระบบวินิจฉัยข้อขัดข้องด้วยตัวเอง	10	10	10						**30**	1	4.8	5
5. ตารางการวินิจฉัยข้อขัดข้องด้วยตัวเอง	9	9	9						**27**	2	4.4	4
รวม	**41**	**41**	**42**	**0**	**0**	**0**			**124**		**20**	**20**
ลำดับความสำคัญ	**2**	**2**	**1**									

เอกสารประกอบชุดฝึกปฏิบัติ

ระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์

รหัสวิชา 2101-2102

ชื่อวิชา งานจักรยานยนต์

แผนกวิชาช่างยนต์

นายเปรม เพ็งยอด
ครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ
วิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์
สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ 4
สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

คำนำ

เอกสารประกอบชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์นี้ ใช้สำหรับการสอนวิชางานจักรยานยนต์ รหัสวิชา 2101-2102 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ประการสอน หน่วยที่ 7 เรื่องระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ วิชางานจักรยานยนต์ เรียบเรียงขึ้นโดยจัดแบ่งเนื้อหาหน่วยการเรียนการสอนออกเป็น 2 ส่วน คือ ที่มีเนื้อหาทางด้านทฤษฎี และส่วนที่เป็นเอกสารทางด้านการปฏิบัติ เนื้อหาทั้งหมดนี้ได้วิเคราะห์ และแตกเนื้อหาที่สำคัญ ๆ มาจากคำอธิบายรายวิชางานจักรยานยนต์ทั้งหมด โดยเน้นการจัดการเรียนรู้ มุ่งเน้นทักษะให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ ปฏิบัติกิจกรรม คิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น รวมทั้งเป็นคนดีคนเก่ง อยู่ในศีลธรรมอันดี และดำรงชีวิตอยู่ในสังคมอย่างมีความสุข โดยมีจุดประสงค์ให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้าให้มีความรู้ ความเข้าใจและมีทักษะ โดยเน้นถึงหลักการทำงานของระบบต่าง ๆ ของรถจักรยานยนต์ โดย เน้นทฤษฎีและปฏิบัติ มีภาพประกอบขั้นตอนต่าง ๆ จากคู่มือการซ่อมบำรุงและการบริการของบริษัทผู้ผลิตรถจักรยานยนต์

เอกสารประกอบการสอนวิชางานจักรยานยนต์ฉบับนี้ ประกอบด้วย ใบเนื้อหา ขั้นตอนการปฏิบัติงาน ใบสั่งงาน ใบตรวจงาน แบบทดสอบ และแบบเฉลย เพื่อทบทวน ความรู้ ความเข้าใจ

เปรม เพ็งยอด
ครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ

สารบัญ

	หน้า
คำนำ	ก
สารบัญ	ข
การวิเคราะห์หัวข้อเรื่อง (Scalar Pattern)	10
รายการวัตถุประสงค์การสอน (Objective Listing Sheet)	13
ใบเนื้อหา เรื่อง ระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์	14
1. หลักการทำงานระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์	14
1.1 หลักการทำงานระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ PGM-FI	14
1.2 หลักการทำงานระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ YMJET-FI	16
1.3 หลักการทำงานของระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ DCP-FI	19
1.4 หลักการทำงานของระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ EPI-FI	21
2. ส่วนประกอบและหน้าที่ระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์	22
2.1 ตัวตรวจจับสัญญาณ (Sensor)	26
2.2 ปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิง (Fuel Pump)	41
2.3 หัวฉีด (Injector)	44
2.4 กล่องควบคุม ECU หรือ ECM	46
2.5 หลอดไฟเช็คเครื่องยนต์ (FI-Indicator)	48
2.6 เรือนลิ้นเร่ง (Throttle Body)	50
2.7 วาล์วควบคุมอากาศรอบเดินเบา (IACV : Idle Air Control Valve)	52
2.8 ห้องผสมไอดี	53
2.9 มอเตอร์ตัวคุมรอบเดินเบา (ISC : Idle Speed Control) หรือมอเตอร์ ISC	54
3. ระบบควบคุมอิเล็กทรอนิกส์	56
4. ระบบวินิจฉัยข้อขัดข้องด้วยตัวเอง	60
5. ตารางการวินิจฉัยข้อขัดข้องด้วยตัวเอง	63
แบบฝึกหัดที่ 7.1	73
ใบเฉลยแบบแบบฝึกหัดที่ 7.1	76
แบบฝึกหัดที่ 7.2	79
ใบเฉลยแบบแบบฝึกหัดที่ 7.2	81

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ใบงานที่ 7.1 งานเรียกดูรหัสปัญหาข้อขัดข้องระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ PGM-FI	84
ขั้นตอนการปฏิบัติงานการเรียกดูปัญหาในหน่วยความจำ	85
ขั้นตอนการตรวจสอบการเรียกดูปัญหาในหน่วยความจำ	88
ใบสั่งงานที่ 7.1	95
ใบตรวจงานที่ 7.1	96
ใบงานที่ 7.2 งานลบข้อมูลรหัสปัญหาข้อขัดข้องระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ PGM-FI	97
ขั้นตอนการปฏิบัติงานการลบข้อมูลรหัสปัญหาข้อขัดข้อง	98
ขั้นตอนการตรวจสอบการลบข้อมูลรหัสปัญหาข้อขัดข้อง	99
ใบสั่งงานที่ 7.2	107
ใบตรวจงานที่ 7.2	108
ใบงานที่ 7.3 งานการปรับตั้งตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่ง TP Sensor	109
ขั้นตอนการปฏิบัติงานการปรับตั้งตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่ง	110
ขั้นตอนการตรวจสอบการปรับตั้งตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่ง	111
ใบสั่งงานที่ 7.3	114
ใบตรวจงานที่ 7.3	115
ใบงานที่ 7.4 ใบงานที่ 7.4 งานแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง MAP Sensor	116
ขั้นตอนการปฏิบัติงานการแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง MAP Sensor	117
ขั้นตอนการตรวจสอบการแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง MAP Sensor	121
ใบสั่งงานที่ 7.4	123
ใบตรวจงานที่ 7.4	124
ใบงานที่ 7.5 งานแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง EOT Sensor	125
ขั้นตอนการปฏิบัติงานการแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง EOT Sensor	126
ขั้นตอนการตรวจสอบการแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง EOT Sensor	127
ใบสั่งงานที่ 7.5	131
ใบตรวจงานที่ 7.5	132

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

ใบงานที่ 7.6 งานแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง TP Sensor 133
ขั้นตอนการปฏิบัติงานการแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง TP Sensor 134
ขั้นตอนการตรวจสอบการแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง TP Sensor 136
ใบสั่งงานที่ 7.6 139
ใบตรวจงานที่ 7.6 140
ใบงานที่ 7.7 งานแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง IAT Sensor 141
ขั้นตอนการปฏิบัติงานการแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง IAT Sensor 142
ขั้นตอนการตรวจสอบการแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง IAT Sensor 143
ใบสั่งงานที่ 7.7 147
ใบตรวจงานที่ 7.7 148
ใบงานที่ 7.8 งานแก้ไขปัญหาข้อขัดข้องหัวฉีด (Injector) 149
ขั้นตอนการปฏิบัติงานการแก้ไขปัญหาข้อขัดข้องหัวฉีด (Injector) 150
ขั้นตอนการตรวจสอบการแก้ไขปัญหาข้อขัดข้องหัวฉีด (Injector) 151
ใบสั่งงานที่ 7.8 154
ใบตรวจงานที่ 7.8 155
ใบงานที่ 7.9 งานแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง O_2 Sensor 156
ขั้นตอนการปฏิบัติงานการแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง O_2 Sensor 157
ขั้นตอนการตรวจสอบการแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง O_2 Sensor 158
ใบสั่งงานที่ 7.9 161
ใบตรวจงานที่ 7.9 162
ใบงานที่ 7.10 งานแก้ไขปัญหาข้อขัดข้องชุดลิ้นควบคุมอากาศรอบเดินเบา (IACV) 163
ขั้นตอนการปฏิบัติงานการแก้ไขปัญหาข้อขัดข้องชุดลิ้นควบคุม IACV 164
ขั้นตอนการตรวจสอบการแก้ไขปัญหาข้อขัดข้องชุดลิ้นควบคุม IACV 165
ใบสั่งงานที่ 7.10 169
ใบตรวจงานที่ 7.10 170

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

ใบงานที่ 7.11 งานแก้ไขปัญหาข้อขัดข้องตัวตรวจจับตำแหน่งเพลาข้อเหวี่ยง (CKP Sensor) 171

ขั้นตอนการปฏิบัติงานการแก้ไขปัญหาข้อขัดข้องตัวตรวจจับ CKP Sensor 172

ขั้นตอนการตรวจสอบการแก้ไขปัญหาข้อขัดข้องตัวตรวจจับ CKP Sensor 173

ใบสั่งงานที่ 7.11 176

ใบตรวจงานที่ 7.11 177

ใบงานที่ 7.12 งานแก้ไขปัญหาข้อขัดข้องตัวตรวจจับความเอียงของรถ (BA Sensor) 178

ขั้นตอนการปฏิบัติงานการแก้ไขปัญหาข้อขัดข้องตัวตรวจจับ BA Sensor 179

ขั้นตอนการตรวจสอบการแก้ไขปัญหาข้อขัดข้องตัวตรวจจับ BA Sensor 180

ใบสั่งงานที่ 7.12 183

ใบตรวจงานที่ 7.12 184

เอกสารอ้างอิง 194

การวิเคราะห์หัวข้อเรื่อง (Scalar Pattern)

หัวข้อเรื่อง

1. หลักการทำงานระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์
2. ส่วนประกอบและหน้าที่ระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์
3. ระบบควบคุมอิเล็กทรอนิกส์
4. ระบบวินิจฉัยข้อขัดข้องด้วยตัวเอง
5. ตารางการวินิจฉัยข้อขัดข้องด้วยตัวเอง
6. งานบริการระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์

สาระสำคัญ

ระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ในรถจักรยานยนต์ เป็นเทคโนโลยีใหม่ที่เข้ามาแทนระบบคาร์บูเรเตอร์ เป็นระบบที่ประหยัดน้ำมันมันเชื้อเพลิงของรถจักรยานยนต์ ซึ่งจะจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงตามภาระต่าง ๆ

ระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ในรถจักรยานยนต์ เป็นระบบ D- Jetronic ในการควบคุมการฉีดเชื้อเพลิงจะอาศัยการวัดความดันอากาศภายในท่อไอดี โดยวิธีการวัดแรงดันของอากาศในท่อไอดีด้วยตัวจับความดันในท่อไอดี (MAP Sensor) แล้วเปลี่ยนเป็นสัญญาณไฟฟ้าส่งเข้ากล่องควบคุม เพื่อกำหนดระยะเวลาในการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงของหัวฉีดให้เหมาะสมกับปริมาณอากาศที่เข้ากระบอกสูบเครื่องยนต์ทำการเผาไหม้สมบูรณ์

เนื้อหาสาระ

1. หลักการทำงานระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์

1.1 หลักการทำงานระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ PGM-FI

1.2 หลักการทำงานระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ YMJET-FI

1.3 หลักการทำงานของระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ DCP-FI

1.4 หลักการทำงานของระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ EPI-FI

ระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์

2. ส่วนประกอบและหน้าที่ระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์

2.1 ตัวตรวจจับสัญญาณ (Sensor)

2.1.1 ตัวตรวจจับความดันในท่อไอดี (MAP Sensor)

2.1.2 ตัวตรวจจับอุณหภูมิอากาศ (IAT Sensor)

2.1.3 ตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่ง (TP Sensor)

2.1.4 ตัวตรวจจับอุณหภูมิเครื่องยนต์ (ET Engine Temperature)

2.1.4.1 ตัวตรวจจับอุณหภูมิน้ำมันเครื่อง (EOT Sensor)

2.1.4.2 ตัวตรวจจับอุณหภูมิน้ำหล่อเย็น (ECT Sensor)

2.1.5 ตัวตรวจจับปริมาณออกซิเจน (O_2 Sensor)

2.1.6 ตัวตรวจจับตำแหน่งเพลาข้อเหวี่ยง (CKP Sensor)

2.1.7 ตัวตรวจจับความเอียงของรถ (BA Sensor)

2.1.8 Sensor ความเร็วตัวรถจักรยานยนต์ (Speed Sensor)

2.2 ปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิง (Fuel Pump)

2.3 หัวฉีด (Injector)

2.4 กล่องควบคุม (ECM : Engine Control Module)

2.5 หลอดไฟเช็คเครื่องยนต์ (FI-Indicator)

2.6 เรือนลิ้นเร่ง (Throttle Body)

2.7 วาล์วควบคุมอากาศรอบเดินเบา (IACV : Idle Air Control Valve)

2.8 ห้องผสมไอดี

2.9 มอเตอร์ตัวคุมรอบเดินเบา (ISC : Idle Speed Control)

3. ระบบควบคุมอิเล็กทรอนิกส์

4. ระบบวินิจฉัยข้อขัดข้องด้วยตัวเอง

5. ตารางการวินิจฉัยข้อขัดข้องด้วยตัวเอง

6. งานบริการระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์

ใบงานที่ 7.1 งานเรียกดูรหัสปัญหาข้อขัดข้องระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ PGM-FI

ใบงานที่ 7.2 งานลบข้อมูลรหัสปัญหาข้อขัดข้องระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ PGM-FI

ใบงานที่ 7.3 งานการปรับตั้งตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่ง

ใบงานที่ 7.4 งานแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง MAP Sensor

ใบงานที่ 7.5 งานแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง EOT Sensor

ใบงานที่ 7.6 งานแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง TP Sensor

ใบงานที่ 7.7 งานแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง IAT Sensor

ใบงานที่ 7.8 งานแก้ไขปัญหาข้อขัดข้องหัวฉีด (Injector)

ใบงานที่ 7.9 งานแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง O_2 Sensor

ใบงานที่ 7.10 งานแก้ไขปัญหาข้อขัดข้องชุดลิ้นควบคุมอากาศรอบเดินเบา (IACV)

ใบงานที่ 7.11 งานแก้ไขปัญหาข้อขัดข้องตัวตรวจจับตำแหน่งเพลาข้อเหวี่ยง (CKP Sensor)

ใบงานที่ 7.12 งานแก้ไขปัญหาข้อขัดข้องตัวตรวจจับความเอียงของรถ (BA Sensor)

รายการวัตถุประสงค์การสอน
(Objective Listing Sheet)

ชื่อรายวิชา	งานจักรยานยนต์ รหัสวิชา 2101–2102	หน่วยกิต	1-6-3
หัวข้อ/งาน	ระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์		

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	ISL			PSL			หมายเหตุ
	R	A	T	I	C	A	
1. อธิบายหลักการทำงานระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ได้อย่างถูกต้อง	x						
2. บอกหน้าที่ของส่วนประกอบระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ได้อย่างถูกต้อง	x						
3. บอกระบบควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ได้อย่างถูกต้อง	x						
4. บอกรหัสปัญหาระบบวินิจฉัยข้อขัดข้องด้วยตัวเองได้อย่างถูกต้อง	x						
5. วินิจฉัยข้อขัดข้องด้วยตัวเองได้อย่างถูกต้อง				x			
6. บริการระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์				x			
7. มีกิจนิสัยที่ดีในปฏิบัติตน โดยมีมนุษยสัมพันธ์ มีวินัย รับผิดชอบ ซื่อสัตย์สุจริต เชื่อมั่นในตนเอง ประหยัด สนใจใฝ่รู้ ละเว้นสิ่งเสพติดและการพนัน รักสามัคคี กตัญญู คิดริเริ่มสร้างสรรค์ พึ่งตนเอง อดกลั้น มีมารยาทไทย และอื่น ๆ				x			

ISL : Intellectual Skill PSL : Physical Skill
R=Recall (จำ) A=Apply (เข้าใจ) T=Transfer (นำไปใช้)
I=Imitation (เลียนแบบ) C=Control (ทำอย่างถูกต้อง) A=Automatism (ทำอย่างอัตโนมัติ)

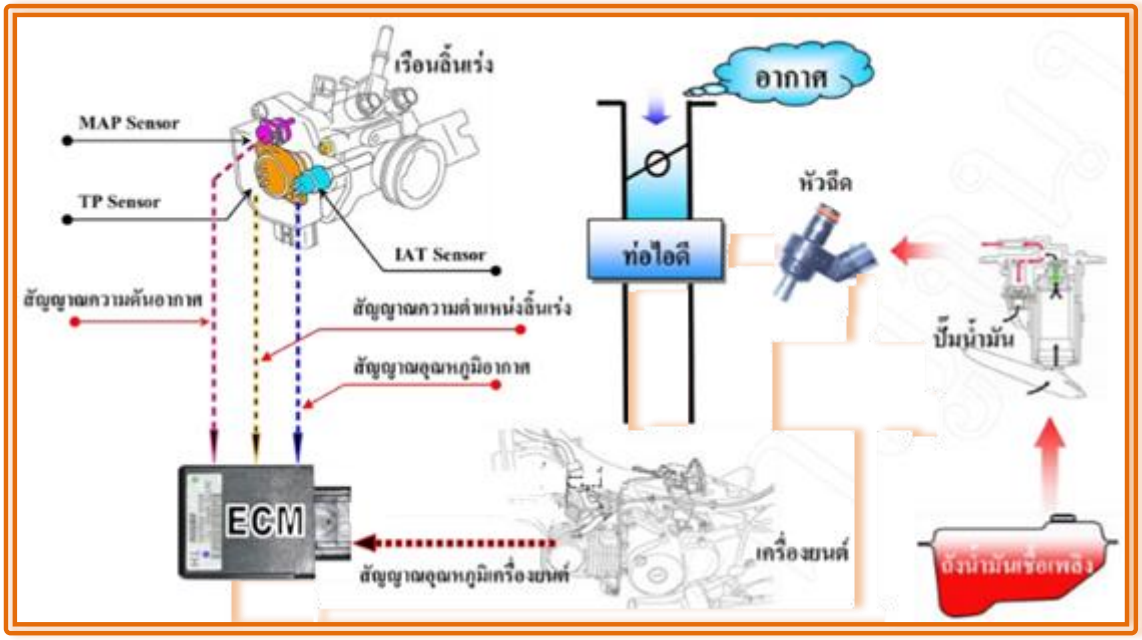
ระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์

1. หลักการทำงานระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์

ระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ในรถจักรยานยนต์ เป็นแบบ D-Jetronic เป็นระบบที่มีการควบคุมการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงของหัวฉีดโดยการวัดความดันอากาศภายในท่อไอดี เพื่อหาปริมาณอากาศที่เข้ากระบอกสูบ ด้วยตัวตรวจจับความดันในท่อไอดี (MAP Sensor) แล้วเปลี่ยนเป็นสัญญาณไฟฟ้าส่งไปยังกล่อง ECU (Electronic Control Unit) หรือ ECM (Engine Control Module) เพื่อกำหนดระยะเวลาในการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงของหัวฉีดให้เหมาะสม กับปริมาณอากาศที่เข้าเครื่องยนต์ทำให้การเผาไหม้สมบูรณ์ ช่วยลดมลพิษในอากาศ

1.1 หลักการทำงานระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ PGM-FI

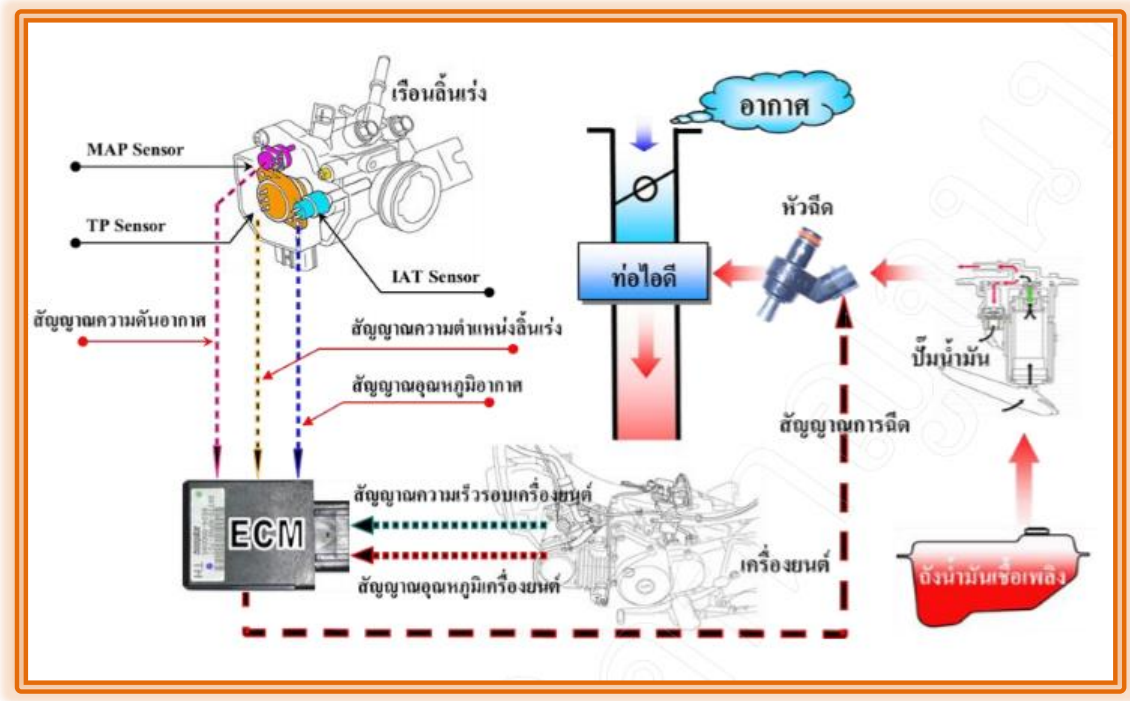
การทำงานเมื่อเปิดสวิตช์



รูปที่ 7-1 แสดงไดอะแกรมการควบคุมระยะเวลาในการฉีดพื้นฐาน
ที่มา : สื่อ Power Point ประกอบการอบรมหลักสูตรนายช่างระดับ 2

เมื่อเปิดสวิตช์จุดระเบิดกระแสไฟฟ้าไหลไปเลี้ยงอุปกรณ์ต่าง ๆ เซนเซอร์ทำงาน แล้วส่งข้อมูลไปให้กล่อง ECM ปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิงทำงานเป็นเวลาประมาณ 2-3 วินาที ดูดน้ำมันเชื้อเพลิงจากถังส่งไปรอที่หัวฉีด

การทำงานเมื่อสตาร์ทเครื่องยนต์



รูปที่ 7-2 แสดงไดอะแกรมเพิ่มระยะเวลาในการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง
ที่มา : สื่อ Power Point ประกอบการอบรมหลักสูตรนายช่างระดับ 2

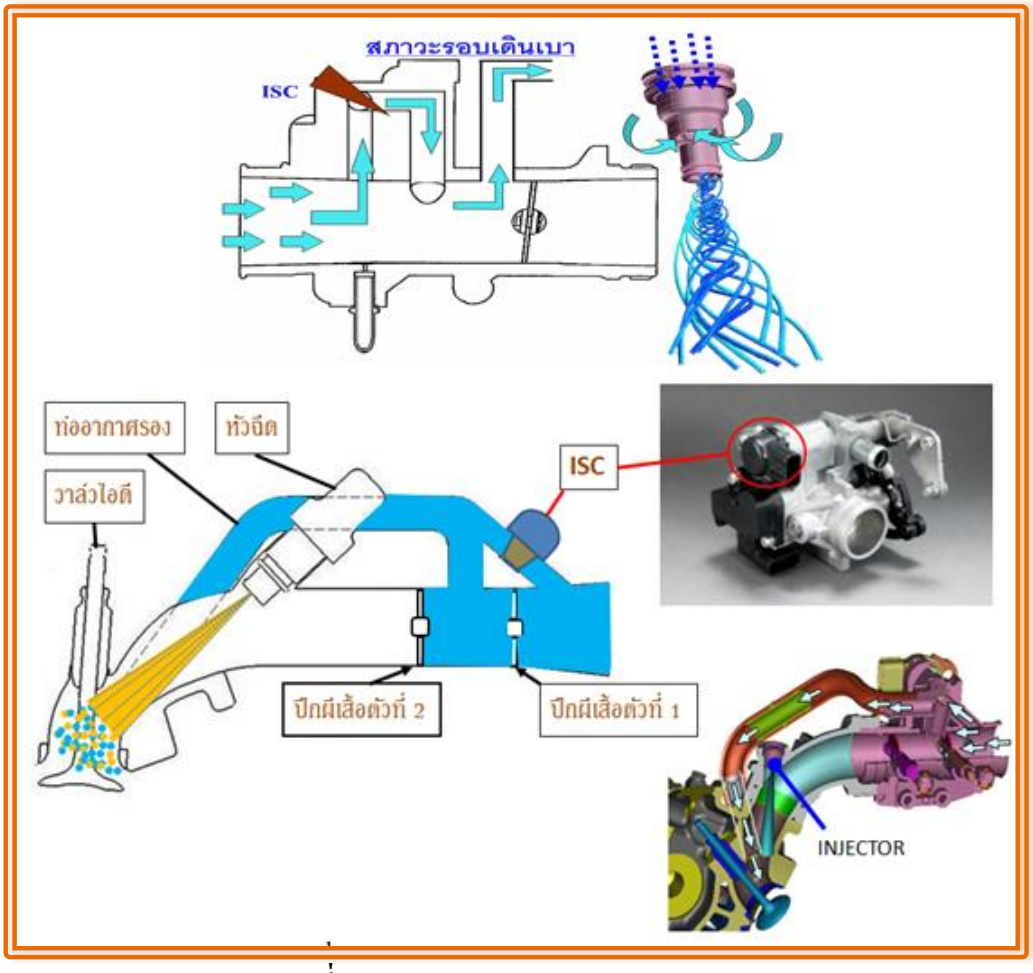
เมื่อสตาร์ทเครื่องยนต์ เซนเซอร์ตรวจจับความเร็วรอบเครื่องยนต์ (Pulser Coil) ส่งสัญญาณมาที่กล่อง ECM เมื่อกล่อง ECM ได้รับสัญญาณความเร็วรอบจะสั่งให้หัวฉีดจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงให้กับเครื่องยนต์ ระบบจุดระเบิดและปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิงทำงาน

1.2 หลักการทำงานระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ YMJET-FI

ในสภาวะเดินเบา มอเตอร์ ISC จะควบคุมการไหลของอากาศ (ในกรณีที่ปีกผีเสื้อทั้งสองปิด) แล้วไหลไปยังท่อบายพาสเสริมอากาศโดยตรงไปยังห้องผสมที่หัวฉีด

ความเร็วการไหลของอากาศส่งผลในการทำให้น้ำมันเชื้อเพลิงแตกตัวเป็นละอองแนวตั้งมากกว่าอากาศเข้าทางด้านหน้า

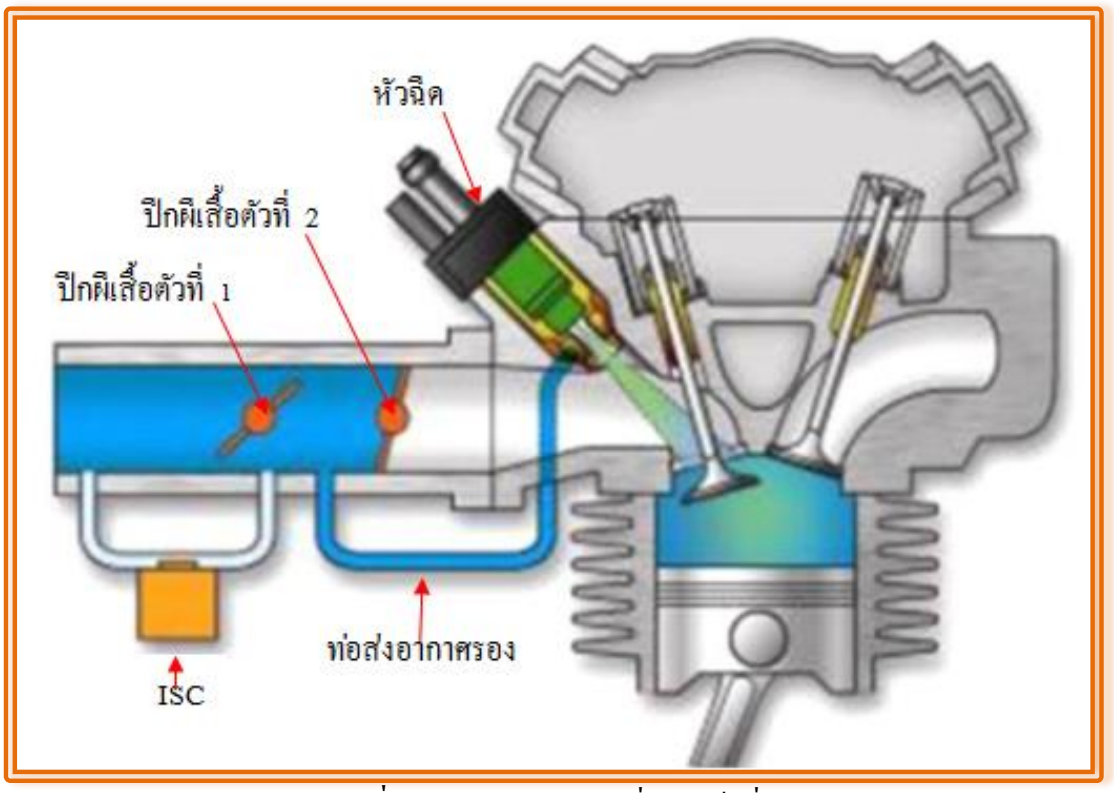
ในสภาวะเดินเบา



รูปที่ 7-3 แสดงการทำงานในสภาวะเดินเบา

ที่มา : สื่อ Power Point ประกอบการอบรมรถจักรยานยนต์ Yamaha Mixture Jet-Fuel Injection

ที่ความเร็วต่ำ

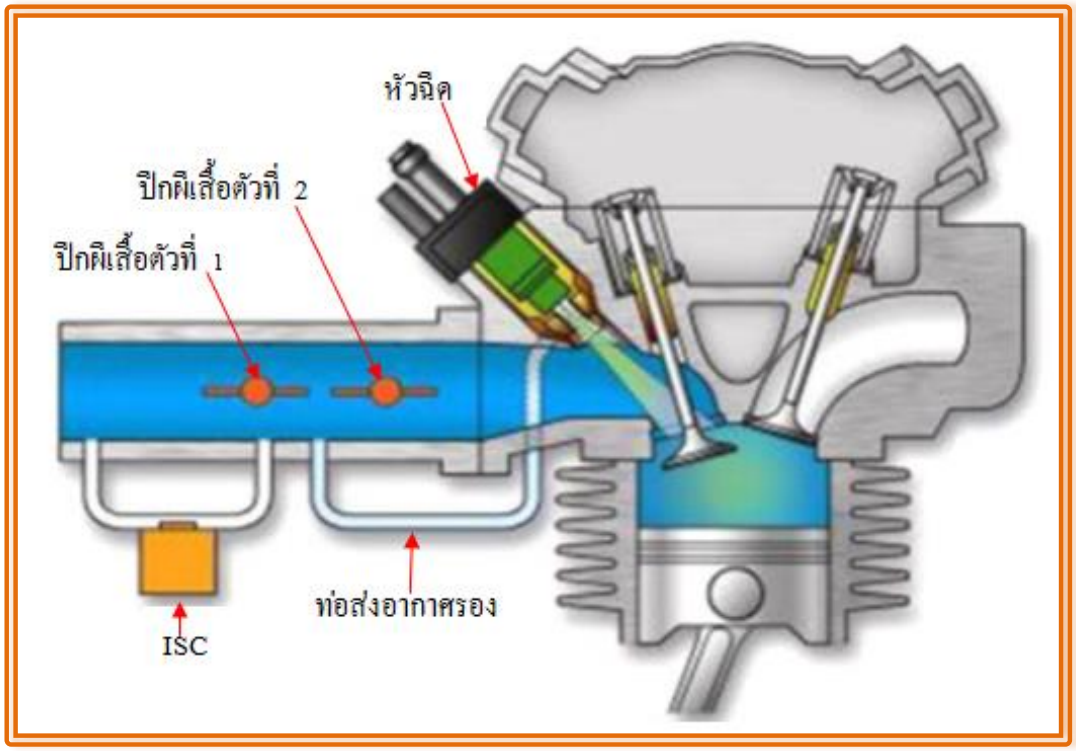


รูปที่ 7-4 แสดงการทำงานที่ความเร็วต่ำ
ที่มา : สื่อ Power Point ประกอบการอบรมรถจักรยานยนต์ Yamaha Mixture Jet-Fuel Injection

เมื่อเครื่องยนต์ทำงานที่ความเร็วต่ำ อากาศไหลผ่าน มอเตอร์ ISC (ณ จุดนี้ ผีเสื้อตัวแรกเปิดเล็กน้อยและปีกผีเสื้อตัวที่ 2 ปิด) และไหลที่ความเร็วสูง เข้าสู่ท่อส่งอากาศรองหรือท่อบายพาส เพื่อออกไปยังห้องผสมอากาศที่หัวฉีด ทำให้เป็นละอองก๊าซของอากาศและน้ำมันเชื้อเพลิง เกิดการหมุนวนตามแนวตั้ง

เมื่อขับขี่ช้า วาล์วปีกผีเสื้อตัวแรกเปิดเพียงเล็กน้อย และเป็นตัวขับ เชื่อมต่อไปยังวาล์วปีกผีเสื้อตัวที่ 2 เมื่อวาล์วปีกผีเสื้อตัวแรกเปิด 10 องศา การหมุนของแกนสกรู จะไปสัมผัสผลักดันให้วาล์วปีกผีเสื้อตัวที่ 2 เปิด

ที่ความเร็วสูง

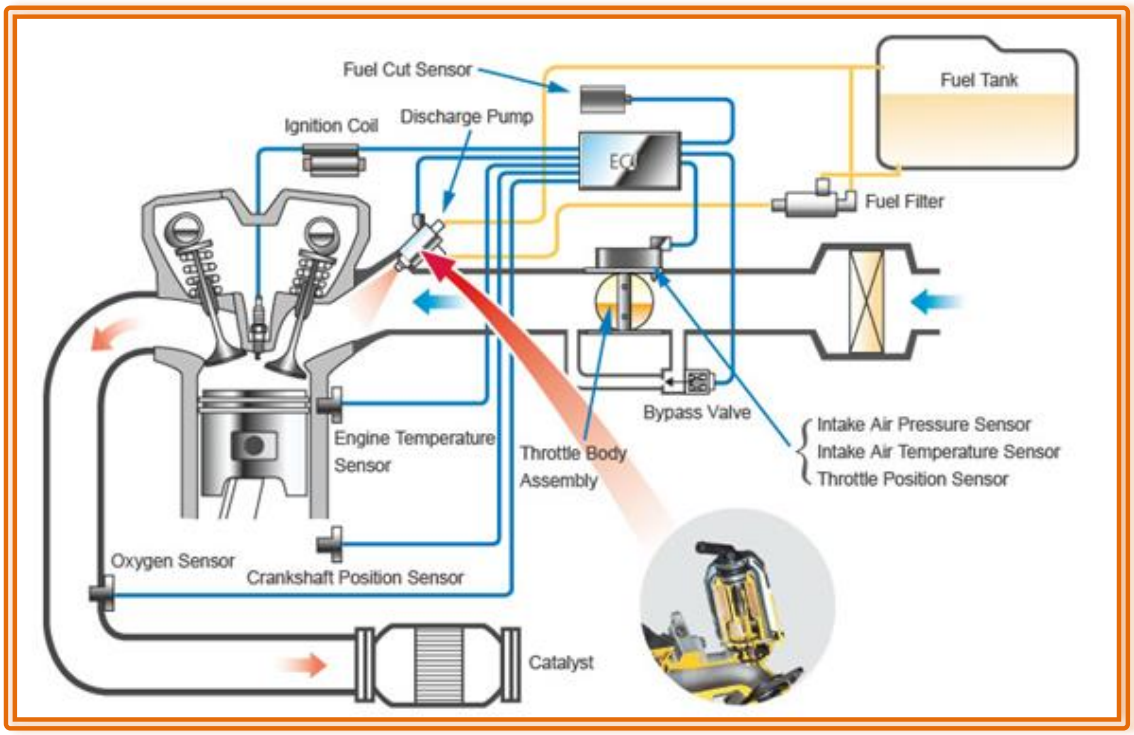


รูปที่ 7-5 แสดงการทำงานที่ความเร็วสูง
ที่มา : สื่อ Power Point ประกอบการอบรมรถจักรยานยนต์ Yamaha Mixture Jet-Fuel Injection

การทำงานที่ความเร็วรอบสูง ขณะบิดคันเร่งสูงสุด ลิ้นเร่งตัวที่ 1 และ 2 เปิดสุด อากาศไหลผ่านท่อทางเดินหลักเข้าสู่กระบอกสูบของเครื่องยนต์โดยตรง เพื่อให้เพียงพอกับความต้องการของเครื่องยนต์ที่ใช้ความเร็วสูง

1.3 หลักการทำงานของระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ DCP-FI

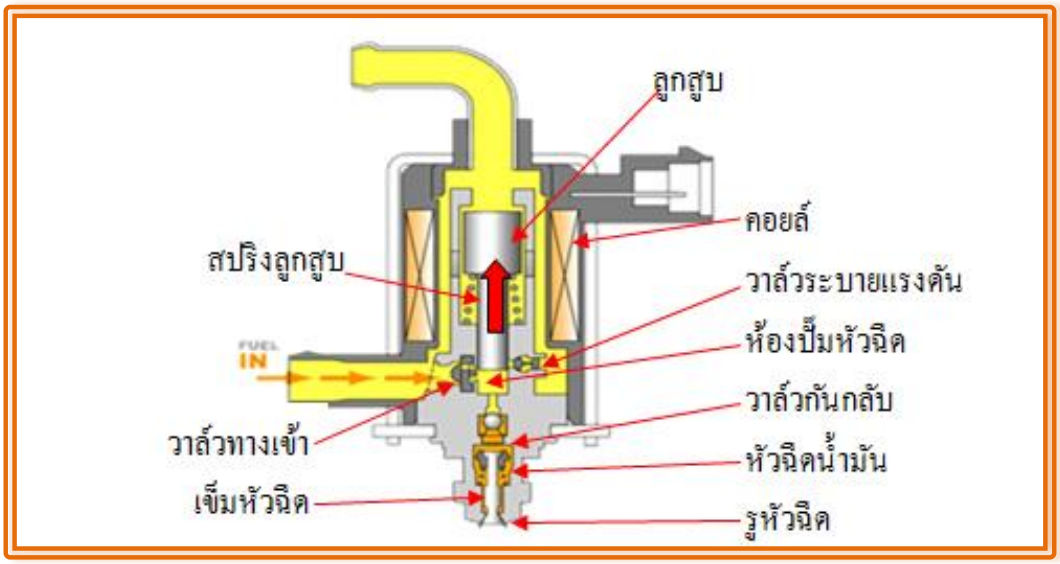
ระบบหัวฉีดแบบปั๊มจ่ายโดยตรง (DCP) นั้น หัวฉีดจะทำหน้าที่ 2 ประการด้วยกัน คือ เป็นปั๊มแรงดันสูงและหัวฉีดในตัวเดียวกัน จึงเป็นระบบการทำงานแบบง่าย ๆ และง่ายต่อการบำรุงรักษา น้ำมันเชื้อเพลิงจะไหลจากถังน้ำมันเชื้อเพลิงไปสู่หัวฉีดเพื่อรอการปั๊มฉีดเป็นฝอยละออง โดยผ่านไส้กรองน้ำมันเชื้อเพลิง



รูปที่ 7-6 แสดงหลักการทำงานของระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ DCP-FI
ที่มา : http://en.haojue.com/public/showInfo_103_433_i102.htm, 14 กุมภาพันธ์ 2559

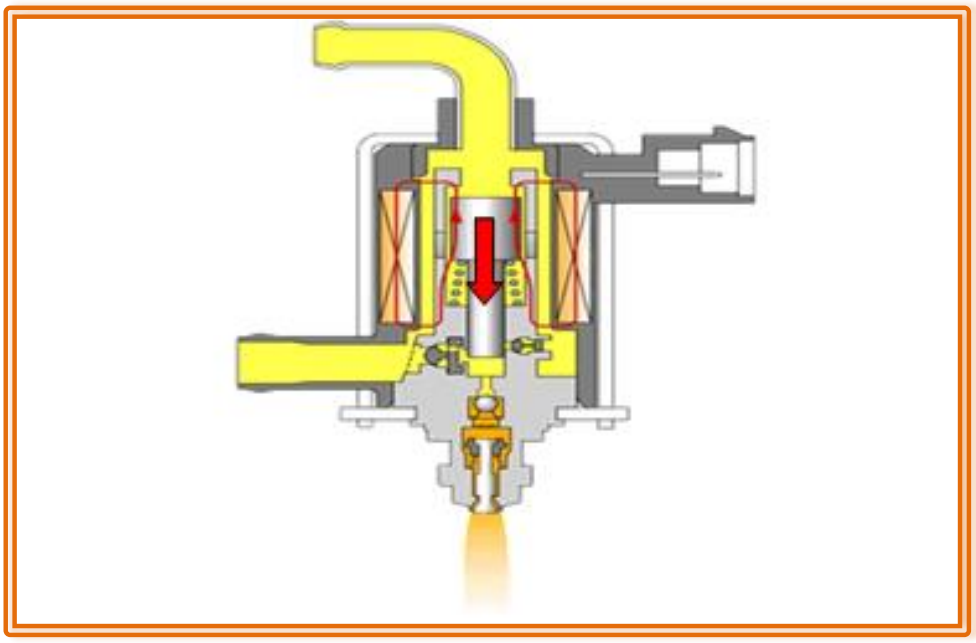
ในแต่ละครั้งที่น้ำมันเชื้อเพลิงไหลผ่านไส้กรองน้ำมันเชื้อเพลิงและหัวฉีดจะเกิดการระเหยกลายเป็นไอ และไอที่เกิดขึ้นจะไหลกลับไปยังถังน้ำมันเชื้อเพลิงโดยผ่านท่อน้ำมันไหลกลับทั้งจากไส้กรองน้ำมันเชื้อเพลิงและจากหัวฉีด ไปรวมกันที่หัวต่อสามทางก่อนส่งกลับเข้าถังน้ำมันเชื้อเพลิง

จังหวะดูดน้ำมันเชื้อเพลิง เมื่อสปริงลูกสูบดันลูกสูบเลื่อนขึ้น ภายในห้องปั๊มหัวฉีดเกิดสุญญากาศดูดน้ำมันจากสายน้ำมันเชื้อเพลิงเข้าในห้องปั๊มหัวฉีด เพื่อรอจังหวะฉีด



รูปที่ 7-7 แสดงจังหวะดูดน้ำมันเชื้อเพลิงเข้าปั๊มของ DCP-FI
ที่มา : สื่อ Power Point ประกอบการอบรมรถจักรยานยนต์ Suzuki

จังหวะฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง เมื่อกล่อง ECM จ่ายกระแสไฟฟ้าให้คอยล์ที่หัวฉีด เกิดสนามแม่เหล็กดูดให้ลูกสูบเคลื่อนที่ลง น้ำมันในห้องปั๊มหัวฉีดเกิดแรงดันส่งน้ำมันไปยังห้องหัวฉีด น้ำมันผ่านวาล์วกันกลับ เมื่อแรงดันถึงค่าที่กำหนด เข็มหัวฉีดจะยกตัวขึ้น ฉีดน้ำมันผ่านรูหัวฉีด ฉีดเป็นฝอยละออง

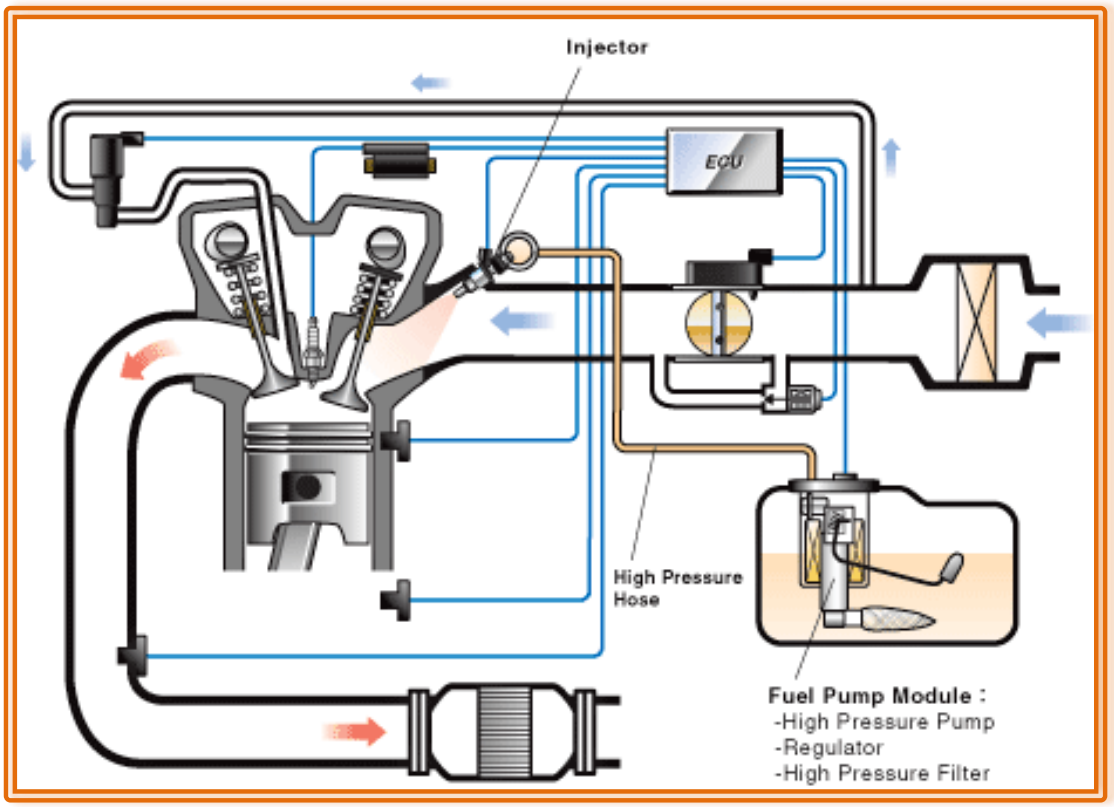


รูปที่ 7-8 แสดงจังหวะฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงของ DCP-FI
ที่มา : สื่อ Power Point ประกอบการอบรมรถจักรยานยนต์ Suzuki

1.4 หลักการทำงานของระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ EPI-FI

น้ำมันเชื้อเพลิงในถังจะดูดผ่านไส้กรองโดยปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิงผ่านท่อไปยังตำแหน่งติดตั้งหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง (ท่อไอดี)

แรงดันของน้ำมันเชื้อเพลิงจะถูกควบคุมโดยวาล์วควบคุมแรงดันที่ติดตั้งอยู่ที่ตัวเรือนปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิง ซึ่งจะรักษาแรงดันไว้ที่ 250 kPa เมื่อกล่องควบคุม ECU ส่งสัญญาณให้หัวฉีด หัวฉีดจะเริ่มเปิดและฉีดเป็นฝอยละอองไปยังท่อไอดีเข้าสู่ห้องเผาไหม้ น้ำมันเชื้อเพลิงที่ไหลกลับถังน้ำมันเชื้อเพลิงจะถูกควบคุมโดยวาล์วควบคุมแรงดัน

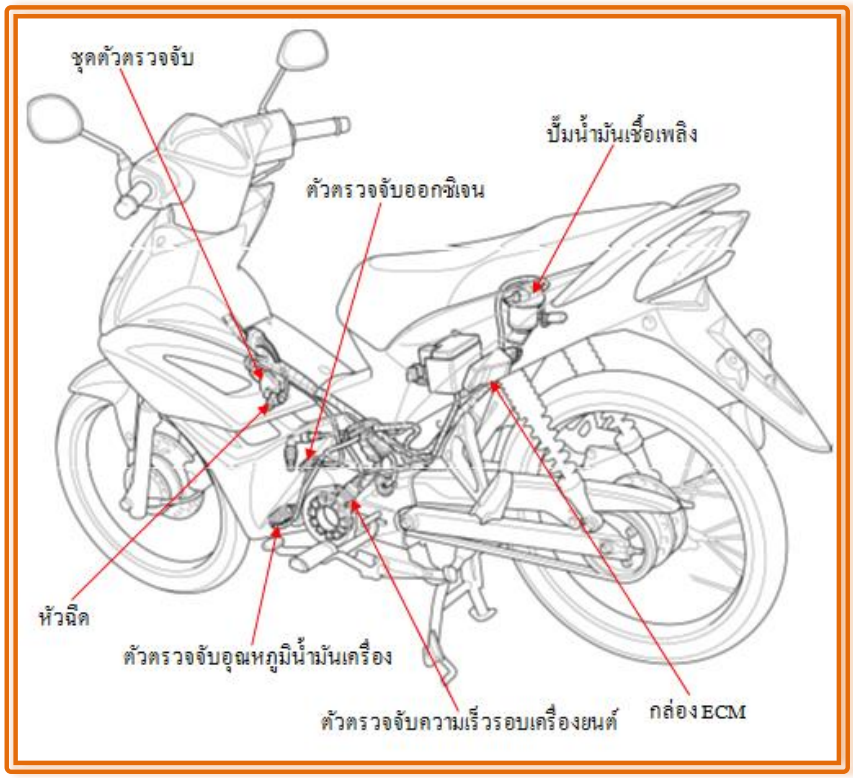


รูปที่ 7-9 แสดงหลักการทำงานของระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ EPI-FI
ที่มา : http://ninja250r.files.wordpress.com/2012/05/epi_suzuki.gif, 14 กุมภาพันธ์ 2559

ระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์

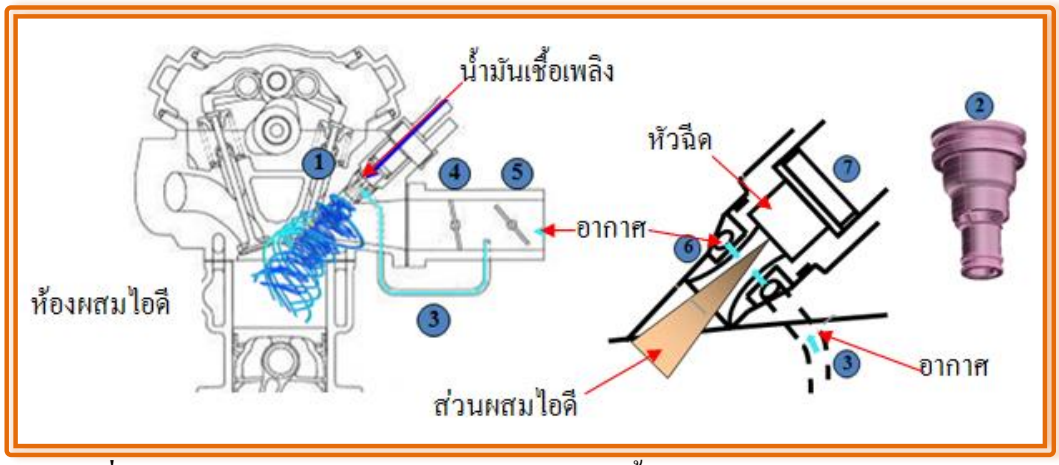
2. ส่วนประกอบและหน้าที่ระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์

ตำแหน่งติดตั้งส่วนประกอบระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ PGM – FI



รูปที่ 7-10 แสดงการตำแหน่งการติดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ ระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ PGM – FI
ที่มา : คู่มือประกอบการอบรมรถจักรยานยนต์ Honda CZ-i110

ตำแหน่งติดตั้งส่วนประกอบระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ YMJET-FI



รูปที่ 7-11 แสดงส่วนประกอบสำคัญ ๆ ระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ YMJET-FI
ที่มา : สื่อ Power Point ประกอบการอบรมรถจักรยานยนต์ Yamaha Mixture Jet-Fuel Injection

ส่วนประกอบที่สำคัญระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ YMJET-FI ประกอบด้วย

หมายเลข 1 ลิ้นไอดี

หมายเลข 2 ห้องผสมไอดี

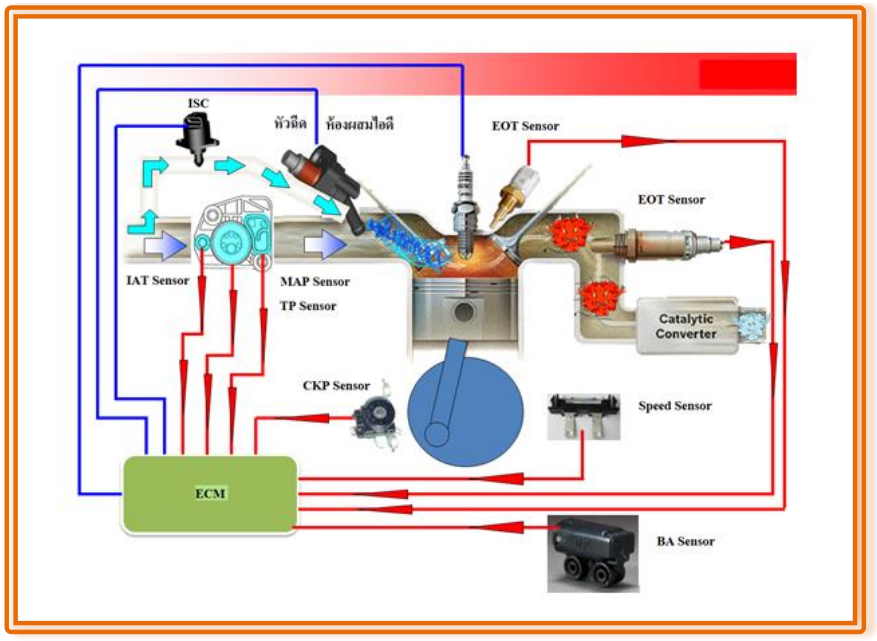
หมายเลข 3 ท่อส่งอากาศรอง

หมายเลข 4 ลิ้นปีกผีเสื้อวงจรเร่ง (ปีกผีเสื้อตัวที่ 2)

หมายเลข 5 ลิ้นปีกผีเสื้อวงจรเดินเบาและความเร็วต่ำ (ปีกผีเสื้อตัวที่ 1)

หมายเลข 6 ห้องผสมไอดี

หมายเลข 7 หัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง

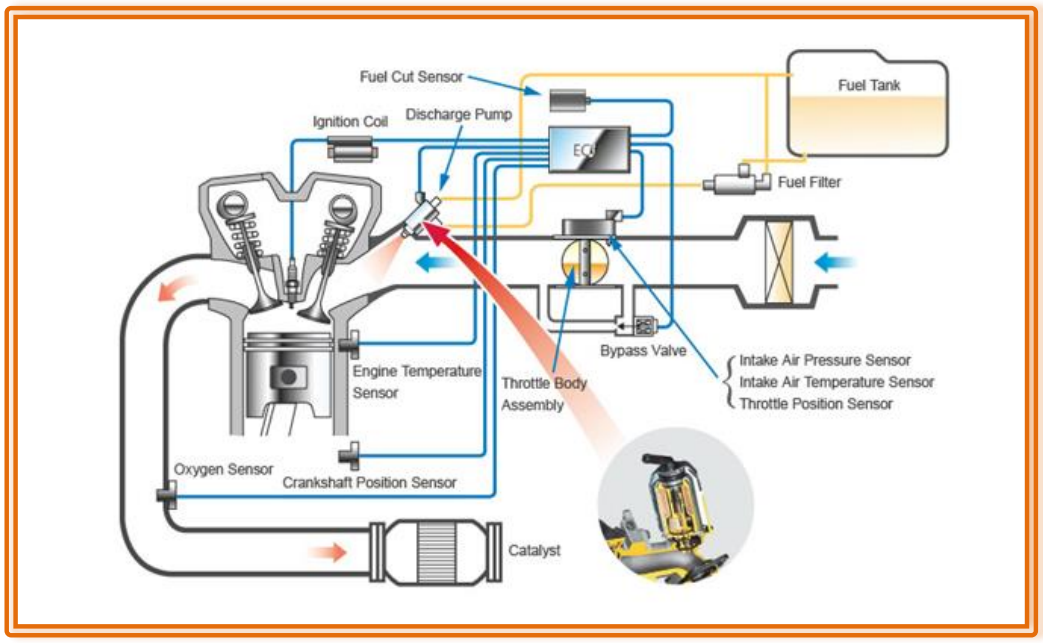


รูปที่ 7-12 แสดงตำแหน่งอุปกรณ์ต่าง ๆ ระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ YMJET-FI
ที่มา : สื่อ Power Point ประกอบการอบรมรถจักรยานยนต์ Yamaha Mixture Jet-Fuel Injection

ส่วนประกอบและหน้าที่ระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ YMJET-FI

1. ห้องผสมไอดี
2. มอเตอร์ตัวคุมรอบเดินเบา (ISC : Idle Speed Control)
3. เรือนลิ้นเร่ง (Throttle Body)
4. ตัวตรวจจับสัญญาณ (Sensor)
5. ปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิง (Fuel Pump)
6. หัวฉีด (Injector)
7. หลอดไฟเช็คเครื่องยนต์ (FI-Indicator)
8. กล่อง ECU (ECU : Engine Control Module)

ตำแหน่งติดตั้งส่วนประกอบระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ DCP-FI

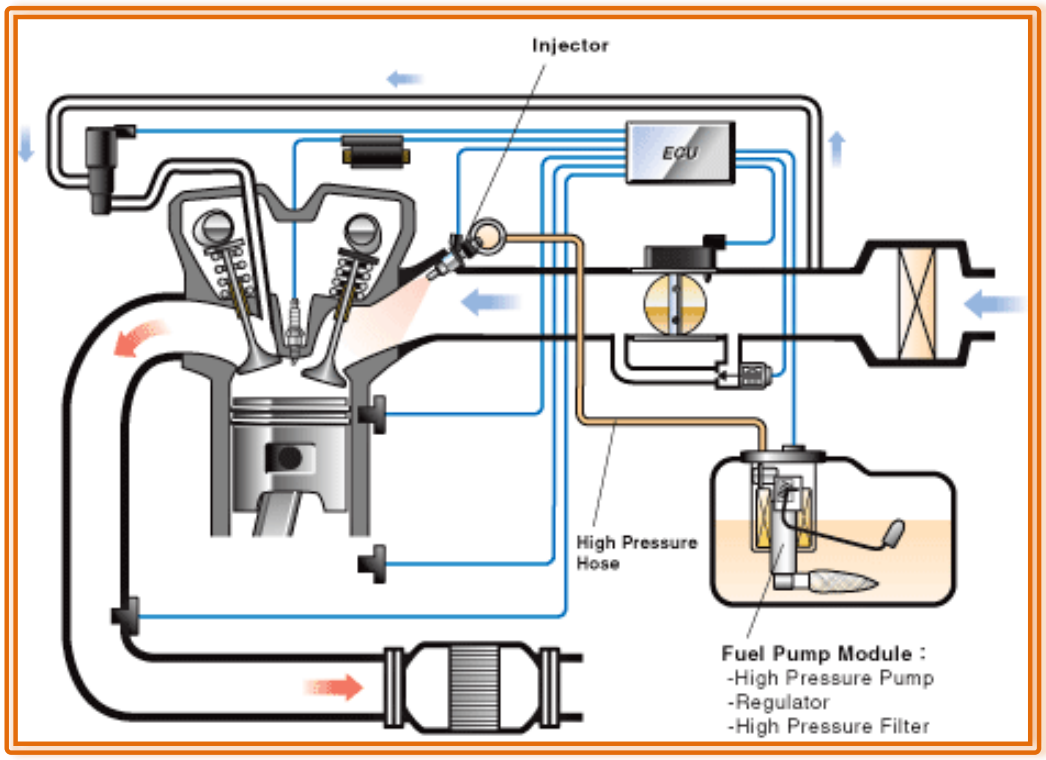


รูปที่ 7-13 แสดงหลักการทำงานของระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ DCP-FI
ที่มา : http://en.haojue.com/public/showInfo_103_433_i102.htm, 14 กุมภาพันธ์ 2559

ส่วนประกอบและหน้าที่ระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ DCP-FI

1. เรือนลิ้นเร่ง (Throttle Body)
2. ตัวตรวจจับสัญญาณ (Sensor)
3. วาล์วควบคุมอากาศรอบเดินเบา (ISC)
4. หัวฉีด (Injector)
5. หลอดไฟเช็คเครื่องยนต์ (FI-Indicator)
6. กล่อง ECU (Engine Control Module)

ตำแหน่งติดตั้งส่วนประกอบระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ EPI-FI



รูปที่ 7-14 แสดงหลักการทำงานของระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ EPI-FI
ที่มา : http://ninja250r.files.wordpress.com/2012/05/epi_suzuki.gif, 14 กุมภาพันธ์ 2559

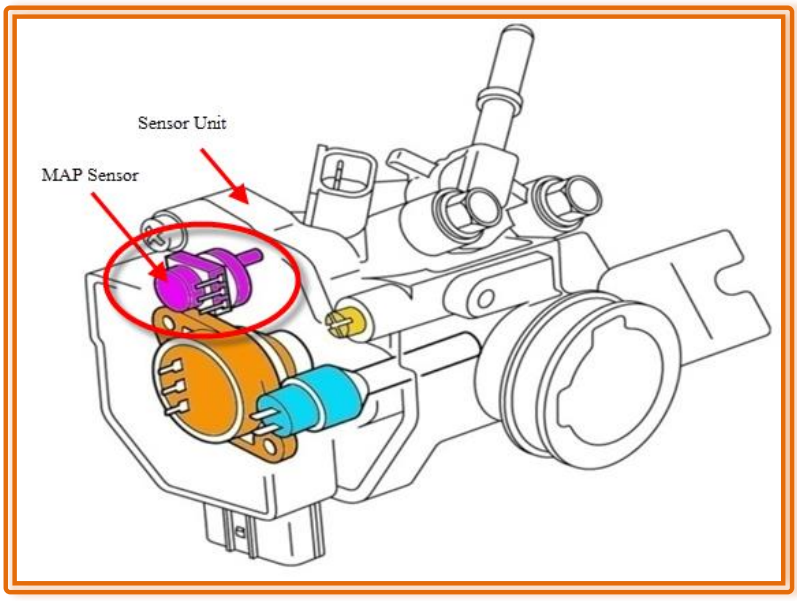
ส่วนประกอบและหน้าที่ระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ DCP-FI

1. เรือนลิ้นเร่ง (Throttle Body)
2. ตัวตรวจจับสัญญาณ (Sensor)
3. วาล์วควบคุมอากาศรอบเดินเบา (ISC)
4. หัวฉีด (Injector)
5. หลอดไฟเช็คเครื่องยนต์ (FI-Indicator)
6. กล่อง ECU (Engine Control Module)

2.1 ตัวตรวจจับสัญญาณ (Sensor)

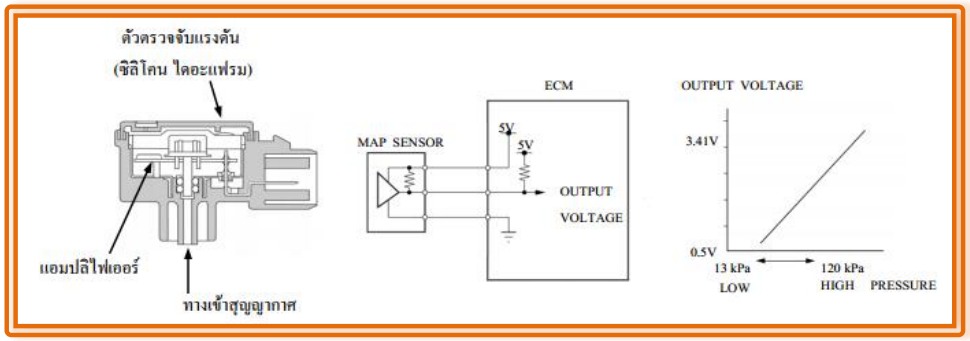
ตัวตรวจจับสัญญาณ หรือ Senso มีหน้าที่ตรวจจับความเปลี่ยนแปลงสภาวะต่าง ๆ ของเครื่องยนต์ ส่งข้อมูลไปยังกล่อง ECU หรือ ECM แล้วนำข้อมูลไปประมวลเพื่อหาปริมาณการฉีดและจังหวะในการจุดระเบิดที่เหมาะสม ซึ่งตัวตรวจจับสัญญาณ เหล่านี้ มีความสำคัญต่อระบบเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์เป็นอย่างยิ่ง ในระบบได้มีการติดตั้งตัวตรวจจับสัญญาณต่าง ๆ ดังนี้

2.1.1 ตัวตรวจจับความดันในท่อไอดี (Manifold Absolute Pressure Sensor) หรือ MAP Sensor ทำหน้าที่ ตรวจจับความดันอากาศภายในท่อไอดี แล้วเปลี่ยนสัญญาณทางไฟฟ้าส่งข้อมูลไปให้กล่อง ECU หรือ ECM



รูปที่ 7-15 แสดงตำแหน่งตัวตรวจจับความดันในท่อไอดี (MAP Sensor)
ที่มา : สื่อ Power Point ประกอบการอบรมหลักสูตรนายช่างระดับ 2

โครงสร้างและลักษณะของ MAP Sensor เป็นความต้านทานที่เปลี่ยนแปลงได้ แบบสารกึ่งตัวนำ ติดตั้งอยู่ด้านหลังของลิ้นปีกผีเสื้อ

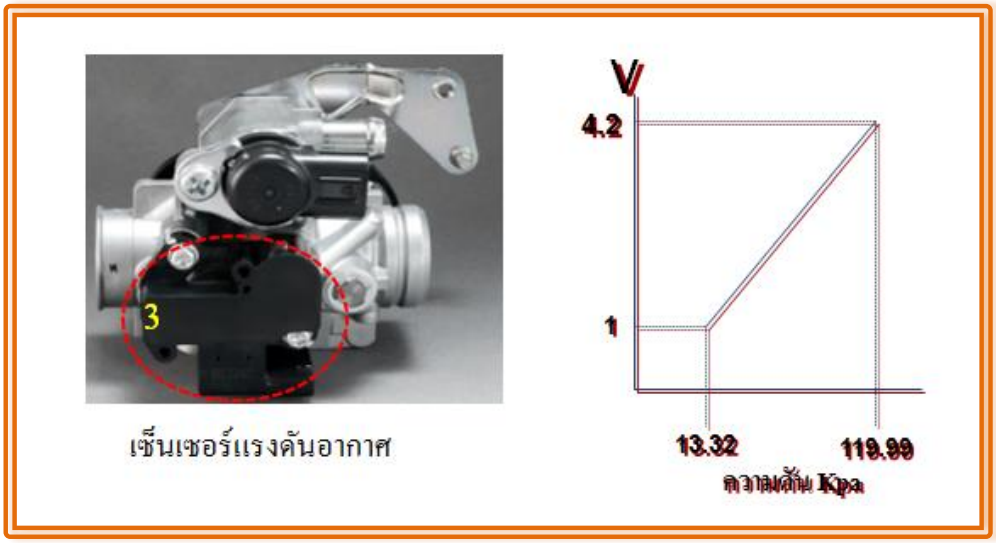


รูปที่ 7-16 แสดงการทำงานและการส่งสัญญาณทางไฟฟ้าของ MAP Sensor
ที่มา : คู่มือประกอบการอบรมรถจักรยานยนต์ Honda CRF 250L

การทำงาน MAP Sensor จะประมวลผลหาปริมาณของอากาศ เพื่อกำหนดระยะเวลาในการฉีดพื้นฐาน นอกจากนั้นกล่อง ECU หรือ ECM ยังใช้สัญญาณนี้ไปเปรียบเทียบกับสัญญาณจากตรวจจับความเร็วรอบเครื่องยนต์ (Pulser Coil) เพื่อกำหนดจังหวะในการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงและจังหวะจุดระเบิด

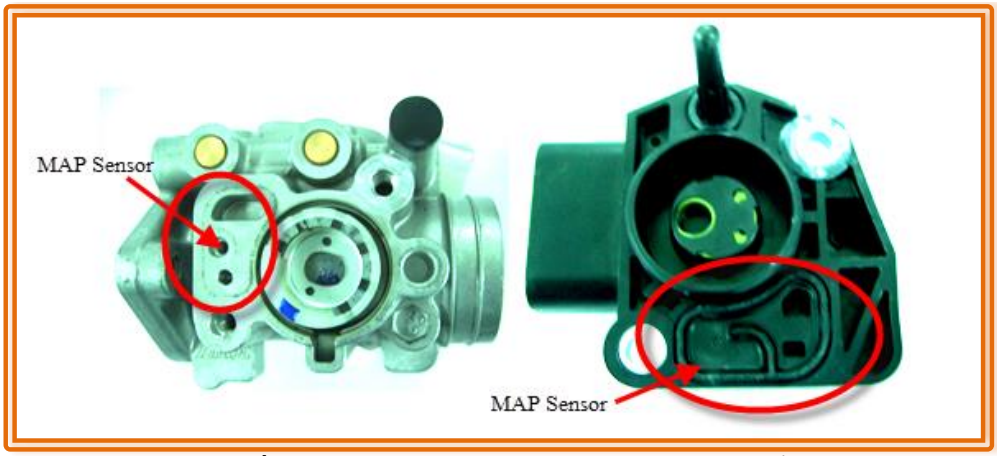
ถ้า MAP Sensor ส่งสัญญาณไปยังกล่อง ECU หรือ ECM แล้วประมวลผล พบว่าความดันในท่อไอดีสูง แสดงว่าขณะนั้นมีปริมาณอากาศน้อย กล่อง ECU หรือ ECM จะสั่งจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงน้อย

ตัวตรวจจับความดันในท่อไอดี MAP Sensor ระบบ YMJET-FI รถจักรยานยนต์ Yamaha



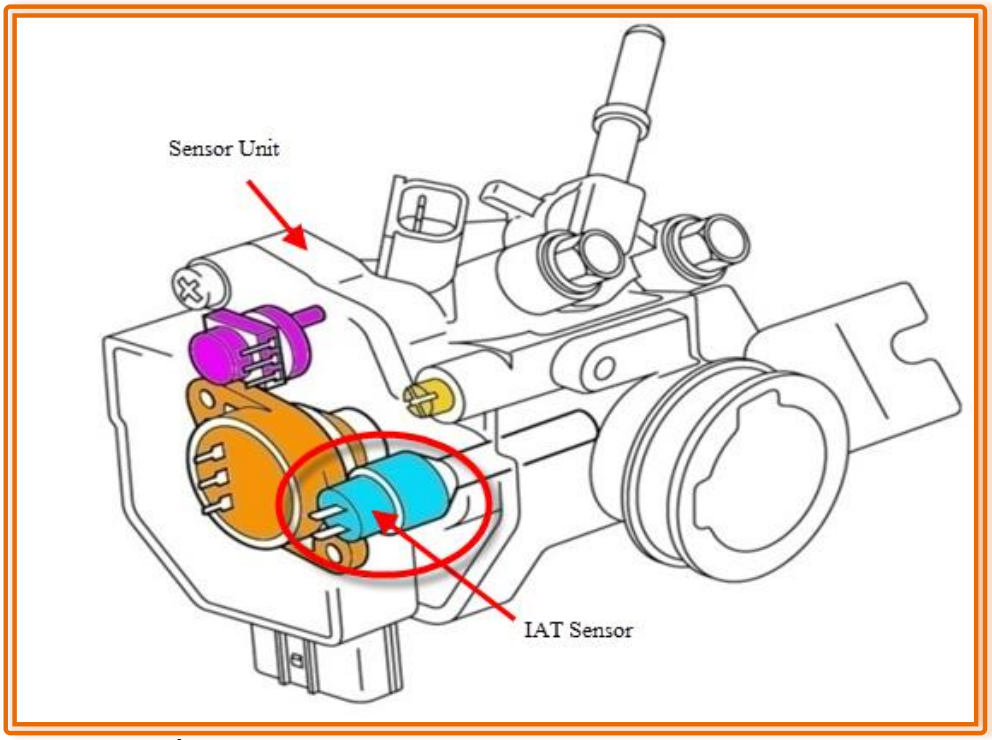
รูปที่ 7-17 แสดงตำแหน่งการติดตั้ง และการส่งสัญญาณทางไฟฟ้าของ MAP Sensor
ที่มา : สื่อ Power Point ประกอบการอบรมรถจักรยานยนต์ Yamaha Mixture Jet-Fuel Injection

ตัวตรวจจับความดันในท่อไอดี MAP Sensor ระบบ DCP-FI รถจักรยานยนต์ Suzuki



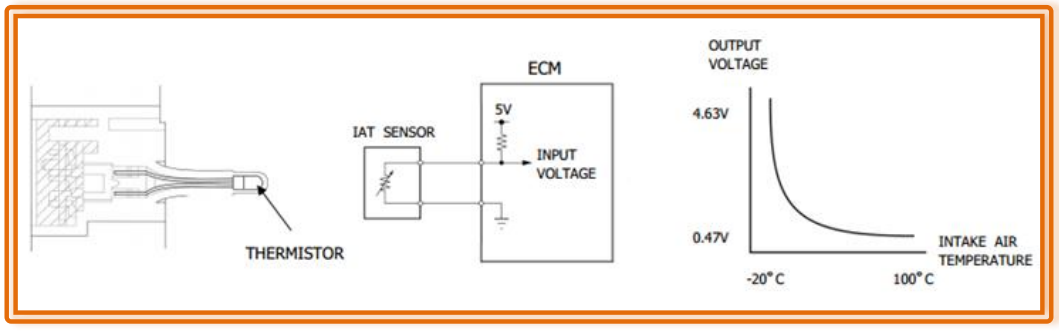
รูปที่ 7-18 แสดง MAP Sensor และตำแหน่งที่ติดตั้ง
ที่มา : สื่อ Power Point ประกอบการอบรมรถจักรยานยนต์ Suzuki

2.1.2 ตัวตรวจจับอุณหภูมิอากาศ (Intake Air Temperature Sensor) หรือ IAT Sensor ทำหน้าที่ ตรวจจับอุณหภูมิของอากาศที่จะเข้าไปผสมกับน้ำมันเชื้อเพลิงในท่อไอดี แล้วเปลี่ยนเป็นสัญญาณทางไฟฟ้าส่งข้อมูลไปยังกล่อง ECU หรือ ECM เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการคำนวณหาปริมาณอากาศที่จะเข้าไปผสมกับน้ำมันเชื้อเพลิงในท่อไอดี



รูปที่ 7-19 แสดงตำแหน่งตัวตรวจจับอุณหภูมิอากาศ (IAT Sensor)
ที่มา : สื่อ Power Point ประกอบการอบรมหลักสูตรนายช่างระดับ 2

โครงสร้าง IAT Sensor เป็นเทอร์มิเตอร์ที่สามารถตรวจจับการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของอากาศได้ถึงแม้จะเป็นเพียงความร้อนแค่เล็กน้อย ซึ่งจะติดตั้งอยู่ด้านหน้าของลิ้นปีกผีเสื้อ

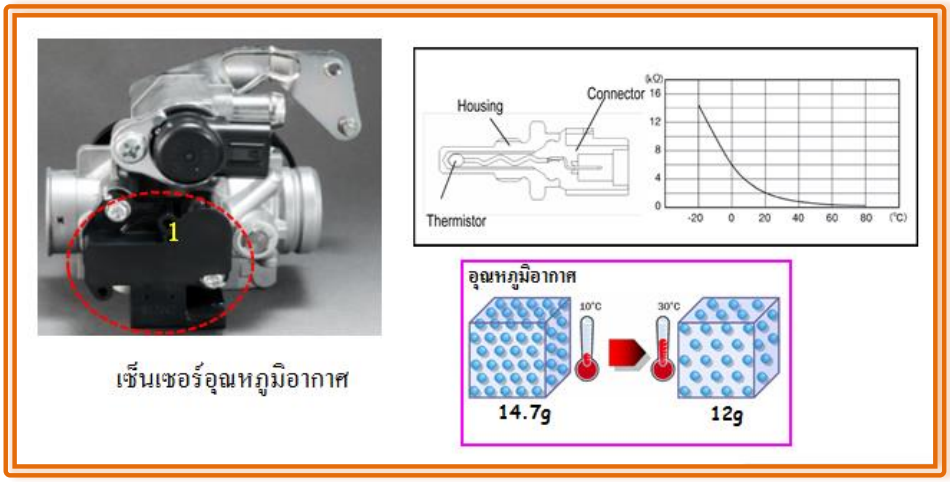


รูปที่ 7-20 แสดงการทำงานและการส่งสัญญาณทางไฟฟ้าของ IAT Sensor
ที่มา : คู่มือประกอบการอบรมรถจักรยานยนต์ Honda CRF 250L

การทำงาน ปริมาณอากาศที่บรรจุเข้ากระบอกสูบ จะเป็นข้อมูลส่งไปยังกล่อง ECU หรือ ECMประมวลผลหาระยะเวลาในการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงให้ได้ส่วนผสมระหว่างอากาศกับน้ำมันเชื้อเพลิงตามทฤษฎีคือ 15 : 1 ซึ่งหมายถึง อากาศ 15 ส่วน : น้ำมัน 1 ส่วน โดยน้ำหนัก แต่เนื่องจากอุณหภูมิของอากาศไม่คงที่ จึงทำให้ความหนาแน่นของอากาศเปลี่ยนแปลงไป ส่งผลให้การจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงผสมกับอากาศผิดพลาด ดังนั้น จึงจำเป็นต้องมี IAT Sensor ในระบบ

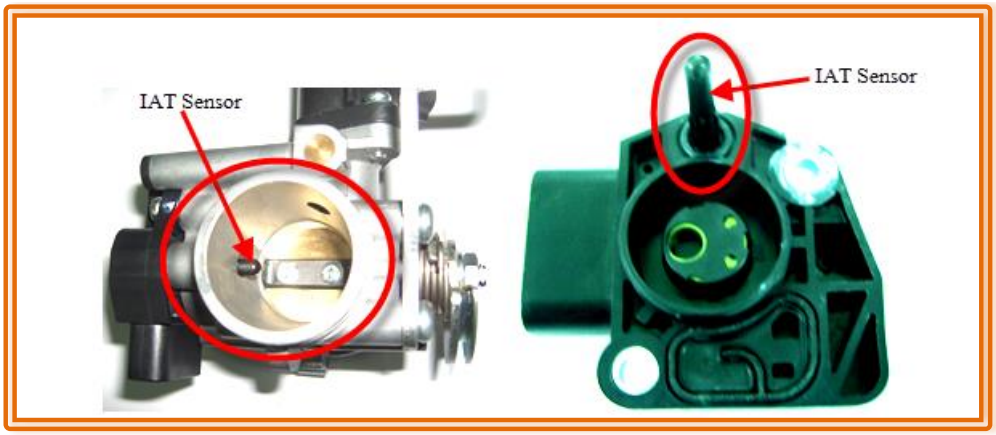
หมายเหตุ อุณหภูมิของอากาศต่ำความหนาแน่นของอากาศมาก กล่อง ECU จะสั่งจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงมาก อุณหภูมิของอากาศสูง ความหนาแน่นของอากาศน้อย กล่อง ECU จะสั่งจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงน้อย

ตัวตรวจจับอุณหภูมิอากาศ IAT Sensor ระบบ YMJET-FI รถจักรยานยนต์ Yamaha



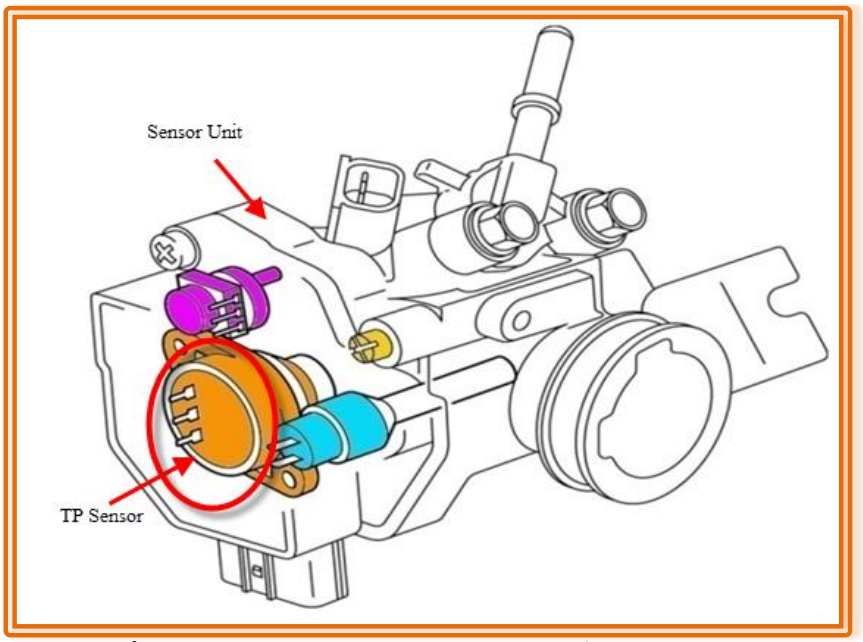
รูปที่ 7-21 แสดงตำแหน่งการติดตั้ง และการส่งสัญญาณทางไฟฟ้าของ IAT Sensor
ที่มา : สื่อ Power Point ประกอบการอบรมรถจักรยานยนต์ Yamaha Mixture Jet-Fuel Injection

ตัวตรวจจับอุณหภูมิอากาศ IAT Sensor ระบบ DCP-FI รถจักรยานยนต์ Suzuki



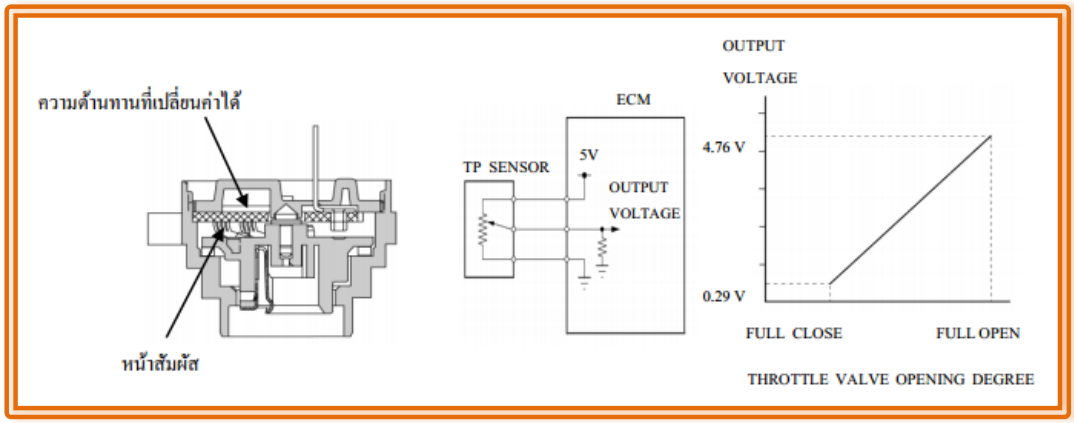
รูปที่ 7-22 แสดง IAT Sensor และตำแหน่งที่ติดตั้ง
ที่มา : สื่อ Power Point ประกอบการอบรมรถจักรยานยนต์ Suzuki

2.1.3 ตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่ง (Throttle Position Sensor) หรือ TP sensor ทำหน้าที่ตรวจจับตำแหน่งการเปิด-ปิด ของลิ้นเร่ง แล้วเปลี่ยนเป็นสัญญาณทางการไฟฟ้าส่งข้อมูลไปยังกล่อง ECU กล่อง ECM จะนำสัญญาณนี้ไปเปรียบเทียบกับสัญญาณความเร็วรอบเครื่องยนต์ และสัญญาณอุณหภูมิของเครื่องยนต์ เพื่อหาว่าเครื่องยนต์กำลังทำงานอยู่ที่สภาวะใด แล้วสั่งจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงในปริมาณที่เหมาะสมกับความต้องการของเครื่องยนต์ในสภาวะนั้น ๆ



รูปที่ 7-23 แสดงตำแหน่งตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่ง (TP Sensor)
ที่มา : สื่อ Power Point ประกอบการอบรมหลักสูตรนายช่างระดับ 2

โครงสร้าง TP Sensor ตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่งจะบอกถึงการเปิด -ปิด ของลิ้นเร่ง แล้วส่งเป็นสัญญาณทางไฟฟ้า ซึ่งเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของความต้านทานที่ติดตั้งอยู่ที่ส่วนปลายของเพลาลิ้นเร่ง

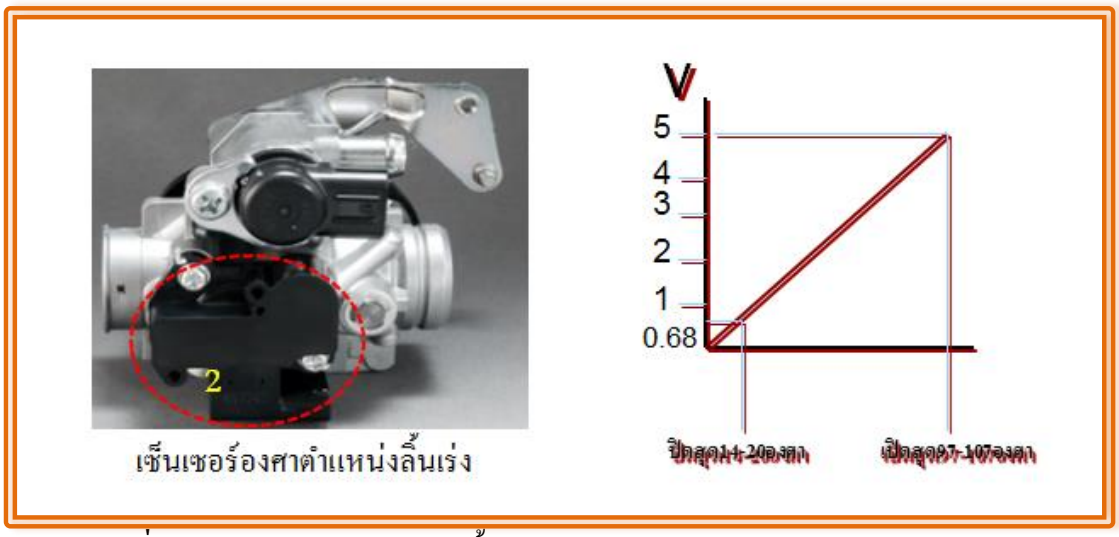


รูปที่ 7-24 แสดงการทำงานและการส่งสัญญาณทางไฟฟ้าของ TP Sensor
ที่มา : คู่มือประกอบการอบรมรถจักรยานยนต์ Honda CRF 250L

การทำงาน เมื่อลิ้นเร่งอยู่ที่ตำแหน่งปิดสุด (เดินเบา) เซนเซอร์จะอยู่ที่ตำแหน่งความต้านทานมาก ทำให้ไฟที่จ่ายมาจากขั้ว VCC 5 โวลต์ ไหลกลับกลับไปที่กล่อง ECU หรือ ECM ที่ขั้ว THR ได้น้อย (0.29 โวลต์) ในตำแหน่งนี้กล่อง ECU หรือ ECM จะสั่งให้หัวฉีดจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงน้อย

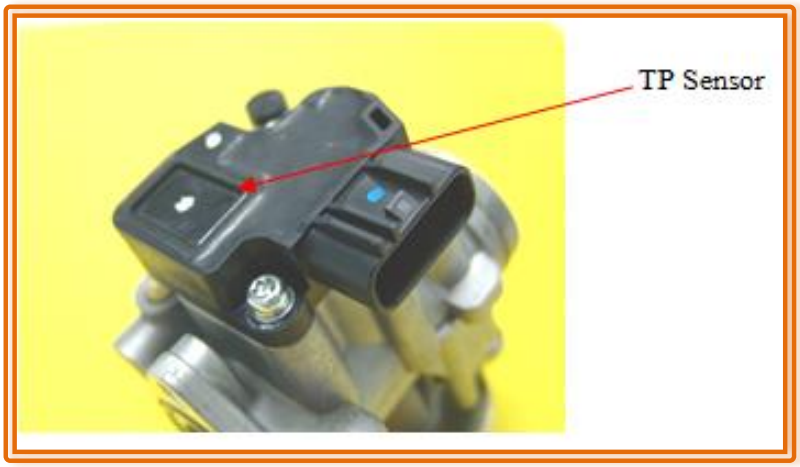
เมื่อบิดคันเร่งมากขึ้นความต้านทานจะน้อยลง จะทำให้ไฟไหลกลับไปกล่อง ECU หรือ ECM ได้มากขึ้นตามอัตราการบิดคันเร่ง บิดสุดจะอยู่ที่ประมาณ 4.76 โวลต์ ในตำแหน่งนี้กล่อง ECU หรือ ECM จะสั่งให้หัวฉีดจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงมาก

ตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่ง TP Sensor ระบบ YMJET-FI รถจักรยานยนต์ Yamaha



รูปที่ 7-25 แสดงตำแหน่งการติดตั้ง และการส่งสัญญาณทางไฟฟ้าของ TP Sensor
ที่มา : สื่อ Power Point ประกอบการอบรมรถจักรยานยนต์ Yamaha Mixture Jet-Fuel Injection

ตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่ง TP Sensor ระบบ DCP-FI รถจักรยานยนต์ Suzuki

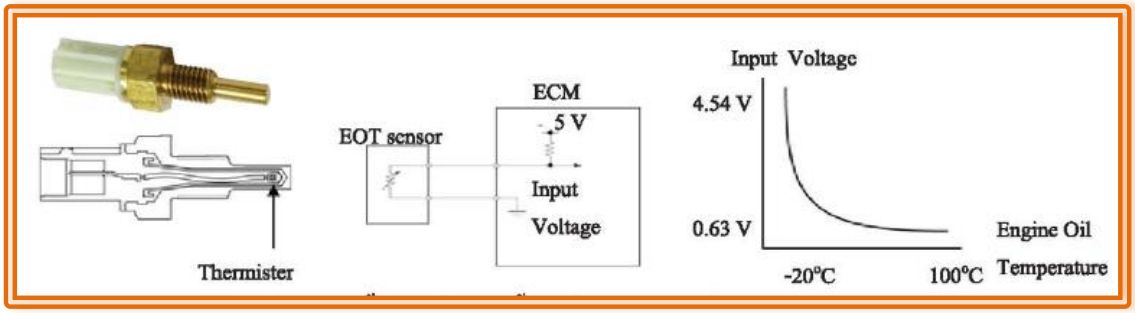


รูปที่ 7-26 แสดงตำแหน่งติดตั้งของ TP Sensor
ที่มา : สื่อ Power Point ประกอบการอบรมรถจักรยานยนต์ Suzuki

2.1.4 ตัวตรวจจับอุณหภูมิเครื่องยนต์ (ET Engine Temperature) ทำหน้าที่ตรวจจับอุณหภูมิของเครื่องยนต์ แล้วส่งข้อมูลไปให้กล่อง ECM มีอยู่ 2 แบบ

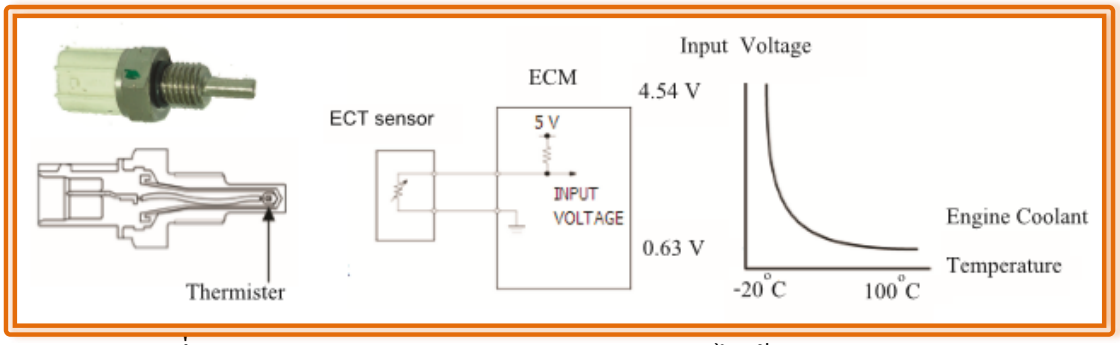
รูปที่ 7-27 แสดงตัวตรวจจับอุณหภูมิเครื่องยนต์ ET Sensor
ที่มา : คู่มือประกอบการอบรมรถจักรยานยนต์ Honda Click110i (Step4)

2.1.4.1 ตัวตรวจจับอุณหภูมิน้ำมันเครื่อง (Engine Oil Temperature Sensor) หรือ EOT Sensor ติดตั้งอยู่ที่เสื้อสูบด้านล่างซ้าย ทำหน้าที่ ตรวจจับอุณหภูมิของเครื่องยนต์ แล้วส่งข้อมูลไปให้กล่อง ECU หรือ ECM ใช้ในการคำนวณหาปริมาณความต้องการน้ำมันเชื้อเพลิงที่เหมาะสมกับอุณหภูมิของเครื่องยนต์ในขณะนั้น



รูปที่ 7-28 แสดงการทำงานและการส่งสัญญาณทางไฟฟ้าของ EOT Sensor
ที่มา : คู่มือประกอบการอบรมรถจักรยานยนต์ Honda Wave 125i

2.1.4.2 ตัวตรวจจับอุณหภูมิน้ำหล่อเย็น (Engine coolant Temperature Sensor) หรือ ECT Sensor ทำหน้าที่ ตรวจจับอุณหภูมิน้ำหล่อเย็น แล้วเปลี่ยนเป็นสัญญาณทางไฟฟ้าส่งเข้ากล่อง ECU หรือ ECM เพื่อเพิ่มหรือลดปริมาณการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงให้เหมาะสม

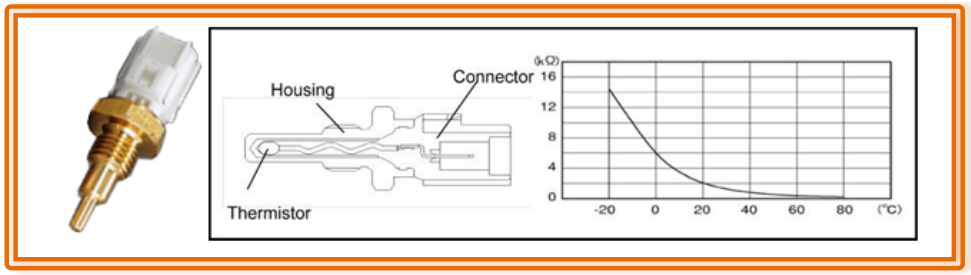


รูปที่ 7-29 แสดงการทำงานและการส่งสัญญาณทางไฟฟ้าของ ECT Sensor
ที่มา : คู่มือประกอบการอบรมรถจักรยานยนต์ Honda Click110i (Step4)

การทำงาน เมื่ออุณหภูมิต่ำความตานทานจะมาก กล่อง ECU หรือ ECM จะส่งกระแสไฟฟ้าออกไปที่เซนเซอร์มาก และสั่งจากน้ำมันเชื้อเพลิงมาก

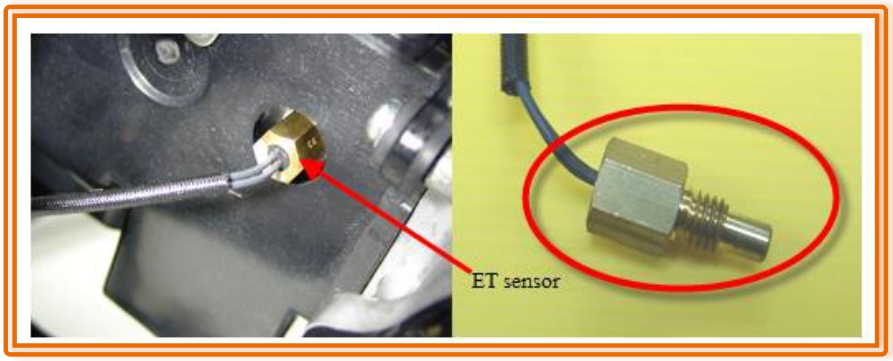
เมื่ออุณหภูมิสูงความต้านทานจะน้อย กล่อง ECU หรือ ECM จะส่งกระแสไฟออกไปที่เซนเซอร์น้อย และจะสั่งจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงน้อย

ตัวตรวจจับอุณหภูมิน้ำมันเครื่อง EOT Sensor ระบบ YMJET-FI รถจักรยานยนต์ Yamaha



รูปที่ 7-30 แสดง EOT Sensor และการส่งสัญญาณทางไฟฟ้า
ที่มา : สื่อ Power Point ประกอบการอบรมรถจักรยานยนต์ Yamaha Mixture Jet-Fuel Injection

ตัวตรวจจับอุณหภูมิน้ำมันเครื่อง ET Sensor ระบบ DCP-FI รถจักรยานยนต์ Suzuki



รูปที่ 7-31 แสดง ET Sensor และตำแหน่งที่ติดตั้ง
ที่มา : สื่อ Power Point ประกอบการอบรมรถจักรยานยนต์ Suzuki

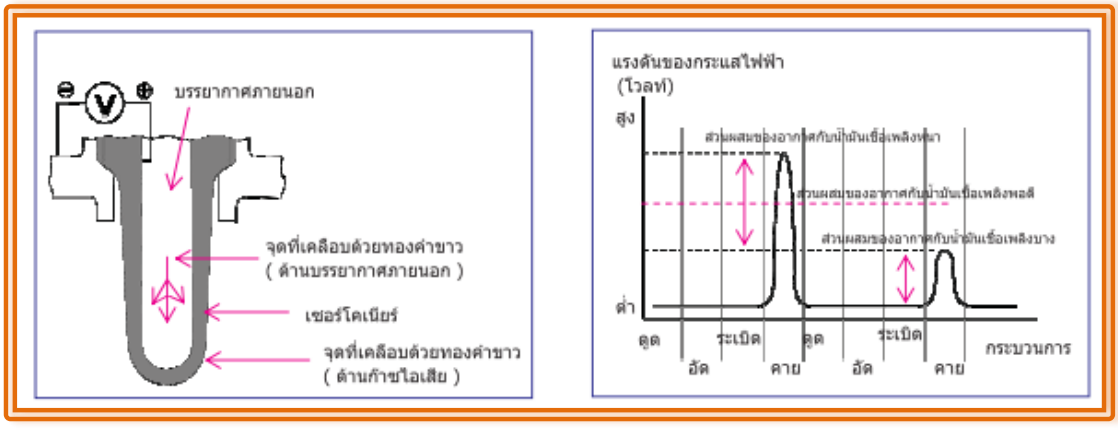
2.1.5 ตัวตรวจจับปริมาณออกซิเจน (Oxygen Sensor) หรือ O_2 Sensor ติดตั้งอยู่ที่ช่องไอเสียของฝาสูบ ทำหน้าที่ วิเคราะห์สภาพการเผาไหม้ โดยการตรวจจับออกซิเจนในไอเสียที่เครื่องยนต์ปล่อยออกมา แล้วเปลี่ยนเป็นสัญญาณทางไฟฟ้าส่งเข้ากล่อง ECU หรือ ECM เพื่อเพิ่มหรือลดปริมาณการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง ให้เหมาะสมกับการทำงานของเครื่องยนต์

โครงสร้าง O_2 Sensor ติดตั้งอยู่ที่ฝาสูบบริเวณปากท่อไอเสียด้านขวา ภายในประกอบด้วยแผ่นเซอร์โคเนีย (Zirconia) ที่ฉาบด้วยแพลททินั่ม (Plainum) ซึ่งมีลักษณะเป็นรูรอบ ๆ เพื่อตรวจจับก๊าซไอเสียที่เกิดจากการเผาไหม้ในขณะนั้น

รูปที่ 7-32 แสดงการทำงาน การส่งสัญญาณทางไฟฟ้าและตำแหน่ง O_2 Sensor
ที่มา : คู่มือประกอบการอบรมรถจักรยานยนต์ Honda Click125i

การทำงาน ขณะเครื่องยนต์ทำงานการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ O_2 Sensor จะไม่สามารถตรวจจับออกซิเจนในก๊าซไอเสียได้ แสดงว่าส่วนผสมหนา กล่อง ECM ก็จะสั่งลดปริมาณการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงให้น้อยลงจนกว่าจะจับปริมาณออกซิเจนในก๊าซไอเสียได้อย่างเหมาะสม

และในทางกลับกันถ้า O_2 Sensor ตรวจจับออกซิเจนในก๊าซไอเสียได้มาก แสดงว่าส่วนผสมบาง กล่อง ECU จะเพิ่มปริมาณการฉีดให้สัมพันธ์กับการทำงานของเครื่องยนต์

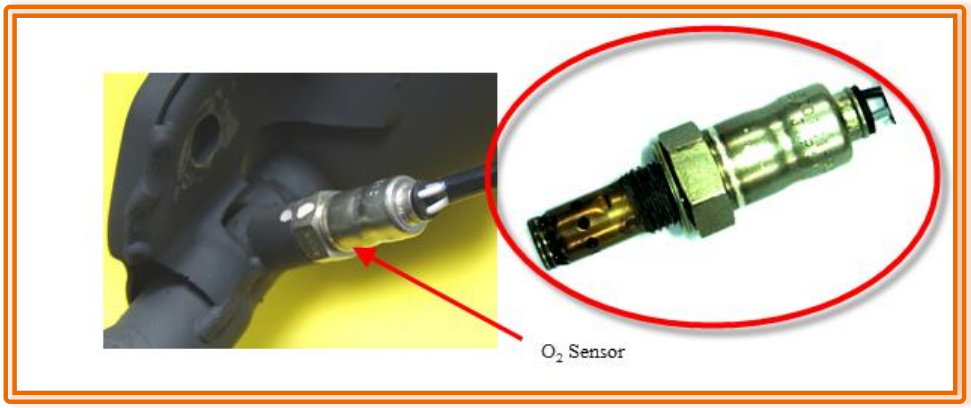


รูปที่ 7-33 แสดงการทำงาน และการส่งสัญญาณทางไฟฟ้า O_2 Sensor
ที่มา : คู่มือประกอบการอบรมรถจักรยานยนต์ Honda Wave 110i

ตัวตรวจจับปริมาณออกซิเจน O_2 Sensor ระบบ YMJET-FI รถจักรยานยนต์ Yamaha

รูปที่ 7-34 แสดง O_2 Sensor และการส่งสัญญาณทางไฟฟ้า
ที่มา : สื่อ Power Point ประกอบการอบรมรถจักรยานยนต์ Yamaha Mixture Jet-Fuel Injection

ตัวตรวจจับปริมาณออกซิเจน O_2 Sensor ระบบ DCP-FI รถจักรยานยนต์ Suzuki

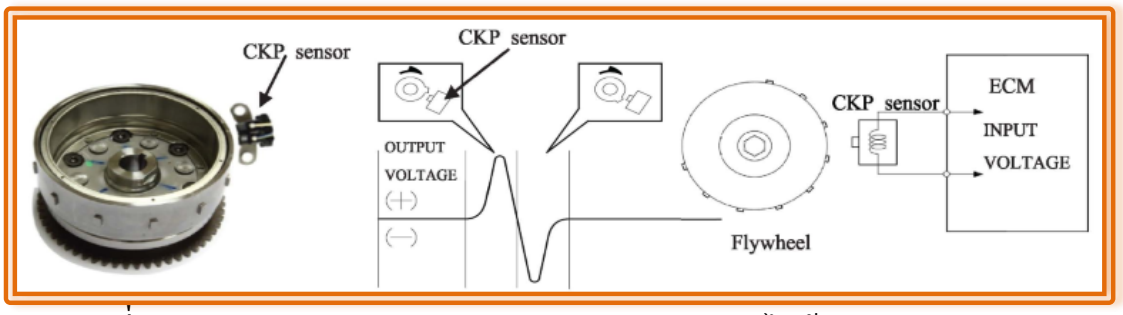


รูปที่ 7-35 แสดง O_2 Sensor และตำแหน่งที่ติดตั้ง
ที่มา : สื่อ Power Point ประกอบการอบรมรถจักรยานยนต์ Suzuki

ตัวตรวจจับปริมาณออกซิเจน O_2 Sensor ระบบ EPI-FI รถจักรยานยนต์ Suzuki

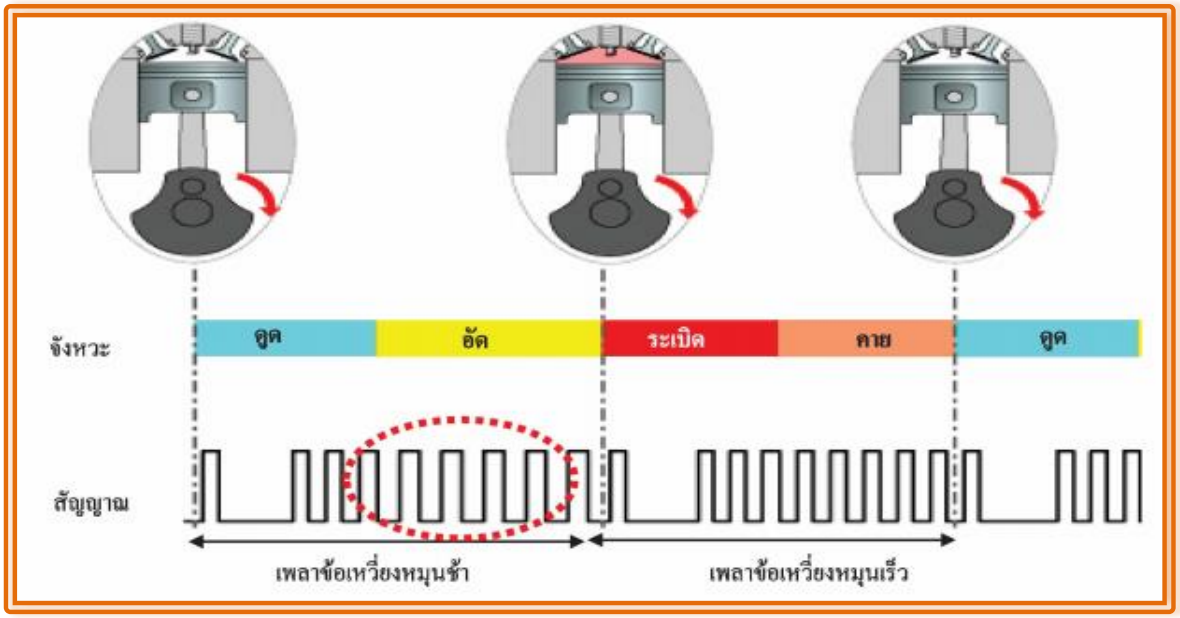
รูปที่ 7-36 แสดงตำแหน่งติดตั้งของ O_2 Sensor
ที่มา : สื่อ Power Point ประกอบการอบรมรถจักรยานยนต์ Suzuki

2.1.6 ตัวตรวจจับตำแหน่งเพลาข้อเหวี่ยง (Crankshaft Position Sensor หรือ CKP Sensor ทำหน้าที่ ตรวจจับความเร็วรอบเครื่องยนต์ แล้วส่งเป็นสัญญาณไฟฟ้าไปให้กล่อง ECU หรือ ECM เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการคำนวณจังหวะในการจุดระเบิด ปริมาณความต้องการน้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ และจังหวะการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง



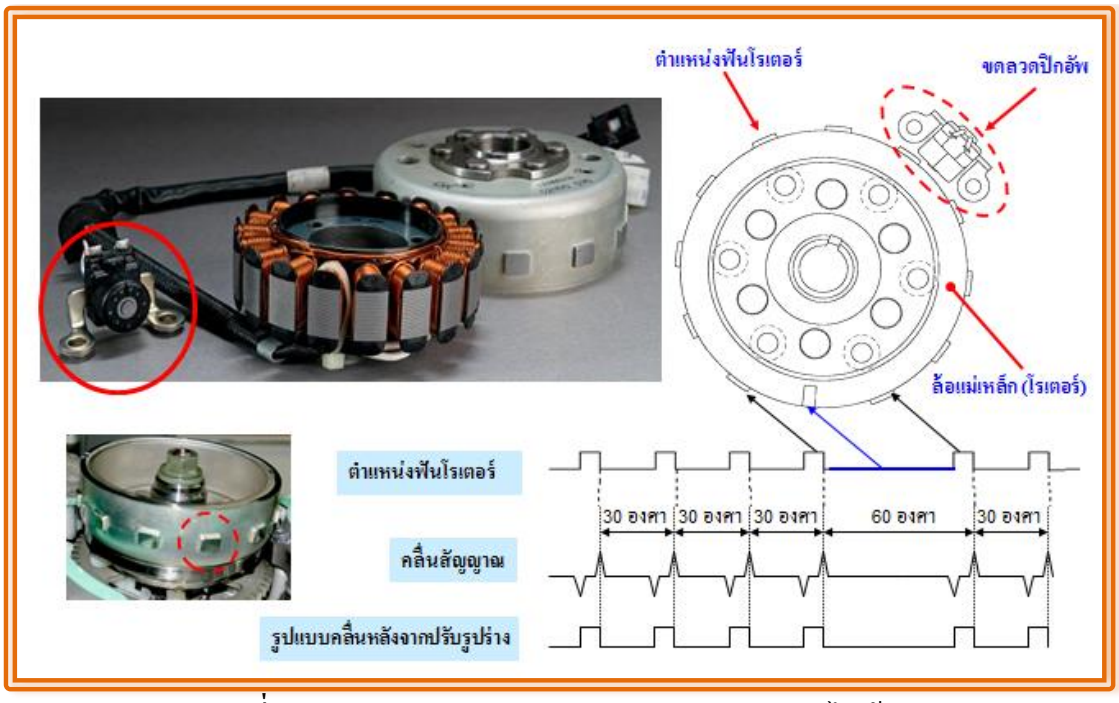
รูปที่ 7-37 แสดงตำแหน่งและการทำงาน การส่งสัญญาณทางไฟฟ้าของ CKP Sensor
ที่มา : คู่มือประกอบการอบรมรถจักรยานยนต์ Honda Wave 125i

การทำงาน การตรวจสอบกระบวนการเผาไหม้จะเป็นไปตามสัญญาณที่ได้รับมาจากตำแหน่งเพลาข้อเหวี่ยง (CKP) ซึ่งกล่อง ECU หรือ ECM จะตรวจสอบ ว่าเครื่องยนต์เข้าสู่จังหวะอัดจากความเร็วรอบในการหมุนของเพลาข้อเหวี่ยงที่ลดลงในระหว่างกระบวนการอัด แทนที่จะเป็นการตรวจสอบกระบวนการโดยอาศัยสัญญาณที่ได้รับมาจาก MAP Sensor



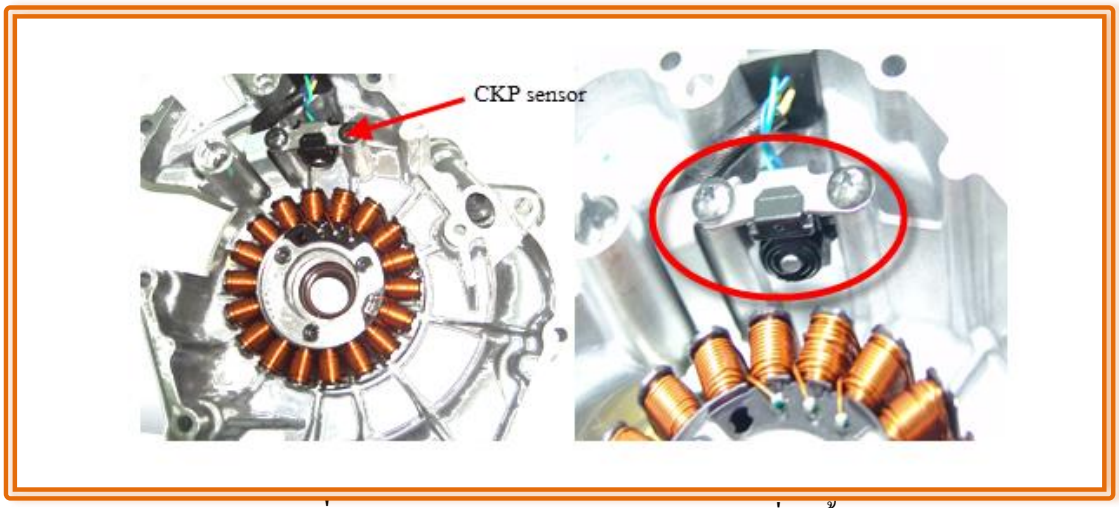
รูปที่ 7-38 แสดงตำแหน่งและการทำงาน การส่งสัญญาณทางไฟฟ้าของ CKP Sensor
ที่มา : คู่มือประกอบการอบรมรถจักรยานยนต์ Honda Wave 125i

ตัวตรวจจับตำแหน่งเพลาข้อเหวี่ยง CKP Sensor ระบบ YMJET-FI รถจักรยานยนต์ Yamaha



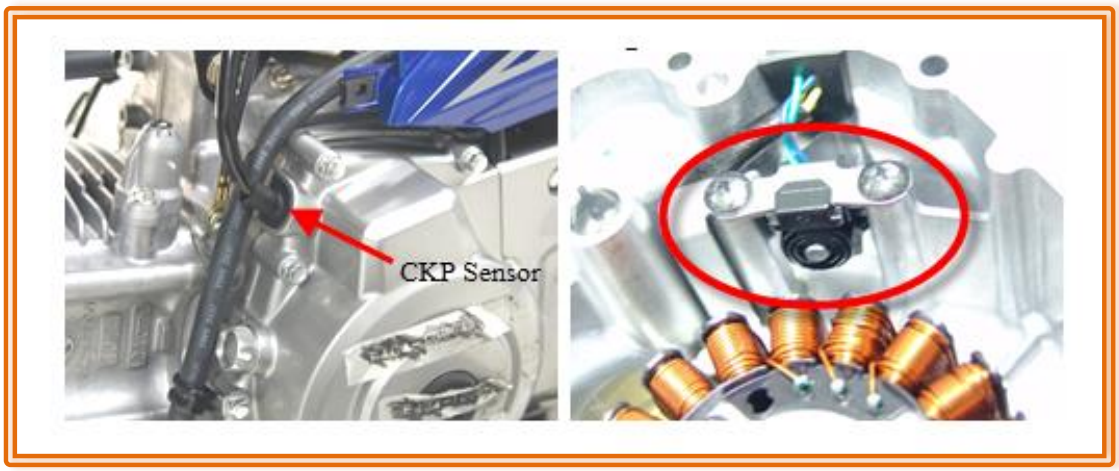
รูปที่ 7-39 แสดง CKP Sensor และการส่งสัญญาณทางไฟฟ้า
ที่มา : สื่อ Power Point ประกอบการอบรมรถจักรยานยนต์ Yamaha Mixture Jet-Fuel Injection

ตัวตรวจจับตำแหน่งเพลาข้อเหวี่ยง CKP Sensor ระบบ DCP-FI รถจักรยานยนต์ Suzuki



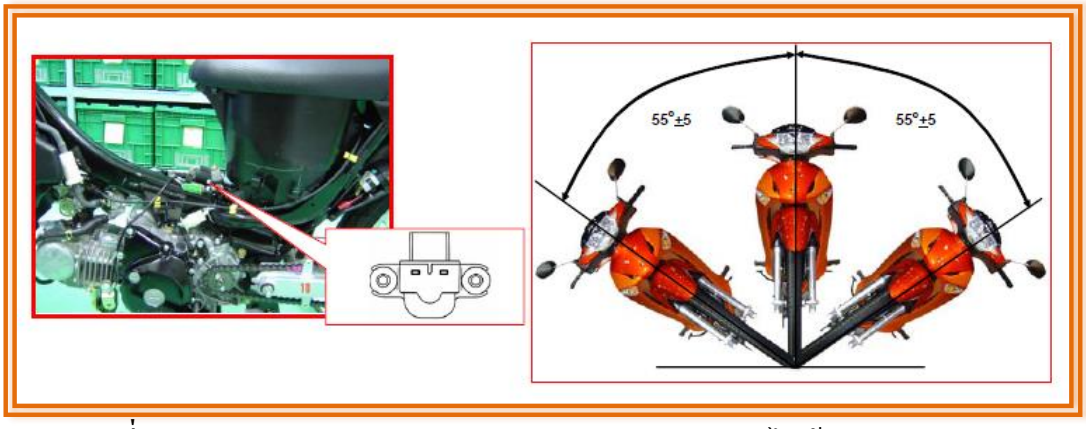
รูปที่ 7-40 แสดง CKP sensor และตำแหน่งที่ติดตั้ง
ที่มา : สื่อ Power Point ประกอบการอบรมรถจักรยานยนต์ Suzuki

ตัวตรวจจับตำแหน่งเพลาข้อเหวี่ยง CKP Sensor ระบบ EPI-FI รถจักรยานยนต์ Suzuki



รูปที่ 7-41 แสดงตำแหน่งติดตั้งของ CKP Sensor
ที่มา : สื่อ Power Point ประกอบการอบรมรถจักรยานยนต์ Suzuki

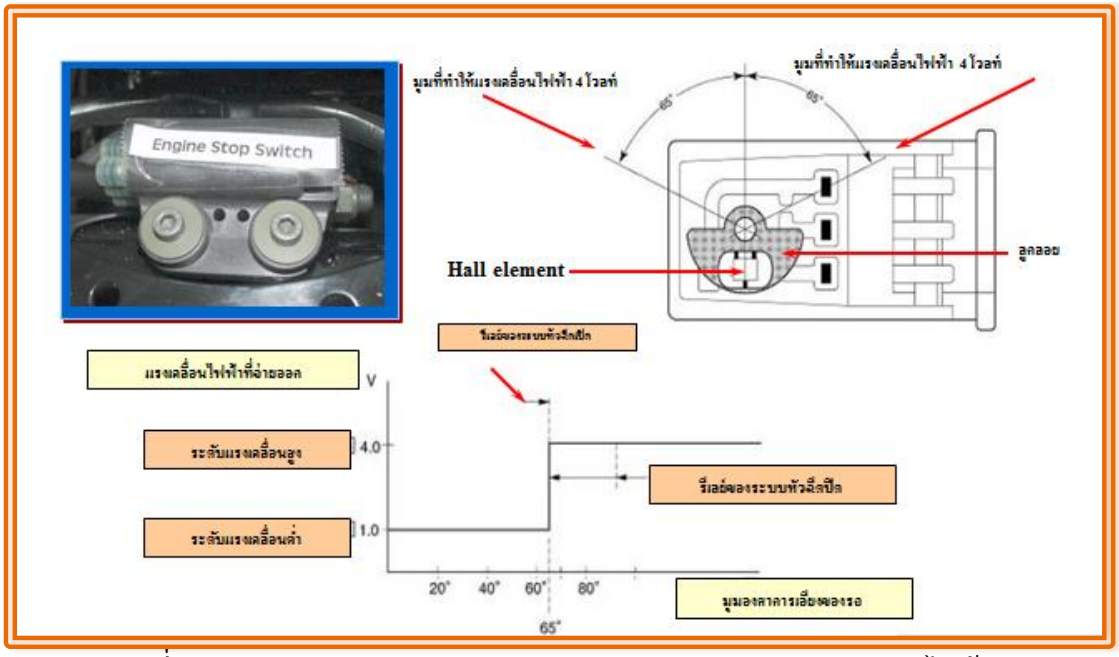
2.1.7 ตัวตรวจจับความเอียงของรถ (Bank Angle Sensor) หรือ BA Sensor ทำหน้าที่ตัดการทำงานของเครื่องยนต์ ทำให้เครื่องยนต์ดับ ในกรณีรถจักรยานยนต์ล้มหรือเอียงจนถึงค่ากำหนด โดยเซนเซอร์จะตัดการทำงานของระบบจุดระเบิด และระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง



รูปที่ 7-42 แสดงตำแหน่งและการทำงาน การส่งสัญญาณทางไฟฟ้าของ BA Sensor
ที่มา : คู่มือประกอบการอบรมรถจักรยานยนต์ Honda Wave 125i

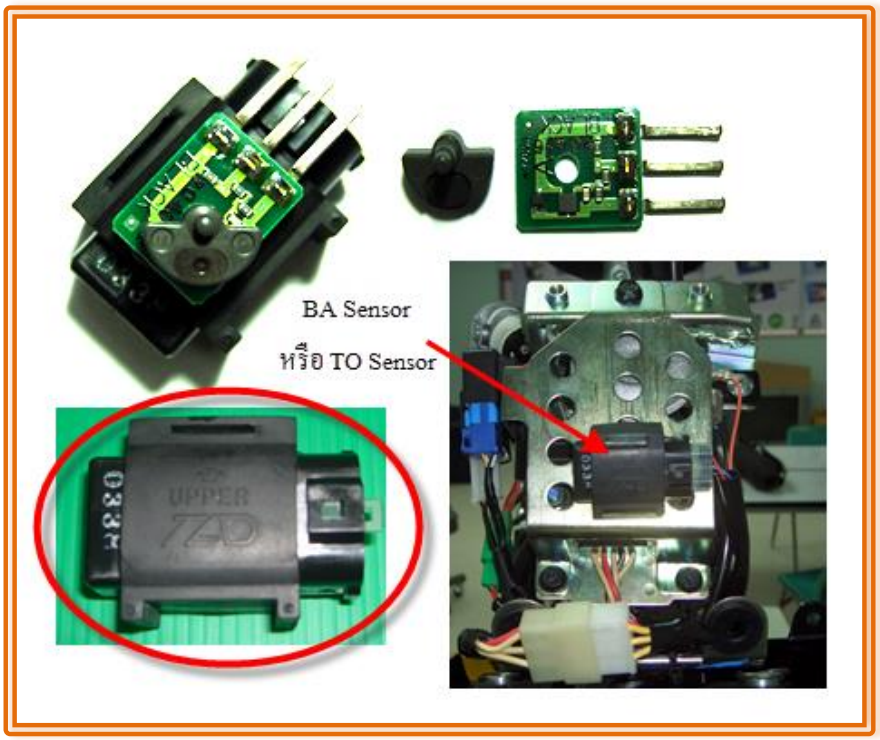
การทำงาน โดยตัวตรวจจับการเอียงของรถ จะสั่งให้กล่อง ECU หรือ ECM ตัดการทำงานของชุดไฟจุดระเบิดและหัวฉีด เมื่อรถจักรยานยนต์เอียงเป็นมุมมากว้าง 55 องศา $\pm$ 5 องศา ภายในระยะเวลา 4 $\pm$ 0.5 วินาที โดยการตัดวงจรนี้จะเป็นการตัดแบบถาวรถึงแม้ว่ารถจะตั้งขึ้นมาแล้วก็ตาม ECM สั่งให้ระบบจุดระเบิดทำงานอีกครั้งเมื่อมีการปิด-เปิดสวิตช์จุดระเบิดใหม่ ระบบจึงจะทำงานเป็นปกติ (ปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิงยังคงทำงานตามเงื่อนไขเดิม)

ตัวตรวจจับความเอียงของรถ BA Sensor ระบบ YMJET-FI รถจักรยานยนต์ Yamaha



รูปที่ 7-43 แสดงตำแหน่งติดตั้งของ BA Sensor และการส่งสัญญาณทางไฟฟ้า
ที่มา : สื่อ Power Point ประกอบการอบรมรถจักรยานยนต์ Yamaha Mixture Jet-Fuel Injection

ตัวตรวจจับความเอียงของรถ BA Sensor หรือ TO Sensor ระบบ DCP-FI รถจักรยานยนต์ Suzuki



รูปที่ 7-44 แสดง BA Sensor หรือ TO Sensor และตำแหน่งที่ติดตั้ง
ที่มา : สื่อ Power Point ประกอบการอบรมรถจักรยานยนต์ Suzuki

ตัวตรวจจับความเอียงของรถ BA Sensor หรือ TO Sensor ระบบ EPI-FI รถจักรยานยนต์ Suzuki

รูปที่ 7-45 แสดงตำแหน่งติดตั้งของ BA Sensor หรือ TO Sensor
ที่มา : สื่อ Power Point ประกอบการอบรมรถจักรยานยนต์ Suzuki

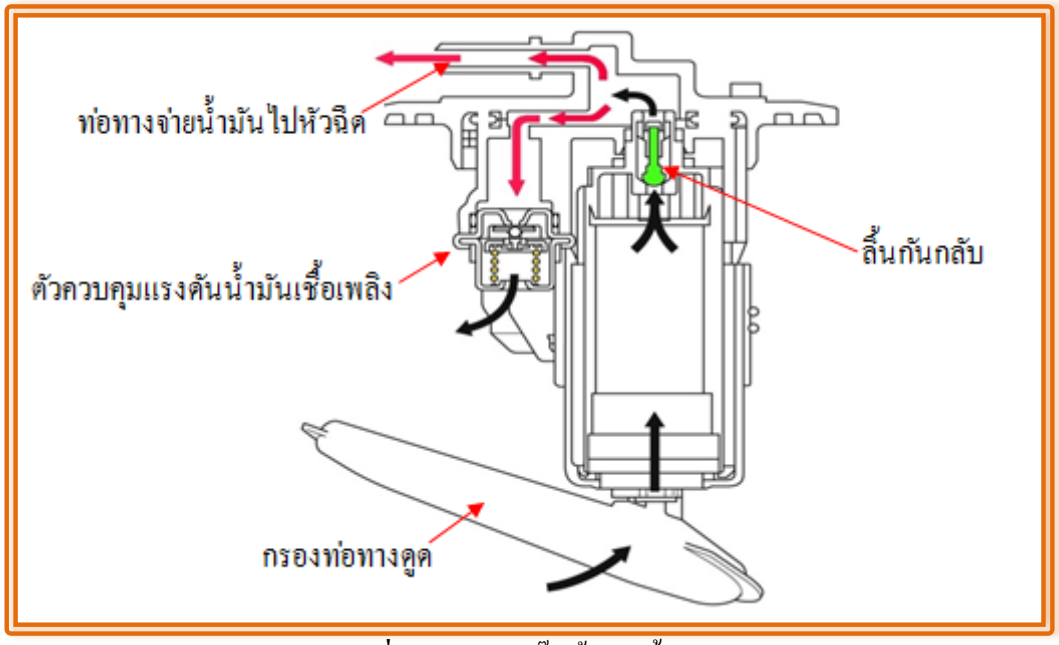
2.1.8 Sensor ความเร็วตัวรถจักรยานยนต์ (Speed Sensor) ทำหน้าที่ จับความเร็วของล้อหน้าและส่งสัญญาณไปยังกล่อง ECU

รูปที่ 7-46 แสดง Speed Sensor
ที่มา : สื่อ Power Point ประกอบการอบรมรถจักรยานยนต์ Yamaha Mixture Jet-Fuel Injection

การทำงาน จะติดตั้งอยู่ภายในเรือนไมล์โดยจับความเร็วของล้อหน้า การทำงานจะส่งสัญญาณไปยังกล่อง ECU ทำให้รับรู้ว่า รถมีความเร็วเท่าใด

2.2 ปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิง (Fuel Pump)

ทำหน้าที่ สร้างแรงดันน้ำมันเชื้อเพลิงในระบบ โดยปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิงสร้างแรงดันจากถังน้ำมัน ส่งไปยังหัวฉีดให้เพียงพอต่อความต้องการของเครื่องยนต์



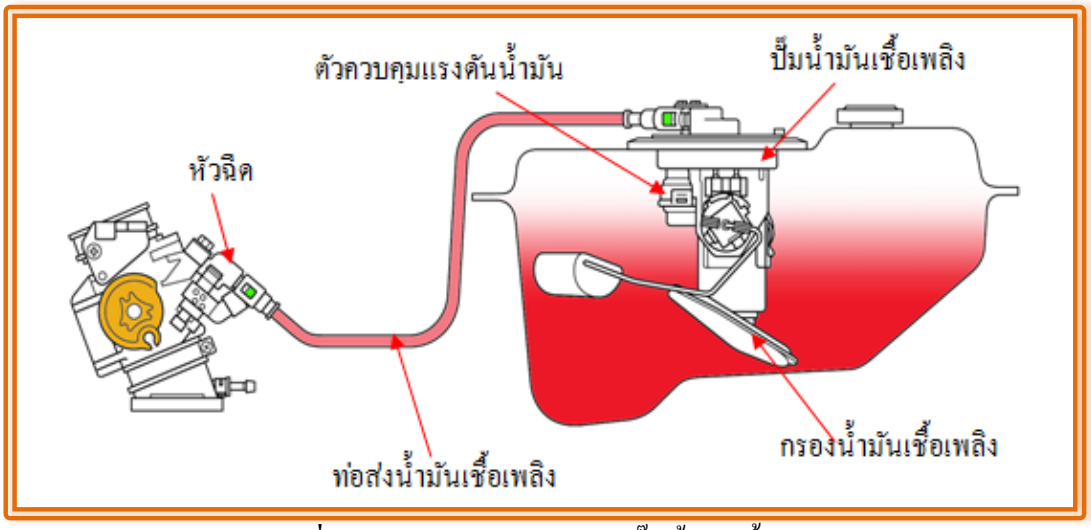
รูปที่ 7-47 แสดงปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิง
ที่มา : สื่อ Power Point ประกอบการอบรมรถจักรยานยนต์ Honda Wave110i-AT

ปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิงถูกติดตั้งอยู่ในถังน้ำมันเชื้อเพลิง เป็นปั๊มที่ขับด้วยมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง 12 โวลต์ และมีอุปกรณ์ต่าง ๆ ดังนี้

1. ไส้กรอง ติดตั้งอยู่ที่ด้านบนด้านดูดของปั๊ม ทำหน้าที่กรองสิ่งสกปรกไม่ให้เข้าไปในระบบโดยกรองสิ่งสกปรกได้ตั้งแต่ขนาด 10 ไมครอนขึ้นไป

2. ลิ้นกันกลับ ติดตั้งอยู่ด้านส่ง ถ้าปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิงทำงาน น้ำมัน จะดันผ่านลิ้นกันกลับออกไปจ่ายให้กับระบบ แต่ในกรณีที่ดับเครื่องยนต์ ปั๊มจะหยุดทำงาน ลิ้นกันกลับจะทำหน้าที่ปิดกั้นไม่ให้น้ำมันในระบบไหลกลับถัง ทำให้ในท่อน้ำมันมีแรงดันน้ำมันอยู่ตลอดเวลา

3. ตัวควบคุมแรงดันน้ำมันเชื้อเพลิง ติดตั้งอยู่ที่ด้านส่งทำหน้าที่ควบคุมแรงดันน้ำมันในระบบให้อยู่ในค่ามาตรฐาน 294 kPa ตลอดเวลา

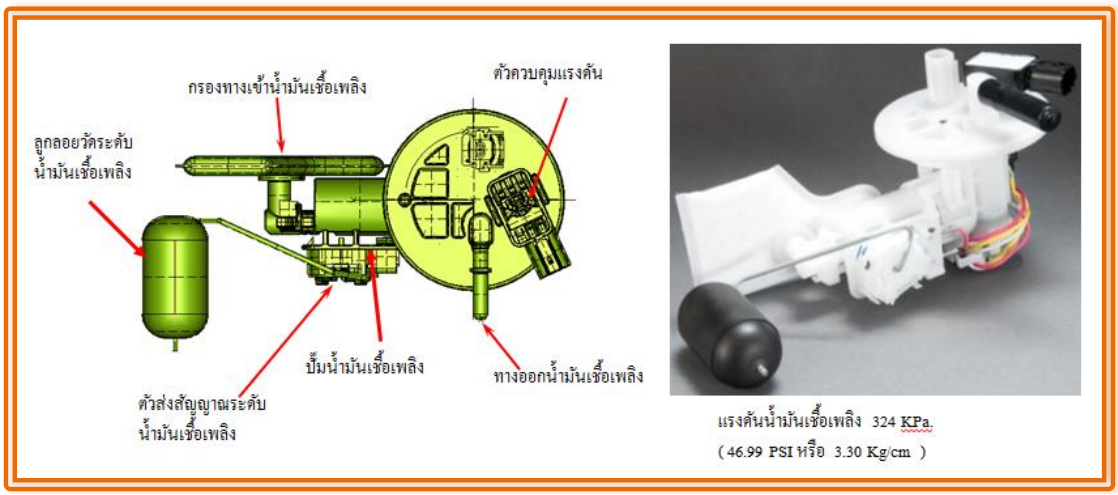


รูปที่ 7-48 แสดงการทำงานของปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิง
ที่มา : สื่อ Power Point ประกอบการอบรมรถจักรยานยนต์ Honda Wave110i-AT

การทำงาน ปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิงจะถูกติดตั้งอยู่ภายในถังน้ำมันเชื้อเพลิง เป็นปั๊มแบบใบพัด (TURBINE) ทำงานด้วยมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง 12 โวลต์ จ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงด้วยอัตราการไหลคงที่ที่แรงดัน 294 Kpa (กิโลปาสคาล) หรือ 3.0 Kgf/Cm^2 โดยท่อดูดของปั๊มจะอยู่ที่จุดต่ำสุดของถังน้ำมันเชื้อเพลิง และจะมีกรองน้ำมันเชื้อเพลิง เพื่อกรองสิ่งสกปรกที่มีขนาด 10 ไมครอนขึ้นไป และปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิง จะถูกสั่งงานโดยกล่อง ECU หรือ ECM

จากการทำงานของปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิงจะจ่ายน้ำมันด้วยอัตราการไหลคงที่ตลอดเวลา แต่การทำงานของเครื่องยนต์ต้องการปริมาณน้ำมันไม่คงที่ ดังนั้น จึงต้องมีการควบคุมแรงดันในระบบด้วยตัวควบคุมแรงดัน ซึ่งติดตั้งอยู่กับปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิง ก่อนที่จะส่งไปยังหัวฉีด ทำให้ไม่มีน้ำมันส่วนเกินไปยังหัวฉีด เพราะน้ำมันเชื้อเพลิงส่วนที่เกินนี้จะถูกปล่อยกลับถังน้ำมันเชื้อเพลิง และนำกลับมาใช้ใหม่

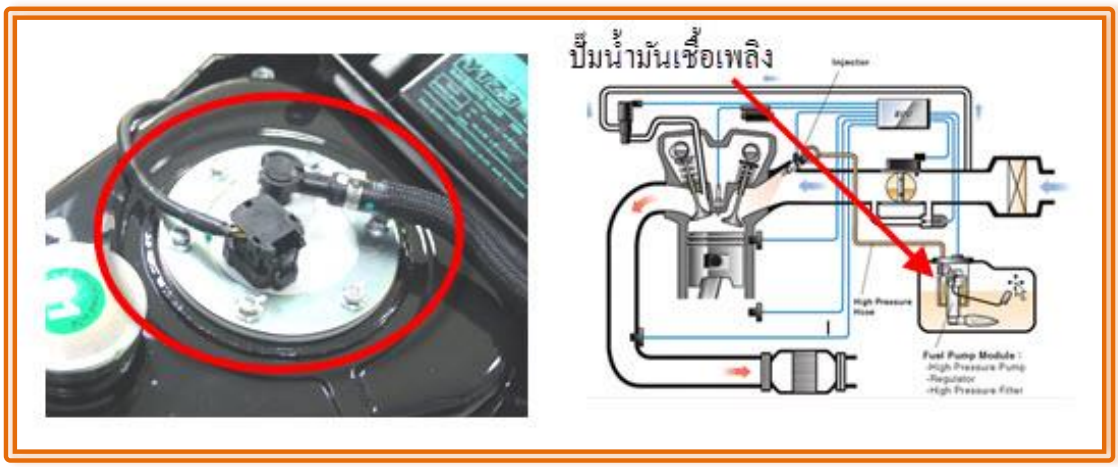
ปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิง (Fuel Pump) ระบบ YMJET-FI รถจักรยานยนต์ Yamaha



รูปที่ 7-49 แสดงปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิงของ YMJET-FI

ที่มา : สื่อ Power Point ประกอบการอบรมรถจักรยานยนต์ Yamaha Mixture Jet-Fuel Injection

ปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิง (Fuel Pump) ระบบ EPI-FI รถจักรยานยนต์ Suzuki

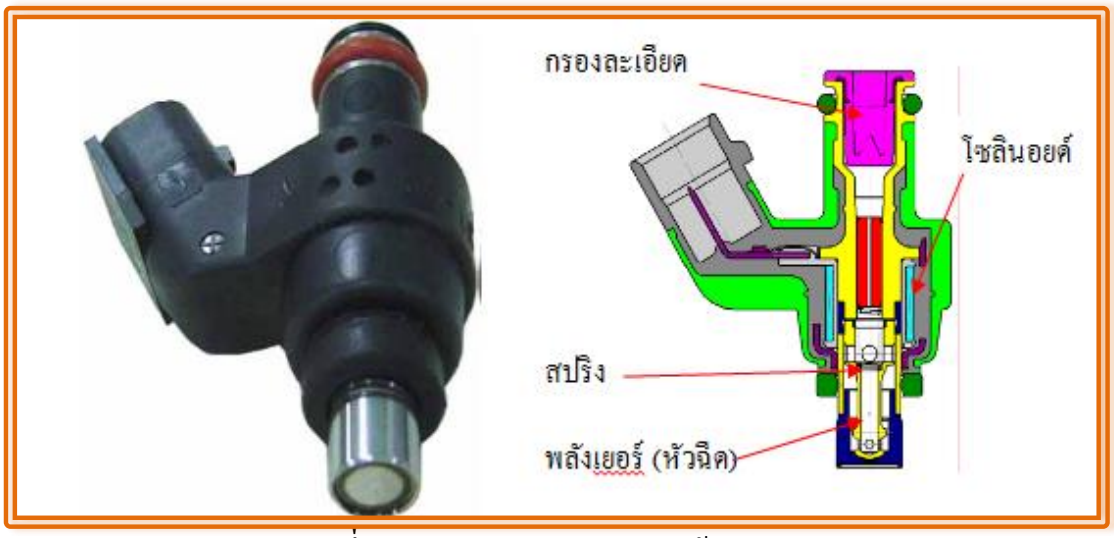


รูปที่ 7-50 แสดงตำแหน่งติดตั้งของปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิง

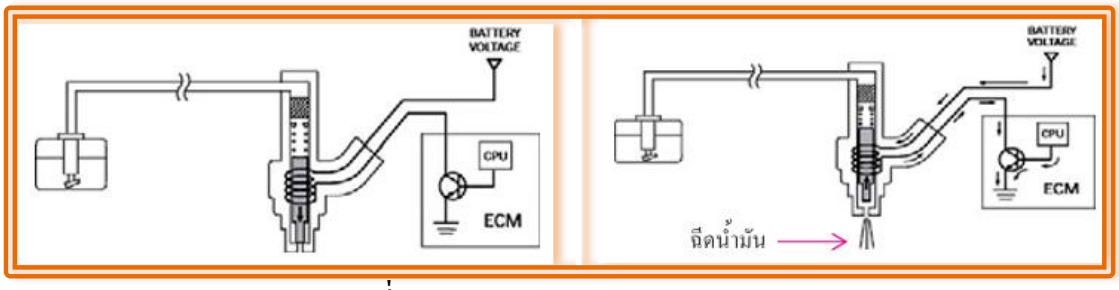
ที่มา : สื่อ Power Point ประกอบการอบรมรถจักรยานยนต์ Suzuki

2.3 หัวฉีด (Injector)

ทำหน้าที่ ฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงให้เป็นฝอยละอองเพื่อผสมกับอากาศบริเวณท่อไอดี ก่อนผ่านวาล์วไอดีเข้าสู่กระบอกสูบ หัวฉีดที่ใช้เป็นแบบไฟฟ้า คือ บังคับการเปิดของหัวฉีดโดยโซลินอยด์สร้างสนามแม่เหล็กไฟฟ้าเพื่อยกเข็มหัวฉีดขึ้น และปิดโดยใช้แรงดันสปริง



รูปที่ 7-51 แสดงหัวฉีดและโครงสร้างหัวฉีด
ที่มา : คู่มือประกอบการอบรมรถจักรยานยนต์ Honda Wave125-i

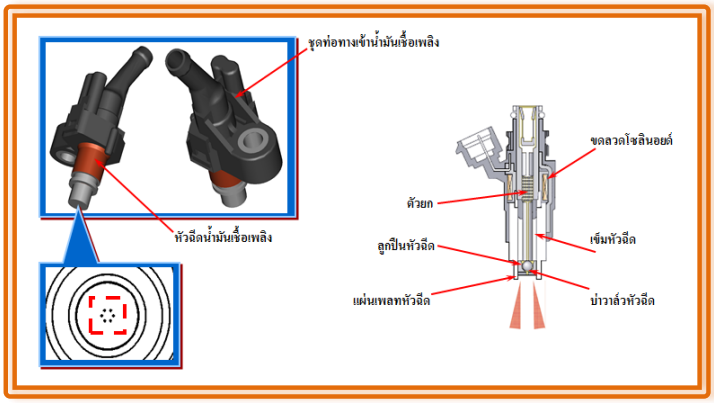


รูปที่ 7-52 แสดงการทำงานของหัวฉีด
ที่มา : คู่มือประกอบการอบรมรถจักรยานยนต์ Honda Wave125i

การทำงาน หัวฉีดจะถูกควบคุมการทำงานโดยกล่อง ECU หรือ ECM ถ้ากล่อง ECU หรือ ECM สั่งให้ไฟที่มาจากหัวฉีดลงกราวด์จะเกิดสนามแม่เหล็กที่โซลินอยด์ดูดพลังเยอร์และเข็มหัวฉีดขึ้น ทำให้น้ำมันที่มีแรงดัน ถูกดฉีดออกมาในลักษณะเป็นฝอยเพื่อผสมกับอากาศในท่อไอดี

เมื่อกล่อง ECU หรือ ECM สั่งตัดการลงกราวด์ของหัวฉีด สนามแม่เหล็กที่โซลินอยด์ก็จะหมดไป สปริงก็จะดันให้เข็มหัวฉีดลงมาปิด น้ำมันจึงหยุดฉีด

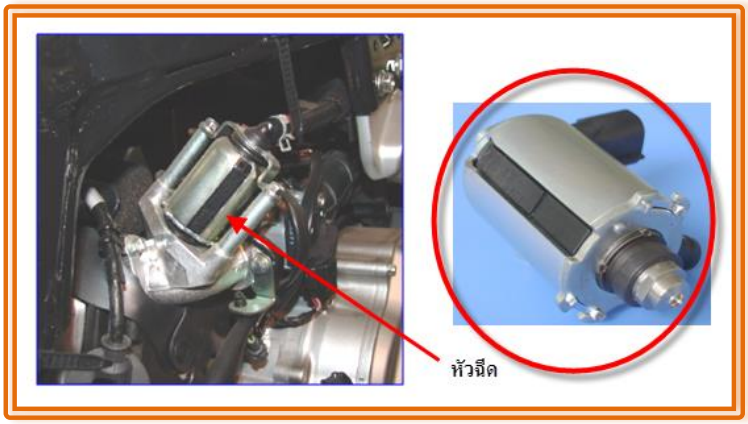
หัวฉีด (Injector) ระบบ YMJET-FI รถจักรยานยนต์ Yamaha



รูปที่ 7-53 แสดงหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงของ YMJET-FI

ที่มา : สื่อ Power Point ประกอบการอบรมรถจักรยานยนต์ Yamaha Mixture Jet-Fuel Injection

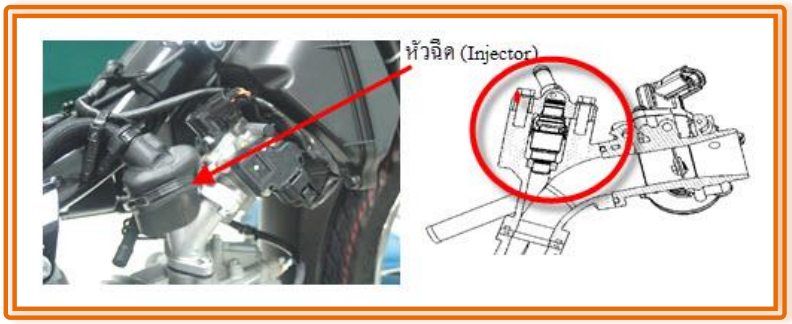
หัวฉีด (Injector) ระบบ DCP-FI รถจักรยานยนต์ Suzuki



รูปที่ 7-54 แสดงหัวฉีดและตำแหน่งที่ติดตั้ง

ที่มา : สื่อ Power Point ประกอบการอบรมรถจักรยานยนต์ Suzuki

หัวฉีด (Injector) ระบบ EPI-FI รถจักรยานยนต์ Suzuki



รูปที่ 7-55 แสดงตำแหน่งติดตั้งของหัวฉีด

ที่มา : สื่อ Power Point ประกอบการอบรมรถจักรยานยนต์ Suzuki

2.4 กล่องควบคุม (Engine Control Module : ECU) หรือ (Engine Control Module : ECM)

ทำหน้าที่ ควบคุมการทำงานของระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์โดยรับสัญญาณต่าง ๆ จากตัวตรวจจับแล้วนำไปประมวลผลเพื่อสั่งจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงและกำหนดจังหวะในการจุดระเบิดให้มีความเหมาะสมในทุกสภาวะการ เพื่อการทำงานของเครื่องยนต์เพื่อการเผาไหม้ที่สมบูรณ์

รูปที่ 7-56 แสดงตำแหน่งการติดตั้งและกล่อง ECM
ที่มา : คู่มือประกอบการอบรมรถจักรยานยนต์ Honda Wave125i

การทำงาน กล่อง ECM จะตัดการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงของหัวฉีด ในบางสภาวะการทำงานของเครื่องยนต์ เพื่อความประหยัดและเป็นการป้องกันการสึกหรอของเครื่องยนต์ คือ

1. ขณะลดความเร็วรอบของเครื่องยนต์อย่างทันทีทันใด เช่น ขณะทำการเบรกหรือขับรถลงจากที่สูงซึ่งเป็นภาวะที่เครื่องยนต์ไม่ต้องการน้ำมันเชื้อเพลิง กล่อง ECM จะทำการตัดการฉีดน้ำมันของหัวฉีดโดยกล่อง ECM จะได้รับสัญญาณจากตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่งเป็นตำแหน่งเดินเบา และสัญญาณความเร็วรอบเครื่องยนต์ มาเปรียบเทียบกัน ถ้าลิ้นเร่งอยู่ในตำแหน่งเดินเบาแต่เครื่องยนต์มีความเร็วรอบสูง กล่อง ECM จะตัดการฉีดน้ำมันของหัวฉีด ส่วนความเร็วรอบในการตัดจะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของน้ำมันหล่อลื่นที่ส่งมาจากตัวตรวจจับอุณหภูมิน้ำมันหล่อลื่นโดยมีเงื่อนไขดังนี้

ถ้าอุณหภูมิของน้ำมันเครื่องต่ำ ความเร็วรอบในการตัดการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงจะสูง

ถ้าอุณหภูมิของน้ำมันเครื่องสูง ความเร็วรอบในการตัดการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงจะต่ำ

ในการตัดการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงจะเป็นการตัดเพียงชั่วขณะเท่านั้นหลังจากความเร็วรอบของเครื่องยนต์ลดลงถึงค่าที่กำหนด กล่อง ECM จะสั่งให้หัวฉีด ฉีดน้ำมันตามปกติเพื่อไม่ให้เครื่องยนต์ดับ

2. เมื่อความเร็วรอบของเครื่องยนต์สูงเกินค่าที่กำหนด กล่อง ECM จะทำการเปรียบเทียบความเร็วรอบของเครื่องยนต์ที่ส่งมาจากตัวตรวจจับความเร็วรอบของเครื่องยนต์กับความเร็วสูงสุดที่ถูกกำหนดไว้ในหน่วยความจำ หาก พบว่า ความเร็วรอบของเครื่องยนต์สูงเกินค่าที่กำหนดไว้ กล่อง ECM จะตัดการฉีดของน้ำมันของหัวฉีด เพื่อเป็นการป้องกันเครื่องยนต์เสียหายจากการที่ความเร็วรอบสูงเกินไป และเมื่อความเร็วรอบลดต่ำกว่าค่าที่กำหนด กล่อง ECM จะสั่งให้หัวฉีดฉีดน้ำมันตามปกติเพื่อให้เครื่องยนต์ทำงานต่อไปได้

กล่อง ECU (Engine Control Module) ระบบ YMJET-FI รถจักรยานยนต์ Yamaha

รูปที่ 7-57 แสดงตำแหน่งติดตั้งและกล่อง ECUของ YMJET-FI
ที่มา : สื่อ Power Point ประกอบการอบรมรถจักรยานยนต์ Yamaha Mixture Jet-Fuel Injection

กล่อง ECM (ECM : Engine Control Module) ระบบ DCP-FI รถจักรยานยนต์ Suzuki

รูปที่ 7-58 แสดงกล่อง ECU
ที่มา : สื่อ Power Point ประกอบการอบรมรถจักรยานยนต์ Suzuki

กล่อง ECM (ECM : Engine Control Module) ระบบ EPI-FI รถจักรยานยนต์ Suzuki

รูปที่ 7-59 แสดงตำแหน่งติดตั้งของหัวฉีด
ที่มา : สื่อ Power Point ประกอบการอบรมรถจักรยานยนต์ Suzuki

2.5 หลอดไฟเช็คเครื่องยนต์ (FI-Indicator)

เป็นระบบที่ติดตั้งเข้ามาเพื่ออำนวยความสะดวกให้กับนายช่าง โดยระบบนี้อยู่ภายในกล่อง ECM จะคอยตรวจสอบการทำงานของตัวตรวจจับ (Sensor) ทุกตัวอยู่ตลอดเวลา เมื่อใดระบบตรวจสอบพบความผิดปกติเกิดขึ้นกับตัวตรวจจับ (Sensor) ระบบก็จะแสดงผลออกมาทางหลอดไฟซึ่งติดตั้งอยู่ที่หน้าปัดเรือนไมล์โดยการกะพริบของหลอดไฟ

รูปที่ 7-60 แสดงหลอดไฟเช็คเครื่องยนต์ (FI-Indicator)
ที่มา : คู่มือประกอบการอบรมรถจักรยานยนต์ Honda Click110i

การทำงาน เมื่อเปิดสวิตช์กุญแจไปที่ตำแหน่ง "ON" หลอดไฟจะติดขึ้นมา 2 วินาที แล้วดับลง ถ้าระบบตรวจสอบข้อขัดข้อง ตรวจพบความผิดปกติของตัวตรวจจับ (Sensor) หลอดไฟจะกะพริบเป็นรหัสเพื่อแจ้งปัญหาให้ทราบ โดยหลอดไฟจะกะพริบเมื่อสวิตช์กุญแจอยู่ในตำแหน่ง "ON" และเครื่องยนต์มีความเร็วรอบไม่เกิน 2,200 รอบต่อนาที ถ้าเครื่องยนต์มีความเร็วรอบมากกว่า 2,200 รอบต่อนาที หลอดไฟจะติดตลอดเวลา และจะกะพริบอีกครั้งเมื่อความเร็วรอบของเครื่องยนต์ต่ำกว่า 2,200 รอบต่อนาที

หมายเหตุ - ระบบจะตรวจสอบเฉพาะปัญหาที่เกิดจากการเปิดของวงจร หรือลัดวงจร เท่านั้น
- ข้อมูลความผิดปกติจะถูกบันทึกไว้ในกล่อง ECM ตลอดไป จนกว่าจะมีการลบข้อมูล

หลอดไฟเช็คเครื่องยนต์ (FI-Indicator) ระบบ YMJET-FI รถจักรยานยนต์ Yamaha

รูปที่ 7-61 แสดงหลอดไฟเช็คเครื่องยนต์ของ YMJET-FI

ที่มา : สื่อ Power Point ประกอบการอบรมรถจักรยานยนต์ Yamaha Mixture Jet-Fuel Injection

หลอดไฟเช็คเครื่องยนต์ (FI-Indicator) ระบบ DCP-FI รถจักรยานยนต์ Suzuki

รูปที่ 7-62 แสดงหลอดไฟเช็คเครื่องยนต์ และตำแหน่งที่ติดตั้ง

ที่มา : สื่อ Power Point ประกอบการอบรมรถจักรยานยนต์ Suzuki

หลอดไฟเช็คเครื่องยนต์ (FI-Indicator) ระบบ EPI-FI รถจักรยานยนต์ Suzuki

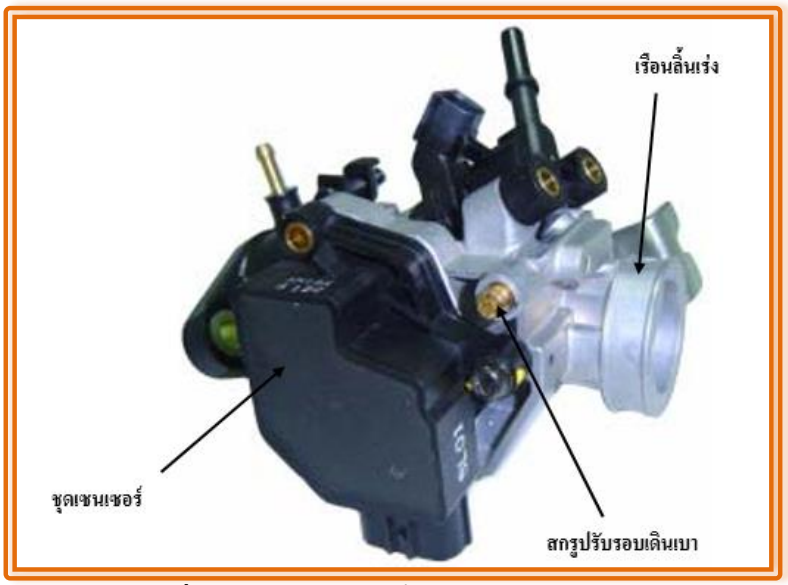
รูปที่ 7-63 แสดงตำแหน่งติดตั้งของหลอดไฟเช็คเครื่องยนต์

ที่มา : สื่อ Power Point ประกอบการอบรมรถจักรยานยนต์ Suzuki

2.6 เรือนลิ้นเร่ง (Throttle Body)

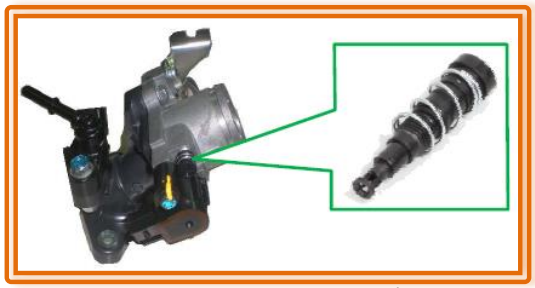
มีหน้าที่ ควบคุมปริมาณอากาศที่ไหลเข้ากระบอกสูบ ซึ่งเป็นการควบคุมความเร็วรอบของเครื่องยนต์ ที่ตัวเรือนลิ้นเร่งจะประกอบไปด้วยอุปกรณ์ที่สำคัญหลายชิ้น คือ

ลิ้นเร่ง (Throttle Valve) สกรูปรับรอบเดินเบา (Throttle Stop Screw) ช่องทางอากาศรอบเดินเบา (Idle Air Passage) ตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่ง (Throttle Position Sensor : TPS) ตัวตรวจจับอุณหภูมิอากาศ (Intake Air Temperature Sensor : IAT) ตัวตรวจจับความดันในท่อไอดี (Manifold Absolute Pressure Sensor : MAP)



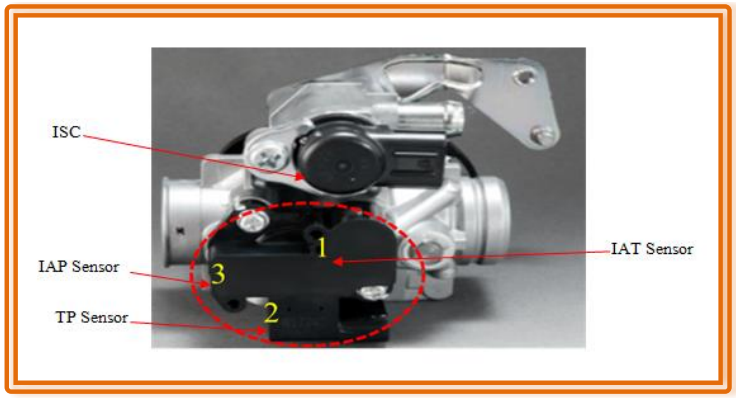
รูปที่ 7-64 แสดงเรือนลิ้นเร่งและส่วนประกอบ
ที่มา : คู่มือประกอบการอบรมรถจักรยานยนต์ Honda Wave125i

สกรูปรับรอบเดินเบา (Throttle Stop Screw) สกรูปรับรอบเดินเบา จะทำหน้าที่เปิดช่องทางให้อากาศไหลเข้ากระบอกสูบได้โดยไม่ผ่านลิ้นเร่ง เนื่องจากขณะเครื่องยนต์เดินเบาลิ้นเร่งปิด ดังนั้น จึงต้องมีช่องทาง Bypass ให้อากาศผ่านเข้ากระบอกสูบ เพื่อให้เครื่องยนต์เดินเบาอยู่ได้โดยไม่ดับ ถ้าปรับสกรูให้อากาศไหลผ่านได้มากจะทำให้ความเร็วรอบเดินเบาสูงขึ้น



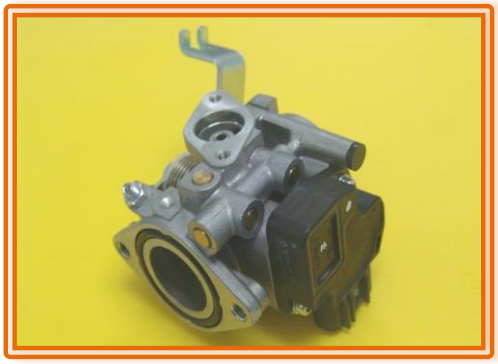
รูปที่ 7-65 แสดงเรือนลิ้นเร่งและสกรูปรับตั้งความเร็วรอบเดินเบา
ที่มา : คู่มือประกอบการอบรมรถจักรยานยนต์ Honda Dream110i

เรือนลิ้นเร่ง (Throttle Body) ระบบ YMJET-FI รถจักรยานยนต์ Yamaha



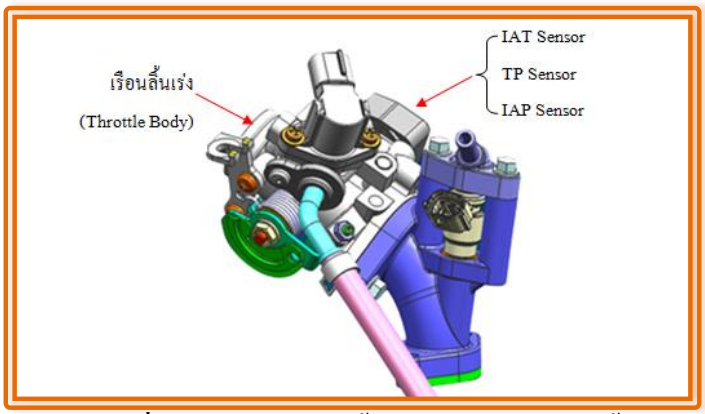
รูปที่ 7-66 แสดงชุดเรือนลิ้นเร่งและตำแหน่งการติดตั้ง
ที่มา : สื่อ Power Point ประกอบการอบรมรถจักรยานยนต์ Yamaha Mixture Jet-Fuel Injection

เรือนลิ้นเร่ง (Throttle Body) ระบบ DCP-FI รถจักรยานยนต์ Suzuki



รูปที่ 7-67 แสดงเรือนลิ้นเร่งของ DCP-FI
ที่มา : สื่อ Power Point ประกอบการอบรมรถจักรยานยนต์ Suzuki

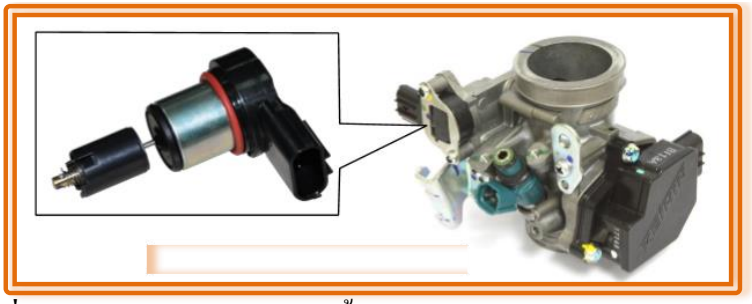
เรือนลิ้นเร่ง (Throttle Body) ระบบ EPI-FI รถจักรยานยนต์ Suzuki



รูปที่ 7-68 แสดงเรือนลิ้นเร่งและตำแหน่งติดตั้ง
ที่มา : สื่อ Power Point ประกอบการอบรมรถจักรยานยนต์ Suzuki

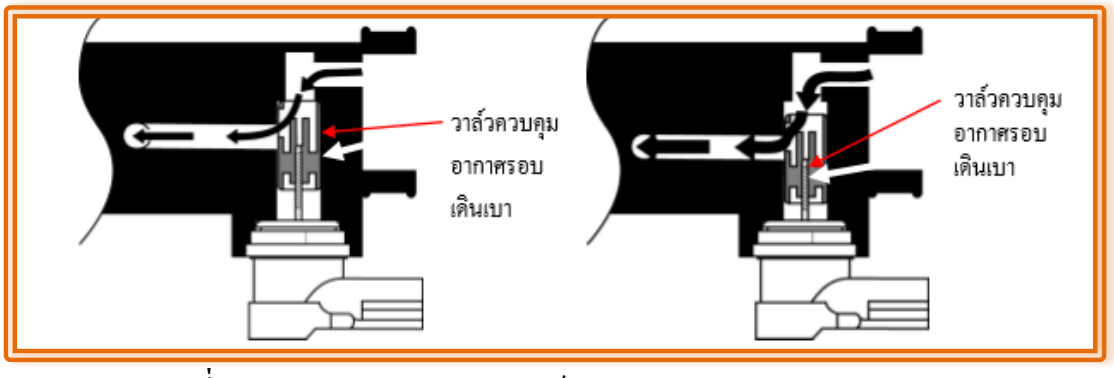
2.7 วาล์วควบคุมอากาศรอบเดินเบา (IACV : Idle Air Control Valve)

ทำหน้าที่ ควบคุมปริมาณอากาศที่เข้าสู่เครื่องยนต์โดยไม่ผ่านทางลิ้นเร่ง โดยทำให้วาล์วควบคุมอากาศรอบเดินเบาเคลื่อนที่ สอดคล้องกับสัญญาณเข้าที่มาจากกล่อง ECM เพื่อที่จะรักษาความเร็วรอบของเครื่องยนต์ให้ได้ตามที่กำหนดไว้ที่ 1,450 ± 100 รอบต่อนาที



รูปที่ 7-69 แสดงตำแหน่งการติดตั้งวาล์วควบคุมอากาศรอบเดินเบา IACV
ที่มา : คู่มือประกอบการอบรมรถจักรยานยนต์ Honda CRF 250L

การทำงาน เมื่อเปิดสวิตช์กุญแจ กล่อง ECM จะสั่งให้มอเตอร์ปรับระยะดึงวาล์วควบคุมอากาศเข้าหาตัวมอเตอร์ ในขณะที่ทำการตรวจวัดอุณหภูมิน้ำหล่อเย็นของเครื่องยนต์ กล่อง ECM จะทำให้มอเตอร์ปรับระยะหมุนเพื่อเลื่อนวาล์วควบคุมอากาศรอบเดินเบากลับคืนตำแหน่งที่เหมาะสม ซึ่งเป็นตำแหน่งที่มีปริมาณของอากาศที่เข้ามาเพียงพอต่อการสตาร์ตติดเครื่องยนต์ได้



รูปที่ 7-70 แสดงการทำงานของวาล์วควบคุมอากาศรอบเดินเบา IACV
ที่มา : คู่มือประกอบการอบรมรถจักรยานยนต์ Honda CRF 250L

เมื่อเครื่องยนต์ยังไม่ถึงอุณหภูมิทำงาน กล่อง ECM จะควบคุมตำแหน่งของวาล์วควบคุมอากาศรอบเดินเบา เพื่อที่จะเพิ่มปริมาณของอากาศที่เข้ามา เพื่อให้ความเร็วรอบของเครื่องยนต์ถูกรักษาให้อยู่ที่ 1,700 ± 100 รอบต่อนาที

เมื่อเครื่องยนต์มีอุณหภูมิสูงขึ้น กล่อง ECM จะสั่งวาล์วควบคุมอากาศรอบเดินเบาคืนกลับตำแหน่ง เดิมเพื่อลดปริมาณของอากาศและควบคุมรอบเดินเบาของเครื่องยนต์ให้อยู่ที่ 1,450 ± 100 รอบต่อนาที

2.8 ห้องผสมไอดี

รูปที่ 7-71 แสดงห้องผสมไอดี ระบบ YMJET-FI รถจักรยานยนต์ Yamaha
ที่มา : สื่อ Power Point ประกอบการอบรมรถจักรยานยนต์ Yamaha Mixture Jet-Fuel Injection

การทำงาน ระบบ YMJET-FI รถจักรยานยนต์ Yamaha จะมีห้องผสมไอดี ทำหน้าที่คลุกเคล้าน้ำมันเชื้อเพลิงกับอากาศ ให้ได้ไอดีที่แตกตัวเป็นละอองหมอก ทำให้ง่ายต่อการจุดระเบิดและเกิดการเผาไหม้อย่างสมบูรณ์ เป็นผลให้น้ำมันทุกอนุภาคถูกใช้อย่างคุ้มค่ามากที่สุด

2.9 มอเตอร์ตัวคุมรอบเดินเบา (ISC : Idle Speed Control) หรือมอเตอร์ ISC

รูปที่ 7-72 แสดงมอเตอร์ตัวคุมรอบเดินเบา หรือมอเตอร์ ISC รถจักรยานยนต์ Yamaha
ที่มา : สื่อ Power Point ประกอบการอบรมรถจักรยานยนต์ Yamaha Mixture Jet-Fuel Injection

การทำงาน ระบบ YMJET-FI รถจักรยานยนต์ Yamaha การทำงานของมอเตอร์ตัวคุมรอบเดินเบา (Idle Speed Control) หรือ ISC ระหว่างที่สตาร์ตเครื่องยนต์ ECU จะเปิดวาล์วให้สุดเพื่อป้อนอากาศให้เพียงพอสำหรับสตาร์ตเครื่องยนต์ การเปิดและปิดของวาล์วจะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิเครื่องยนต์และความเร็วรถเพื่อควบคุมปริมาณอากาศที่ไหลผ่านช่องบายพาส หลังจากสตาร์ตเครื่องยนต์ติดแล้ว ECU จะส่งสัญญาณไปยังมอเตอร์ ISC เพื่อรักษารอบให้อยู่ในภาวะรอบเดินเบา

วาล์วควบคุมอากาศรอบเดินเบา (ISC) ระบบ DCP-FI รถจักรยานยนต์ Suzuki

รูปที่ 7-73 แสดงมอเตอร์ตัวคุมรอบเดินเบา หรือมอเตอร์ ISC และตำแหน่งที่ติดตั้ง
ที่มา : สื่อ Power Point ประกอบการอบรมรถจักรยานยนต์ Suzuki

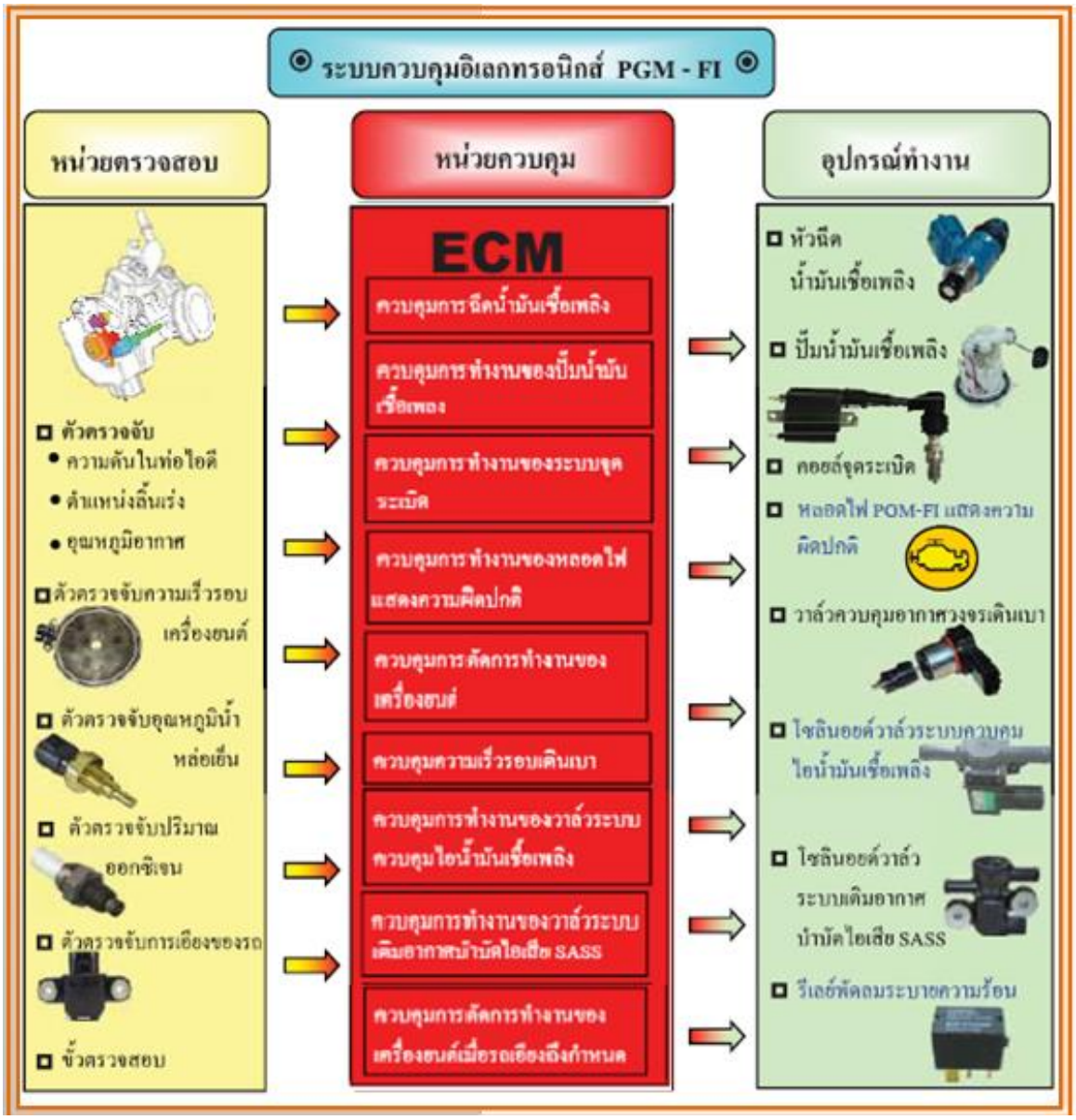
วาล์วควบคุมอากาศรอบเดินเบา (ISC) ระบบ EPI-FI รถจักรยานยนต์ Suzuki

รูปที่ 7-74 แสดงวาล์วควบคุมอากาศรอบเดินเบา ISC และตำแหน่งที่ติดตั้ง
ที่มา : สื่อ Power Point ประกอบการอบรมรถจักรยานยนต์ Suzuki

3. ระบบควบคุมอิเล็กทรอนิกส์

ระบบควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ PGM - FI

ระบบควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ ประกอบด้วย ECM ตัวตรวจจับสัญญาณ และอุปกรณ์ทำงาน ECM จะรับสัญญาณไฟฟ้าจากตัวตรวจจับสัญญาณ และควบคุมการทำงานต่าง ๆ เช่น หัวฉีดและปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิง



รูปที่ 7-75 แสดงระบบควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ของระบบ PGM - FI
ที่มา : คู่มือประกอบการอบรมรถจักรยานยนต์ Honda CRF 250L

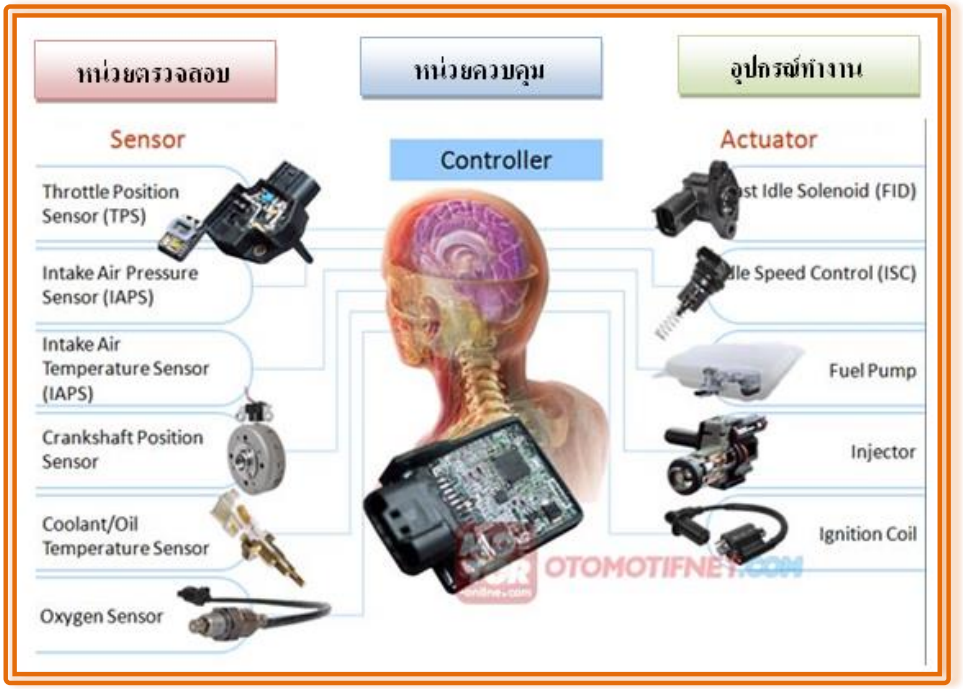
การทำงาน เมื่อเปิดสวิตช์กุญแจ ไปที่ตำแหน่ง " ON " กล่อง ECM จะสั่งให้ปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิงทำงาน พร้อมกับตรวจสอบความผิดปกติของตัวตรวจจับ และหลอดไฟแสดงการทำงานของเครื่องยนต์ที่หน้าปัดเรือนไมล์ติดเพื่อแสดงการตรวจสอบ โดยทั้งหมดทำงานพร้อมกัน ใช้เวลาเพียง 2 วินาที ถ้าตรวจสอบระบบเป็นปกติ หลอดไฟเตือนจะดับ แต่ถ้าตรวจพบความผิดปกติ หลอดไฟจะกะพริบเป็นรหัส เพื่อแจ้งให้ทราบว่ามีความผิดปกติเกิดขึ้น ในระบบ PGM - FI

เมื่อสตาร์ตเครื่องยนต์ ตัวตรวจจับทั้งหมดจะส่งสัญญาณมาที่กล่อง ECM เพื่อประมวลผล การสั่งจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงและกำหนดจังหวะจุดระเบิด เพื่อให้เครื่องยนต์ทำงานในตำแหน่งเดินเบา

การเร่งเครื่องยนต์ให้รอบสูงขึ้น ตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่งจะส่งสัญญาณไปที่กล่อง ECM เพื่อเพิ่มปริมาณการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงและปรับองศาการจุดระเบิดใหม่ให้เหมาะสมกับความเปลี่ยนแปลงของเครื่องยนต์

ขณะผ่อนคันเร่งเพื่อลดรอบเครื่องยนต์ ตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่งจะส่งสัญญาณไฟฟ้าไปที่กล่อง ECM เพื่อประมวลผลความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบของเครื่องยนต์กับตำแหน่งของลิ้นเร่ง ถ้าไม่สัมพันธ์กันกล่อง ECM จะตัดการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงจนกว่าความเร็วรอบของเครื่องยนต์กับตำแหน่งลิ้นเร่งสัมพันธ์กัน กล่อง ECM ก็จะสั่งการฉีดอีกครั้ง

ระบบควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ YMJET-FI

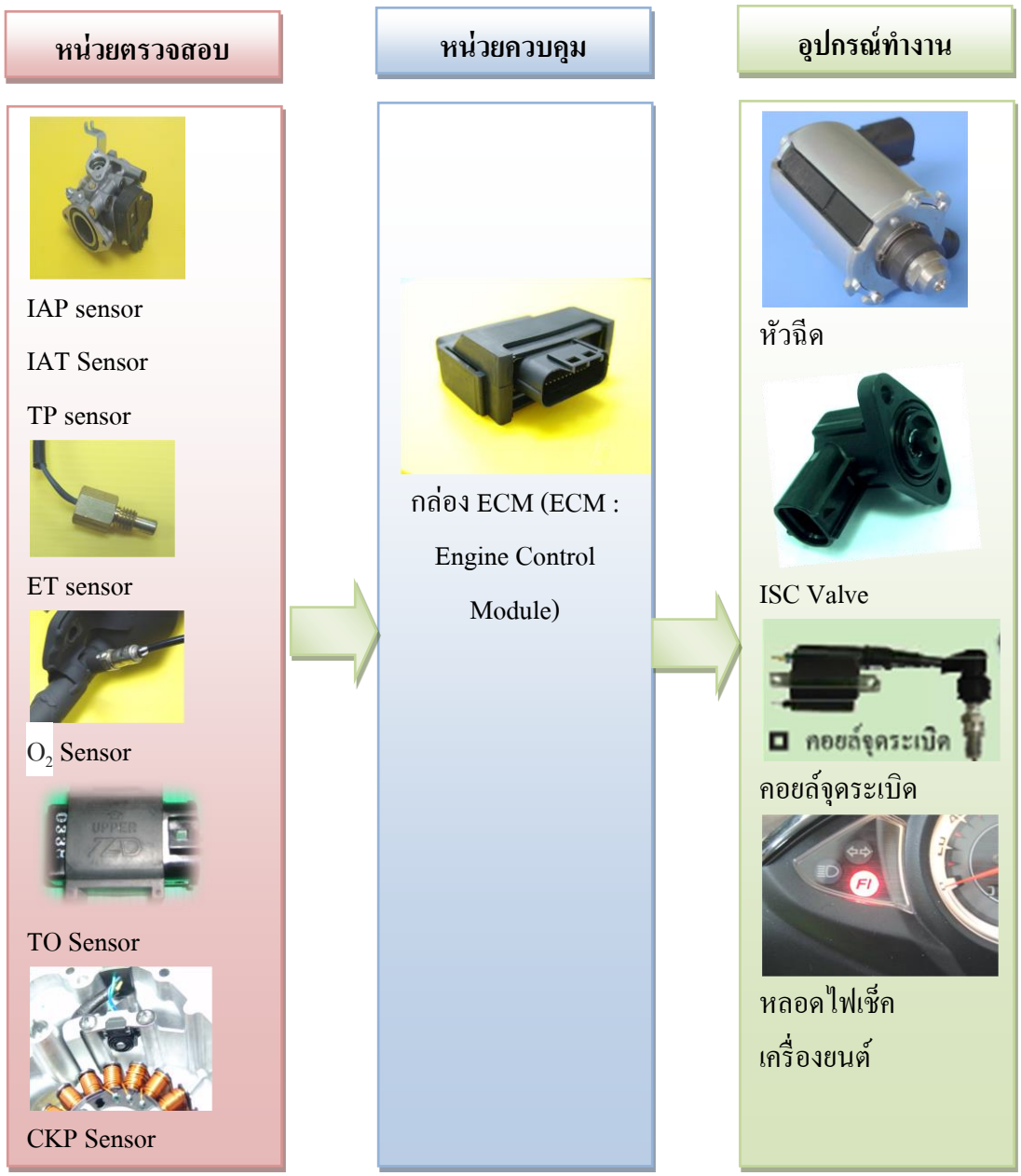


รูปที่ 7-76 แสดงระบบควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ของระบบ YMJET-FI

ที่มา : สื่อ Power Point ประกอบการอบรมรถจักรยานยนต์ Yamaha Mixture Jet-Fuel Injection

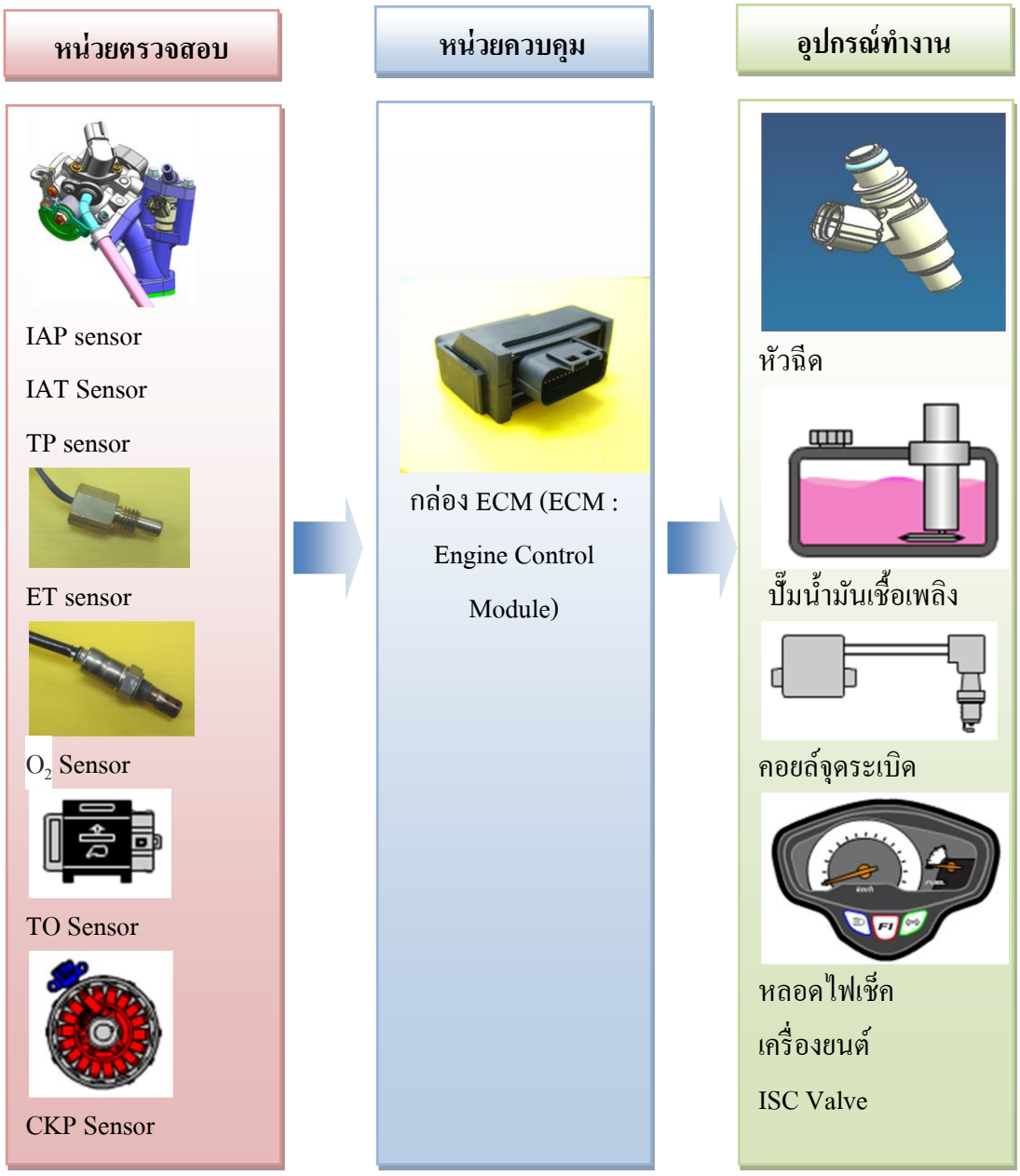
ซึ่งเปรียบเทียบร่างกายของเรากับระบบหัวฉีดแบบอิเล็กทรอนิกส์ โดยผิวหนังและลำคอซึ่งรู้สึกถึงอุณหภูมิความร้อนและกระหายน้ำ เปรียบเหมือนกับตัวตรวจจับสัญญาณ (Sensor) สมองเปรียบเหมือนชุดประมวลผล(กล่อง ECU) ซึ่งรับและส่งสัญญาณ เส้นประสาทเปรียบเหมือนกับสายไฟ และก๊อกน้ำเปรียบได้กับหัวฉีดดังนั้น บทบาทและหน้าที่ของกล่อง ECU ทำงานคล้ายกับสมอง

ระบบควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ DCP-FI



รูปที่ 7-77 แสดงระบบควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ของระบบ DCP-FI
ที่มา : สื่อ Power Point ประกอบการอบรมรถจักรยานยนต์ Suzuki

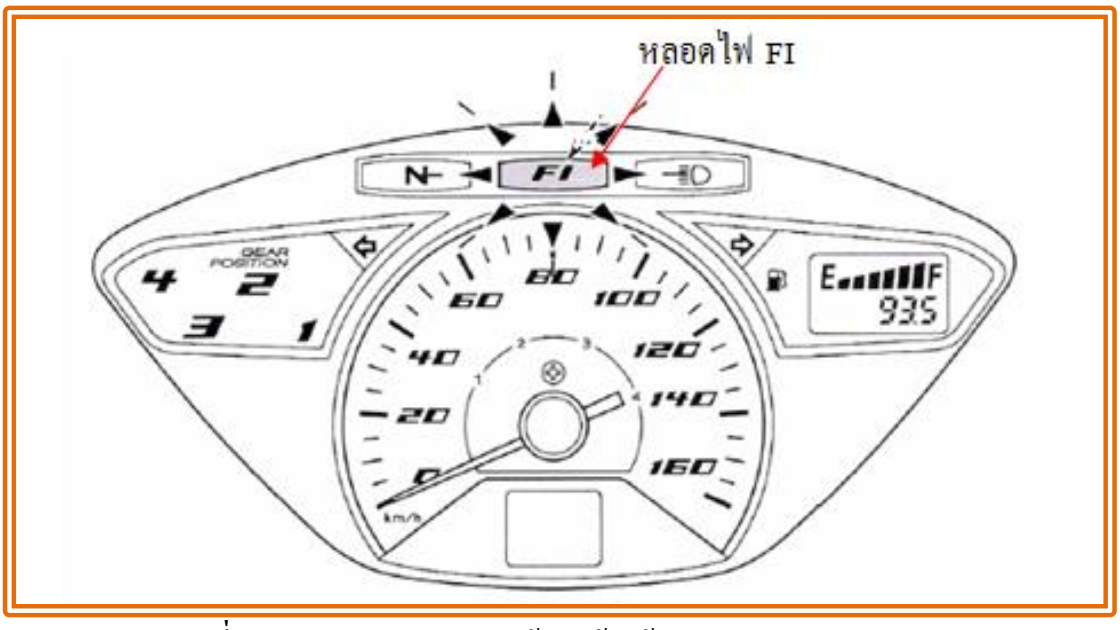
ระบบควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ EPI-FI



รูปที่ 7-78 แสดงระบบควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ของระบบ EPI-FI
ที่มา : สื่อ Power Point ประกอบการอบรมรถจักรยานยนต์ Suzuki

4. ระบบวินิจฉัยข้อขัดข้องด้วยตัวเอง

เป็นระบบที่ติดตั้งเข้ามาเพื่อเป็นการอำนวยความสะดวกกับนายช่าง โดยที่ระบบนี้จะคอยตรวจสอบการทำงานของ Sensor อยู่ตลอดเวลา ถ้าเมื่อใดระบบตรวจพบความผิดปกติเกิดขึ้นกับ Sensor ระบบก็จะแสดงผลออกมาทางหลอดไฟ FI ซึ่งติดตั้งอยู่ที่หน้าปัดเรือนไมล์ โดยการกะพริบของหลอดไฟ FI



รูปที่ 7-79 แสดงระบบวินิจฉัยข้อขัดข้องด้วยตัวเองระบบ PGM - FI
ที่มา : คู่มือประกอบการอบรมรถจักรยานยนต์ Honda Wave110i

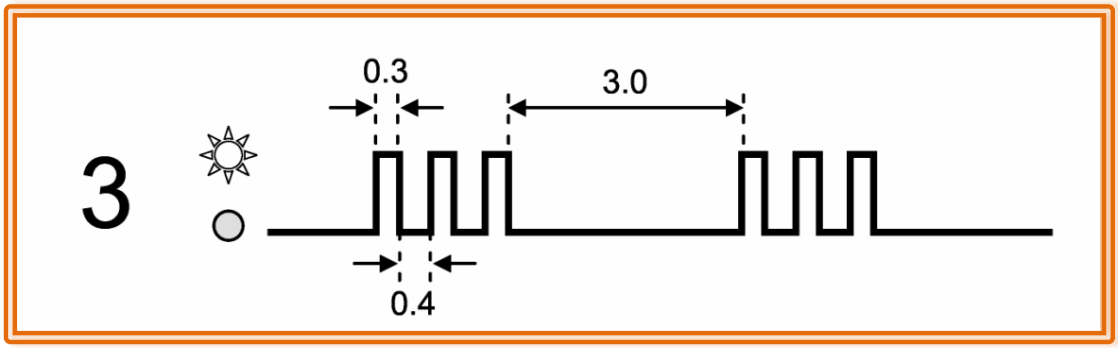
รหัสข้อขัดข้อง เมื่อเปิดสวิตช์จุดระเบิดไปที่ตำแหน่ง " ON " หลอดไฟจะติดขึ้นมา 2 วินาทีแล้วดับลง ถ้าระบบวินิจฉัยข้อขัดข้องด้วยตัวเอง ตรวจพบความผิดปกติของอุปกรณ์ หลอดไฟ " FI " จะกะพริบเป็นรหัสเพื่อแจ้งปัญหาให้ทราบ โดยหลอดไฟจะกะพริบเมื่อสวิตช์อยู่ในตำแหน่ง " ON " และเครื่องยนต์มีความเร็วรอบไม่เกิน 2000 รอบต่อนาที ถ้าความเร็วรอบของเครื่องยนต์สูงกว่านี้ หลอดไฟจะติดตลอดและจะกะพริบอีกครั้งเมื่อความเร็วรอบของเครื่องยนต์ลดลงต่ำกว่า 2000 รอบต่อนาที

ระบบจะตรวจสอบเฉพาะปัญหาที่เกิดจากการเปิดของวงจรหรือปัญหาที่เกิดจากการลัดวงจรเท่านั้นข้อมูลความผิดปกติที่เกิดขึ้นจะถูกบันทึกไว้ในกล่อง ECM ตลอดไปจนกว่าจะมีการแก้ไขปัญหาลบข้อมูล โดยการตัดไฟเลี้ยง กล่อง ECM โดยการปิดสวิตช์จุดระเบิด

รหัสวินิจฉัยข้อขัดข้องที่ใช้ในระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ จะมีอยู่ 2 แบบ คือ แบบรหัสเดี่ยว และแบบรหัสคู่

แบบรหัสเดี่ยว

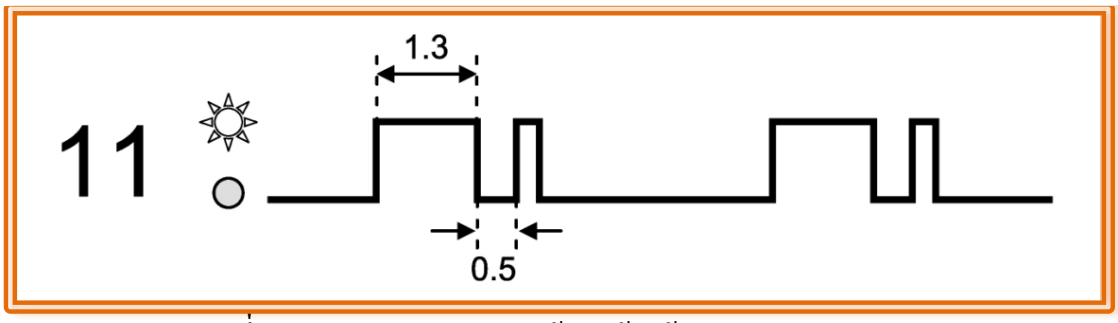
เป็นการแสดงรหัสข้อขัดข้อง 1 รหัส โดยการกะพริบของหลอดไฟ FI ตามจำนวนครั้งของรหัสด้วยความถี่ที่เท่ากัน เช่น รหัส 3 ก็จะกะพริบ 3 ครั้ง รหัส 7 ก็จะกะพริบ 7 ครั้ง



รูปที่ 7-80 แสดงระบบวินิจฉัยข้อขัดข้องด้วยตัวเอง แบบรหัสเดี่ยว
ที่มา : คู่มือประกอบการอบรมรถจักรยานยนต์ Honda Wave110i

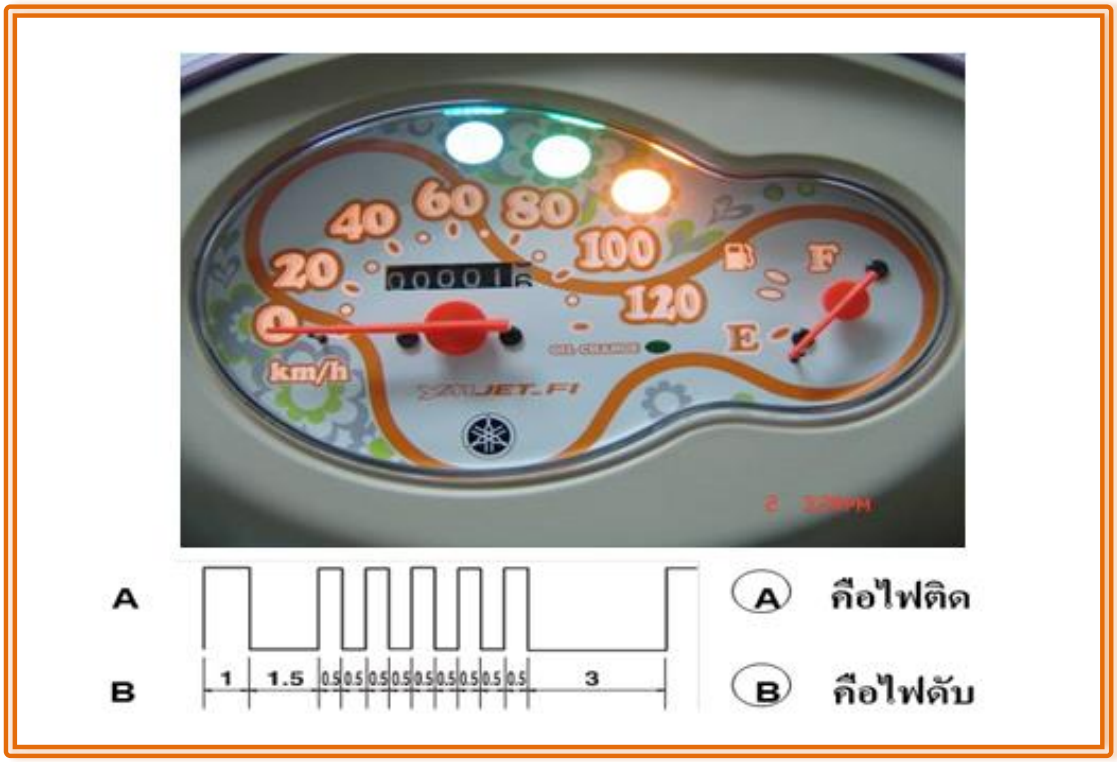
แบบรหัสคู่

เป็นการแสดงรหัสข้อขัดข้อง 2 รหัส โดยการกะพริบของหลอดไฟ FI ตามจำนวนครั้งของรหัสด้วยความถี่ที่แตกต่างกันเช่นรหัส 11 ก็จะกะพริบยาว 1 ครั้ง สั้น 1 ครั้ง รหัส 12 ก็จะกะพริบยาว 1 ครั้ง สั้น 2 ครั้ง



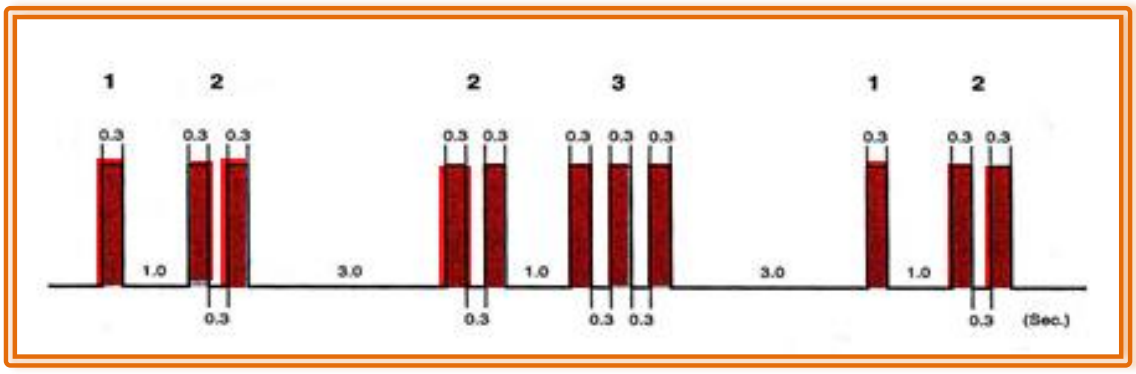
รูปที่ 7-81 แสดงระบบวินิจฉัยข้อขัดข้องด้วยตัวเอง แบบรหัสคู่
ที่มา : คู่มือประกอบการอบรมรถจักรยานยนต์ Honda Wave110i

ระบบวินิจฉัยข้อขัดข้องด้วยตัวเองระบบ YMJET-FI รถจักรยานยนต์ Yamaha



รูปที่ 7-82 แสดงระบบวินิจฉัยข้อขัดข้องด้วยตัวเองระบบ YMJET-FI
ที่มา : สื่อ Power Point ประกอบการอบรมรถจักรยานยนต์ Yamaha Mixture Jet-Fuel Injection

ระบบวินิจฉัยข้อขัดข้องด้วยตัวเองระบบ DCP-FI และ EPI-FI รถจักรยานยนต์ Suzuki

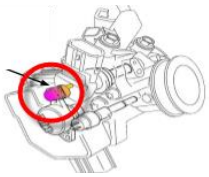
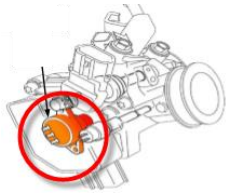
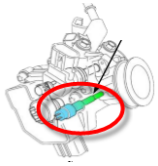


รูปที่ 7-83 แสดงระบบวินิจฉัยข้อขัดข้องด้วยตัวเองระบบ DCP-FI และ EPI-FI
ที่มา : สื่อ Power Point ประกอบการอบรมรถจักรยานยนต์ Suzuki

ระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์

5. ตารางการวินิจฉัยข้อขัดข้องด้วยตัวเอง

ตารางการวินิจฉัยข้อขัดข้องด้วยตัวเอง PGM-FI

รหัสปัญหา	จุดที่เกิดปัญหา/สาเหตุ	อาการของปัญหา
รหัส 1 MAP Sensor 	ตัวตรวจจับแรงดันสัมบูรณ์ในท่อไอดีทำงานบกพร่อง ● หน้าสัมผัสที่ขั้วต่อของตัวตรวจจับแรงดันสัมบูรณ์ ในท่อไอดีหลวมหรือไม่ดี ● ตัวตรวจจับแรงดันสัมบูรณ์ในท่อไอดีหรือวงจรของตัวตรวจจับแรงดันสัมบูรณ์ในท่อไอดีทำงานบกพร่อง	● เครื่องยนต์ทำงานได้ตามปกติ
รหัส 7 ECT Sensor และ EOT Sensor 	ตัวตรวจจับอุณหภูมิน้ำหล่อเย็น/น้ำมันเครื่องของเครื่องยนต์ทำงานบกพร่อง ● หน้าสัมผัสที่ขั้วต่อของตัวตรวจจับอุณหภูมิน้ำหล่อเย็น /น้ำมันเครื่องของเครื่องยนต์หลวมหรือไม่ดี ● ตัวตรวจจับอุณหภูมิน้ำหล่อเย็น / น้ำมันเครื่องของเครื่องยนต์หรือวงจรทำงานบกพร่อง	● สตาร์ตติดยากที่อุณหภูมิต่ำ
รหัส 8 TP Sensor 	ตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่งทำงานบกพร่อง ● หน้าสัมผัสที่ขั้วต่อของตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่งหลวมหรือไม่ดี ● ตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่งหรือวงจรของตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่งทำงานบกพร่อง	● การเร่งความเร็วของเครื่องยนต์ไม่ดีพอ ● ค่าที่ได้กำหนดไว้ล่วงหน้าแล้ว : 0°
รหัส 9 IAT Sensor 	ตัวตรวจจับอุณหภูมิอากาศทำงานบกพร่อง ● หน้าสัมผัสที่ขั้วต่อของตัวตรวจจับอุณหภูมิอากาศหลวมหรือไม่ดี ● ตัวตรวจจับอุณหภูมิอากาศหรือวงจรของตัวตรวจจับอุณหภูมิอากาศทำงานบกพร่อง	● เครื่องยนต์ทำงานได้ตามปกติ

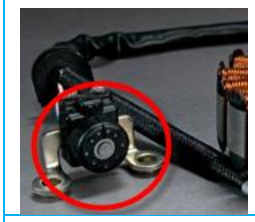
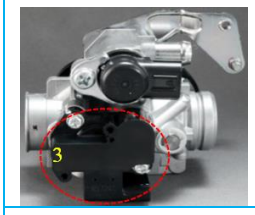
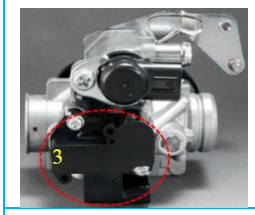
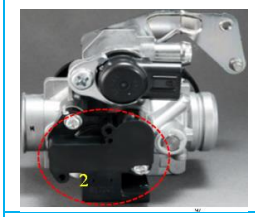
ตารางการวินิจฉัยข้อขัดข้องด้วยตัวเอง PGM-FI (ต่อ)

รหัสปัญหา	จุดที่เกิดปัญหา/สาเหตุ	อาการของปัญหา
รหัส 11 VS Sensor 	ตัวตรวจจับความเร็วของรถทำงานบกพร่อง ● หน้าสัมผัสที่ขั้วต่อของตัวตรวจจับความเร็วของรถหลวมหรือไม่ดี ● ตัวตรวจจับความเร็วของรถหรือวงจรของตัวตรวจจับความเร็วของรถทำงานบกพร่อง	● เครื่องยนต์ทำงานได้ตามปกติ ● ระบบหยุดการทำงานของเครื่องยนต์ในรอบเดินเบาปิด
รหัส 12 Injector 	หัวฉีดทำงานบกพร่อง ● หน้าสัมผัสที่ขั้วต่อของหัวฉีดหลวมหรือไม่ดี ● หัวฉีดหรือวงจรของหัวฉีดทำงานบกพร่อง	● เครื่องยนต์สตาร์ตไม่ติด ● หัวฉีด ปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิงและคอยล์จุดระเบิดปิด
รหัส 21 O_2 Sensor 	ตัวตรวจจับปริมาณออกซิเจนทำงานบกพร่อง ● หน้าสัมผัสที่ขั้วต่อของตัวตรวจจับปริมาณออกซิเจนหลวมหรือไม่ดี ● ตัวตรวจจับปริมาณออกซิเจนหรือวงจรของตัวตรวจจับปริมาณออกซิเจนทำงานบกพร่อง	● เครื่องยนต์ทำงานได้ตามปกติ
รหัส 29 IACV Sensor 	ชุดวาล์วควบคุมอากาศรอบเดินเบาทำงานบกพร่อง ● หน้าสัมผัสที่ขั้วต่อของชุดวาล์วควบคุมอากาศรอบเดินเบาหลวมหรือไม่ดี ● ชุดวาล์วควบคุมอากาศรอบเดินเบาหรือวงจรของ ชุดวาล์วควบคุมอากาศรอบเดินเบาทำงานบกพร่อง	● เครื่องยนต์ติดขัด สตาร์ตติดยาก เดินเบาไม่เรียบ

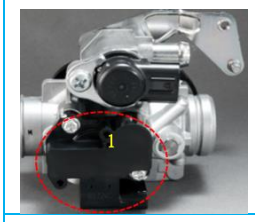
ตารางการวินิจฉัยข้อขัดข้องด้วยตัวเอง PGM-FI (ต่อ)

รหัสปัญหา	จุดที่เกิดปัญหา/สาเหตุ	อาการของปัญหา
รหัส 33 ECM 	กล่อง ECM ผิดปกติ	● เครื่องยนต์ยนต์ทำงานได้ตามปกติ
รหัส 52 CKP sensor 	ตัวตรวจจับตำแหน่งเพลาข้อเหวี่ยงทำงานบกพร่อง ● หน้าสัมผัสที่ขั้วต่อของตัวตรวจจับตำแหน่งเพลาข้อเหวี่ยงหลวมหรือไม่ดี ● ตัวตรวจจับตำแหน่งเพลาข้อเหวี่ยงหรือวงจรของตัวตรวจจับตำแหน่งเพลาข้อเหวี่ยงทำงานบกพร่อง	● เครื่องยนต์สตาร์ตไม่ติด ● ระบบจุดระเบิดไม่ทำงาน
รหัส 54 Bank Angle Sensor 	ตัวตรวจจับการเอียงของรถทำงานบกพร่อง ● หน้าสัมผัสที่ขั้วต่อของตัวตรวจจับการเอียงของรถหลวมหรือไม่ดี ● ตัวตรวจจับการเอียงของรถหรือวงจรของตัวตรวจจับการเอียงของรถทำงานบกพร่องการเอียงของรถทำงานบกพร่อง	● เครื่องยนต์ทำงานปกติ ● ตัวตรวจจับการเอียงของรถหยุดทำงาน

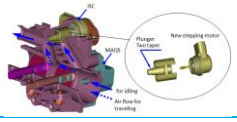
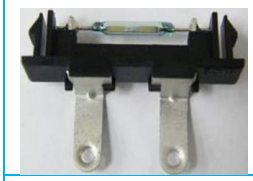
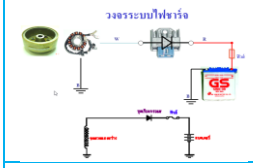
ตารางการวินิจฉัยข้อขัดข้องด้วยตัวเอง YMJET-FI

รหัสปัญหา	จุดที่เกิดปัญหา/สาเหตุ	อาการของปัญหา
รหัส 12 CKP Sensor 	ตรวจสอบตัวตรวจจับองศาเพลาข้อเหวี่ยง ● ไม่ได้รับสัญญาณปกติจากตัวตรวจจับองศาเพลาข้อเหวี่ยง (CKP Sensor)	●เครื่องยนต์สตาร์ตไม่ได้
รหัส 13 MAP Sensor 	ตัวตรวจจับแรงดันอากาศเข้า (วงจรเปิดหรือลัดวงจร) ● ตรวจวัดแรงดันอากาศช็อตหรือลัดวงจร	●เครื่องยนต์สตาร์ตได้
รหัส 14 MAP Sensor 	ตัวตรวจจับแรงดันอากาศเข้า(ท่ออุดตัน) ● เรือนลิ้นเร่งผิดปกติ (ท่อเซนเซอร์อุดตัน หรือ หลุดออก) ● ระบบอากาศเข้าผิดปกติ (แรงดันที่จ่ายเซนเซอร์ไม่คงที่)	●เครื่องยนต์สตาร์ตได้
รหัส 15 TP Sensor 	ตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่ง (วงจรเปิดหรือลัดวงจร) ● ไม่ได้รับสัญญาณปกติจากตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่ง (TP Sensor)	●เครื่องยนต์สตาร์ตได้
รหัส 16 TP Sensor	ตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่ง (ติดขัด) ● ตรวจพบตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่ง (TP Sensor) ติดขัด	●เครื่องยนต์สตาร์ตได้

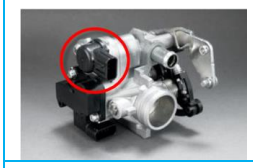
ตารางการวินิจฉัยข้อขัดข้องด้วยตัวเอง YMJET-FI (ต่อ)

รหัสปัญหา	จุดที่เกิดปัญหา/สาเหตุ	อาการของปัญหา
รหัส 19	สวิตช์ขาตั้ง (แตกหักหรือหลุดออก) ● ไม่ได้รับสัญญาณปกติจากสวิตช์ขาตั้ง	●เครื่องยนต์สตาร์ตไม่ได้
รหัส 21 ECT Sensor 	ตัวตรวจจับอุณหภูมิน้ำหล่อเย็น (วงจรเปิดหรือลัดวงจร) ● ไม่ได้รับสัญญาณปกติจากตัวตรวจจับอุณหภูมิน้ำหล่อเย็น (ECT Sensor)	●เครื่องยนต์สตาร์ตได้
รหัส 22 IAT Sensor 	ตัวตรวจจับวัดอุณหภูมิอากาศเข้า (วงจรเปิดหรือลัดวงจร) ● ไม่ได้รับสัญญาณปกติจากตัวตรวจจับวัดอุณหภูมิอากาศ (IAT Sensor)	●เครื่องยนต์สตาร์ตได้
รหัส 24 O_2 Sensor 	ตัวตรวจจับออกซิเจน ● ไม่ได้รับสัญญาณปกติจากตัวตรวจจับออกซิเจน (O_2 Sensor)	●เครื่องยนต์สตาร์ตได้
รหัส 28 ET Sensor 	ตัวตรวจจับวัดอุณหภูมิเครื่องยนต์ ● ไม่ได้รับสัญญาณปกติจากตัวตรวจจับวัดอุณหภูมิเครื่องยนต์ (ET Sensor)	●เครื่องยนต์สตาร์ตได้
รหัส 30 	ตัวตรวจจับวัดมุมเอียงตัวรถ	●เครื่องยนต์สตาร์ตได้

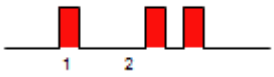
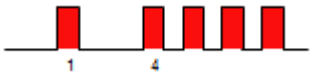
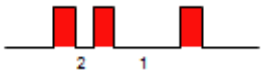
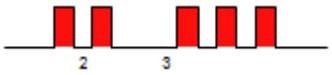
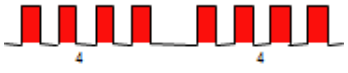
ตารางการวินิจฉัยข้อขัดข้องด้วยตัวเอง YMJET-FI (ต่อ)

รหัสปัญหา	จุดที่เกิดปัญหา/สาเหตุ	อาการของปัญหา
รหัส 33	คอยล์จุดระเบิด	
รหัส 37 ISC 	ISC (ติดขัดขณะเปิดสุด) ● ความเร็วรอบเดินเบาสูง	● เครื่องยนต์สตาร์ตได้
รหัส 39	หัวฉีด (วงจรเปิด) ● ไม่ได้รับสัญญาณปกติจากหัวฉีด	● เครื่องยนต์สตาร์ตได้
รหัส 42 	เซนเซอร์วัดความเร็ว ● ไม่ได้รับสัญญาณปกติจากเซนเซอร์วัดความเร็ว	● เครื่องยนต์สตาร์ตได้
รหัส 44	การลงโปรแกรม EEPROM ผิด ● ตรวจพบความผิดในขณะที่อ่านหรือลงโปรแกรม EEPROM (ค่าการปรับ CO)	● เครื่องยนต์สตาร์ตได้
รหัส 46 	แหล่งจ่ายไฟหัวฉีด ● เร็กกูเลเตอร์ทำงานไม่ถูกต้อง ไม่ชาร์ทไฟ	● เครื่องยนต์สตาร์ตได้ (แล้วแต่กรณี)
รหัส 50 ECU	กล่อง ECU ผิดปกติ ● การลงโปรแกรมและข้อมูลไม่ถูกต้อง หรืออ่านข้อมูลไม่ถูกต้อง	● เครื่องยนต์สตาร์ตไม่ได้

ตารางการวินิจฉัยข้อขัดข้องด้วยตัวเอง YMJET-FI (ต่อ)

รหัสปัญหา	จุดที่เกิดปัญหา/สาเหตุ	อาการของปัญหา
รหัส 61 ISC 	ISC (วงจรเปิดหรือลัดวงจร) ● ISC ไม่ทำงาน	●เครื่องยนต์สตาร์ตได้
รหัส 79	ปริมาณอากาศ ● ปริมาณอากาศมากเกินไป	●เครื่องยนต์สตาร์ตได้
รหัส 96	แหล่งจ่ายไฟหัวฉีด 2 ● แรงดันไฟฟ้าแบตเตอรี่ตกลงทันที่หลังจากบิดสวิตช์กุญแจตำแหน่งเปิด	●เครื่องยนต์สตาร์ตได้

ตารางการวินิจฉัยข้อขัดข้องด้วยตัวเอง DCP-FI และ EPI-FI

รูปแบบการกระพริบ	รหัสวิเคราะห์ปัญหา	ชิ้นส่วนที่ขัดข้อง
———————	00	ไม่มีปัญหา
	12	ตัวตรวจจับตำแหน่งเพลาข้อเหวี่ยง (CKP Sensor)
	13	ตัวตรวจจับความดันในท่อไอดี (IAP Sensor)
	14	ตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่ง (TP Sensor)
	15	ตัวตรวจจับอุณหภูมิเครื่องยนต์ (ET Sensor)
	21	ตัวตรวจจับอุณหภูมิอากาศ (IAT Sensor)
	23	ตัวตรวจจับความเอียงของรถ (BA Sensor หรือ TO Sensor)
	24	คอยล์จุดระเบิด
	32	หัวฉีด (Injector)
	40	ลิ้นควบคุมอากาศรอบเดินเบา (ISC Valve)
	44	ตัวตรวจจับปริมาณออกซิเจน (O_2 Sensor)

ระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์

สรุปบทเรียน ระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์

หัวข้อเรื่อง

1. หลักการทำงานระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์

1.1 หลักการทำงานระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ PGM-FI

1.2 หลักการทำงานระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ YMJET-FI

1.3 หลักการทำงานของระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ DCP-FI

1.4 หลักการทำงานของระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ EPI-FI

2. ส่วนประกอบและหน้าที่ระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์

2.1 ตัวตรวจจับสัญญาณ (Sensor)

2.1.1 ตัวตรวจจับความดันในท่อไอดี (MAP Sensor)

2.1.2 ตัวตรวจจับอุณหภูมิอากาศ (IAT Sensor)

2.1.3 ตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่ง (TP Sensor)

2.1.4 ตัวตรวจจับอุณหภูมิเครื่องยนต์ (ET Engine Temperature)

2.1.4.1 ตัวตรวจจับอุณหภูมิน้ำมันเครื่อง (EOT Sensor)

2.1.4.2 ตัวตรวจจับอุณหภูมิน้ำหล่อเย็น (ECT Sensor)

2.1.5 ตัวตรวจจับปริมาณออกซิเจน (O_2 Sensor)

2.1.6 ตัวตรวจจับตำแหน่งเพลาข้อเหวี่ยง (CKP Sensor)

2.1.7 ตัวตรวจจับความเอียงของรถ (BA Sensor)

2.1.8 Sensor ความเร็วตัวรถจักรยานยนต์ (Speed Sensor)

2.2 ปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิง (Fuel Pump)

2.3 หัวฉีด (Injector)

2.4 กล่องควบคุม (ECM : Engine Control Module)

2.5 หลอดไฟเช็คเครื่องยนต์ (FI-Indicator)

2.6 เรือนลิ้นเร่ง (Throttle Body)

2.7 วาล์วควบคุมอากาศรอบเดินเบา (IACV : Idle Air Control Valve)

2.8 ห้องผสมไอดี

2.9 มอเตอร์ตัวคุมรอบเดินเบา (ISC : Idle Speed Control)

ระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์

3. ระบบควบคุมอิเล็กทรอนิกส์

4. ระบบวินิจฉัยข้อขัดข้องด้วยตัวเอง

5. ตารางการวินิจฉัยข้อขัดข้องด้วยตัวเอง

ระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์

แบบฝึกหัด/ใบงานที่ 7.1
(Work Sheet No. 7.1)

ชื่อรายวิชา งานจักรยานยนต์รหัสวิชา 2101 – 2102 **หัวข้อ / งาน** ระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์

ตอนที่ 1 <u>คำสั่ง</u> **ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่ถูก และเครื่องหมาย ✕ หน้าข้อความที่ผิด**

.....1. ระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ที่ควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ในรถจักรยานยนต์ เป็นระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงแบบ D-Jetronic โดยการวัดความดันอากาศภายในท่อไอดี

.....2. ตัวตรวจจับความดันในท่อไอดีในการทำงานจะเปลี่ยนระดับความดันอากาศเป็นสัญญาณทางไฟฟ้าส่งไปยังกล่อง ECM ถ้าระดับความดันในท่อไอดีสูง กล่อง ECM จะสั่งฉีดมาก

.....3. ตัวตรวจจับอุณหภูมิอากาศข้อมูลไปยังกล่อง ECM เพื่อประมวลผลหาระยะเวลาในการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง

.....4. เมื่อลิ้นเร่งอยู่ที่ตำแหน่งปิดสุด กล่อง ECM จะสั่งฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงมาก

.....5. ตัวตรวจจับความเร็วรอบเครื่องยนต์จะประมวลผลหาอัตราการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงและส่งข้อมูลไปยังหัวฉีดเพื่อสั่งฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง

.....6. เมื่อสตาร์ตเครื่องยนต์ ตัวตรวจจับทั้งหมดจะส่งสัญญาณมาที่กล่อง ECM เพื่อประมวลผลการสั่งจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงและกำหนดจังหวะจุดระเบิด

.....7. แหล่งจ่ายพลังงานของรถจักรยานยนต์ มีอยู่ด้วยกัน 2 แหล่ง คือ แบตเตอรี่ และอัลเตอร์เนเตอร์

.....8. รหัสเดี่ยว เป็นการแสดงรหัสข้อขัดข้องแบบ 1 สัญญาณ (กระพริบสั้น)โดยการกระพริบของหลอดไฟแสดงการทำงานของเครื่องยนต์

.....9. รหัสคู่ เป็นการแสดงรหัสข้อขัดข้องแบบ 2 สัญญาณ (กระพริบยาว-สั้น) โดยการกระพริบของหลอดไฟแสดงการทำงานของเครื่องยนต์

.....10. ระบบตรวจสอบความผิดปกติด้วยตัวเอง เมื่อเกิดปัญหาขึ้นกับตัวตรวจจับต่าง ๆ ระบบตรวจสอบจะแสดงเป็นข้อความตัวอักษร

ระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์

ตอนที่ 2 จงนำตัวอักษรหน้ารูปภาพทางด้านขวามือมาเติมหน้าข้อความด้านซ้ายมือที่มีความสัมพันธ์กัน

จงบอกบอกชื่อส่วนประกอบของระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ PGM-FI ได้ถูกต้อง

.....1. กล่อง ECM

.....2. เรือนลิ้นเร่ง

.....3. ตัวตรวจจับอุณหภูมิน้ำ มันหล่อลื่นเครื่องยนต์

.....4. ตัวตรวจจับอุณหภูมิน้ำหล่อเย็นเครื่องยนต์

.....5. ตัวตรวจจับออกซิเจน

.....6. ตัวตรวจจับการเอียงของรถ

.....7. หัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง

.....8. ปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิง

.....9. ตัวตรวจจับความเร็วรอบเครื่องยนต์

.....10. หลอดไฟแสดงการทำงานของเครื่องยนต์

ก.

ข.

ค.

ง.

จ.

ฉ.

ช.

ซ.

ฌ.

ญ.

ตอนที่ 3 จงนำตัวอักษรหน้าข้อความทางด้านขวามือมาเติมหน้าข้อความด้านซ้ายมือที่มีความสัมพันธ์กัน

จงบอกบอกหน้าที่ส่วนประกอบของระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ PGM-FI ได้ถูกต้อง

.....1. MAP Sensor	ก. ฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงให้เป็นฝอยละออง
.....2. IAT Sensor	ข. ควบคุมการทำงานของระบบ PGM-FI
.....3. TP Sensor	ค. สร้างแรงดันน้ำมันเชื้อเพลิง
....4. EOT Sensor	ง. ตรวจจับออกซิเจนในไอเสีย
....5. CKP Sensor	จ. ตรวจจับการเอียงของรถ
.....6. BA Sensor	ฉ. ตรวจจับอุณหภูมิน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์
.....7. O_2 Sensor	ช. ตรวจจับความเร็วรอบเครื่องยนต์
.....8. Fuel Pump	ซ. ตรวจจับตำแหน่งการปิด-เปิดลิ้นเร่ง
.....9. Injector	ฌ. ตรวจจับความดันในท่อไอดี
....10. Engine Control Module	ญ. ตรวจจับอุณหภูมิอากาศที่เข้ากระบอกสูบ

ใบเฉลยแบบทดสอบที่ 7.1

(Answer Sheet No. 7.1)

ชื่อรายวิชา งานจักรยานยนต์รหัสวิชา 2101 – 2102 **หัวข้อ / งาน** ระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์

ตอนที่ 1 <u>คำสั่ง</u> **ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่ถูก และเครื่องหมาย ✕ หน้าข้อความที่ผิด**

..... ✓ .....1. ระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ที่ควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ในรถจักรยานยนต์เป็นระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงแบบ D-Jetronic โดยการวัดความดันอากาศภายในท่อไอดี

..... ✓ .....2. ตัวตรวจจับความดันในท่อไอดีในการทำงานจะเปลี่ยนระดับความดันอากาศเป็นสัญญาณทางไฟฟ้าส่งไปยังกล่อง ECM ถ้าระดับความดันในท่อไอดีสูง กล่อง ECM จะสั่งฉีดมาก

..... ✓ .....3. ตัวตรวจจับอุณหภูมิอากาศข้อมูลไปยังกล่อง ECM เพื่อประมวลผลหาระยะเวลาในการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง

.....X.....4. เมื่อลิ้นเร่งอยู่ที่ตำแหน่งปิดสุด กล่อง ECM จะสั่งฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงมาก

.....X.....5. ตัวตรวจจับความเร็วรอบเครื่องยนต์จะประมวลผลหาอัตราการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงและส่งข้อมูลไปยังหัวฉีดเพื่อสั่งฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง

..... ✓ .....6. เมื่อสตาร์ตเครื่องยนต์ ตัวตรวจจับทั้งหมดจะส่งสัญญาณมาที่กล่อง ECM เพื่อประมวลผลการสั่งจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงและกำหนดจังหวะจุดระเบิด

..... ✓ .....7. แหล่งจ่ายพลังงานของรถจักรยานยนต์ มีอยู่ด้วยกัน 2 แหล่ง คือแบตเตอรี่ และอัลเตอร์เนเตอร์

..... ✓ .....8. รหัสเดี่ยว เป็นการแสดงรหัสข้อขัดข้องแบบ 1 สัญญาณ (กระพริบสั้น)โดยการกระพริบของหลอดไฟแสดงการทำงานของเครื่องยนต์

..... ✓ .....9. รหัสคู่ เป็นการแสดงรหัสข้อขัดข้องแบบ 2 สัญญาณ (กระพริบยาว-สั้น) โดยการกระพริบของหลอดไฟแสดงการทำงานของเครื่องยนต์

.....X.....10. ระบบตรวจสอบความผิดปกติด้วยตัวเอง เมื่อเกิดปัญหาขึ้นกับตัวตรวจจับต่าง ๆ ระบบตรวจสอบจะแสดงเป็นข้อความตัวอักษร

ตอนที่ 2 จงนำตัวอักษรหน้ารูปภาพทางด้านขวามือมาเติมหน้าข้อความด้านซ้ายมือที่มีความสัมพันธ์กัน

จงบอกบอกชื่อส่วนประกอบของระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ PGM-FI ได้ถูกต้อง

.....ง.....1. กล่อง ECM

.....ค.....2. เรือนลิ้นเร่ง

.....ช.....3. ตัวตรวจจับอุณหภูมิน้ำ มันหล่อลื่นเครื่องยนต์

.....ฉ.....4. ตัวตรวจจับอุณหภูมิน้ำหล่อเย็นเครื่องยนต์

.....ซ.....5. ตัวตรวจจับออกซิเจน

.....จ.....6. ตัวตรวจจับการเอียงของรถ

.....ก.....7. หัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง

.....ข.....8. ปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิง

.....ฌ.....9. ตัวตรวจจับความเร็วรอบเครื่องยนต์

.....ญ.....10. หลอดไฟแสดงการทำงานของเครื่องยนต์

ก.

ข.

ค.

ง.

จ.

ฉ.

ช.

ซ.

ฌ.

ญ.

ตอนที่ 3 จงนำตัวอักษรหน้าข้อความทางด้านขวามือมาเติมหน้าข้อความด้านซ้ายมือที่มีความสัมพันธ์กัน

จงบอกบอกหน้าที่ส่วนประกอบของระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ ได้ถูกต้อง

……ฌ……1. MAP Sensor	ก. ฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงให้เป็นฝอยละออง
……ญ……2. IAT Sensor	ข. ควบคุมการทำงานของระบบ PGM-FI
……ซ……3. TP Sensor	ค. สร้างแรงดันน้ำมันเชื้อเพลิง
……ฉ……4. EOT Sensor	ง. ตรวจจับออกซิเจนในไอเสีย
……X……5. CKP Sensor	จ. ตรวจจับการเอียงของรถ
……ช……6. BA Sensor	ฉ. ตรวจจับอุณหภูมิน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์
……จ……7. O_2 Sensor	ช. ตรวจจับความเร็วรอบเครื่องยนต์
……ค……8. Fuel Pump	ซ. ตรวจจับตำแหน่งการปิด-เปิดลิ้นเร่ง
……ก……9. Injector	ฌ. ตรวจจับความดันในท่อไอดี
……ข……10. Engine Control Module	ญ. ตรวจจับอุณหภูมิอากาศที่เข้ากระบอกสูบ

ระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์

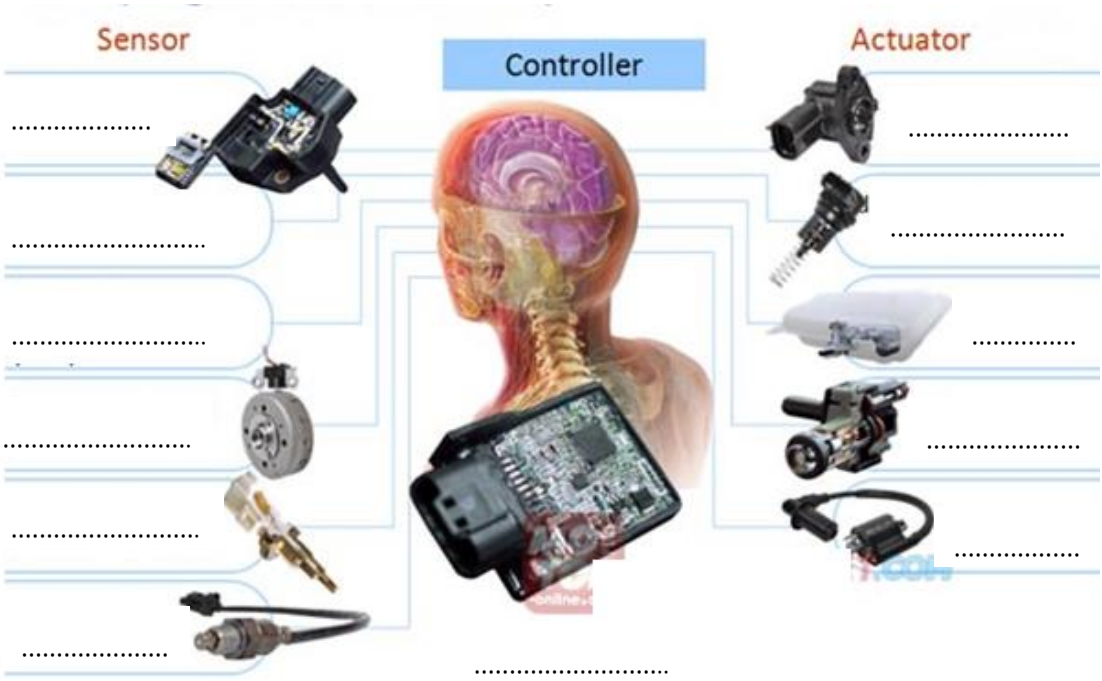
แบบฝึกหัด/ใบงานที่ 7.2
(Work Sheet No. 7.2)

ชื่อรายวิชา งานจักรยานยนต์รหัสวิชา 2101 – 2102 **หัวข้อ / งาน** ระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์

ตอนที่ 1 ระบบควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ของระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ YMJET-FI

ประกอบด้วย

หน่วยตรวจสอบ | **หน่วยควบคุม** | **อุปกรณ์ทำงาน**



ตอนที่ 2 จงเติมคำตอบในช่องว่างให้สมบูรณ์

1. เรือนลิ้นเร่ง (Throttle Body) ระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ ประกอบด้วย Sensor 3 ตัว ได้แก่
   1. ……..
   2. ……..
   3. ……..
2. ตัวตรวจจับอุณหภูมิอากาศ (Intake Air Temperature Sensor : IAT Sensor)
   ทำหน้าที่……..
   ……..
3. ตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่ง (Throttle Position Sensor : TP sensor)
   ทำหน้าที่……..
4. ตัวตรวจจับความดันในท่อไอดี (Intake Air Pressure Sensor : IAP Sensor)
   ทำหน้าที่……..
5. ตัวตรวจจับอุณหภูมิเครื่องยนต์ (Engine Temperature Sensor : ET sensor)
   ทำหน้าที่……..
6. ตัวตรวจจับปริมาณออกซิเจน (Oxygen Sensor : O_2 Sensor)
   ทำหน้าที่……..
7. ตัวตรวจจับตำแหน่งเพลาข้อเหวี่ยง (Crank Shaft Position Sensor : CKP sensor)
   ทำหน้าที่……..
8. ตัวตรวจจับความเอียงของรถ (Bank Angle Sensor : BA Sensor) หรือ Tip Over Sensor : TO Sensor
   ทำหน้าที่……..
9. หัวฉีด (Injector)
   ทำหน้าที่……..
10. หลอดไฟเช็คเครื่องยนต์ (FI-Indicator)
    ทำหน้าที่……..
11. กล่อง ECM (ECM : Engine Control Module)
    ทำหน้าที่……..
12. ลิ้นควบคุมอากาศรอบเดินเบา (Idle Speed Control Valve : ISC Valve)
    ทำหน้าที่……..

ใบเฉลยแบบทดสอบที่ 7.2

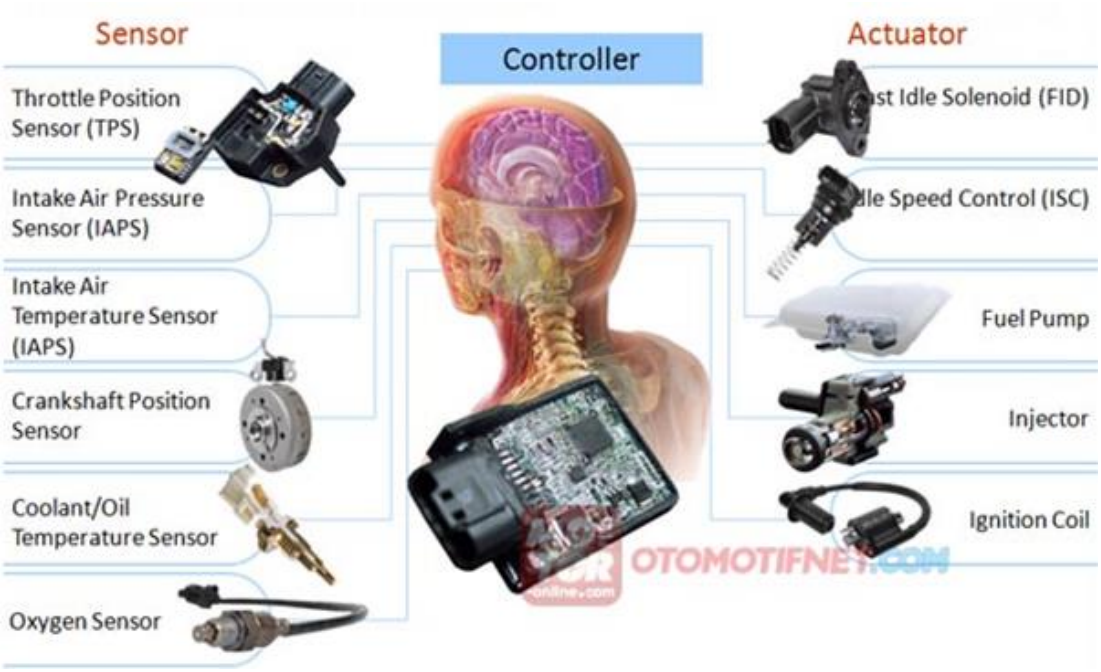
(Answer Sheet No. 7.2)

ชื่อรายวิชา งานจักรยานยนต์รหัสวิชา 2101 – 2102 **หัวข้อ / งาน** ระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์

ตอนที่ 1 ระบบควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ของระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ YMJET-FI

ประกอบด้วย

หน่วยตรวจสอบ **หน่วยควบคุม** **อุปกรณ์ทำงาน**



ตอนที่ 2 จงเติมคำตอบในช่องว่างให้สมบูรณ์

1. เรือนลิ้นเร่ง (Throttle Body) ระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ ประกอบด้วยSensor 3 ตัว ได้แก่
   1. ตัวตรวจจับอุณหภูมิอากาศ (IAT Sensor)
   2. ตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่ง (TP Sensor)
   3. ตัวตรวจจับความดันในท่อไอดี (IAP Sensor)
2. ตัวตรวจจับอุณหภูมิอากาศ (Intake Air Temperature Sensor : IAT Sensor)
   ทำหน้าที่ ตรวจวัดอุณหภูมิของอากาศที่บรรจุเข้ากระบอกสูบ ถ้าในกรณีที่อุณหภูมิของ อากาศต่ำกว่าที่กำหนดจะส่งสัญญาณให้ ECM
3. ตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่ง (Throttle Position Sensor : TP sensor)
   ทำหน้าที่ ตรวจจับตำแหน่งการเปิด-ปิดของลิ้นเร่ง แล้วเปลี่ยนสัญญาณส่งไฟให้กล่อง ECM
4. ตัวตรวจจับความดันในท่อไอดี (Intake Air Pressure Sensor : IAP Sensor)
   ทำหน้าที่ ตรวจจับความดันในท่อไอดี เพื่อวัดหาปริมาณการดูดเพื่อกำหนดเวลาในการฉีดเชื้อเพลิงขั้นพื้นฐาน
5. ตัวตรวจจับอุณหภูมิเครื่องยนต์ (Engine Temperature Sensor : ET sensor)
   ทำหน้าที่ ตรวจจับอุณหภูมิน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ เพื่อให้ทราบถึงอุณหภูมิของเครื่องยนต์และตรวจวัดสภาวะของเครื่องยนต์ในขณะขับขี่ โดยมีกล่อง ECM
6. ตัวตรวจจับปริมาณออกซิเจน (Oxygen Sensor : O_2 Sensor)
   ทำหน้าที่ ตรวจจับปริมาณออกซิเจนในไอเสีย ตรวจจับปริมาณออกซิเจนถ้ามีมากกว่าที่กำหนดจะสั่งให้ฉีดน้ำมันมากขึ้น แต่ถ้าปริมาณออกซิเจนน้อยจะให้ฉีดน้อยลง
7. ตัวตรวจจับตำแหน่งเพลาข้อเหวี่ยง (Crank Shaft Position Sensor : CKP sensor)
   ทำหน้าที่ ตรวจจับความเร็วรอบเครื่องยนต์ เพื่อกำหนดจังหวะเวลาการฉีดพื้นฐานและจุดระเบิด
8. ตัวตรวจจับความเอียงของรถ (Bank Angle Sensor : BA Sensor) หรือ Tip Over Sensor : TO Sensor
   ทำหน้าที่ ตัวตรวจจับการเอียงรถ ตัดสัญญาณการจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงและสัญญาณจุดระเบิด เมื่อ Sensor เอียงเกิน 55$\pm$5 องศา
9. หัวฉีด (Injector)
   ทำหน้าที่ทำหน้าที่ จ่ายน้ำมันเชื้อเพลิง ตามการสั่งการของกล่องควบคุม ECM
10. หลอดไฟเช็คเครื่องยนต์ (FI-Indicator)
    ทำหน้าที่ ตรวจสอบการทำงานของตัวตรวจจับต่าง ๆ เมื่อระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ตรวจพบปัญหาข้อขัดข้องหลอดไฟจะกระพริบยาวและสั้นตามรหัสปัญหาที่เกิดขึ้น

11. กล่อง ECM (ECM : Engine Control Module)

ทำหน้าที่ ควบคุมการทำงานทั้งหมดของระบบฉีดเชื้อเพลิง DCP-FI เช่นควบคุมการจุดระเบิด ควบคุมความเร็วรอบเดินเบา ควบคุมการทำงานของปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิง วินิจฉัยและประมวลผลข้อขัดข้องของอุปกรณ์ในระบบ

12. ลิ้นควบคุมอากาศรอบเดินเบา (Idle Speed Control Valve : ISC Valve)

ทำหน้าที่ ควบคุมปริมาณอากาศในจังหวะรอบเดินเบา

งานบริการ

ระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์

ใบขั้นตอนการทำงาน (Operation Sheet)

1

งานเรียกดูรหัสปัญหาข้อขัดข้องระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ PGM-FI

ใบงานที่ 7.1 งานเรียกดูรหัสปัญหาข้อขัดข้องระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ PGM-FI

สาระสำคัญ

ระบบตรวจสอบความผิดปกติที่เกิดขึ้นกับระบบ PGM-FI จะถูกบันทึกลงในหน่วยความจำ ซึ่งอยู่ในกล่อง ECM ความผิดปกติที่บันทึกนี้ไม่มีผลต่อการทำงานของระบบ PGM-FI ถ้าต้องการเรียกดูข้อมูลความผิดปกติที่เคยเกิดขึ้นสามารถทำได้ ดังนี้

จุดประสงค์

1. สามารถอ่านรหัสปัญหาข้อขัดข้องระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ได้อย่างถูกต้อง
2. สามารถเรียกดูรหัสปัญหาข้อขัดข้องระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ได้อย่างถูกต้อง
3. สามารถวิเคราะห์รหัสปัญหาได้อย่างถูกต้อง
4. การนำเสนอด้วยสื่อสังคมออนไลน์
5. มีกิจนิสัยที่ดีในปฏิบัติตน โดยมีมนุษยสัมพันธ์ มีวินัย รับผิดชอบ ซื่อสัตย์สุจริต เชื่อมั่นในตนเอง ประหยัด สนใจใฝ่รู้ ละเว้นสิ่งเสพติดและการพนัน รักสามัคคี กตัญญู คิดริเริ่มสร้างสรรค์ พึ่งตนเอง อดกลั้น มีมารยาทไทย และอื่น ๆ

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. เครื่องมือช่างทั่วไป
2. รถจักรยานยนต์
3. ชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักยานยนต์
4. โต๊ะปฏิบัติงาน หรือชั้นวางอุปกรณ์
5. ผ้าเช็ดมือ หรือถุงมือ
6. มัลติมิเตอร์แบบเข็ม
7. ดิจิตอลมัลติมิเตอร์

ใบขั้นตอนการทำงาน (Operation Sheet)

2

งานเรียกดูรหัสปัญหาข้อขัดข้องระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ PGM-FI

วัสดุอุปกรณ์/ชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์

ขั้นตอนการปฏิบัติงานการเรียกดูปัญหาในหน่วยความจำ

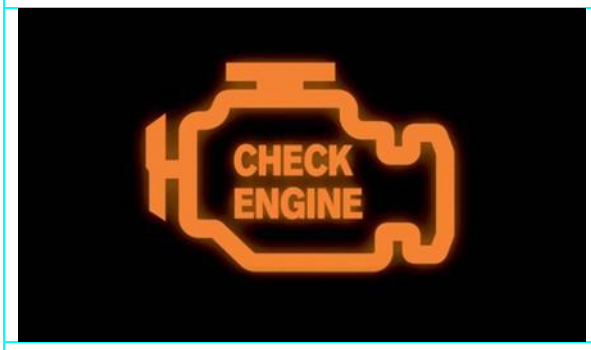
วิธีการเรียกดูปัญหาในหน่วยความจำ โดยจำลองสถานการณ์ ใช้ชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์

1. ต่อชุดสร้างสถานการณ์เข้ากับรถจักรยานยนต์

ใบขั้นตอนการทำงาน (Operation Sheet)

3

งานเรียกดูรหัสปัญหาข้อขัดข้องระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ PGM-FI

ขั้นตอนการปฏิบัติงานการเรียกดูปัญหาในหน่วยความจำ	
	2. เปิดสวิตช์ DC 12 โวลต์ เพื่อให้ไฟเลี้ยงกล่องควบคุมชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์
	3. เข้า LOG IN ที่โทรศัพท์ 4. เปิด Bluetooth เข้ารหัสด้วยรหัส EMUT 2018
	5. สถานะ การเชื่อมต่อ ตัวอักษรจะเป็นสีเขียว
	6. สตาร์ตเครื่องยนต์

ใบขั้นตอนการทำงาน (Operation Sheet)

4

งานเรียกดูรหัสปัญหาข้อขัดข้องระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ PGM-FI

ขั้นตอนการปฏิบัติงานการเรียกดูปัญหาในหน่วยความจำ	
จำลองสถานการณ์เพื่อสร้างรหัสปัญหา	
	7. กด Simulate เพื่อสร้างสถานการณ์จำลองของ MAP Sensor มีปัญหา
	8. หลอดไฟกระพริบสั้น แสดงรหัสปัญหา
	9. ดับเครื่องยนต์

ใบขั้นตอนการทำงาน (Operation Sheet)

5

งานเรียกดูรหัสปัญหาข้อขัดข้องระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ PGM-FI

ขั้นตอนการปฏิบัติงานการเรียกดูปัญหาในหน่วยความจำ

10. ปิดสวิตช์กุญแจไปที่ตำแหน่ง “OFF”
11. ถอดฝาครอบขั้วตรวจสอบ DLC ออก (Data Link Connector)

12. ต่อเครื่องมือพิเศษเข้ากับขั้วตรวจสอบ (สายสีน้ำเงิน กับ เขียว/ดำ)

ขั้นตอนการตรวจสอบการเรียกดูปัญหาในหน่วยความจำ

ผลการอ่านและวิเคราะห์รหัสปัญหา

13. เปิดสวิตช์กุญแจไปที่ตำแหน่ง “ON”
    : อ่านรหัสปัญหา.....
    : หลอดไฟ กระพริบยาวกี่..... ครั้ง
    : กระพริบสั้นกี่..... ครั้ง
    : ประเภท ○ รหัสเดี่ยว ○ รหัสคู่
    สาเหตุ.....

14. ปิดสวิตช์กุญแจไปที่ตำแหน่ง “OFF”
15. ถอดเครื่องมือพิเศษออกจากขั้วตรวจสอบ DLC

ใบขั้นตอนการทำงาน (Operation Sheet)

6

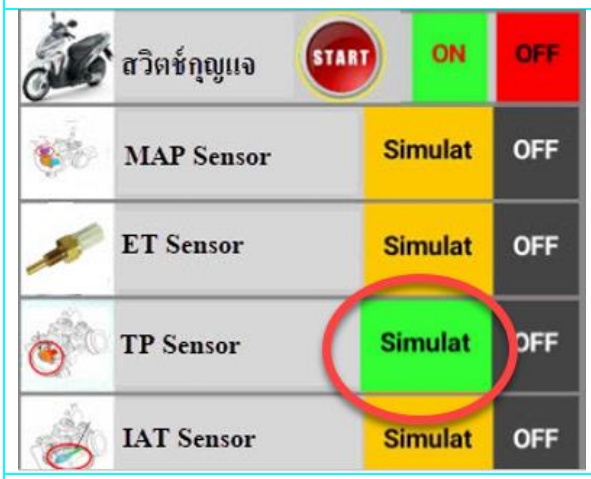
งานเรียกดูรหัสปัญหาข้อขัดข้องระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ PGM-FI

ขั้นตอนการตรวจสอบการเรียกดูปัญหาในหน่วยความจำ	
จำลองสถานการณ์เพื่อสร้างรหัสปัญหา	
	16. กด Simulate เพื่อสร้างสถานการณ์จำลองของ ET Sensor มีปัญหา
	17. หลอดไฟกระพริบสั้น แสดงรหัสปัญหา 18. ดับเครื่องยนต์ 19. ปิดสวิตช์กุญแจไปที่ตำแหน่ง “OFF” 20. ถอดฝาครอบขั้วตรวจสอบ DLC ออก (Data Link Connector) 21. ต่อเครื่องมือพิเศษเข้ากับขั้วตรวจสอบ
	ผลการอ่านและวิเคราะห์รหัสปัญหา
	22. เปิดสวิตช์กุญแจไปที่ตำแหน่ง “ON” : อ่านรหัสปัญหา..... : หลอดไฟ กระพริบยาวกี่..... ครั้ง : กระพริบสั้นกี่..... ครั้ง : ประเภท ○ รหัสเดี่ยว ○ รหัสคู่ สาเหตุ..... 23. ปิดสวิตช์กุญแจไปที่ตำแหน่ง “OFF” 24. ถอดเครื่องมือพิเศษออกจากขั้ว

ใบขั้นตอนการทำงาน (Operation Sheet)

7

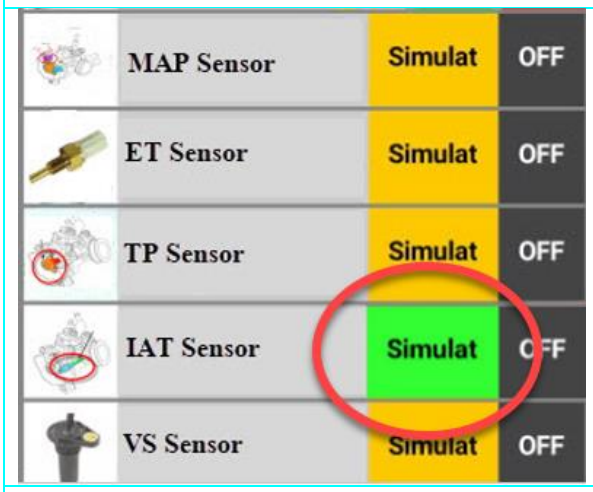
งานเรียกดูรหัสปัญหาข้อขัดข้องระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ PGM-FI

ขั้นตอนการตรวจสอบการเรียกดูปัญหาในหน่วยความจำ	
จำลองสถานการณ์เพื่อสร้างรหัสปัญหา	
	25. กด Simulate เพื่อสร้างสถานการณ์จำลองของ TP Sensor มีปัญหา
	26. หลอดไฟกระพริบสั้น แสดงรหัสปัญหา 27. ดับเครื่องยนต์ 28. ปิดสวิตช์กุญแจไปที่ตำแหน่ง “OFF” 29. ถอดฝาครอบขั้วตรวจสอบ DLC ออก (Data Link Connector) 30. ต่อเครื่องมือพิเศษเข้ากับขั้วตรวจสอบ
	ผลการอ่านและวิเคราะห์รหัสปัญหา
	31. เปิดสวิตช์กุญแจไปที่ตำแหน่ง “ON” : อ่านรหัสปัญหา..... : หลอดไฟ กระพริบยาวกี่..... ครั้ง : กระพริบสั้นกี่..... ครั้ง : ประเภท ○ รหัสเดี่ยว ○ รหัสคู่ สาเหตุ..... 32. ปิดสวิตช์กุญแจไปที่ตำแหน่ง “OFF” 33. ถอดเครื่องมือพิเศษออกจากขั้ว

ใบขั้นตอนการทำงาน (Operation Sheet)

8

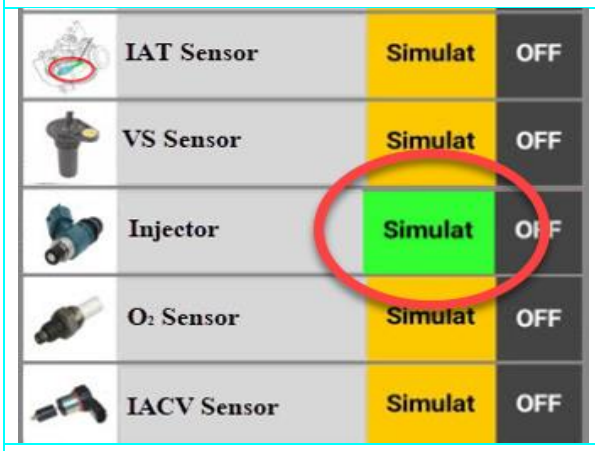
งานเรียกดูรหัสปัญหาข้อขัดข้องระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ PGM-FI

ขั้นตอนการตรวจสอบการเรียกดูปัญหาในหน่วยความจำ	
จำลองสถานการณ์เพื่อสร้างรหัสปัญหา	
	34. กด Simulate เพื่อสร้างสถานการณ์จำลองของ IAT Sensor มีปัญหา
	35. หลอดไฟกระพริบสั้น แสดงรหัสปัญหา 36. ดับเครื่องยนต์ 37. ปิดสวิตช์กุญแจไปที่ตำแหน่ง “OFF” 38. ถอดฝาครอบขั้วตรวจสอบ DLC ออก (Data Link Connector) 39. ต่อเครื่องมือพิเศษเข้ากับขั้วตรวจสอบ
	ผลการอ่านและวิเคราะห์รหัสปัญหา
	40. เปิดสวิตช์กุญแจไปที่ตำแหน่ง “ON” : อ่านรหัสปัญหา..... : หลอดไฟ กระพริบยาวกี่..... ครั้ง : กระพริบสั้นกี่..... ครั้ง : ประเภท ○ รหัสเดี่ยว ○ รหัสคู่ สาเหตุ..... 42. ปิดสวิตช์กุญแจไปที่ตำแหน่ง “OFF” 42. ถอดเครื่องมือพิเศษออกจากขั้ว

ใบขั้นตอนการทำงาน (Operation Sheet)

9

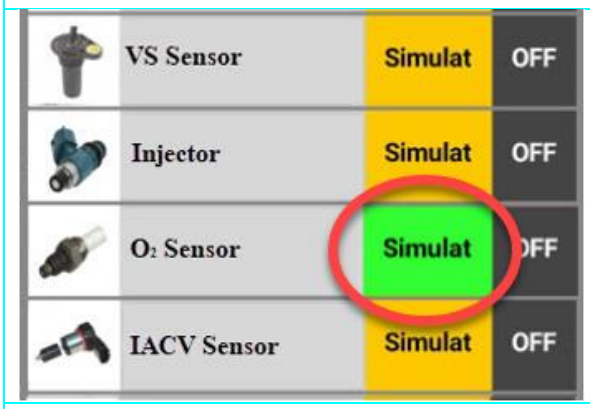
งานเรียกดูรหัสปัญหาข้อขัดข้องระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ PGM-FI

ขั้นตอนการตรวจสอบการเรียกดูปัญหาในหน่วยความจำ	
จำลองสถานการณ์เพื่อสร้างรหัสปัญหา	
	43. กด Simulate เพื่อสร้างสถานการณ์จำลองของ Injector มีปัญหา
	44. หลอดไฟกระพริบสั้น แสดงรหัสปัญหา 45. ดับเครื่องยนต์ 46. ปิดสวิตช์กุญแจไปที่ตำแหน่ง “OFF” 47. ถอดฝาครอบขั้วตรวจสอบ DLC ออก (Data Link Connector) 48. ต่อเครื่องมือพิเศษเข้ากับขั้วตรวจสอบ
	ผลการอ่านและวิเคราะห์รหัสปัญหา
	49. เปิดสวิตช์กุญแจไปที่ตำแหน่ง “ON” : อ่านรหัสปัญหา..... : หลอดไฟ กระพริบยาวกี่..... ครั้ง : กระพริบสั้นกี่..... ครั้ง : ประเภท ○ รหัสเดี่ยว ○ รหัสคู่ สาเหตุ..... 50. ปิดสวิตช์กุญแจไปที่ตำแหน่ง “OFF” 51. ถอดเครื่องมือพิเศษออกจากขั้ว

ใบขั้นตอนการทำงาน (Operation Sheet)

10

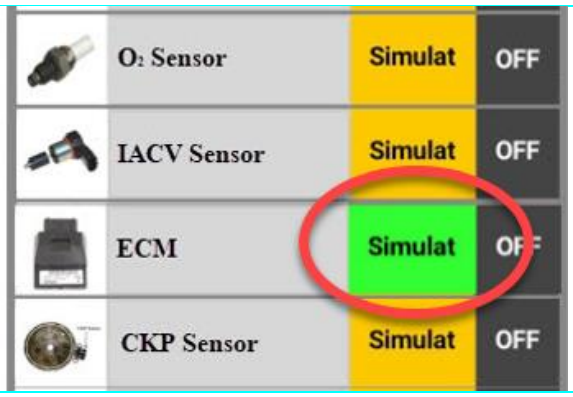
งานเรียกดูรหัสปัญหาข้อขัดข้องระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ PGM-FI

ขั้นตอนการตรวจสอบการเรียกดูปัญหาในหน่วยความจำ	
จำลองสถานการณ์เพื่อสร้างรหัสปัญหา	
	52. กด Simulate เพื่อสร้างสถานการณ์จำลองของ O_2 Sensor มีปัญหา
	53. หลอดไฟกระพริบสั้น แสดงรหัสปัญหา 54. ดับเครื่องยนต์ 55. ปิดสวิตช์กุญแจไปที่ตำแหน่ง “OFF” 56. ถอดฝาครอบขั้วตรวจสอบ DLC ออก (Data Link Connector) 57. ต่อเครื่องมือพิเศษเข้ากับขั้วตรวจสอบ
	ผลการอ่านและวิเคราะห์รหัสปัญหา
	58. เปิดสวิตช์กุญแจไปที่ตำแหน่ง “ON” : อ่านรหัสปัญหา..... : หลอดไฟ กระพริบยาวกี่..... ครั้ง : กระพริบสั้นกี่..... ครั้ง : ประเภท ○ รหัสเดี่ยว ○ รหัสคู่ สาเหตุ..... 59. ปิดสวิตช์กุญแจไปที่ตำแหน่ง “OFF” 60. ถอดเครื่องมือพิเศษออกจากขั้ว

ใบขั้นตอนการทำงาน (Operation Sheet)

11

งานเรียกดูรหัสปัญหาข้อขัดข้องระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ PGM-FI

ขั้นตอนการตรวจสอบการเรียกดูปัญหาในหน่วยความจำ	
จำลองสถานการณ์เพื่อสร้างรหัสปัญหา	
	61. กด Simulate เพื่อสร้างสถานการณ์จำลองของ ECM มีปัญหา
	62. หลอดไฟกระพริบสั้น แสดงรหัสปัญหา 63. ดับเครื่องยนต์ 64. ปิดสวิตช์กุญแจไปที่ตำแหน่ง “OFF” 65. ถอดฝาครอบขั้วตรวจสอบ DLC ออก (Data Link Connector) 66. ต่อเครื่องมือพิเศษเข้ากับขั้วตรวจสอบ
	ผลการอ่านและวิเคราะห์รหัสปัญหา
	67. เปิดสวิตช์กุญแจไปที่ตำแหน่ง “ON” : อ่านรหัสปัญหา..... : หลอดไฟ กระพริบยาวกี่..... ครั้ง : กระพริบสั้นกี่..... ครั้ง : ประเภท ○ รหัสเดี่ยว ○ รหัสคู่ สาเหตุ..... 68. ปิดสวิตช์กุญแจไปที่ตำแหน่ง “OFF” 69. ถอดเครื่องมือพิเศษออกจากขั้ว

	ใบสั่งงานที่ 7.1 **(Job Sheet No. 7.1)**			
	ชื่อรายวิชา	งานจักรยานยนต์ รหัสวิชา 2101 – 2102	หน้าที่	1
หัวข้อ / งาน	งานเรียกดูรหัสปัญหาข้อขัดข้องระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ PGM-FI			

วัสดุอุปกรณ์/ชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิง	คำสั่ง	ให้นักเรียน
	1	เรียกดูรหัสปัญหาข้อขัดข้องระบบฉีด
	2	ฝึกอ่านรหัสปัญหาข้อขัดข้องระบบฉีด
	3	ทำความสะอาดพื้นที่บริเวณฝึกงาน
	4	บันทึกลำดับขั้นตอนการปฏิบัติงาน
		เป็นรูปและ VDO เพื่อนำเสนอ

จุดพิจารณา	ผลการปฏิบัติงาน		หมายเหตุ
	ถูกต้อง	ไม่ถูกต้อง	
1. มีผ้าเช็ดมือ หรือถุงมือสวมใส่ (ต้องสะอาด)			
2. ขั้นตอนการอ่านรหัสปัญหาข้อขัดข้องครั้งที่ 1 ถูกต้อง			
3. ขั้นตอนการอ่านรหัสปัญหาข้อขัดข้องครั้งที่ 2 ถูกต้อง			
4. ขั้นตอนการอ่านรหัสปัญหาข้อขัดข้องครั้งที่ 3 ถูกต้อง			
5. ขั้นตอนการอ่านรหัสปัญหาข้อขัดข้องครั้งที่ 4 ถูกต้อง			
6. ขั้นตอนการอ่านรหัสปัญหาข้อขัดข้องครั้งที่ 5 ถูกต้อง			
7. ขั้นตอนการอ่านรหัสปัญหาข้อขัดข้องครั้งที่ 6 ถูกต้อง			
8. ขั้นตอนการอ่านรหัสปัญหาข้อขัดข้องครั้งที่ 7 ถูกต้อง			
9. มีการทำความสะอาด วัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ หรือ			
บริเวณที่ฝึกปฏิบัติงาน			
10. นำเสนอขั้นตอนการปฏิบัติงานและลง Facebook			
งานจักรยานยนต์			
รวม	10		

ชื่อนักเรียน		ผู้ควบคุม	
ชั้น/กลุ่ม		วันที่	

	ใบตรวจงานที่ 7.1 **(Check Sheet No. 7.1)**			
	ชื่อรายวิชา	งานจักรยานยนต์ รหัสวิชา 2101 – 2102	หน้าที่	1
หัวข้อ / งาน	งานเรียกดูรหัสปัญหาข้อขัดข้องระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ PGM-FI			

วัสดุอุปกรณ์/ชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิง	คำสั่ง	ให้นักเรียน
	1	เรียกดูรหัสปัญหาข้อขัดข้องระบบฉีด
	2	ฝึกอ่านรหัสปัญหาข้อขัดข้องระบบฉีด
	3	ทำความสะอาดพื้นที่บริเวณฝึกงาน
	4	บันทึกลำดับขั้นตอนการปฏิบัติงาน
		เป็นรูปและ VDO เพื่อนำเสนอ

จุดพิจารณา	ผลการปฏิบัติงาน		หมายเหตุ
	ถูกต้อง	ไม่ถูกต้อง	
1. มีผ้าเช็ดมือ หรือถุงมือสวมใส่ (ต้องสะอาด)	1	0	
2. ขั้นตอนการอ่านรหัสปัญหาข้อขัดข้องครั้งที่ 1 ถูกต้อง	1	0	
3. ขั้นตอนการอ่านรหัสปัญหาข้อขัดข้องครั้งที่ 2 ถูกต้อง	1	0	
4. ขั้นตอนการอ่านรหัสปัญหาข้อขัดข้องครั้งที่ 3 ถูกต้อง	1	0	
5. ขั้นตอนการอ่านรหัสปัญหาข้อขัดข้องครั้งที่ 4 ถูกต้อง	1	0	
6. ขั้นตอนการอ่านรหัสปัญหาข้อขัดข้องครั้งที่ 5 ถูกต้อง	1	0	
7. ขั้นตอนการอ่านรหัสปัญหาข้อขัดข้องครั้งที่ 6 ถูกต้อง	1	0	
8. ขั้นตอนการอ่านรหัสปัญหาข้อขัดข้องครั้งที่ 7 ถูกต้อง	1	0	
9. มีการทำความสะอาด วัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ หรือ	1	0	
บริเวณที่ฝึกปฏิบัติงาน			
10. นำเสนอขั้นตอนการปฏิบัติงานและลง Facebook	1	0	
งานจักรยานยนต์			
รวม	10		

ชื่อนักเรียน		ผู้ควบคุม	
ชั้น/กลุ่ม		วันที่	

ใบขั้นตอนการทำงาน (Operation Sheet) 1

งานลบข้อมูลรหัสปัญหาข้อขัดข้องระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ PGM-FI

ใบงานที่ 7.2 งานลบข้อมูลรหัสปัญหาข้อขัดข้องระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ PGM-FI

สาระสำคัญ

การลบข้อมูลรหัสปัญหาข้อขัดข้องระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ PGM-FI จะช่วยอำนวยความสะดวกในการตรวจซ่อมรถจักรยานยนต์ เพราะว่ารหัสปัญหาข้อขัดข้องจะถูกบันทึกลงในหน่วยความจำซึ่งอยู่ในกล่อง ECM หลังจากการซ่อมแล้วต้องลบรหัสข้อมูลออกจากกล่อง ECM สามารถทำได้ ดังนี้

จุดประสงค์

1. สามารถลบข้อมูลรหัสปัญหาข้อขัดข้องระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ได้อย่างถูกต้อง
2. สามารถวิเคราะห์รหัสปัญหาได้อย่างถูกต้อง
3. การนำเสนอด้วยสื่อสังคมออนไลน์
4. มีกิจนิสัยที่ดีในปฏิบัติตน โดยมีมนุษยสัมพันธ์ มีวินัย รับผิดชอบ ซื่อสัตย์สุจริต เชื่อมั่นในตนเอง ประหยัด สนใจ ใฝ่รู้ ละเว้นสิ่งเสพติดและการพนัน รักสามัคคี กตัญญู คิดริเริ่มสร้างสรรค์ พึ่งตนเอง อดกลั้น มีมารยาทไทย และอื่น ๆ

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. เครื่องมือช่างทั่วไป
2. รถจักรยานยนต์
3. ชุดฝึกระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์
4. โต๊ะปฏิบัติงาน หรือชั้นวางอุปกรณ์
5. ผ้าเช็ดมือ หรือถุงมือ
6. มัลติมิเตอร์แบบเข็ม
7. ดิจิตอลมัลติมิเตอร์

ใบขั้นตอนการทำงาน (Operation Sheet)

2

งานลบข้อมูลรหัสปัญหาข้อขัดข้องระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ PGM-FI

วัสดุอุปกรณ์/ชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์

ขั้นตอนการปฏิบัติงานการลบข้อมูลรหัสปัญหาข้อขัดข้อง	
จำลองสถานการณ์เพื่อสร้างรหัสปัญหา	
	1. กด Simulate เพื่อสร้างสถานการณ์จำลองของ MAP Sensor มีปัญหา

ใบขั้นตอนการทำงาน (Operation Sheet)

3

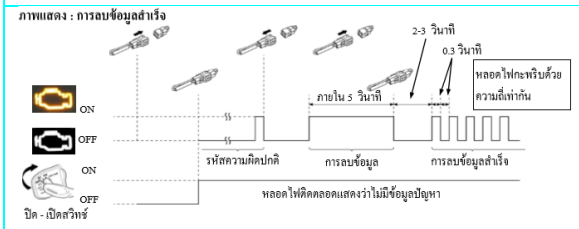
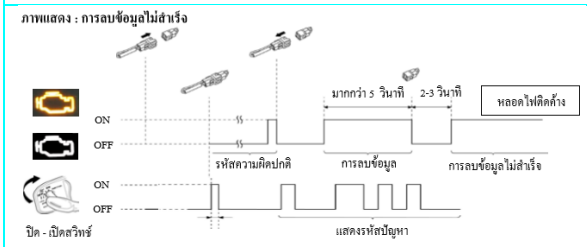
งานลบข้อมูลรหัสปัญหาข้อขัดข้องระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ PGM-FI

ขั้นตอนการปฏิบัติงานการลบข้อมูลรหัสปัญหาข้อขัดข้อง	
	2. หลอดไฟกระพริบสั้น แสดงรหัสปัญหา
	3. ดับเครื่องยนต์
ขั้นตอนการตรวจสอบการลบข้อมูลรหัสปัญหาข้อขัดข้อง	
	ทดลองลบข้อมูลรหัสปัญหาข้อขัดข้อง
	4. ปิดสวิตช์กุญแจไปที่ตำแหน่ง “OFF” 5. ถอดฝาครอบขั้วตรวจสอบ DLC ออก (Data Link Connector) 6. ต่อเครื่องมือพิเศษเข้ากับขั้วตรวจสอบ (สายสีน้ำเงิน กับ เขียว/ดำ)

ใบขั้นตอนการทำงาน (Operation Sheet)

4

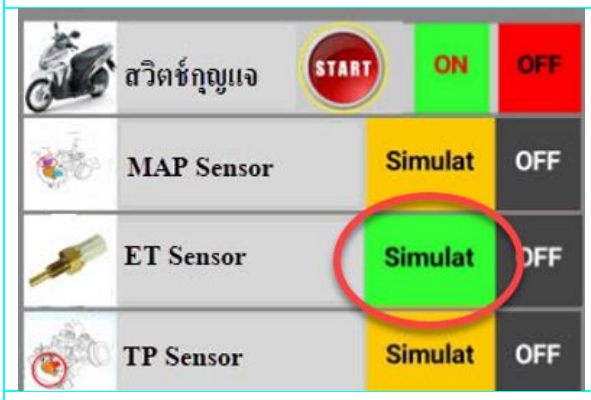
งานลบข้อมูลรหัสปัญหาข้อขัดข้องระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ PGM-FI

ขั้นตอนการตรวจสอบการลบข้อมูลรหัสปัญหาข้อขัดข้อง	
	ทดลองลบข้อมูลรหัสปัญหาข้อขัดข้อง
	7. เปิดสวิตช์กุญแจไปที่ตำแหน่ง “ON” 8. ถอดเครื่องมือพิเศษออกจากขั้ว ตรวจสอบ และต่อเครื่องมือพิเศษเข้ากับขั้วตรวจสอบอีกครั้งภายใน 5 วินาที
	9. รูปแบบการลบข้อมูล “สำเร็จ” ถ้าหลอดไฟแสดงความผิดปกติดับ แล้วกะพริบต่อเนื่อง แสดงว่าข้อมูลปัญหาถูกลบแล้ว
	10. รูปแบบการลบข้อมูล “ไม่สำเร็จ” ถ้าหลอดไฟแสดงความผิดปกติดับ แล้วติดค้าง แสดงว่าข้อมูลปัญหาถูกลบแล้ว
	11. หลอดไฟ ○ กระพริบสั้นอย่างต่อเนื่อง ○ ติดค้าง : แสดงว่าการลบข้อมูล ○ สำเร็จ ○ ไม่สำเร็จ

ใบขั้นตอนการทำงาน (Operation Sheet)

5

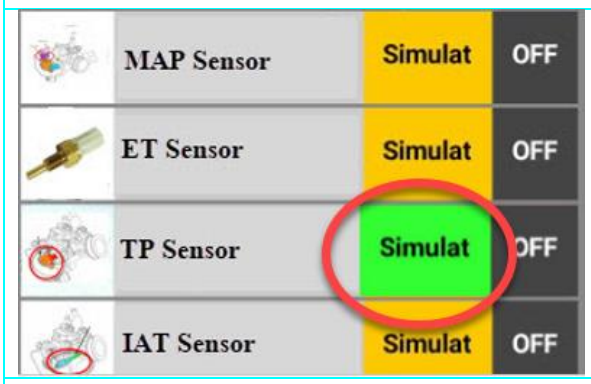
งานลบข้อมูลรหัสปัญหาข้อขัดข้องระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ PGM-FI

ขั้นตอนการตรวจสอบการลบข้อมูลรหัสปัญหาข้อขัดข้อง	
	ทดลองลบข้อมูลรหัสปัญหาข้อขัดข้อง
	12. กด Simulate เพื่อสร้างสถานการณ์จำลองของ ET Sensor มีปัญหา
	13. หลอดไฟกระพริบสั้น แสดงรหัสปัญหา 14. ดับเครื่องยนต์ 15. ปิดสวิตช์กุญแจไปที่ตำแหน่ง “OFF” 16. ถอดฝาครอบขั้วตรวจสอบ DLC ออก Data Link Connector) 17. ต่อเครื่องมือพิเศษเข้ากับขั้วตรวจสอบ (สายสีน้ำเงิน กับ เขียว/ดำ)
	18. เปิดสวิตช์กุญแจไปที่ตำแหน่ง “ON” 19. ถอดเครื่องมือพิเศษออกจากขั้วตรวจสอบ และต่อเครื่องมือพิเศษเข้ากับขั้วตรวจสอบอีกครั้งภายใน 5 วินาที : หลอดไฟ ○ กระพริบสั้นอย่างต่อเนื่อง ○ ติดค้าง : แสดงว่าการลบข้อมูล ○ สำเร็จ ○ ไม่สำเร็จ

ใบขั้นตอนการทำงาน (Operation Sheet)

6

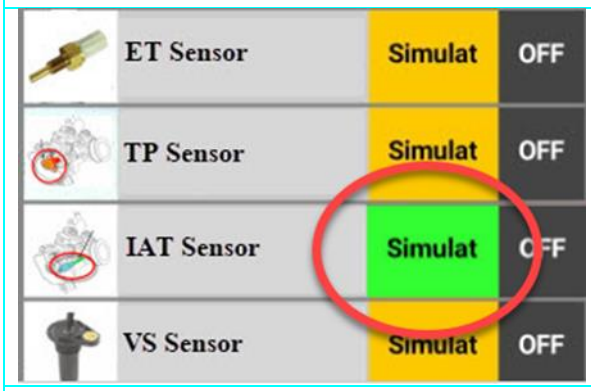
งานลบข้อมูลรหัสปัญหาข้อขัดข้องระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ PGM-FI

ขั้นตอนการตรวจสอบการลบข้อมูลรหัสปัญหาข้อขัดข้อง	
	ทดลองลบข้อมูลรหัสปัญหาข้อขัดข้อง
	20. กด Simulate เพื่อสร้างสถานการณ์จำลองของ TP Sensor มีปัญหา
	22. หลอดไฟกระพริบสั้น แสดงรหัสปัญหา 23. ดับเครื่องยนต์ 24. ปิดสวิตช์กุญแจไปที่ตำแหน่ง “OFF” 25. ถอดฝาครอบขั้วตรวจสอบ DLC ออก (Data Link Connector) 26. ต่อเครื่องมือพิเศษเข้ากับขั้วตรวจสอบ (สายสีน้ำเงิน กับ เขียว/ดำ)
	27. เปิดสวิตช์กุญแจไปที่ตำแหน่ง “ON” 28. ถอดเครื่องมือพิเศษออกจากขั้วตรวจสอบ และต่อเครื่องมือพิเศษเข้ากับขั้วตรวจสอบอีกครั้งภายใน 5 วินาที : หลอดไฟ ○ กระพริบสั้นอย่างต่อเนื่อง ○ ติดค้าง : แสดงว่าการลบข้อมูล ○ สำเร็จ ○ ไม่สำเร็จ

ใบขั้นตอนการทำงาน (Operation Sheet)

7

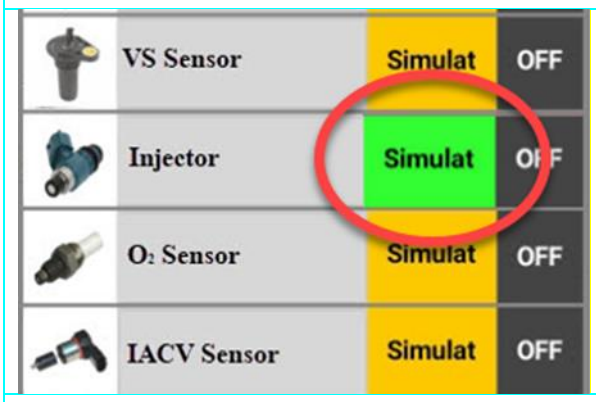
งานลบข้อมูลรหัสปัญหาข้อขัดข้องระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ PGM-FI

ขั้นตอนการตรวจสอบการลบข้อมูลรหัสปัญหาข้อขัดข้อง	
	ทดลองลบข้อมูลรหัสปัญหาข้อขัดข้อง
	29. กด Simulate เพื่อสร้างสถานการณ์จำลองของ TP Sensor มีปัญหา
	30. หลอดไฟกระพริบสั้น แสดงรหัสปัญหา 31. ดับเครื่องยนต์ 32. ปิดสวิตช์กุญแจไปที่ตำแหน่ง “OFF” 33. ถอดฝาครอบขั้วตรวจสอบ DLC ออก Data Link Connector) 34. ต่อเครื่องมือพิเศษ เข้ากับขั้วตรวจสอบ (สายสีน้ำเงิน กับ เขียว/ดำ)
	35. เปิดสวิตช์กุญแจไปที่ตำแหน่ง “ON” 36. ถอดเครื่องมือพิเศษออกจากขั้วตรวจสอบ และต่อเครื่องมือพิเศษเข้ากับขั้วตรวจสอบอีกครั้งภายใน 5 วินาที : หลอดไฟ ○ กระพริบสั้นอย่างต่อเนื่อง ○ ติดค้าง : แสดงว่าการลบข้อมูล ○สำเร็จ ○ไม่สำเร็จ

ใบขั้นตอนการทำงาน (Operation Sheet)

8

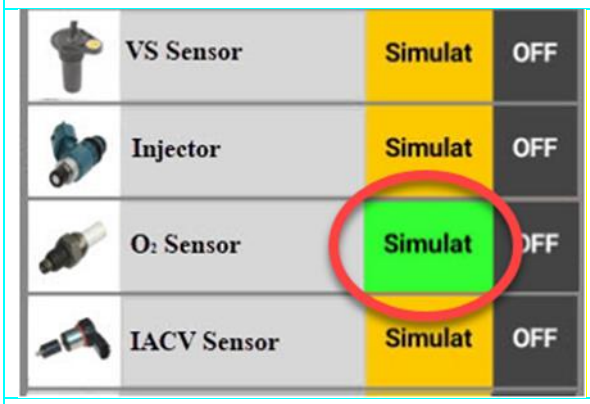
งานลบข้อมูลรหัสปัญหาข้อขัดข้องระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ PGM-FI

ขั้นตอนการตรวจสอบการลบข้อมูลรหัสปัญหาข้อขัดข้อง	
	ทดลองลบข้อมูลรหัสปัญหาข้อขัดข้อง
	37. กด Simulate เพื่อสร้างสถานการณ์จำลองของ Injector มีปัญหา
	38. หลอดไฟกระพริบสั้น แสดงรหัสปัญหา 39. ดับเครื่องยนต์ 40. ปิดสวิตช์กุญแจไปที่ตำแหน่ง “OFF” 41. ถอดฝาครอบขั้วตรวจสอบ DLC ออก (Data Link Connector) 42. ต่อเครื่องมือพิเศษ เข้ากับขั้วตรวจสอบ (สายสีน้ำเงิน กับ เขียว/ดำ)
	43. เปิดสวิตช์กุญแจไปที่ตำแหน่ง “ON” 44. ถอดเครื่องมือพิเศษออกจากขั้วตรวจสอบ และต่อเครื่องมือพิเศษเข้ากับขั้วตรวจสอบอีกครั้งภายใน 5 วินาที : หลอดไฟ ○ กระพริบสั้นอย่างต่อเนื่อง ○ ติดค้าง : แสดงว่าการลบข้อมูล ○ สำเร็จ ○ ไม่สำเร็จ

ใบขั้นตอนการทำงาน (Operation Sheet)

9

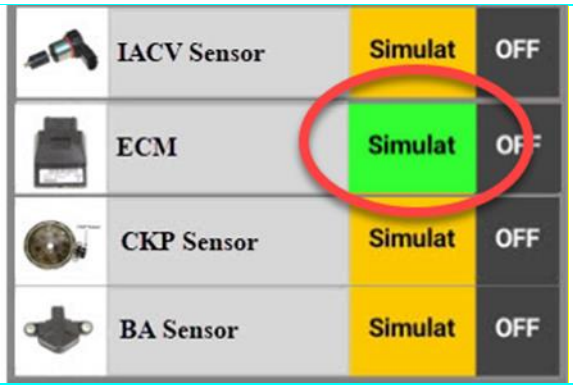
งานลบข้อมูลรหัสปัญหาข้อขัดข้องระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ PGM-FI

ขั้นตอนการตรวจสอบการลบข้อมูลรหัสปัญหาข้อขัดข้อง	
	ทดลองลบข้อมูลรหัสปัญหาข้อขัดข้อง
	45. กด Simulate เพื่อสร้างสถานการณ์จำลองของ O2 Sensor มีปัญหา
	46. หลอดไฟกระพริบสั้น แสดงรหัสปัญหา 47. ดับเครื่องยนต์ 48. ปิดสวิตช์กุญแจไปที่ตำแหน่ง “OFF” 49. ถอดฝาครอบขั้วตรวจสอบ DLC ออก (Data Link Connector) 50. ต่อเครื่องมือพิเศษเข้ากับขั้วตรวจสอ (สายสีน้ำเงิน กับ เขียว/ดำ)
	51. เปิดสวิตช์กุญแจไปที่ตำแหน่ง “ON” 52. ถอดเครื่องมือพิเศษออกจากขั้วตรวจสอบ และต่อเครื่องมือพิเศษเข้ากับขั้วตรวจสอบอีกครั้งภายใน 5 วินาที : หลอดไฟ ○ กระพริบสั้นอย่างต่อเนื่อง ○ ติดค้าง : แสดงว่าการลบข้อมูล ○ สำเร็จ ○ ไม่สำเร็จ

ใบขั้นตอนการทำงาน (Operation Sheet)

10

งานลบข้อมูลรหัสปัญหาข้อขัดข้องระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ PGM-FI

ขั้นตอนการตรวจสอบการลบข้อมูลรหัสปัญหาข้อขัดข้อง	
	ทดลองลบข้อมูลรหัสปัญหาข้อขัดข้อง
	53. กด Simulate เพื่อสร้างสถานการณ์จำลองของ ECM มีปัญหา
	54. หลอดไฟกระพริบสั้น แสดงรหัสปัญหา 55. ดับเครื่องยนต์ 56. ปิดสวิตช์กุญแจไปที่ตำแหน่ง “OFF” 57. ถอดฝาครอบขั้วตรวจสอบ DLC ออก Data Link Connector) 58. ต่อเครื่องมือพิเศษ เข้ากับขั้วตรวจสอบ (สายสีน้ำเงิน กับ เขียว/ดำ)
	59. เปิดสวิตช์กุญแจไปที่ตำแหน่ง “ON” 60. ถอดเครื่องมือพิเศษออกจากขั้วตรวจสอบ และต่อเครื่องมือพิเศษเข้ากับขั้วตรวจสอบอีกครั้งภายใน 5 วินาที : หลอดไฟ ○ กระพริบสั้นอย่างต่อเนื่อง ○ ติดค้าง : แสดงว่าการลบข้อมูล ○ สำเร็จ ○ ไม่สำเร็จ

	ใบสั่งงานที่ 7.2 **(Job Sheet No. 7.2)**			
	ชื่อรายวิชา	งานจักรยานยนต์ รหัสวิชา 2101 – 2102	หน้าที่	1
หัวข้อ / งาน	งานลบข้อมูลรหัสปัญหาข้อขัดข้องระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ PGM-FI			

วัสดุอุปกรณ์/ชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงฯ	คำสั่ง	ให้นักเรียน
	1	ลบข้อมูลรหัสปัญหาข้อขัดข้องระบบฉีด
		เชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ PGM-FI
	2	ทำความสะอาดพื้นที่บริเวณฝึกงาน
	3	บันทึกลำดับขั้นตอนการปฏิบัติงาน
		เป็นรูปและ VDO เพื่อนำเสนอ

จุดพิจารณา	ผลการปฏิบัติงาน		หมายเหตุ
	ถูกต้อง	ไม่ถูกต้อง	
1. มีผ้าเช็ดมือ หรือถุงมือสวมใส่ (ต้องสะอาด)			
2. ขั้นตอนการถอดขั้วตรวจสอบ DLC ถูกต้อง			
3. ขั้นตอนการต่อปลั๊กสายไฟเข้ากับขั้วตรวจสอบถูกต้อง			
4. ขั้นตอนการลบรหัสปัญหาข้อขัดข้อง ครั้งที่ 1 ถูกต้อง			
5. ขั้นตอนการลบรหัสปัญหาข้อขัดข้อง ครั้งที่ 2 ถูกต้อง			
6. ขั้นตอนการลบรหัสปัญหาข้อขัดข้อง ครั้งที่ 3 ถูกต้อง			
7. ขั้นตอนการลบรหัสปัญหาข้อขัดข้อง ครั้งที่ 4-5 ถูกต้อง			
8. ขั้นตอนการลบรหัสปัญหาข้อขัดข้อง ครั้งที่ 6-7 ถูกต้อง			
9. มีการทำความสะอาด วัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ หรือ			
บริเวณที่ฝึกปฏิบัติงาน			
10. นำเสนอขั้นตอนการปฏิบัติงานและลง Facebook			
งานจักรยานยนต์			
รวม	10		

ชื่อนักเรียน		ผู้ควบคุม	
ชั้น/กลุ่ม		วันที่	

	ใบตรวจงานที่ 7.2 **(Check Sheet No. 7.2)**			
	ชื่อรายวิชา	งานจักรยานยนต์ รหัสวิชา 2101 – 2102	หน้าที่	1
หัวข้อ / งาน	งานลบข้อมูลรหัสปัญหาข้อขัดข้องระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ PGM-FI			

วัสดุอุปกรณ์/ชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงฯ	คำสั่ง	ให้นักเรียน
	1	ลบข้อมูลรหัสปัญหาข้อขัดข้องระบบฉีด
		เชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ PGM-FI
	2	ทำความสะอาดพื้นที่บริเวณฝึกงาน
	3	บันทึกลำดับขั้นตอนการปฏิบัติงาน
		เป็นรูปและ VDO เพื่อนำเสนอ

จุดพิจารณา	ผลการปฏิบัติงาน		หมายเหตุ
	ถูกต้อง	ไม่ถูกต้อง	
1. มีผ้าเช็ดมือ หรือถุงมือสวมใส่ (ต้องสะอาด)	1	0	
2. ขั้นตอนการถอดขั้วตรวจสอบ DLC ถูกต้อง	1	0	
3. ขั้นตอนการต่อปลั๊กสายไฟเข้ากับขั้วตรวจสอบถูกต้อง	1	0	
4. ขั้นตอนการลบรหัสปัญหาข้อขัดข้อง ครั้งที่ 1 ถูกต้อง	1	0	
5. ขั้นตอนการลบรหัสปัญหาข้อขัดข้อง ครั้งที่ 2 ถูกต้อง	1	0	
6. ขั้นตอนการลบรหัสปัญหาข้อขัดข้อง ครั้งที่ 3 ถูกต้อง	1	0	
7. ขั้นตอนการลบรหัสปัญหาข้อขัดข้อง ครั้งที่ 4-5 ถูกต้อง	1	0	
8. ขั้นตอนการลบรหัสปัญหาข้อขัดข้อง ครั้งที่ 6-7 ถูกต้อง	1	0	
9. มีการทำความสะอาด วัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ หรือ	1	0	
บริเวณที่ฝึกปฏิบัติงาน			
10. นำเสนอขั้นตอนการปฏิบัติงานและลง Facebook	1	0	
งานจักรยานยนต์			
รวม	10		

ชื่อนักเรียน		ผู้ควบคุม	
ชั้น/กลุ่ม		วันที่	

ใบขั้นตอนการทำงาน (Operation Sheet) 1

งานการปรับตั้งตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่ง TP Sensor

ใบงานที่ 7.3 งานการปรับตั้งตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่ง TP Sensor

สาระสำคัญ

การปรับตั้งตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่ง หลังจากมีการถอด-ประกอบชุดเซนเซอร์ ต้องทำการปรับตั้งตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่งทุกครั้ง และต้องแน่ใจว่าไม่มีข้อมูลรหัสข้อขัดข้องจัดเก็บอยู่ในกล่อง ECM ถ้ามีข้อมูลรหัสข้อขัดข้องจัดเก็บอยู่ในกล่อง ECM จะไม่สามารถปรับตั้งตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่งได้

จุดประสงค์

1. สามารถปรับตั้งตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่งได้อย่างถูกต้อง
2. สามารถเรียกดูข้อมูลแสดงความผิดปกติที่เคยเกิดขึ้นได้อย่างถูกต้อง
3. การนำเสนอด้วยสื่อสังคมออนไลน์
4. มีกิจนิสัยที่ดีในปฏิบัติตน โดยมีมนุษยสัมพันธ์ มีวินัย รับผิดชอบ ซื่อสัตย์สุจริต เชื่อมั่นในตนเอง ประหยัด สนใจ ใฝ่รู้ ละเว้นสิ่งเสพติดและการพนัน รักสามัคคี กตัญญู คิดริเริ่มสร้างสรรค์ พึ่งตนเอง อดกลั้น มีมารยาทไทย และอื่น ๆ

เครื่องมือและอุปกรณ์

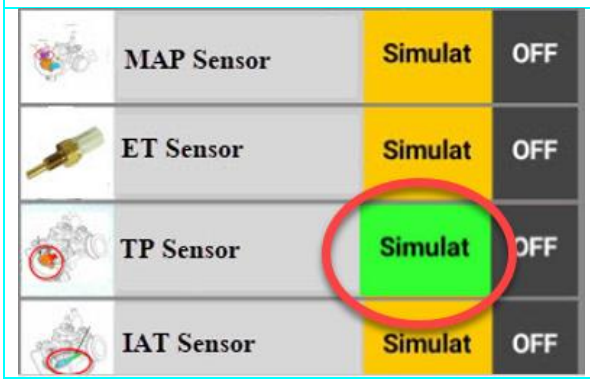
1. เครื่องมือช่างทั่วไป
2. รถจักรยานยนต์
3. ชุดฝึกระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์
4. โต๊ะปฏิบัติงาน หรือชั้นวางอุปกรณ์
5. ผ้าเช็ดมือ หรือถุงมือ
6. มัลติมิเตอร์แบบเข็ม
7. ดิจิตอลมัลติมิเตอร์

ใบขั้นตอนการทำงาน (Operation Sheet)

2

งานการปรับตั้งตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่ง TP Sensor

วัสดุอุปกรณ์/ชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์

ขั้นตอนการปฏิบัติงานการปรับตั้งตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่ง	
จำลองสถานการณ์เพื่อสร้างรหัสปัญหา	
	1. กด Simulate เพื่อสร้างสถานการณ์จำลองของ TP Sensor มีปัญหา

ใบขั้นตอนการทำงาน (Operation Sheet)

3

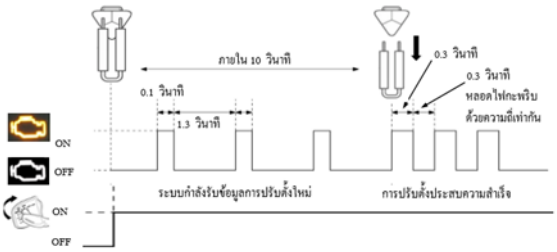
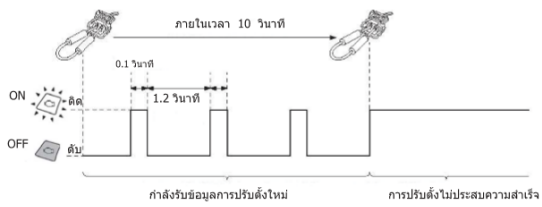
งานการปรับตั้งตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่ง TP Sensor

ขั้นตอนการปฏิบัติงานการปรับตั้งตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่ง	
	2. หลอดไฟกระพริบสั้น แสดงรหัสปัญหา
	3. ดับเครื่องยนต์
ขั้นตอนตรวจสอบการปรับตั้งตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่ง	
	ทดลองปรับตั้งตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่ง
	4. ปิดสวิตช์กุญแจไปที่ตำแหน่ง “OFF” 5. ถอดฝาครอบขั้วตรวจสอบ DLC ออก (Data Link Connector) 6. ต่อเครื่องมือพิเศษเข้ากับขั้วตรวจสอบ (สายสีน้ำเงิน กับ เขียว/ดำ)

ใบขั้นตอนการทำงาน (Operation Sheet)

4

งานการปรับตั้งตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่ง TP Sensor

ขั้นตอนตรวจสอบการปรับตั้งตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่ง	
	ทดลองปรับตั้งตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่ง
	7. ถอดขั้วต่อตัวตรวจจับอุณหภูมิน้ำมันเครื่อง แล้วช็อตขั้วด้วยสายพ่วง
	9. บิดสวิตช์กุญแจไปตำแหน่ง “ON” 10. ถอดสายไฟที่ช็อตขั้วของตัวตรวจจับอุณหภูมิน้ำมันเครื่องออกภายในเวลา 10 วินาที
แสดงหลอดไฟกระพริบ “การปรับตั้งสำเร็จ” 	11. รูปแบบการปรับตั้งตำแหน่งลิ้นเร่ง “สำเร็จ” หลอดไฟแสดงการทำงานจะกระพริบ
แสดงหลอดไฟกระพริบ “การปรับตั้งไม่สำเร็จ” 	12. รูปแบบการปรับตั้งตำแหน่งลิ้นเร่ง “ไม่สำเร็จ” หลอดไฟแสดงการทำงานจะติดค้าง

ใบขั้นตอนการทำงาน (Operation Sheet)

5

งานการปรับตั้งตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่ง TP Sensor

ขั้นตอนตรวจสอบการปรับตั้งตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่ง	
	ทดลองปรับตั้งตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่ง
	13. ผลการปรับตั้ง : หลอดไฟ ○ กระพริบสั้นอย่างต่อเนื่อง ○ ติดค้าง : แสดงว่าการปรับตั้ง ○สำเร็จ ○ไม่สำเร็จ

	ใบสั่งงานที่ 7.3 **(Job Sheet No. 7.3)**			
	ชื่อรายวิชา	งานจักรยานยนต์ รหัสวิชา 2101 – 2102	หน้าที่	1
หัวข้อ / งาน	งานการปรับตั้งตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่ง TP Sensor			

วัสดุอุปกรณ์/ชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิง	คำสั่ง	ให้นักเรียน
	1	ทดลองปรับตั้งตัวตรวจจับตำแหน่ง
		ลิ้นเร่งระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์
	2	ทำความสะอาดพื้นที่บริเวณฝึกงาน
	3	บันทึกลำดับขั้นตอนการปฏิบัติงาน
		เป็นรูปและ VDO เพื่อนำเสนอ

จุดพิจารณา	ผลการปฏิบัติงาน		หมายเหตุ
	ถูกต้อง	ไม่ถูกต้อง	
1. มีผ้าเช็ดมือ หรือถุงมือสวมใส่ (ต้องสะอาด)			
2. ขั้นตอนการช็อตขั้วตรวจสอบ DLC ถูกต้อง			
3. ขั้นตอนการช็อตขั้วตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่งถูกต้อง			
4. ขั้นตอนการช็อตขั้วต่อตัวตรวจจับอุณหภูมิ ถูกต้อง			
5. การปรับตั้งตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่ง ถูกต้อง			
6. มีการทำความสะอาด วัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ หรือ			
บริเวณที่ฝึกปฏิบัติงาน			
7. นำเสนอขั้นตอนการปฏิบัติงานและลง Facebook			
งานจักรยานยนต์			
รวม	10		

ชื่อนักเรียน		ผู้ควบคุม	
ชั้น/กลุ่ม		วันที่	

	ใบตรวจงานที่ 7.3 **(Check Sheet No. 7.3)**			
	ชื่อรายวิชา	งานจักรยานยนต์ รหัสวิชา 2101 – 2102	หน้าที่	1
หัวข้อ / งาน	งานการปรับตั้งตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่ง TP Sensor			

วัสดุอุปกรณ์/ชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิง	คำสั่ง	ให้นักเรียน
	1	ทดลองปรับตั้งตัวตรวจจับตำแหน่ง
		ลิ้นเร่งระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์
	2	ทำความสะอาดพื้นที่บริเวณฝึกงาน
	3	บันทึกลำดับขั้นตอนการปฏิบัติงาน
		เป็นรูปและ VDO เพื่อนำเสนอ

จุดพิจารณา	ผลการปฏิบัติงาน		หมายเหตุ
	ถูกต้อง	ไม่ถูกต้อง	
1. มีผ้าเช็ดมือ หรือถุงมือสวมใส่ (ต้องสะอาด)	1	0	
2. ขั้นตอนการช็อตขั้วตรวจสอบ DLC ถูกต้อง	1	0	
3. ขั้นตอนการช็อตขั้วตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่งถูกต้อง	2	0	
4. ขั้นตอนการช็อตขั้วต่อตัวตรวจจับอุณหภูมิ ถูกต้อง	2	0	
5. การปรับตั้งตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่ง ถูกต้อง	2	0	
6. มีการทำความสะอาด วัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ หรือ	1	0	
บริเวณที่ฝึกปฏิบัติงาน			
7. นำเสนอขั้นตอนการปฏิบัติงานและลง Facebook	1	0	
งานจักรยานยนต์			
รวม	10		

ชื่อนักเรียน		ผู้ควบคุม	
ชั้น/กลุ่ม		วันที่	

ใบขั้นตอนการทำงาน (Operation Sheet)

1

งานแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง MAP Sensor

ใบงานที่ 7.4 งานแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง MAP Sensor

สาระสำคัญ

การแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง MAP Sensor หรือตัวตรวจจับแรงดันสัมบูรณ์ในท่อไอดีทำงานบกพร่อง อาจเกิดจากสาเหตุหน้าสัมผัสที่ขั้วต่อของตัวตรวจจับแรงดันสัมบูรณ์ในท่อไอดีหลวมหรือไม่ดี หรือตัวตรวจจับแรงดันสัมบูรณ์ในท่อไอดีหรือวงจรของตัวตรวจจับแรงดันสัมบูรณ์ในท่อไอดีทำงานบกพร่อง แต่เครื่องยนต์ยังทำงานได้ตามปกติ

จุดประสงค์

1. สามารถแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง MAP Sensor ได้อย่างถูกต้อง
2. สามารถตรวจสอบปัญหาข้อขัดข้อง MAP Sensor ได้อย่างถูกต้อง
3. สามารถเรียกดูข้อมูลแสดงความผิดปกติที่เคยเกิดขึ้นได้อย่างถูกต้อง
4. การนำเสนอด้วยสื่อสังคมออนไลน์
5. มีกิจนิสัยที่ดีในปฏิบัติตน โดยมีมนุษยสัมพันธ์ มีวินัย รับผิดชอบ ซื่อสัตย์สุจริต เชื่อมั่นในตนเอง ประหยัด สนใจ ใฝ่รู้ ละเว้นสิ่งเสพติดและการพนัน รักสามัคคี กตัญญู คิดริเริ่มสร้างสรรค์ พึ่งตนเอง อดกลั้น มีมารยาทไทย และอื่น ๆ

เครื่องมือและอุปกรณ์

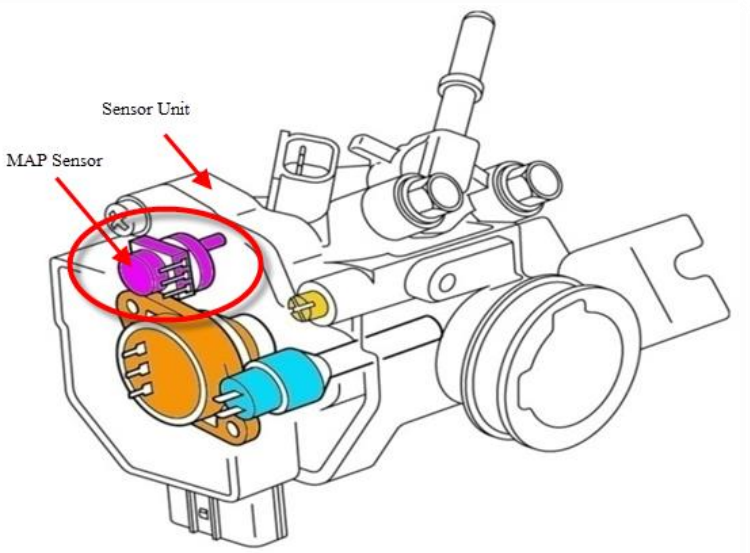
1. เครื่องมือช่างทั่วไป
2. รถจักรยานยนต์
3. ชุดฝึกระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์
4. โต๊ะปฏิบัติงาน หรือชั้นวางอุปกรณ์
5. ผ้าเช็ดมือ หรือถุงมือ
6. มัลติมิเตอร์แบบเข็ม
7. ดิจิตอลมัลติมิเตอร์

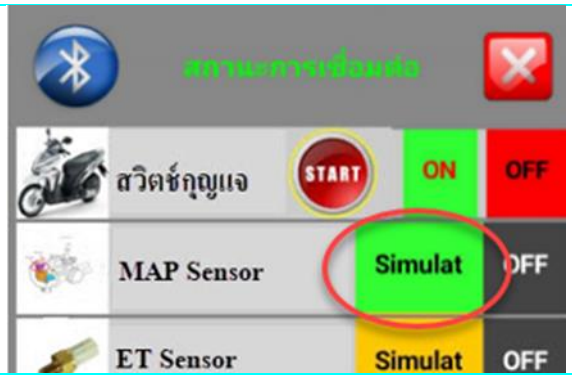
ใบขั้นตอนการทำงาน (Operation Sheet)

2

งานแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง MAP Sensor

วัสดุอุปกรณ์/ชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์

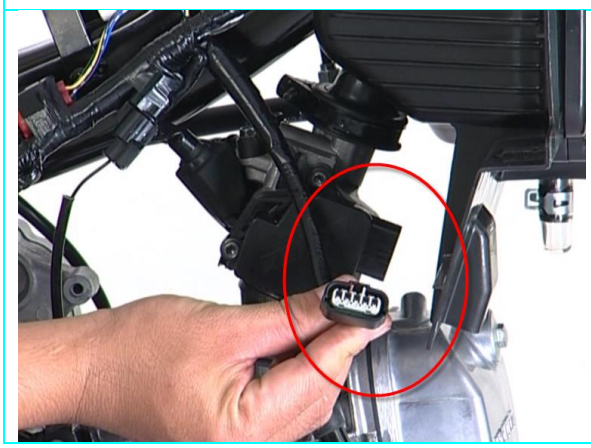


ขั้นตอนการปฏิบัติงานการแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง MAP Sensor	
จำลองสถานการณ์เพื่อสร้างรหัสปัญหา	
	1. กด Simulate เพื่อสร้างสถานการณ์จำลองของ MAP Sensor มีปัญหา
	2. หลอดไฟกระพริบสั้น แสดงรหัสปัญหา

ใบขั้นตอนการทำงาน (Operation Sheet)

งานแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง MAP Sensor

3

ขั้นตอนการปฏิบัติงานการแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง MAP Sensor	
	3. ดับเครื่องยนต์
ขั้นตอนการปฏิบัติงานการแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง MAP Sensor	
	4. ตรวจสอบการหลุดหลวมของขั้วต่อหรือหน้าสัมผัสก่อนทุกครั้ง
	5. ตรวจสอบแรงเคลื่อนไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายที่ป้อนเข้า MAP Sensor 5.1 บิดสวิตช์กุญแจไปตำแหน่ง “OFF” 5.2 ปลดขั้วต่อที่เข้าเรือนลิ้นเร่ง

ใบขั้นตอนการทำงาน (Operation Sheet)

4

งานแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง MAP Sensor

ขั้นตอนการปฏิบัติงานการแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง MAP Sensor	
	5.3 บิดสวิตช์กุญแจไปตำแหน่ง “ON” 5.4 ตรวจสอบแรงเคลื่อนไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายที่ป้อนเข้า MAP Sensor
	5.5 ตรวจสอบแรงเคลื่อนไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายที่ป้อนเข้า MAP Sensor ค่ามาตรฐาน : 4.75-5.25 โวลต์
	6. ตรวจสอบความต่อเนื่องสายไฟของวงจร MAP Sensor 6.1 ปลดขั้วต่อที่เข้ากล่อง ECM

ใบขั้นตอนการทำงาน (Operation Sheet)

5

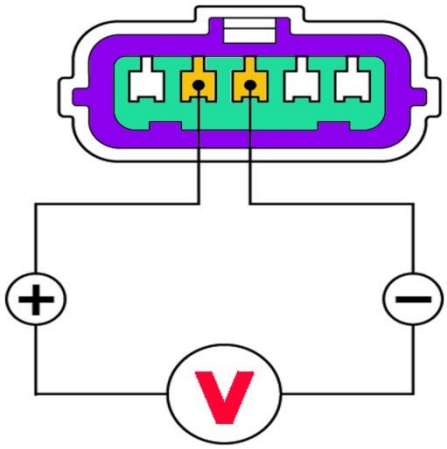
งานแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง MAP Sensor

ขั้นตอนการปฏิบัติงานการแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง MAP Sensor	
	6.2 ตรวจสอบความต่อเนื่องสายไฟของวงจร MAP Sensor ค่ามาตรฐาน : มีความต่อเนื่อง
	7. ตรวจสอบแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ป้อนเข้า MAP Sensor
	7.1 ตรวจสอบแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ป้อนเข้า MAP Sensor ค่ามาตรฐาน : 4.75-5.25 โวลต์

ใบขั้นตอนการทำงาน (Operation Sheet)

5

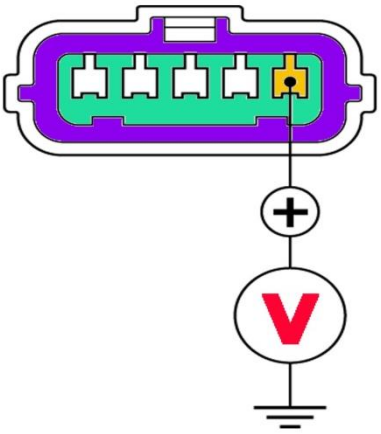
งานแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง MAP Sensor

ขั้นตอนการตรวจสอบการแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง MAP Sensor	
ขั้นตอนการตรวจสอบ	**ผลการตรวจสอบ**
	8. ตรวจสอบความต่อเนื่องของวงจร MAP Sensor ค่ามาตรฐาน : มีความต่อเนื่อง
	9. ตรวจสอบแรงเคลื่อนไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายที่ป้อนเข้า MAP Sensor ขั้นตอน : เปิดสวิตช์ไปที่ตำแหน่ง “ON” ตำแหน่ง : สายสีเหลือง/แดง – เขียว/ส้ม แรงเคลื่อนไฟฟ้าที่วัดได้.....โวลต์ สรุปว่า.....
	10. ตรวจสอบความต่อเนื่องสายไฟของวงจร MAP Sensor ที่ขั้ว ECM กับขั้วเรือนลิ้นเร่ง ตำแหน่ง : เหลือง/แดง – เหลือง/แดง ○ ต่อเนื่อง ○ ไม่ต่อเนื่อง ตำแหน่ง : เขียว/ส้ม – เขียว/ส้ม ○ ต่อเนื่อง ○ ไม่ต่อเนื่อง สรุปว่า.....

ใบขั้นตอนการทำงาน (Operation Sheet)

6

งานแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง MAP Sensor

ขั้นตอนการตรวจสอบการแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง MAP Sensor	
ขั้นตอนการตรวจสอบ	**ผลการตรวจสอบ**
	11. ตรวจสอบแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ป้อนเข้า MAP Sensor ตำแหน่ง : เขียวอ่อน/เหลือง – กราวด์ แรงเคลื่อนไฟฟ้าที่วัดได้.....โวลต์ สรุปว่า.....
	12. ตรวจสอบความต่อเนื่องวงจรของ MAP Sensor ที่ขั้ว ECM กับขั้วเรือนลิ้นเร่ง ตำแหน่ง : เขียวอ่อน/เหลือง -เขียวอ่อน/เหลือง ○ ต่อเนื่อง ○ ไม่ต่อเนื่อง สรุปว่า.....

	ใบสั่งงานที่ 7.4 **(Job Sheet No. 7.4)**			
	ชื่อรายวิชา	งานจักรยานยนต์ รหัสวิชา 2101 – 2102	หน้าที่	1
หัวข้อ / งาน	งานแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง MAP Sensor			

วัสดุอุปกรณ์/ชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิง	คำสั่ง	ให้นักเรียน
	1	แก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง MAP Sensor
	2	ตรวจสอบปัญหาข้อขัดข้อง
		MAP Sensor
	3	ทำความสะอาดพื้นที่บริเวณฝึกงาน
	4	บันทึกลำดับขั้นตอนการปฏิบัติงาน
		เป็นรูปและ VDO เพื่อนำเสนอ

จุดพิจารณา	ผลการปฏิบัติงาน		หมายเหตุ
	ถูกต้อง	ไม่ถูกต้อง	
1. มีผ้าเช็ดมือ หรือถุงมือสวมใส่ (ต้องสะอาด)			
2. ขั้นตอนการช็อตขั้วตรวจสอบ DLC ถูกต้อง			
3. การอ่านรหัสปัญหาข้อขัดข้อง MAP Sensor ถูกต้อง			
4. ตรวจสอบแรงเคลื่อนไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายที่ป้อนเข้า			MAP Sensor
5. ตรวจสอบความต่อเนื่องสายไฟของวงจร MAP Sensor			
6. ตรวจสอบแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ป้อนเข้า MAP Sensor			
7. ตรวจสอบความต่อเนื่องวงจรของ MAP Sensor			
8. ขั้นตอนการประกอบและติดเครื่องยนต์ได้ตามปกติ			
9. มีการทำความสะอาด วัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ หรือ			
บริเวณที่ฝึกปฏิบัติงาน			
10. นำเสนอขั้นตอนการปฏิบัติงานและลง Facebook			
งานจักรยานยนต์			
รวม	10		

ชื่อนักเรียน		ผู้ควบคุม	
ชั้น/กลุ่ม		วันที่	

	ใบตรวจงานที่ 7.4 **(Check Sheet No. 7.4)**			
	ชื่อรายวิชา	งานจักรยานยนต์ รหัสวิชา 2101 – 2102	หน้าที่	1
หัวข้อ / งาน	งานแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง MAP Sensor			

วัสดุอุปกรณ์/ชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิง	คำสั่ง	ให้นักเรียน
	1	แก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง MAP Sensor
	2	ตรวจสอบปัญหาข้อขัดข้อง
		MAP Sensor
	3	ทำความสะอาดพื้นที่บริเวณฝึกงาน
	4	บันทึกลำดับขั้นตอนการปฏิบัติงาน
		เป็นรูปและ VDO เพื่อนำเสนอ

จุดพิจารณา	ผลการปฏิบัติงาน		หมายเหตุ
	ถูกต้อง	ไม่ถูกต้อง	
1. มีผ้าเช็ดมือ หรือถุงมือสวมใส่ (ต้องสะอาด)	1	0	
2. ขั้นตอนการชื่อตขั้วตรวจสอบ DLC ถูกต้อง	1	0	
3. การอ่านรหัสปัญหาข้อขัดข้อง MAP Sensor ถูกต้อง	1	0	
4. ตรวจสอบแรงเคลื่อนไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายที่ป้อนเข้า	1	0	MAP Sensor
5. ตรวจสอบความต่อเนื่องสายไฟของวงจร MAP Sensor	1	0	
6. ตรวจสอบแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ป้อนเข้า MAP Sensor	1	0	
7. ตรวจสอบความต่อเนื่องวงจรของ MAP Sensor	1	0	
8. ขั้นตอนการประกอบและติดเครื่องยนต์ได้ตามปกติ	1	0	
9. มีการทำความสะอาด วัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ หรือ	1	0	
บริเวณที่ฝึกปฏิบัติงาน			
10. นำเสนอขั้นตอนการปฏิบัติงานและลง Facebook	1	0	
งานจักรยานยนต์			
รวม	10		

ชื่อนักเรียน		ผู้ควบคุม	
ชั้น/กลุ่ม		วันที่	

ใบขั้นตอนการทำงาน (Operation Sheet)

1

งานแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง EOT Sensor

ใบงานที่ 7.5 งานแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง EOT Sensor

สาระสำคัญ

การแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง EOT Sensor หรือตัวตรวจจับอุณหภูมิน้ำมันเครื่อง ทำงานบกพร่อง อาจเกิดจากสาเหตุหน้าสัมผัสที่ขั้วต่อของ EOT Sensor หลวม ลัดวงจร หรือ EOT Sensor ทำงานบกพร่อง แต่เครื่องยนต์ยังทำงานได้ตามปกติ

จุดประสงค์

1. สามารถแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง EOT Sensor ได้อย่างถูกต้อง
2. สามารถตรวจสอบปัญหาข้อขัดข้อง EOT Sensor ได้อย่างถูกต้อง
3. สามารถเรียกดูข้อมูลแสดงความผิดปกติที่เคยเกิดขึ้นได้อย่างถูกต้อง
4. การนำเสนอด้วยสื่อสังคมออนไลน์
5. มีกิจนิสัยที่ดีในปฏิบัติตน โดยมีมนุษยสัมพันธ์ มีวินัย รับผิดชอบ ซื่อสัตย์สุจริต เชื่อมั่นในตนเอง ประหยัด สนใจ ใฝ่รู้ ละเว้นสิ่งเสพติดและการพนัน รักสามัคคี กตัญญู คิดริเริ่มสร้างสรรค์ พึ่งตนเอง อดกลั้น มีมารยาทไทย และอื่น ๆ

เครื่องมือและอุปกรณ์

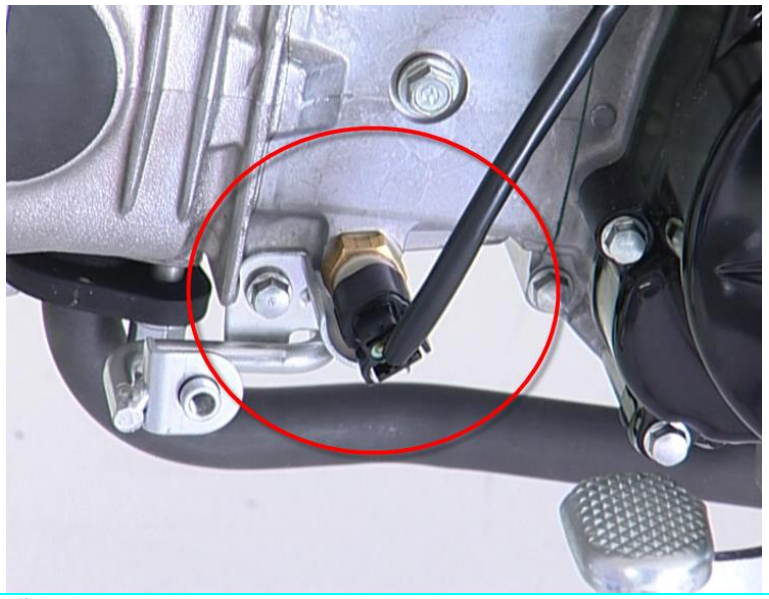
1. เครื่องมือช่างทั่วไป
2. รถจักรยานยนต์
3. ชุดฝึกระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์
4. โต๊ะปฏิบัติงาน หรือชั้นวางอุปกรณ์
5. ผ้าเช็ดมือ หรือถุงมือ
6. มัลติมิเตอร์แบบเข็ม
7. ดิจิตอลมัลติมิเตอร์

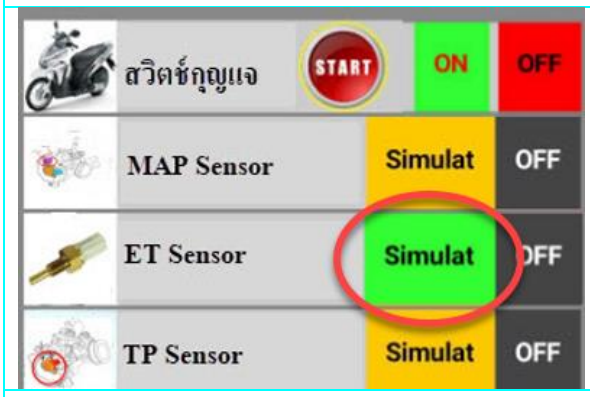
ใบขั้นตอนการทำงาน (Operation Sheet)

2

งานแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง EOT Sensor

วัสดุอุปกรณ์/ชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์

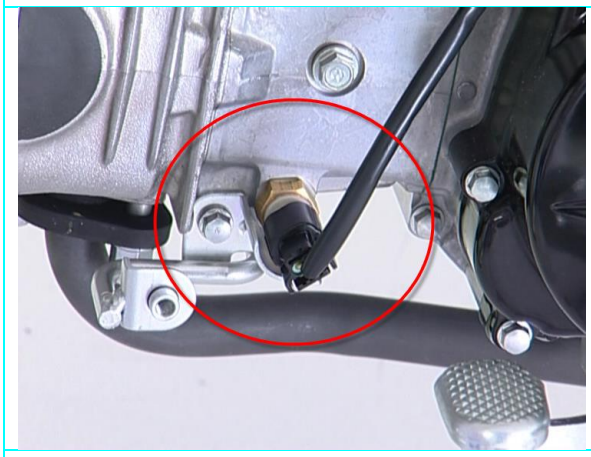


ขั้นตอนการปฏิบัติงาน/วิธีการแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง EOT Sensor	
จำลองสถานการณ์เพื่อสร้างรหัสปัญหา	
	1. กด Simulate เพื่อสร้างสถานการณ์จำลองของ ET Sensor มีปัญหา
	2. หลอดไฟกระพริบสั้น แสดงรหัสปัญหา

ใบขั้นตอนการทำงาน (Operation Sheet)

งานแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง EOT Sensor

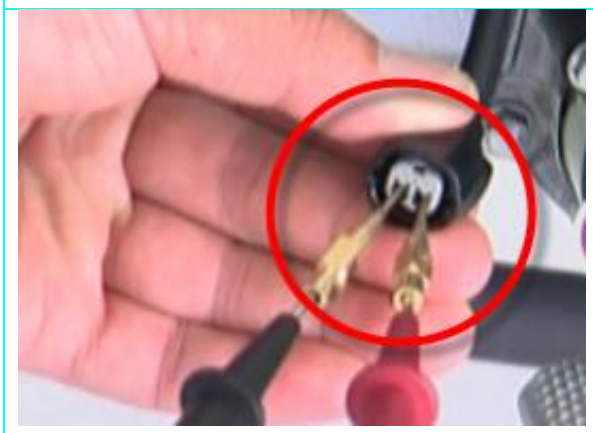
3

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน/วิธีการแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง EOT Sensor	
	3. ดับเครื่องยนต์
ขั้นตอนการตรวจสอบการแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง EOT Sensor	
	4. ตรวจสอบแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ป้อนเข้า EOT Sensor 4.1 บิดสวิตช์กุญแจไปตำแหน่ง “OFF” 4.2 ปลดขั้วต่อที่เข้า EOT Sensor
	4.3 บิดสวิตช์กุญแจไปตำแหน่ง “ON” 4.4 ตรวจสอบแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ป้อนเข้า EOT Sensor ค่ามาตรฐาน : 4.75-5.25 โวลต์

ใบขั้นตอนการทำงาน (Operation Sheet)

4

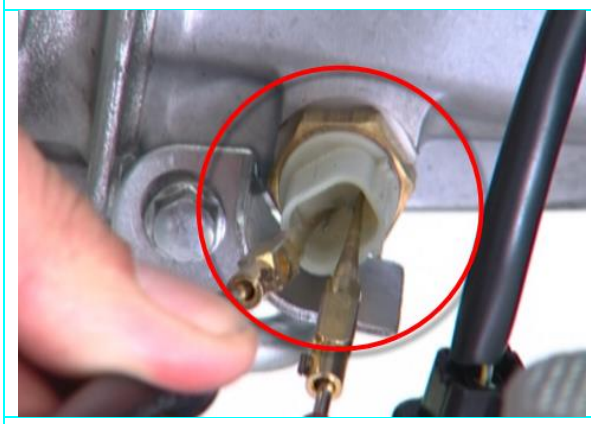
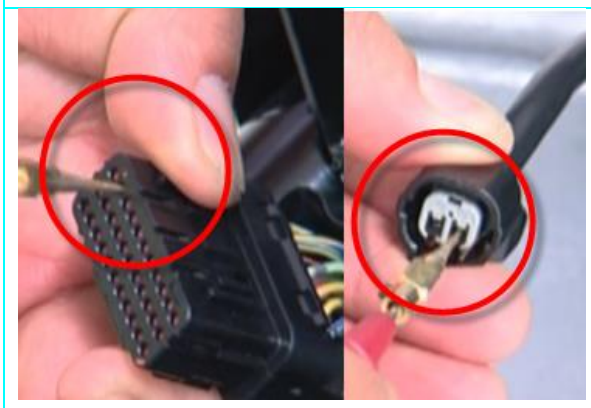
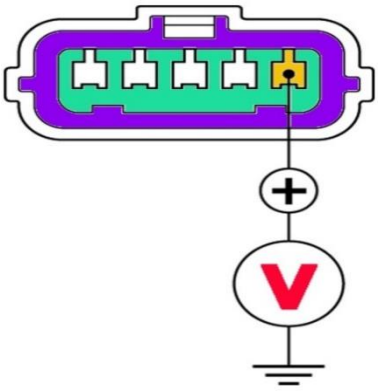
งานแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง EOT Sensor

ขั้นตอนการตรวจสอบการแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง EOT Sensor	
	5. ตรวจสอบความต้านทานของ EOT Sensor 5.1 บิดสวิตช์กุญแจไปตำแหน่ง “OFF” 5.2 วัดความต้านทานของ EOT Sensor ค่ามาตรฐาน : 2.5-2.8 โอห์ม
	6. ตรวจสอบวงจรของ EOT Sensor ที่ขั้วกล่อง ECM กับขั้ว EOT Sensor ตำแหน่ง : เขียว/ส้ม –เขียว/ส้ม ตำแหน่ง : เหลือง/น้ำเงิน – เหลือง/น้ำ ค่ามาตรฐาน : มีความต่อเนื่อง
ขั้นตอนการตรวจสอบ	**ผลการตรวจสอบ**
	7. ตรวจสอบแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ป้อนเข้า EOT Sensor ขั้นตอน : เปิดสวิตช์ไปที่ตำแหน่ง “ON” ตำแหน่ง : สายสีเหลือง/น้ำเงิน – เขียว/ส้ม แรงเคลื่อนไฟฟ้าที่วัดได้.....โวลต์ สรุปว่า.....

ใบขั้นตอนการทำงาน (Operation Sheet)

5

งานแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง EOT Sensor

ขั้นตอนการตรวจสอบการแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง EOT Sensor	
ขั้นตอนการตรวจสอบ	**ผลการตรวจสอบ**
	8. ตรวจสอบความต้านทานของ EOT Sensor ขั้นตอน : เปิดสวิตช์ไปที่ตำแหน่ง“OFF” ตำแหน่ง : วัดความต้านทานของ EOT Sensor ความต้านทานที่วัดได้.....โอห์ม สรุปว่า.....
	9. ตรวจสอบวงจรของ EOT Sensor ที่ขั้วกล่อง ECM กับขั้ว EOT Sensor ตำแหน่ง : เขียว/ส้ม –เขียว/ส้ม ○ ต่อเนื่อง ○ ไม่ต่อเนื่อง ตำแหน่ง : เหลือง/น้ำเงิน – เหลือง/น้ำ ○ ต่อเนื่อง ○ ไม่ต่อเนื่อง สรุปว่า.....
	10. ตรวจสอบแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ป้อนเข้า MAP Sensor ตำแหน่ง : เขียวอ่อน/เหลือง – กราวด์ แรงเคลื่อนไฟฟ้าที่วัดได้.....โวลต์ สรุปว่า.....

ใบขั้นตอนการทำงาน (Operation Sheet)

6

งานแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง EOT Sensor

ขั้นตอนการตรวจสอบการแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง EOT Sensor	
ขั้นตอนการตรวจสอบ	**ผลการตรวจสอบ**
	11. ตรวจสอบความต่อเนื่องวงจรของ MAP Sensor ที่ขั้ว ECM กับขั้วเรือนลิ้นเร่ง ตำแหน่ง : เขียวอ่อน/เหลือง -เขียวอ่อน/เหลือง ○ ต่อเนื่อง ○ ไม่ต่อเนื่อง สรุปว่า.....

	ใบสั่งงานที่ 7.5 **(Job Sheet No. 7.5)**			
	ชื่อรายวิชา	งานจักรยานยนต์ รหัสวิชา 2101 – 2102	หน้าที่	1
หัวข้อ / งาน	งานแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง EOT Sensor			

วัสดุอุปกรณ์/ชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิง	คำสั่ง	ให้นักเรียน
	1	แก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง EOT Sensor
	2	ตรวจสอบปัญหาข้อขัดข้อง
		EOT Sensor
	3	ทำความสะอาดพื้นที่บริเวณฝึกงาน ฯ
	4	บันทึกลำดับขั้นตอนการปฏิบัติงาน
		เป็นรูปและ VDO เพื่อนำเสนอ

จุดพิจารณา	ผลการปฏิบัติงาน		หมายเหตุ
	ถูกต้อง	ไม่ถูกต้อง	
1. มีผ้าเช็ดมือ หรือถุงมือสวมใส่ (ต้องสะอาด)			
2. ขั้นตอนการชื่อตขั้วตรวจสอบ DLC ถูกต้อง			
3. การอ่านรหัสปัญหาข้อขัดข้อง EOT Sensor ถูกต้อง			
4. ตรวจสอบแรงเคลื่อนไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายที่ป้อนเข้า			EOT Sensor
5. ตรวจสอบความต่อเนื่องสายไฟของวงจร EOT Sensor			
6. ตรวจสอบแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ป้อนเข้า EOT Sensor			
7. ตรวจสอบความต่อเนื่องวงจรของ EOT Sensor			
8. ขั้นตอนการประกอบและติดเครื่องยนต์ได้ตามปกติ			
9. มีการทำความสะอาด วัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ หรือ			
บริเวณที่ฝึกปฏิบัติงาน			
10. นำเสนอขั้นตอนการปฏิบัติงานและลง Facebook			
งานจักรยานยนต์			
รวม	10		

ชื่อนักเรียน		ผู้ควบคุม	
ชั้น/กลุ่ม		วันที่	

	ใบตรวจงานที่ 7.5 **(Check Sheet No. 7.5)**			
	ชื่อรายวิชา	งานจักรยานยนต์ รหัสวิชา 2101 – 2102	หน้าที่	1
หัวข้อ / งาน	งานแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง EOT Sensor			

วัสดุอุปกรณ์/ชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิง	คำสั่ง	ให้นักเรียน
	1	แก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง EOT Sensor
	2	ตรวจสอบปัญหาข้อขัดข้อง
		EOT Sensor
	3	ทำความสะอาดพื้นที่บริเวณฝึกงาน
	4	บันทึกลำดับขั้นตอนการปฏิบัติงาน
		เป็นรูปและ VDO เพื่อนำเสนอ

จุดพิจารณา	ผลการปฏิบัติงาน		หมายเหตุ
	ถูกต้อง	ไม่ถูกต้อง	
1. มีผ้าเช็ดมือ หรือถุงมือสวมใส่ (ต้องสะอาด)	1	0	
2. ขั้นตอนการช็อตขั้วตรวจสอบ DLC ถูกต้อง	1	0	
3. การอ่านรหัสปัญหาข้อขัดข้อง EOT Sensor ถูกต้อง	1	0	
4. ตรวจสอบแรงเคลื่อนไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายที่ป้อนเข้า	1	0	EOT Sensor
5. ตรวจสอบความต่อเนื่องสายไฟของวงจร EOT Sensor	1	0	
6. ตรวจสอบแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ป้อนเข้า EOT Sensor	1	0	
7. ตรวจสอบความต่อเนื่องวงจรของ EOT Sensor	1	0	
8. ขั้นตอนการประกอบและติดเครื่องยนต์ได้ตามปกติ	1	0	
9. มีการทำความสะอาด วัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ หรือ	1	0	
บริเวณที่ฝึกปฏิบัติงาน			
10. นำเสนอขั้นตอนการปฏิบัติงานและลง Facebook	1	0	
งานจักรยานยนต์			
รวม	10		

ชื่อนักเรียน		ผู้ควบคุม	
ชั้น/กลุ่ม		วันที่	

ใบขั้นตอนการทำงาน (Operation Sheet)

1

งานแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง TP Sensor

ใบงานที่ 7.6 งานแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง TP Sensor

สาระสำคัญ

การแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง TP Sensor หรือตัวตรวจจับลิ้นเร่ง ทำงานบกพร่อง อาจเกิดจากสาเหตุหน้าสัมผัสที่ขั้วต่อของ TP Sensor หลวม ลัดวงจร หรือ TP Sensor ทำงานบกพร่อง แต่เครื่องยนต์ยังทำงานได้ตามปกติ สามารถตรวจสอบเพื่อแก้ปัญหาได้

จุดประสงค์

1. สามารถแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง TP Sensor ได้อย่างถูกต้อง
2. สามารถตรวจสอบปัญหาข้อขัดข้อง TP Sensor ได้อย่างถูกต้อง
3. สามารถเรียกดูข้อมูลแสดงความผิดปกติที่เคยเกิดขึ้นได้อย่างถูกต้อง
4. การนำเสนอด้วยสื่อสังคมออนไลน์
5. มีกิจนิสัยที่ดีในปฏิบัติตน โดยมีมนุษยสัมพันธ์ มีวินัย รับผิดชอบ ซื่อสัตย์สุจริต เชื่อมั่นในตนเอง ประหยัด สนใจ ใฝ่รู้ ละเว้นสิ่งเสพติดและการพนัน รักสามัคคี กตัญญู คิดริเริ่มสร้างสรรค์ พึ่งตนเอง อดกลั้น มีมารยาทไทย และอื่น ๆ

เครื่องมือและอุปกรณ์

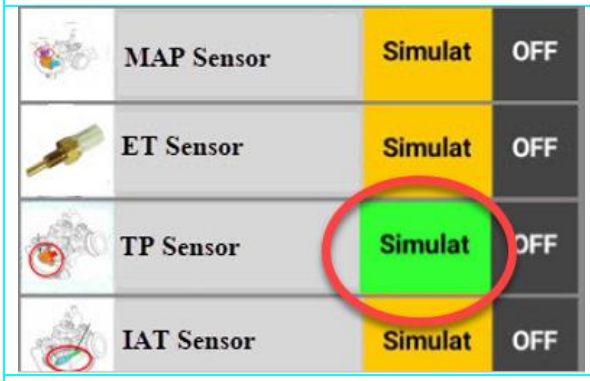
1. เครื่องมือช่างทั่วไป
2. รถจักรยานยนต์
3. ชุดฝึกระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์
4. โต๊ะปฏิบัติงาน หรือชั้นวางอุปกรณ์
5. ผ้าเช็ดมือ หรือถุงมือ
6. มัลติมิเตอร์แบบเข็ม
7. ดิจิตอลมัลติมิเตอร์

ใบขั้นตอนการทำงาน (Operation Sheet)

2

งานแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง TP Sensor

วัสดุอุปกรณ์/ชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน/วิธีการแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง TP Sensor	
จำลองสถานการณ์เพื่อสร้างรหัสปัญหา	
	1. กด Simulate เพื่อสร้างสถานการณ์จำลองของ TP Sensor มีปัญหา
	2. หลอดไฟกระพริบสั้น แสดงรหัสปัญหา

ใบขั้นตอนการทำงาน (Operation Sheet)

งานแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง TP Sensor

3

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน/วิธีการแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง TP Sensor	
	3. ดับเครื่องยนต์
	4. ตรวจสอบแรงเคลื่อนไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายที่ป้อนเข้า TP Sensor 4.1 บิดสวิตช์กุญแจไปตำแหน่ง “OFF” 4.2 ปลดขั้วต่อที่เข้า TP Sensor
	4.3 บิดสวิตช์กุญแจไปตำแหน่ง “ON” 4.4 ตรวจสอบแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ป้อนเข้า TP Sensor ใช้ดิจิตอลมัลติมิเตอร์วัด ขั้ว (+) สายสีเหลือง/แดง ขั้ว (-) สายสีเขียว/ส้ม ค่ามาตรฐาน : 4.75-5.25 โวลต์

ใบขั้นตอนการทำงาน (Operation Sheet)

4

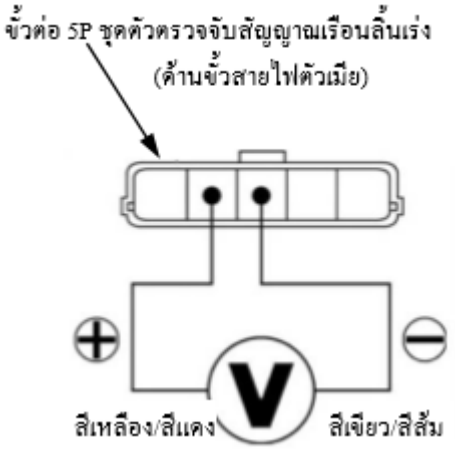
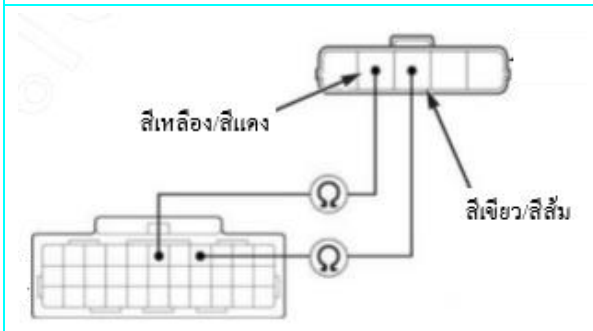
งานแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง TP Sensor

ขั้นตอนการตรวจสอบการแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง TP Sensor	
	5. ตรวจสอบวงจรของ TP Sensor 5.1 ใช้ดิจิตอลมัลติมิเตอร์วัด ขั้ว (+) สายสีเหลือง/แดง ที่ขั้ว TP Sensor ขั้ว (-)สายสีเหลือง/แดง ที่ขั้วกล่อง ECM 5.2 ใช้ดิจิตอลมัลติมิเตอร์วัด ขั้ว (+) สายสีเขียว/ส้ม ที่ขั้ว TP Sensor ขั้ว (-) สายสีเขียว/ส้มที่ขั้วกล่อง ECM ค่ามาตรฐาน : 2.5-2.8 โอห์ม
	6. ตรวจสอบตัว TP Sensor ที่ขั้ว TP Sensor 6.1 ตำแหน่ง C และ D 6.2 ตำแหน่ง B และ C ค่ามาตรฐาน : มีความต่อเนื่อง
	7. ตรวจสอบวงจรสายสัญญาณของตัว TP Sensor 7.1 ตรวจสอบความต่อเนื่องของสายสัญญาณ ระหว่างตัวตรวจจับ TP Sensor กับกล่อง ECM ขั้ว (+) สายสีเหลือง ที่ขั้ว TP Sensor ขั้ว (-) สายสีเหลือง ที่ขั้วกล่อง ECM ค่ามาตรฐาน : มีความต่อเนื่อง

ใบขั้นตอนการทำงาน (Operation Sheet)

5

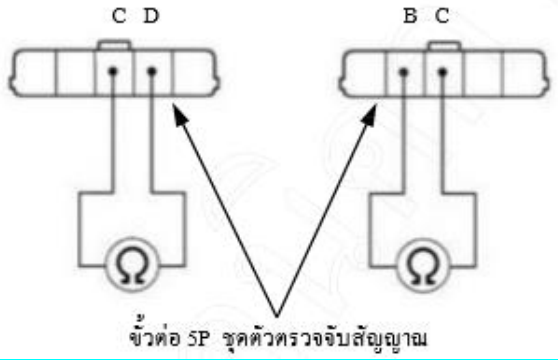
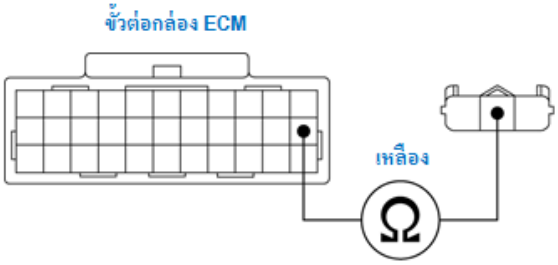
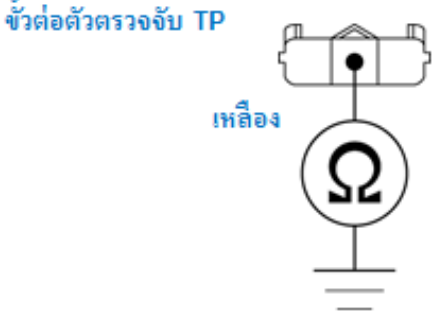
งานแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง TP Sensor

ขั้นตอนการตรวจสอบการแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง TP Sensor	
	7.2 ตรวจสอบการลัดวงจรของ สายสัญญาณ ตัวตรวจจับ TP Sensor ขั้ว (+) สายสีเหลือง ที่ขั้ว TP Sensor ขั้ว (-) ลงกราวด์ ค่ามาตรฐาน : ไม่มีความต่อเนื่อง
ขั้นตอนการตรวจสอบ	**ผลการตรวจสอบ**
	8. ตรวจสอบแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ป้อนเข้า TP Sensor ขั้นตอน : เปิดสวิตช์ไปที่ตำแหน่ง “ON” ใช้ดิจิตอลมัลติมิเตอร์วัด แรงเคลื่อนไฟฟ้าที่วัดได้.....โวลต์ สรุปว่า.....
	9. ตรวจสอบวงจรของ TP Sensor 9.1 ตำแหน่ง : เหลือง/แดง - เหลือง/แดง ความต้านทานที่วัดได้.....โอห์ม 9.2 ตำแหน่ง : สีเขียว/ส้ม - สีเขียว/ส้ม ความต้านทานที่วัดได้.....โอห์ม สรุปว่า.....

ใบขั้นตอนการทำงาน (Operation Sheet)

งานแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง TP Sensor

6

ขั้นตอนการตรวจสอบการแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง TP Sensor	
ขั้นตอนการตรวจสอบ	**ผลการตรวจสอบ**
	10. ตรวจสอบตัว TP Sensor 10.1 ตำแหน่ง C และD ○ ต่อเนื่อง ○ ไม่ต่อเนื่อง 10.2 ตำแหน่ง B และ C ○ ต่อเนื่อง ○ ไม่ต่อเนื่อง สรุปว่า.....
	11. ตรวจสอบวงจรสายสัญญาณของตัว TP Sensor 11.1 ตรวจสอบความต่อเนื่องของสายสัญญาณ ระหว่างตัวตรวจจับ TP Sensor กับกล่อง ECM ตำแหน่ง : สายสีเหลือง ○ ต่อเนื่อง ○ ไม่ต่อเนื่อง
	11.2 ตรวจสอบการลัดวงจรของสายสัญญาณ ตัวตรวจจับ TP Sensor ตำแหน่ง : สายสีเหลือง – กราวด์ ○ ต่อเนื่อง ○ ไม่ต่อเนื่อง

	ใบสั่งงานที่ 7.6 **(Job Sheet No. 7.6)**			
	ชื่อรายวิชา	งานจักรยานยนต์ รหัสวิชา 2101 – 2102	หน้าที่	1
หัวข้อ / งาน	งานแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง TP Sensor			

วัสดุอุปกรณ์/ชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิง	คำสั่ง	ให้นักเรียน
	1	แก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง TP Sensor
	2	ตรวจสอบปัญหาข้อขัดข้อง
		TP Sensor
	3	ทำความสะอาดพื้นที่บริเวณฝึกงาน
	4	บันทึกลำดับขั้นตอนการปฏิบัติงาน
		เป็นรูปและ VDO เพื่อนำเสนอ

จุดพิจารณา	ผลการปฏิบัติงาน		หมายเหตุ
	ถูกต้อง	ไม่ถูกต้อง	
1. มีผ้าเช็ดมือ หรือถุงมือสวมใส่ (ต้องสะอาด)			
2. ขั้นตอนการช็อตขั้วตรวจสอบ DLC ถูกต้อง			
3. การอ่านรหัสปัญหาข้อขัดข้อง TP Sensor ถูกต้อง			
4. ตรวจสอบแรงเคลื่อนไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายที่ป้อนเข้า			TP Sensor
5. ตรวจสอบตัว TP Sensor ถูกต้อง			
6. ตรวจสอบความต่อเนื่องของสายสัญญาณ TP Sensor			
7. ตรวจสอบการลัดวงจรของสายสัญญาณ TP Sensor			
8. ขั้นตอนการประกอบและติดเครื่องยนต์ได้ตามปกติ			
9. มีการทำความสะอาด วัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ หรือ			
บริเวณที่ฝึกปฏิบัติงาน			
10. นำเสนอขั้นตอนการปฏิบัติงานและลง Facebook			
งานจักรยานยนต์			
รวม	10		

ชื่อนักเรียน		ผู้ควบคุม	
ชั้น/กลุ่ม		วันที่	

	ใบตรวจงานที่ 7.6 **(Check Sheet No. 7.6)**			
	ชื่อรายวิชา	งานจักรยานยนต์ รหัสวิชา 2101 – 2102	หน้าที่	1
หัวข้อ / งาน	งานแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง TP Sensor			

วัสดุอุปกรณ์/ชุดฝึกปฏิบัติระบบจุดเชื้อเพลิง	คำสั่ง	ให้นักเรียน
	1	แก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง TP Sensor
	2	ตรวจสอบปัญหาข้อขัดข้อง
		TP Sensor
	3	ทำความสะอาดพื้นที่บริเวณฝึกงาน
	4	บันทึกลำดับขั้นตอนการปฏิบัติงาน
		เป็นรูปและ VDO เพื่อนำเสนอ

จุดพิจารณา	ผลการปฏิบัติงาน		หมายเหตุ
	ถูกต้อง	ไม่ถูกต้อง	
1. มีผ้าเช็ดมือ หรือถุงมือสวมใส่ (ต้องสะอาด)	1	0	
2. ขั้นตอนการช็อตขั้วตรวจสอบ DLC ถูกต้อง	1	0	
3. การอ่านรหัสปัญหาข้อขัดข้อง TP Sensor ถูกต้อง	1	0	
4. ตรวจสอบแรงเคลื่อนไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายที่ป้อนเข้า	1	0	TP Sensor
5. ตรวจสอบตัว TP Sensor ถูกต้อง	1	0	
6. ตรวจสอบความต่อเนื่องของสายสัญญาณ TP Sensor	1	0	
7. ตรวจสอบการลัดวงจรของสายสัญญาณ TP Sensor	1	0	
8. ขั้นตอนการประกอบและติดเครื่องยนต์ได้ตามปกติ	1	0	
9. มีการทำความสะอาด วัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ หรือ	1	0	
บริเวณที่ฝึกปฏิบัติงาน			
10. นำเสนอขั้นตอนการปฏิบัติงานและลง Facebook	1	0	
งานจักรยานยนต์			
รวม	10		

ชื่อนักเรียน		ผู้ควบคุม	
ชั้น/กลุ่ม		วันที่	

ใบขั้นตอนการทำงาน (Operation Sheet)

1

งานแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง IAT Sensor

ใบงานที่ 7.7 งานแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง IAT Sensor

สาระสำคัญ

การแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง IAT Sensor หรือตัวตรวจจับอุณหภูมิอากาศ ทำงานบกพร่อง อาจเกิดจากสาเหตุหน้าสัมผัสที่ขั้วต่อของ IAT Sensor หลวม ลัดวงจร หรือ IAT Sensor ทำงานบกพร่อง แต่เครื่องยนต์ยังทำงานได้ตามปกติ สามารถตรวจสอบเพื่อแก้ปัญหาได้

จุดประสงค์

1. สามารถแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง IAT Sensor ได้อย่างถูกต้อง
2. สามารถตรวจสอบปัญหาข้อขัดข้อง IAT Sensor ได้อย่างถูกต้อง
3. สามารถเรียกดูข้อมูลแสดงความผิดปกติที่เคยเกิดขึ้นได้อย่างถูกต้อง
4. การนำเสนอด้วยสื่อสังคมออนไลน์
5. มีกิจนิสัยที่ดีในปฏิบัติตน โดยมีมนุษยสัมพันธ์ มีวินัย รับผิดชอบ ซื่อสัตย์สุจริต เชื่อมั่นในตนเอง ประหยัด สนใจ ใฝ่รู้ ละเว้นสิ่งเสพติดและการพนัน รักสามัคคี กตัญญู คิดริเริ่มสร้างสรรค์ พึ่งตนเอง อดกลั้น มีมารยาทไทย และอื่น ๆ

เครื่องมือและอุปกรณ์

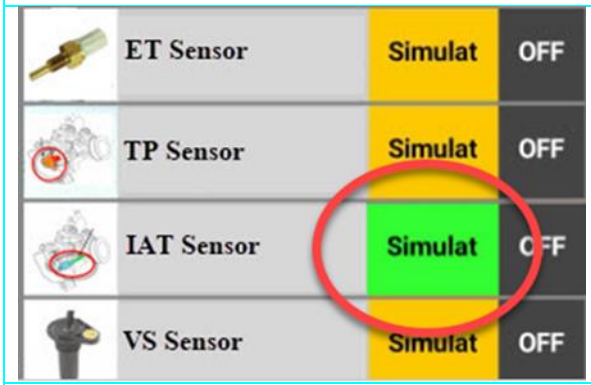
1. เครื่องมือช่างทั่วไป
2. รถจักรยานยนต์
3. ชุดฝึกระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์
4. โต๊ะปฏิบัติงาน หรือชั้นวางอุปกรณ์
5. ผ้าเช็ดมือ หรือถุงมือ
6. มัลติมิเตอร์แบบเข็ม
7. ดิจิตอลมัลติมิเตอร์

ใบขั้นตอนการทำงาน (Operation Sheet)

2

งานแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง IAT Sensor

วัสดุอุปกรณ์/ชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์

ขั้นตอนการปฏิบัติงานการแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง IAT Sensor	
จำลองสถานการณ์เพื่อสร้างรหัสปัญหา	
	1. กด Simulate เพื่อสร้างสถานการณ์จำลองของ IAT Sensor มีปัญหา
	2. หลอดไฟกระพริบสั้น แสดงรหัสปัญหา

ใบขั้นตอนการทำงาน (Operation Sheet)

งานแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง IAT Sensor

3

ขั้นตอนการปฏิบัติงานการแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง IAT Sensor	
	3. ดับเครื่องยนต์
	4. ตรวจสอบแรงเคลื่อนไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายที่ป้อนเข้า IAT Sensor 4.1 บิดสวิตช์กุญแจไปตำแหน่ง “OFF” 4.2 ปลดขั้วต่อที่เข้า TP Sensor
	4.3 บิดสวิตช์กุญแจไปตำแหน่ง “ON” 4.4 ตรวจสอบแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ป้อนเข้า IAT Sensor ใช้ดิจิตอลมัลติมิเตอร์วัด ขั้ว (+) สายสีเทา/น้ำเงิน ขั้ว (-) สายสีเขียว/ส้ม ค่ามาตรฐาน : 4.75-5.25 โวลต์

ใบขั้นตอนการทำงาน (Operation Sheet)

4

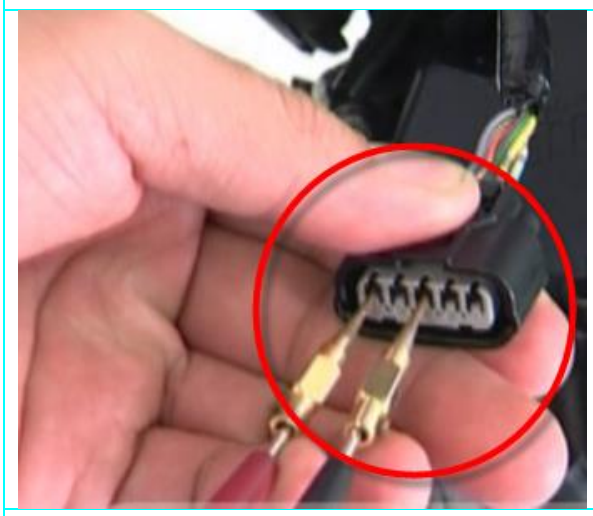
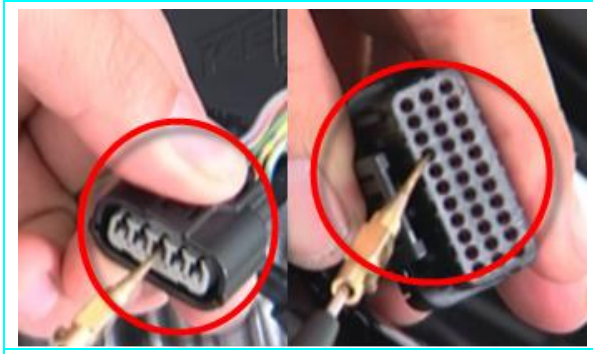
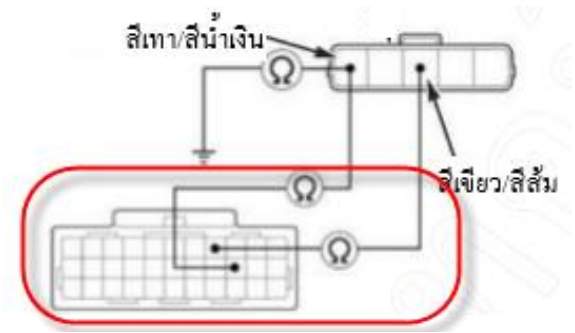
งานแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง IAT Sensor

ขั้นตอนการตรวจสอบการแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง IAT Sensor	
	5. ตรวจสอบวงจรของ IAT Sensor 5.1 ใช้ดิจิตอลมัลติมิเตอร์วัด ขั้ว (+) สายสีเขียว/ส้ม ที่ขั้ว IAT Sensor ขั้ว (-)สายสีเขียว/ส้ม ที่ขั้วกล่อง ECM 5.2 ใช้ดิจิตอลมัลติมิเตอร์วัด ขั้ว (+) สายสีเทา/น้ำเงิน ที่ขั้ว IAT Sensor ขั้ว (-)สายสีเทา/น้ำเงิน ที่ขั้วกล่อง ECM ค่ามาตรฐาน : มีความต่อเนื่อง
	5.3 ใช้ดิจิตอลมัลติมิเตอร์วัด ขั้ว (+) สายสีเทา/น้ำเงิน ที่ขั้ว IAT Sensor ขั้ว (-) กับกราวด์ ค่ามาตรฐาน : ไม่มีความต่อเนื่อง
	6. ตรวจสอบความต้านทานตัว IAT Sensor ที่ขั้ว IAT Sensor ตำแหน่ง C และ E ค่ามาตรฐาน : อยู่ระหว่าง 1-4 กิโลโอห์ม

ใบขั้นตอนการทำงาน (Operation Sheet)

5

งานแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง IAT Sensor

ขั้นตอนการตรวจสอบการแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง IAT Sensor	
ขั้นตอนการตรวจสอบ	**ผลการตรวจสอบ**
	7. ตรวจสอบแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ป้อนเข้า IAT Sensor ขั้นตอน : เปิดสวิตช์ไปที่ตำแหน่ง “ON” ใช้ดิจิตอลมัลติมิเตอร์วัด แรงเคลื่อนไฟฟ้าที่วัดได้.....โวลต์ สรุปว่า.....
	8. ตรวจสอบวงจรของ IAT Sensor 8.1 ตำแหน่ง : สีเขียว/ส้ม - สีเขียว/ส้ม ○ ต่อเนื่อง ○ ไม่ต่อเนื่อง 8.2 ตำแหน่ง : สีเทา/น้ำเงิน - สีเทา/น้ำเงิน ○ ต่อเนื่อง ○ ไม่ต่อเนื่อง สรุปว่า.....
	8.3 ตำแหน่ง : สีเทา/น้ำเงิน- กับกราวด์ ○ ต่อเนื่อง ○ ไม่ต่อเนื่อง สรุปว่า.....

ใบขั้นตอนการทำงาน (Operation Sheet)

งานแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง IAT Sensor

6

ขั้นตอนการตรวจสอบการแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง IAT Sensor	
ขั้นตอนการตรวจสอบ	**ผลการตรวจสอบ**
	9. ตรวจสอบความต้านทานตัว IAT Sensor ที่ขั้ว IAT Sensor ตำแหน่ง C และ E ความต้านทานที่วัดได้.....กิโลโอห์ม สรุปว่า.....

	ใบสั่งงานที่ 7.7 **(Job Sheet No. 7.7)**			
	ชื่อรายวิชา	งานจักรยานยนต์ รหัสวิชา 2101 – 2102	หน้าที่	1
หัวข้อ / งาน	งานแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง IAT Sensor			

วัสดุอุปกรณ์/ชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิง	คำสั่ง	ให้นักเรียน
	1	แก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง IAT Sensor
	2	ตรวจสอบปัญหาข้อขัดข้อง
		IAT Sensor
	3	ทำความสะอาดพื้นที่บริเวณฝึกงาน
	4	บันทึกลำดับขั้นตอนการปฏิบัติงาน
		เป็นรูปและ VDO เพื่อนำเสนอ

จุดพิจารณา	ผลการปฏิบัติงาน		หมายเหตุ
	ถูกต้อง	ไม่ถูกต้อง	
1. มีผ้าเช็ดมือ หรือถุงมือสวมใส่ (ต้องสะอาด)			
2. ขั้นตอนการชื่อตขั้วตรวจสอบ DLC ถูกต้อง			
3. การอ่านรหัสปัญหาข้อขัดข้อง IAT Sensor ถูกต้อง			
4. ตรวจสอบแรงเคลื่อนไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายที่ป้อนเข้า			IAT Sensor
5. ตรวจสอบวงจรของ IAT Sensor			
6. ตรวจสอบความต่อเนื่องของสายสัญญาณ IAT Sensor			
7. ตรวจสอบความต้านทานตัว IAT Sensor			
8. ขั้นตอนการประกอบและติดเครื่องยนต์ได้ตามปกติ			
9. มีการทำความสะอาด วัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ หรือ			
บริเวณที่ฝึกปฏิบัติงาน			
10. นำเสนอขั้นตอนการปฏิบัติงานและลง Facebook			
งานจักรยานยนต์			
รวม	10		

ชื่อนักเรียน		ผู้ควบคุม	
ชั้น/กลุ่ม		วันที่	

	ใบตรวจงานที่ 7.7 **(Check Sheet No. 7.7)**			
	ชื่อรายวิชา	งานจักรยานยนต์ รหัสวิชา 2101 – 2102	หน้าที่	1
หัวข้อ / งาน	งานแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง IAT Sensor			

วัสดุอุปกรณ์/ชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิง	คำสั่ง	ให้นักเรียน
	1	แก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง IAT Sensor
	2	ตรวจสอบปัญหาข้อขัดข้อง
		IAT Sensor
	3	ทำความสะอาดพื้นที่บริเวณฝึกงาน
	4	บันทึกลำดับขั้นตอนการปฏิบัติงาน
		เป็นรูปและ VDO เพื่อนำเสนอ

จุดพิจารณา	ผลการปฏิบัติงาน		หมายเหตุ
	ถูกต้อง	ไม่ถูกต้อง	
1. มีผ้าเช็ดมือ หรือถุงมือสวมใส่ (ต้องสะอาด)	1	0	
2. ขั้นตอนการช็อตขั้วตรวจสอบ DLC ถูกต้อง	1	0	
3. การอ่านรหัสปัญหาข้อขัดข้อง IAT Sensor ถูกต้อง	1	0	
4. ตรวจสอบแรงเคลื่อนไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายที่ป้อนเข้า	1	0	IAT Sensor
5. ตรวจสอบวงจรของ IAT Sensor	1	0	
6. ตรวจสอบความต่อเนื่องของสายสัญญาณ IAT Sensor	1	0	
7. ตรวจสอบความต้านทานตัว IAT Sensor	1	0	
8. ขั้นตอนการประกอบและติดเครื่องยนต์ได้ตามปกติ	1	0	
9. มีการทำความสะอาด วัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ หรือ	1	0	
บริเวณที่ฝึกปฏิบัติงาน			
10. นำเสนอขั้นตอนการปฏิบัติงานและลง Facebook	1	0	
งานจักรยานยนต์			
รวม	10		

ชื่อนักเรียน		ผู้ควบคุม	
ชั้น/กลุ่ม		วันที่	

ใบขั้นตอนการทำงาน (Operation Sheet)

1

งานแก้ไขปัญหาข้อขัดข้องหัวฉีด (Injector)

ใบงานที่ 7.8 งานแก้ไขปัญหาข้อขัดข้องหัวฉีด (Injector)

สาระสำคัญ

การแก้ไขปัญหาข้อขัดข้องของหัวฉีด(Injector) การทำงาน อาจเกิดการบกพร่อง อันเนื่องมาจากสาเหตุหน้าสัมผัสหรือขั้วต่อของหัวฉีดหลวม ลัดวงจร ทำงานบกพร่อง แต่เครื่องยนต์ยังทำงานได้ตามปกติ สามารถตรวจสอบเพื่อแก้ปัญหาได้

จุดประสงค์

1. สามารถแก้ไขปัญหาข้อขัดข้องของหัวฉีด (Injector)ได้อย่างถูกต้อง
2. สามารถตรวจสอบปัญหาข้อขัดข้องของหัวฉีด (Injector)ได้อย่างถูกต้อง
3. สามารถเรียกดูข้อมูลแสดงความผิดปกติที่เคยเกิดขึ้นได้อย่างถูกต้อง
4. การนำเสนอด้วยสื่อสังคมออนไลน์
5. มีกิจนิสัยที่ดีในปฏิบัติตน โดยมีมนุษยสัมพันธ์ มีวินัย รับผิดชอบ ซื่อสัตย์สุจริต เชื่อมั่นในตนเอง ประหยัด สนใจ ใฝ่รู้ ละเว้นสิ่งเสพติดและการพนัน รักสามัคคี กตัญญู คิดริเริ่มสร้างสรรค์ พึ่งตนเอง อดกลั้น มีมารยาทไทย และอื่น ๆ

เครื่องมือและอุปกรณ์

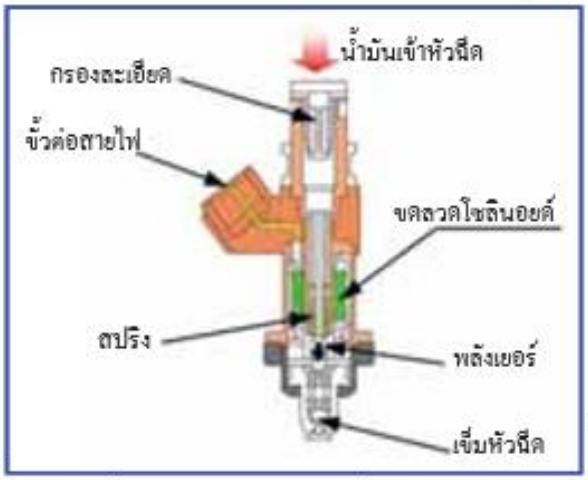
1. เครื่องมือช่างทั่วไป
2. รถจักรยานยนต์
3. ชุดฝึกระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์
4. โต๊ะปฏิบัติงาน หรือชั้นวางอุปกรณ์
5. ผ้าเช็ดมือ หรือถุงมือ
6. มัลติมิเตอร์แบบเข็ม
7. ดิจิตอลมัลติมิเตอร์

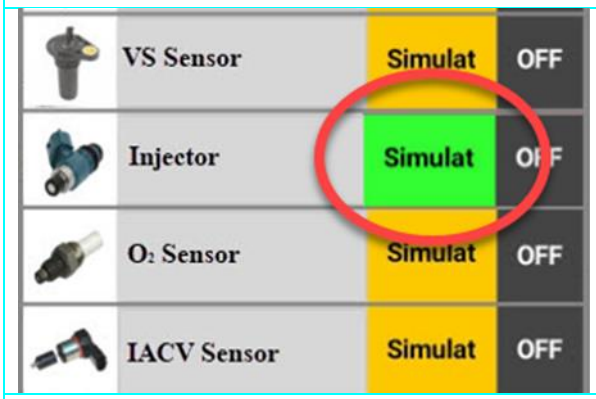
ใบขั้นตอนการทำงาน (Operation Sheet)

งานแก้ไขปัญหาข้อขัดข้องหัวฉีด (Injector)

2

วัสดุอุปกรณ์/ชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์

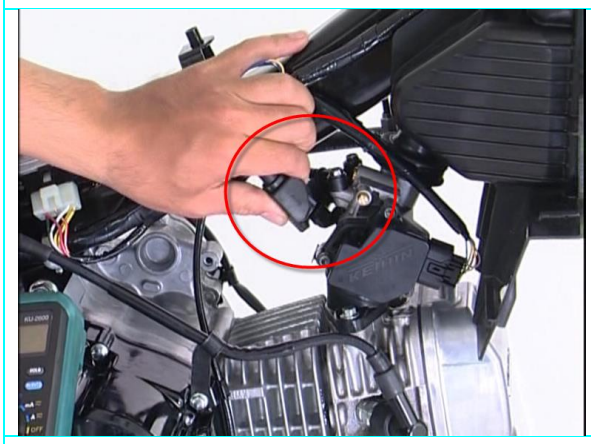


ขั้นตอนการปฏิบัติงานการแก้ไขปัญหาข้อขัดข้องของหัวฉีด (Injector)	
จำลองสถานการณ์เพื่อสร้างรหัสปัญหา	
	1. กด Simulate เพื่อสร้างสถานการณ์จำลองของหัวฉีด (Injector) มีปัญหา
	2. หลอดไฟกระพริบสั้น แสดงรหัสปัญหา

ใบขั้นตอนการทำงาน (Operation Sheet)

งานแก้ไขปัญหาข้อขัดข้องหัวฉีด (Injector)

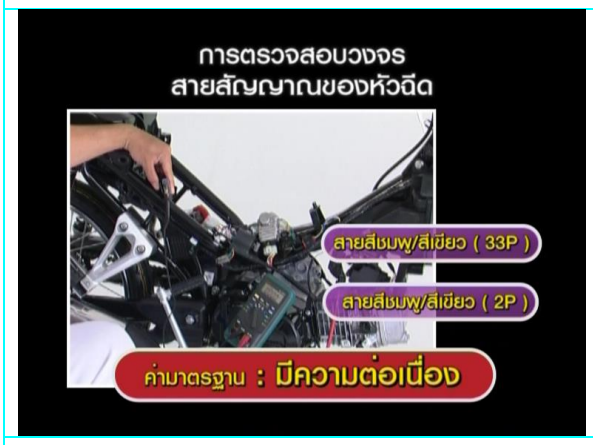
3

ขั้นตอนการปฏิบัติงานการแก้ไขปัญหาข้อขัดข้องของหัวฉีด (Injector)	
	3. ดับเครื่องยนต์
	4. ตรวจสอบแรงเคลื่อนไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายที่ป้อนเข้าหัวฉีด (Injector) 4.1 บิดสวิตช์กุญแจไปตำแหน่ง “OFF” 4.2 ปลดขั้วต่อที่เข้าหัวฉีด (Injector)
	4.3 บิดสวิตช์กุญแจไปตำแหน่ง “ON” 4.4 ตรวจสอบแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ป้อนเข้าหัวฉีด (Injector) ใช้ดิจิตอลมัลติมิเตอร์วัด ขั้ว (+) สายสีดำ/น้ำเงิน ขั้ว (-) ลงกราวด์ ค่ามาตรฐาน : เท่ากับแรงเคลื่อนของแบตเตอรี่

ใบขั้นตอนการทำงาน (Operation Sheet)

งานแก้ไขปัญหาข้อขัดข้องหัวฉีด (Injector)

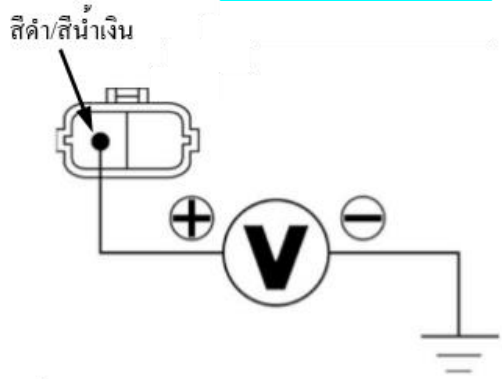
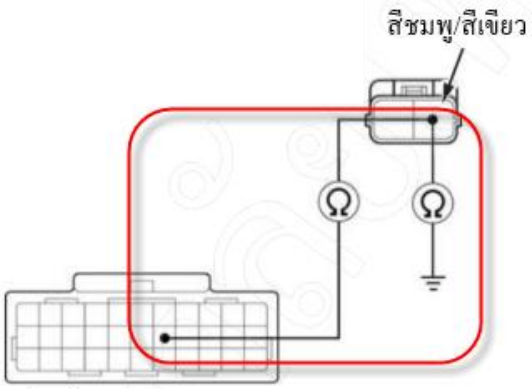
4

ขั้นตอนการปฏิบัติงานการแก้ไขปัญหาข้อขัดข้องของหัวฉีด (Injector)	
	5. ตรวจสอบความต้านทานของหัวฉีด (Injector) ใช้ดิจิตอลมัลติมิเตอร์วัด ขั้ว (+) ที่ขั้วหัวฉีด ขั้ว (-) ที่ขั้วหัวฉีด ค่ามาตรฐาน : อยู่ระหว่าง 9-12 โอห์ม
	6. การตรวจสอบวงจรสายสัญญาณของหัวฉีด ถอดขั้วสายที่กล่อง ECM ออก 6.1 ใช้ดิจิตอลมัลติมิเตอร์วัด ขั้ว (+) สายสีชมพู/เขียว ที่ขั้วกล่อง ECM ขั้ว (-)สายสีชมพู/เขียว ที่ขั้วหัวฉีด ค่ามาตรฐาน : มีความต่อเนื่อง
	6.2 ใช้ดิจิตอลมัลติมิเตอร์วัด ขั้ว (+) สายสีชมพู/เขียว ที่ขั้วหัวฉีด ขั้ว (-) ลงกราวด์ ค่ามาตรฐาน : ไม่มีความต่อเนื่อง

ใบขั้นตอนการทำงาน (Operation Sheet)

5

งานแก้ไขปัญหาข้อขัดข้องหัวฉีด (Injector)

ขั้นตอนการปฏิบัติงานการแก้ไขปัญหาข้อขัดข้องของหัวฉีด (Injector)	
ขั้นตอนการตรวจสอบ	**ผลการตรวจสอบ**
	7. ตรวจสอบแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ป้อนเข้าหัวฉีด (Injector) ขั้นตอน : เปิดสวิตช์ไปที่ตำแหน่ง “ON” ตำแหน่ง : สายสีดำ/นำเงิน – กราวด์ แรงเคลื่อนไฟฟ้าที่วัดได้.....โวลต์ สรุปว่า.....
	8. ตรวจสอบความต้านทานของหัวฉีด (Injector) ตำแหน่ง : ใช้ดิจิตอลมัลติมิเตอร์วัดที่ขั้วหัวฉีด ความต้านทานที่วัดได้.....โอห์ม สรุปว่า.....
	9. ตรวจสอบวงจรสายสัญญาณของหัวฉีด ถอดขั้วสายที่กล่อง ECM ออก 9.1 ตำแหน่ง : สายสีชมพู/เขียว - ชมพู/เขียว ○ ต่อเนื่อง ○ ไม่ต่อเนื่อง 9.2 ตำแหน่ง : สายสีชมพู/เขียว - กับกราวด์ ○ ต่อเนื่อง ○ ไม่ต่อเนื่อง สรุปว่า.....

	ใบสั่งงานที่ 7.8 **(Job Sheet No. 7.8)**			
	ชื่อรายวิชา	งานจักรยานยนต์ รหัสวิชา 2101 – 2102	หน้าที่	1
หัวข้อ / งาน	งานแก้ไขปัญหาข้อขัดข้องหัวฉีด (Injector)			

วัสดุอุปกรณ์/ชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิง	คำสั่ง	ให้นักเรียน
	1	แก้ไขปัญหาข้อขัดข้องหัวฉีด (Injector)
	2	ตรวจสอบปัญหาข้อขัดข้องหัวฉีด
		(Injector)
	3	ทำความสะอาดพื้นที่บริเวณฝึกงาน
	4	บันทึกลำดับขั้นตอนการปฏิบัติงาน
		เป็นรูปและ VDO เพื่อนำเสนอ

จุดพิจารณา	ผลการปฏิบัติงาน		หมายเหตุ
	ถูกต้อง	ไม่ถูกต้อง	
1. มีผ้าเช็ดมือ หรือถุงมือสวมใส่ (ต้องสะอาด)			
2. ขั้นตอนการช็อตขั้วตรวจสอบ DLC ถูกต้อง			
3. การอ่านรหัสปัญหาข้อขัดข้องหัวฉีดถูกต้อง			
4. ตรวจสอบแรงเคลื่อนไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายที่ป้อนเข้าหัวฉีด			
5. ตรวจสอบวงจรของหัวฉีด (Injector)			
6. ตรวจสอบความต่อเนื่องของสายสัญญาณหัวฉีด			
7. ตรวจสอบความต้านทานตัวหัวฉีด			
8. ขั้นตอนการประกอบและติดเครื่องยนต์ได้ตามปกติ			
9. มีการทำความสะอาด วัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ หรือ			
บริเวณที่ฝึกปฏิบัติงาน			
10. นำเสนอขั้นตอนการปฏิบัติงานและลง Facebook			
งานจักรยานยนต์			
รวม	10		

ชื่อนักเรียน		ผู้ควบคุม	
ชั้น/กลุ่ม		วันที่	

	ใบตรวจงานที่ 7.8 **(Check Sheet No. 7.8)**			
	ชื่อรายวิชา	งานจักรยานยนต์ รหัสวิชา 2101 – 2102	หน้าที่	1
หัวข้อ / งาน	งานแก้ไขปัญหาข้อขัดข้องหัวฉีด (Injector)			

วัสดุอุปกรณ์/ชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิง	คำสั่ง	ให้นักเรียน
	1	แก้ไขปัญหาข้อขัดข้องหัวฉีด (Injector)
	2	ตรวจสอบปัญหาข้อขัดข้องหัวฉีด
		(Injector)
	3	ทำความสะอาดพื้นที่บริเวณฝึกงาน
	4	บันทึกลำดับขั้นตอนการปฏิบัติงาน
		เป็นรูปและ VDO เพื่อนำเสนอ

จุดพิจารณา	ผลการปฏิบัติงาน		หมายเหตุ
	ถูกต้อง	ไม่ถูกต้อง	
1. มีผ้าเช็ดมือ หรือถุงมือสวมใส่ (ต้องสะอาด)	1	0	
2. ขั้นตอนการช็อตขั้วตรวจสอบ DLC ถูกต้อง	1	0	
3. การอ่านรหัสปัญหาข้อขัดข้องหัวฉีดถูกต้อง	1	0	
4. ตรวจสอบแรงเคลื่อนไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายที่ป้อนเข้าหัวฉีด	1	0	
5. ตรวจสอบวงจรของหัวฉีด (Injector)	1	0	
6. ตรวจสอบความต่อเนื่องของสายสัญญาณหัวฉีด	1	0	
7. ตรวจสอบความต้านทานตัวหัวฉีด	1	0	
8. ขั้นตอนการประกอบและติดเครื่องยนต์ได้ตามปกติ	1	0	
9. มีการทำความสะอาด วัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ หรือ	1	0	
บริเวณที่ฝึกปฏิบัติงาน			
10. นำเสนอขั้นตอนการปฏิบัติงานและลง Facebook	1	0	
งานจักรยานยนต์			
รวม	10		

ชื่อนักเรียน		ผู้ควบคุม	
ชั้น/กลุ่ม		วันที่	

ใบขั้นตอนการทำงาน (Operation Sheet)

1

งานแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง O_2 Sensor

ใบงานที่ 7.9 งานแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง O_2 Sensor

สาระสำคัญ

การแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง ตัวตรวจจับปริมาณออกซิเจน หรือ O_2 Sensor ทำงานบกพร่อง อาจเกิดจากสาเหตุหน้าสัมผัสที่ขั้วต่อของ O_2 Sensor หลวม ลัดวงจร ทำงานบกพร่อง แต่เครื่องยนต์ยังทำงานได้ตามปกติ สามารถตรวจสอบเพื่อแก้ปัญหาได้

จุดประสงค์

1. สามารถแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง O_2 Sensor ได้อย่างถูกต้อง
2. สามารถตรวจสอบปัญหาข้อขัดข้อง O_2 Sensor ได้อย่างถูกต้อง
3. สามารถเรียกดูข้อมูลแสดงความผิดปกติที่เคยเกิดขึ้นได้อย่างถูกต้อง
4. การนำเสนอด้วยสื่อสังคมออนไลน์
5. มีกิจนิสัยที่ดีในปฏิบัติตน โดยมีมนุษยสัมพันธ์ มีวินัย รับผิดชอบ ซื่อสัตย์สุจริต เชื่อมั่นในตนเอง ประหยัด สนใจ ใฝ่รู้ ละเว้นสิ่งเสพติดและการพนัน รักสามัคคี กตัญญู คิดริเริ่มสร้างสรรค์ พึ่งตนเอง อดกลั้น มีมารยาทไทย และอื่น ๆ

เครื่องมือและอุปกรณ์

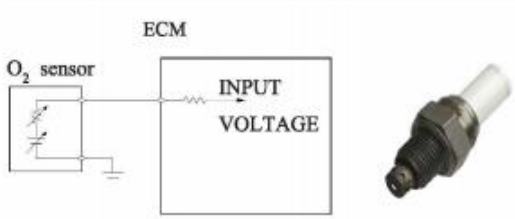
1. เครื่องมือช่างทั่วไป
2. รถจักรยานยนต์
3. ชุดฝึกระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์
4. โต๊ะปฏิบัติงาน หรือชั้นวางอุปกรณ์
5. ผ้าเช็ดมือ หรือถุงมือ
6. มัลติมิเตอร์แบบเข็ม
7. ดิจิตอลมัลติมิเตอร์

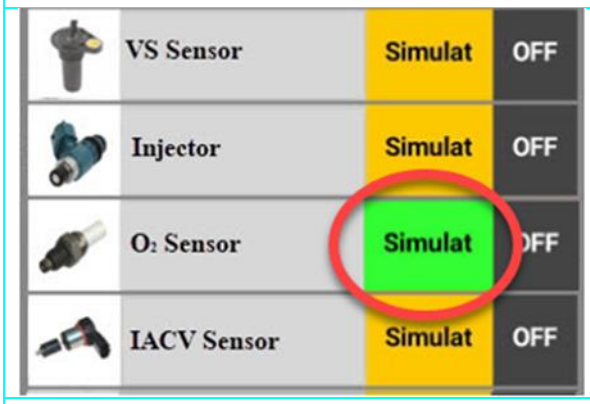
ใบขั้นตอนการทำงาน (Operation Sheet)

2

งานแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง O_2 Sensor

วัสดุอุปกรณ์/ชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์



ขั้นตอนการปฏิบัติงานการแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง O_2 Sensor	
จำลองสถานการณ์เพื่อสร้างรหัสปัญหา	
	1. กด Simulate เพื่อสร้างสถานการณ์จำลองของ O_2 Sensor มีปัญหา
	2. หลอดไฟกระพริบสั้น แสดงรหัสปัญหา

ใบขั้นตอนการทำงาน (Operation Sheet)

งานแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง O_2 Sensor

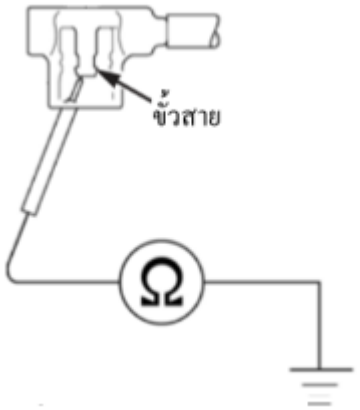
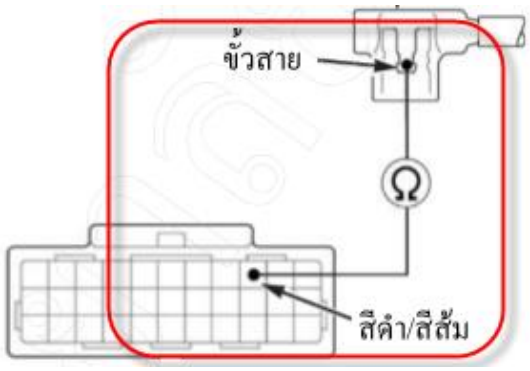
3

ขั้นตอนการปฏิบัติงานการแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง O_2 Sensor	
	3. ดับเครื่องยนต์
	4. ตรวจสอบการลัดวงจรของตัว O_2 Sensor 4.1 บิดสวิตช์กุญแจไปตำแหน่ง “OFF” 4.2 ปลดขั้วต่อที่เข้ากล่อง ECM และ ขั้วต่อเข้า O_2 Sensor
	4.3 บิดสวิตช์กุญแจไปตำแหน่ง “ON” 4.4 ตรวจสอบการลัดวงจรของตัว O_2 Sensor ใช้ดิจิตอลมัลติมิเตอร์วัด ขั้ว (+) สายสีดำ/ส้ม ขั้ว (-) ลงกราวด์ ค่ามาตรฐาน : ไม่มีความต่อเนื่อง

ใบขั้นตอนการทำงาน (Operation Sheet)

งานแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง O_2 Sensor

4

ขั้นตอนการตรวจสอบการแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง O_2 Sensor	
	5. ตรวจสอบความต้านทานของวงจรตัว O_2 Sensor ใช้ดิจิตอลมัลติมิเตอร์วัด ขั้ว (+)สายสีดำ/ส้ม ที่เข้ากล่อง ECM ขั้ว (-)สายสีดำ/ส้ม ขั้วต่อเข้า O_2 Sensor ค่ามาตรฐาน : มีความต่อเนื่อง
ขั้นตอนการตรวจสอบ	**ผลการตรวจสอบ**
	6. ตรวจสอบการลัดวงจรของตัว O_2 Sensor ขั้นตอน : เปิดสวิตช์ไปที่ตำแหน่ง “ON” ตำแหน่ง : สายสีดำ/ส้ม – กับกราวด์ ○ ต่อเนื่อง ○ ไม่ต่อเนื่อง สรุปว่า.....
	7. ตรวจสอบความต้านทานของวงจรตัว O_2 Sensor ตำแหน่ง : สายสีดำ/ส้ม – กับกราวด์ ○ ต่อเนื่อง ○ ไม่ต่อเนื่อง สรุปว่า.....

	ใบสั่งงานที่ 7.9 **(Job Sheet No. 7.9)**			
	ชื่อรายวิชา	งานจักรยานยนต์ รหัสวิชา 2101 – 2102	หน้าที่	1
หัวข้อ / งาน	งานแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง O_2 Sensor			

วัสดุอุปกรณ์/ชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิง	คำสั่ง	ให้นักเรียน
	1	แก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง O_2 Sensor
	2	ตรวจสอบปัญหาข้อขัดข้อง
		O_2 Sensor
	3	ทำความสะอาดพื้นที่บริเวณฝึกงาน
	4	บันทึกลำดับขั้นตอนการปฏิบัติงาน
		เป็นรูปและ VDO เพื่อนำเสนอ

จุดพิจารณา	ผลการปฏิบัติงาน		หมายเหตุ
	ถูกต้อง	ไม่ถูกต้อง	
1. มีผ้าเช็ดมือ หรือถุงมือสวมใส่ (ต้องสะอาด)			
2. ขั้นตอนการชื่อตขั้วตรวจสอบ DLC ถูกต้อง			
3. การอ่านรหัสปัญหาข้อขัดข้อง O_2 Sensor ถูกต้อง			
4. ตรวจสอบการลัดวงจรของตัว O_2 Sensor			
5. ตรวจสอบความต่อเนื่องของวงจรตัว O_2 Sensor			
6. ตรวจสอบความต้านทานของวงจรตัว O_2 Sensor			
7. ตรวจสอบความต้านทานตัวของ O_2 Sensor			
8. ขั้นตอนการประกอบและติดเครื่องยนต์ได้ตามปกติ			
9. มีการทำความสะอาด วัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ หรือ			
บริเวณที่ฝึกปฏิบัติงาน			
10. นำเสนอขั้นตอนการปฏิบัติงานและลง Facebook			
งานจักรยานยนต์			
รวม	10		

ชื่อนักเรียน		ผู้ควบคุม	
ชั้น/กลุ่ม		วันที่	

	ใบตรวจงานที่ 7.9 **(Check Sheet No. 7.9)**			
	ชื่อรายวิชา	งานจักรยานยนต์ รหัสวิชา 2101 – 2102	หน้าที่	1
หัวข้อ / งาน	งานแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง O_2 Sensor			

วัสดุอุปกรณ์/ชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิง	คำสั่ง	ให้นักเรียน
	1	แก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง O_2 Sensor
	2	ตรวจสอบปัญหาข้อขัดข้อง
		O_2 Sensor
	3	ทำความสะอาดพื้นที่บริเวณฝึกงาน
	4	บันทึกลำดับขั้นตอนการปฏิบัติงาน
		เป็นรูปและ VDO เพื่อนำเสนอ

จุดพิจารณา	ผลการปฏิบัติงาน		หมายเหตุ
	ถูกต้อง	ไม่ถูกต้อง	
1. มีผ้าเช็ดมือ หรือถุงมือสวมใส่ (ต้องสะอาด)	1	0	
2. ขั้นตอนการช็อตขั้วตรวจสอบ DLC ถูกต้อง	1	0	
3. การอ่านรหัสปัญหาข้อขัดข้อง O_2 Sensor ถูกต้อง	1	0	
4. ตรวจสอบการลัดวงจรของตัว O_2 Sensor	1	0	
5. ตรวจสอบความต่อเนื่องของวงจรตัว O_2 Sensor	1	0	
6. ตรวจสอบความต้านทานของวงจรตัว O_2 Sensor	1	0	
7. ตรวจสอบความต้านทานตัวของ O_2 Sensor	1	0	
8. ขั้นตอนการประกอบและติดเครื่องยนต์ได้ตามปกติ	1	0	
9. มีการทำความสะอาด วัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ หรือ	1	0	
บริเวณที่ฝึกปฏิบัติงาน			
10. นำเสนอขั้นตอนการปฏิบัติงานและลง Facebook	1	0	
งานจักรยานยนต์			
รวม	10		

ชื่อนักเรียน		ผู้ควบคุม	
ชั้น/กลุ่ม		วันที่	

ใบขั้นตอนการทำงาน (Operation Sheet)

1

งานแก้ไขปัญหาข้อขัดข้องชุดลิ้นควบคุมอากาศรอบเดินเบา (IACV)

ใบงานที่ 7.10 งานแก้ไขปัญหาข้อขัดข้องชุดลิ้นควบคุมอากาศรอบเดินเบา (IACV)

สาระสำคัญ

การแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง งานแก้ไขปัญหาข้อขัดข้องชุดลิ้นควบคุมอากาศรอบเดินเบา หรือ IACV ทำงานบกพร่อง อาจเกิดจากสาเหตุหน้าสัมผัสที่ขั้วต่อของ IACV หลวม ลัดวงจร ทำงานบกพร่อง แต่เครื่องยนต์ยังทำงานได้ตามปกติ สามารถตรวจสอบเพื่อแก้ปัญหาได้

จุดประสงค์

1. สามารถแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง IACV ได้อย่างถูกต้อง
2. สามารถตรวจสอบปัญหาข้อขัดข้อง IACV ได้อย่างถูกต้อง
3. สามารถเรียกดูข้อมูลแสดงความผิดปกติที่เคยเกิดขึ้นได้อย่างถูกต้อง
4. การนำเสนอด้วยสื่อสังคมออนไลน์
5. มีกิจนิสัยที่ดีในปฏิบัติตน โดยมีมนุษยสัมพันธ์ มีวินัย รับผิดชอบ ซื่อสัตย์สุจริต เชื่อมั่นในตนเอง ประหยัด สนใจ ใฝ่รู้ ละเว้นสิ่งเสพติด และการพนัน รักสามัคคี กตัญญู คิดริเริ่มสร้างสรรค์ พึ่งตนเอง อดกลั้น มีมารยาทไทย และอื่น ๆ

เครื่องมือและอุปกรณ์

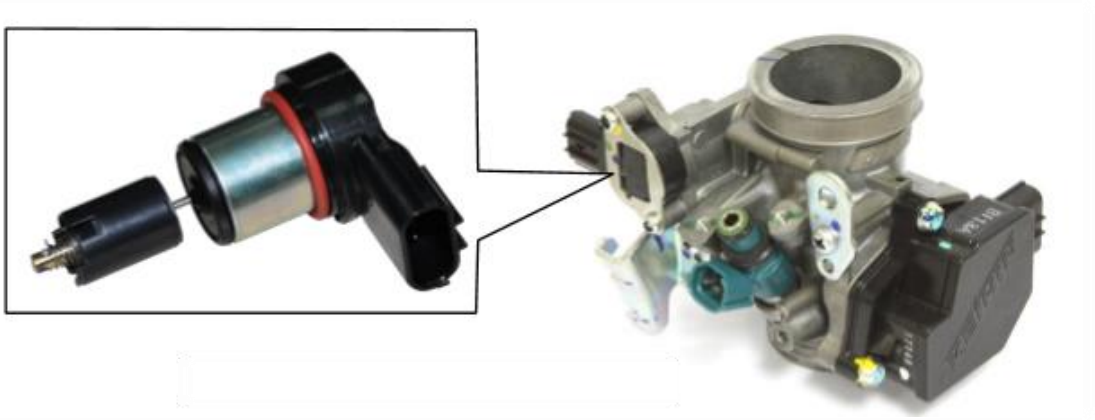
1. เครื่องมือช่างทั่วไป
2. รถจักรยานยนต์
3. ชุดฝึกระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์
4. โต๊ะปฏิบัติงาน หรือชั้นวางอุปกรณ์
5. ผ้าเช็ดมือ หรือถุงมือ
6. มัลติมิเตอร์แบบเข็ม
7. ดิจิตอลมัลติมิเตอร์

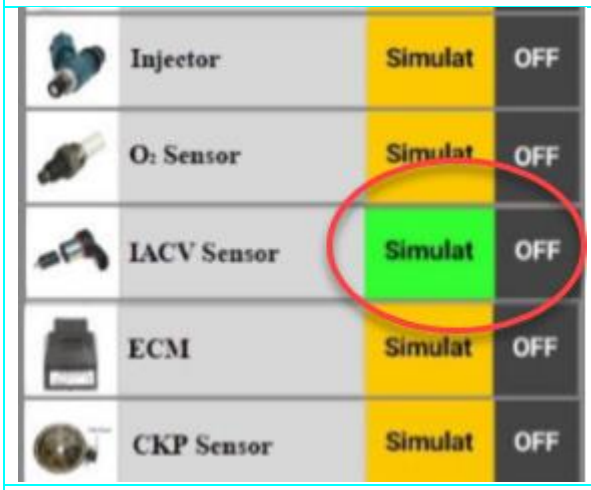
ใบขั้นตอนการทำงาน (Operation Sheet)

2

งานแก้ไขปัญหาข้อขัดข้องชุดลิ้นควบคุมอากาศรอบเดินเบา (IACV)

วัสดุอุปกรณ์/ชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์



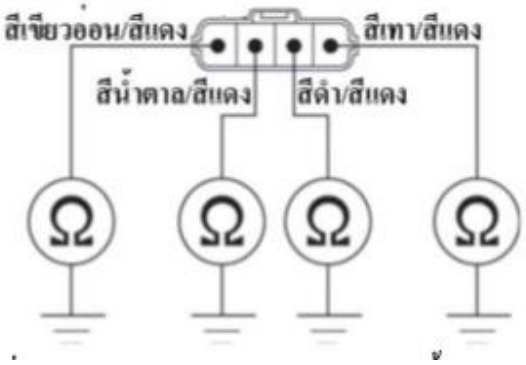
ขั้นตอนการปฏิบัติงานการแก้ไขปัญหาข้อขัดข้องชุดลิ้นควบคุม IACV	
จำลองสถานการณ์เพื่อสร้างรหัสปัญหา	
	1. กด Simulate เพื่อสร้างสถานการณ์จำลองของชุดลิ้นควบคุม IACV มีปัญหา
	2. หลอดไฟกระพริบสั้น แสดงรหัสปัญหา 3. ดับเครื่องยนต์

ใบขั้นตอนการทำงาน (Operation Sheet)

3

งานแก้ไขปัญหาข้อขัดข้องชุดลิ้นควบคุมอากาศรอบเดินเบา (IACV)

ขั้นตอนการตรวจสอบการแก้ไขปัญหาข้อขัดข้องชุดลิ้นควบคุม IACV



4. การตรวจสอบการลัดวงจรของชุดลิ้นควบคุมอากาศรอบเดินเบาด้านขั้วสายไฟ

4.1 บิดสวิตช์กุญแจไปที่ตำแหน่ง “OFF”

4.2 ถอดขั้วต่อสายไฟ ที่ชุดลิ้นควบคุมอากาศรอบเดินเบา

ใช้ดิจิตอลมัลติมิเตอร์วัด

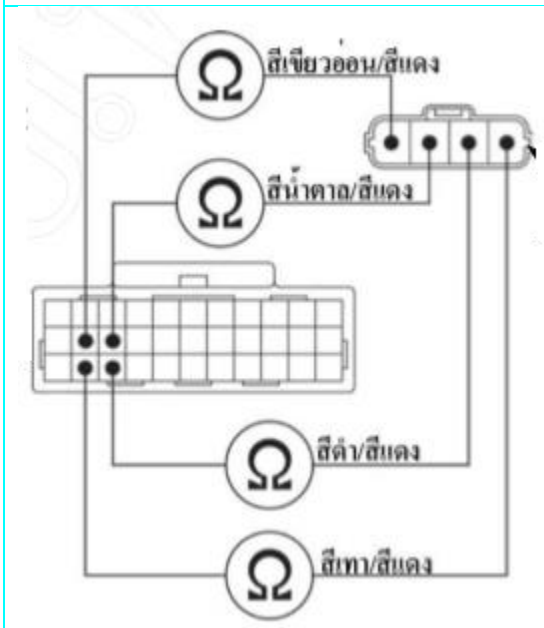
ตำแหน่งที่วัด : สายสีเขียวอ่อน/แดง - กราวด์

ตำแหน่งที่วัด : สายสีน้ำตาล/แดง – กราวด์

ตำแหน่งที่วัด : สายสีดำ/แดง - กราวด์

ตำแหน่งที่วัด : สายสีเทา/แดง - กราวด์

ค่ามาตรฐาน : ไม่มีความต่อเนื่อง



5. การตรวจสอบความต่อเนื่องสายไฟวงจรไฟฟ้า

ใช้ดิจิตอลมัลติมิเตอร์วัด

ตำแหน่งที่วัด : สายสีเขียวอ่อน/แดง - เขียวอ่อน/แดง

ตำแหน่งที่วัด : สายสีน้ำตาล/แดง – น้ำตาล/แดง

ตำแหน่งที่วัด : สายสีดำ/แดง - ดำ/แดง

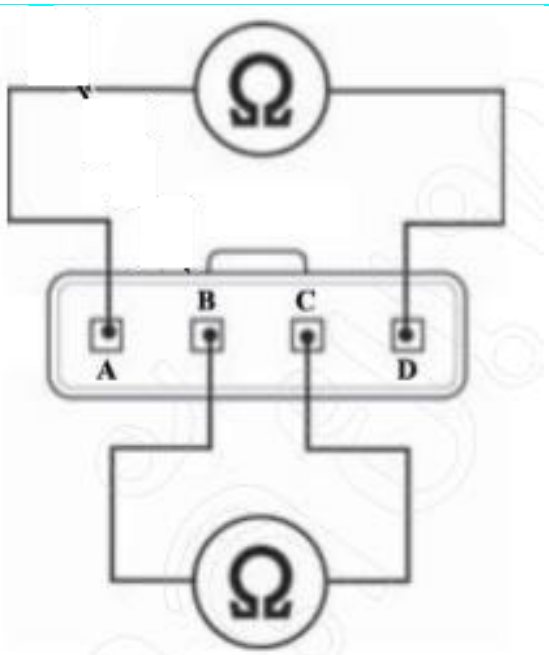
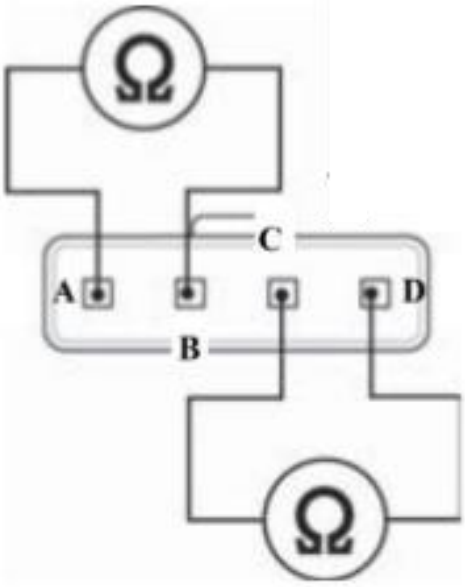
ตำแหน่งที่วัด : สายสีเทา/แดง - เทา/แดง

ค่ามาตรฐาน : มีความต่อเนื่อง

ใบขั้นตอนการทำงาน (Operation Sheet)

4

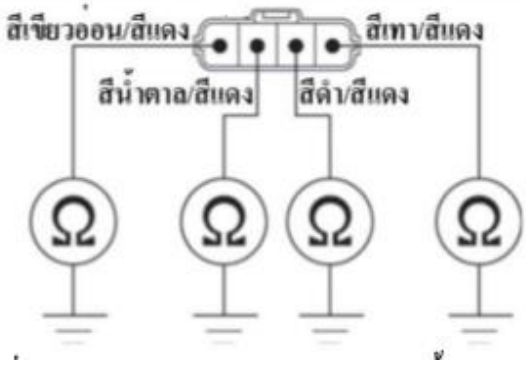
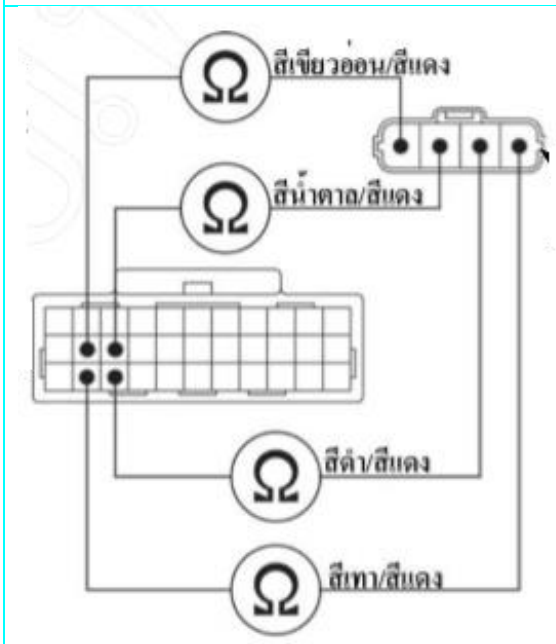
งานแก้ไขปัญหาข้อขัดข้องชุดลิ้นควบคุมอากาศรอบเดินเบา (IACV)

ขั้นตอนการตรวจสอบการแก้ไขปัญหาข้อขัดข้องชุดลิ้นควบคุม IACV	
	6. การตรวจสอบความต้านทานลิ้นควบคุม อากาศรอบเดินเบา ตำแหน่งที่วัด : A กับ D ตำแหน่งที่วัด : B กับ C ค่ามาตรฐาน : อยู่ระหว่าง 110-150 โอห์ม
	7. การตรวจสอบการลัดวงจรลิ้นควบคุม อากาศรอบเดินเบา ตำแหน่งที่วัด : A กับ B ตำแหน่งที่วัด : C กับ D ค่ามาตรฐาน : ไม่มีความต่อเนื่อง

ใบขั้นตอนการทำงาน (Operation Sheet)

5

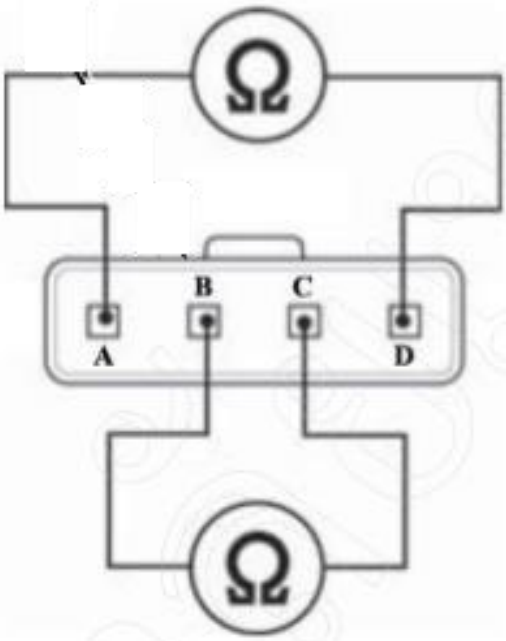
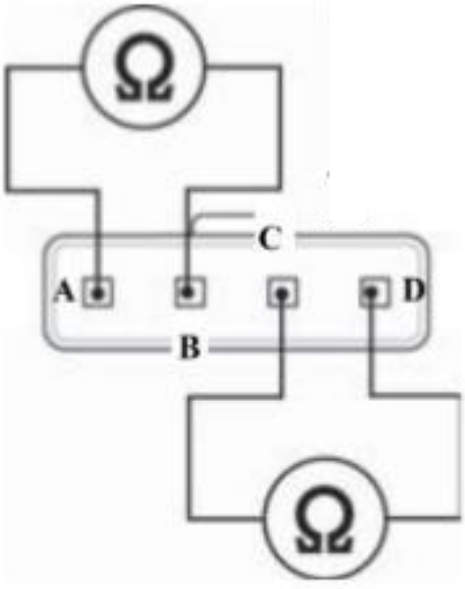
งานแก้ไขปัญหาข้อขัดข้องชุดลิ้นควบคุมอากาศรอบเดินเบา (IACV)

ขั้นตอนการตรวจสอบการแก้ไขปัญหาข้อขัดข้องชุดลิ้นควบคุม IACV	
ขั้นตอนการตรวจสอบ	**ผลการตรวจสอบ**
	8. การตรวจสอบการลัดวงจรของชุดลิ้นควบคุมอากาศรอบเดินเบาด้านขั้วสายไฟ ตำแหน่งที่วัด : สีเขียวอ่อน/แดง- กราวด์ ○ ต่อเนื่อง ○ ไม่ต่อเนื่อง ตำแหน่งที่วัด : สายสีน้ำตาล/แดง –กราวด์ ○ ต่อเนื่อง ○ ไม่ต่อเนื่อง ตำแหน่งที่วัด : สายสีดำ/แดง – กราวด์ ○ ต่อเนื่อง ○ ไม่ต่อเนื่อง ตำแหน่งที่วัด : สายสีเทา/แดง – กราวด์ ○ ต่อเนื่อง ○ ไม่ต่อเนื่อง สรุปว่า.....
	9. การตรวจสอบความต่อเนื่องสายไฟวงจรไฟฟ้า ตำแหน่งที่วัด : สายสีเขียวอ่อน/แดง - เขียวอ่อน/แดง ○ ต่อเนื่อง ○ ไม่ต่อเนื่อง ตำแหน่งที่วัด : สายสีน้ำตาล/แดง – น้ำตาล/แดง ○ ต่อเนื่อง ○ ไม่ต่อเนื่อง ตำแหน่งที่วัด : สายสีดำ/แดง - ดำ/แดง ○ ต่อเนื่อง ○ ไม่ต่อเนื่อง ตำแหน่งที่วัด : สายสีเทา/แดง - เทา/แดง ○ ต่อเนื่อง ○ ไม่ต่อเนื่อง สรุปว่า.....

ใบขั้นตอนการทำงาน (Operation Sheet)

6

งานแก้ไขปัญหาข้อขัดข้องชุดลิ้นควบคุมอากาศรอบเดินเบา (IACV)

ขั้นตอนการตรวจสอบการแก้ไขปัญหาข้อขัดข้องชุดลิ้นควบคุม IACV	
ขั้นตอนการตรวจสอบ	**ผลการตรวจสอบ**
	10. การตรวจสอบความต้านทานลิ้นควบคุมอากาศรอบเดินเบา ตำแหน่งที่วัด : A กับ D ความต้านทานที่วัดได้.....โอห์ม ตำแหน่งที่วัด : B กับ C ความต้านทานที่วัดได้.....โอห์ม สรุปว่า.....
	11. การตรวจสอบการลัดวงจรลิ้นควบคุมอากาศรอบเดินเบา ตำแหน่งที่วัด : A กับ B ○ ต่อเนื่อง ○ ไม่ต่อเนื่อง ตำแหน่งที่วัด : C กับ D ○ ต่อเนื่อง ○ ไม่ต่อเนื่อง สรุปว่า.....

	ใบสั่งงานที่ 7.10 **(Job Sheet No. 7.10)**			
	ชื่อรายวิชา	งานจักรยานยนต์ รหัสวิชา 2101 – 2102	หน้าที่	1
หัวข้อ / งาน	งานแก้ไขปัญหาข้อขัดข้องชุดลิ้นควบคุมอากาศรอบเดินเบา (IACV)			

วัสดุอุปกรณ์/ชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิง	คำสั่ง	ให้นักเรียน
	1	แก้ไขปัญหาข้อขัดข้องชุดลิ้น IACV
	2	ตรวจสอบปัญหาข้อขัดข้องชุดลิ้น
		ควบคุมอากาศรอบเดินเบา (IACV)
	3	ทำความสะอาดพื้นที่บริเวณฝึกงาน
	4	บันทึกลำดับขั้นตอนการปฏิบัติงาน
		เป็นรูปและ VDO เพื่อนำเสนอ

จุดพิจารณา	ผลการปฏิบัติงาน		หมายเหตุ
	ถูกต้อง	ไม่ถูกต้อง	
1. มีผ้าเช็ดมือ หรือถุงมือสวมใส่ (ต้องสะอาด)			
2. ขั้นตอนการชี้อตขั้วตรวจสอบ DLC ถูกต้อง			
3. การอ่านรหัสปัญหาข้อขัดข้องชุดลิ้น IACV ถูกต้อง			
4. ตรวจสอบการลัดวงจรของชุดลิ้น IACV ถูกต้อง			
5. การตรวจสอบความต่อเนื่องสายไฟวงจรไฟฟ้าถูกต้อง			
6. ตรวจสอบความต้านทานลิ้นควบคุมอากาศรอบเดินเบา			
7. ตรวจสอบการลัดวงจรลิ้นควบคุมอากาศรอบเดินเบา			
8. ขั้นตอนการประกอบและติดเครื่องยนต์ได้ตามปกติ			
9. มีการทำความสะอาด วัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ หรือ			
บริเวณที่ฝึกปฏิบัติงาน			
10. นำเสนอขั้นตอนการปฏิบัติงานและลง Facebook			
งานจักรยานยนต์			
รวม	10		

ชื่อนักเรียน		ผู้ควบคุม	
ชั้น/กลุ่ม		วันที่	

	ใบตรวจงานที่ 7.10 **(Check Sheet No. 7.10)**			
	ชื่อรายวิชา	งานจักรยานยนต์ รหัสวิชา 2101 – 2102	หน้าที่	1
หัวข้อ / งาน	งานแก้ไขปัญหาข้อขัดข้องชุดลิ้นควบคุมอากาศรอบเดินเบา (IACV)			

วัสดุอุปกรณ์/ชุดฝึกปฏิบัติระบบจุดเชื้อเพลิง	คำสั่ง	ให้นักเรียน
	1	แก้ไขปัญหาข้อขัดข้องชุดลิ้น IACV
	2	ตรวจสอบปัญหาข้อขัดข้องชุดลิ้น
		ควบคุมอากาศรอบเดินเบา (IACV)
	3	ทำความสะอาดพื้นที่บริเวณฝึกงาน
	4	บันทึกลำดับขั้นตอนการปฏิบัติงาน
		เป็นรูปและ VDO เพื่อนำเสนอ

จุดพิจารณา	ผลการปฏิบัติงาน		หมายเหตุ
	ถูกต้อง	ไม่ถูกต้อง	
1. มีผ้าเช็ดมือ หรือถุงมือสวมใส่ (ต้องสะอาด)	1	0	
2. ขั้นตอนการช็อตขั้วตรวจสอบ DLC ถูกต้อง	1	0	
3. การอ่านรหัสปัญหาข้อขัดข้องชุดลิ้น IACV ถูกต้อง	1	0	
4. ตรวจสอบการลัดวงจรของชุดลิ้น IACV ถูกต้อง	1	0	
5. การตรวจสอบความต่อเนื่องสายไฟวงจรไฟฟ้าถูกต้อง	1	0	
6. ตรวจสอบความต้านทานลิ้นควบคุมอากาศรอบเดินเบา	1	0	
7. ตรวจสอบการลัดวงจรลิ้นควบคุมอากาศรอบเดินเบา	1	0	
8. ขั้นตอนการประกอบและติดเครื่องยนต์ได้ตามปกติ	1	0	
9. มีการทำความสะอาด วัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ หรือ	1	0	
บริเวณที่ฝึกปฏิบัติงาน			
10. นำเสนอขั้นตอนการปฏิบัติงานและลง Facebook	1	0	
งานจักรยานยนต์			
รวม	10		

ใบขั้นตอนการทำงาน (Operation Sheet)

1

งานแก้ไขปัญหาข้อขัดข้องตัวตรวจจับตำแหน่งเพลาข้อเหวี่ยง (CKP Sensor)

ใบงานที่ 7.11 งานแก้ไขปัญหาข้อขัดข้องตัวตรวจจับตำแหน่งเพลาข้อเหวี่ยง (CKP Sensor)

สาระสำคัญ

การแก้ไขปัญหาข้อขัดข้องตัวตรวจจับตำแหน่งเพลาข้อเหวี่ยง หรือ CKP Sensor ทำงานบกพร่อง อาจเกิดจากสาเหตุหน้าสัมผัสที่ขั้วต่อของ CKP Sensor หลวม ลัดวงจร ทำงานบกพร่อง แต่เครื่องยนต์ยังทำงานได้ตามปกติ สามารถตรวจสอบเพื่อแก้ปัญหาได้

จุดประสงค์

1. สามารถแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง CKP Sensor ได้อย่างถูกต้อง
2. สามารถตรวจสอบปัญหาข้อขัดข้อง CKP Sensor ได้อย่างถูกต้อง
3. สามารถเรียกดูข้อมูลแสดงความผิดปกติที่เคยเกิดขึ้นได้อย่างถูกต้อง
4. การนำเสนอด้วยสื่อสังคมออนไลน์
5. มีกิจนิสัยที่ดีในปฏิบัติตน โดยมีมนุษยสัมพันธ์ มีวินัย รับผิดชอบ ซื่อสัตย์สุจริต เชื่อมั่นในตนเอง ประหยัด สนใจ ใฝ่รู้ ละเว้นสิ่งเสพติด และการพนัน รักสามัคคี กตัญญู คิดริเริ่มสร้างสรรค์ พึ่งตนเอง อดกลั้น มีมารยาทไทย และอื่น ๆ

เครื่องมือและอุปกรณ์

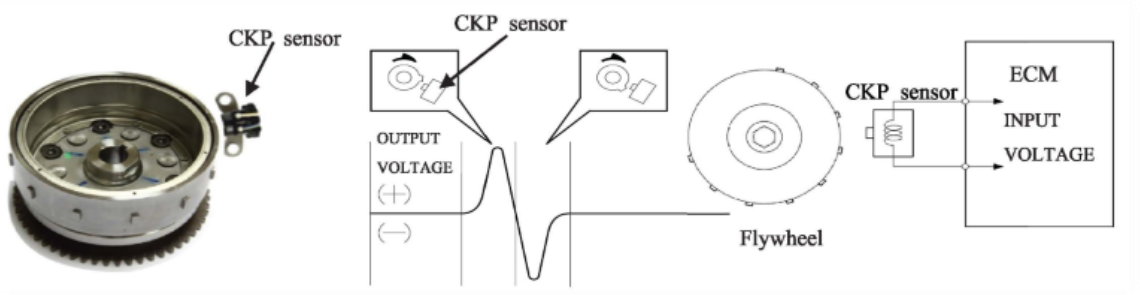
1. เครื่องมือช่างทั่วไป
2. รถจักรยานยนต์
3. ชุดฝึกระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์
4. โต๊ะปฏิบัติงาน หรือชั้นวางอุปกรณ์
5. ผ้าเช็ดมือ หรือถุงมือ
6. มัลติมิเตอร์แบบเข็ม
7. ดิจิตอลมัลติมิเตอร์

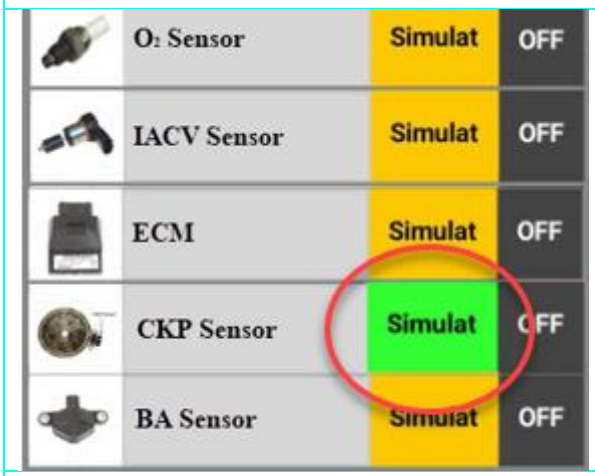
ใบขั้นตอนการทำงาน (Operation Sheet)

2

งานแก้ไขปัญหาข้อขัดข้องตัวตรวจจับตำแหน่งเพลาข้อเหวี่ยง (CKP Sensor)

วัสดุอุปกรณ์/ชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์



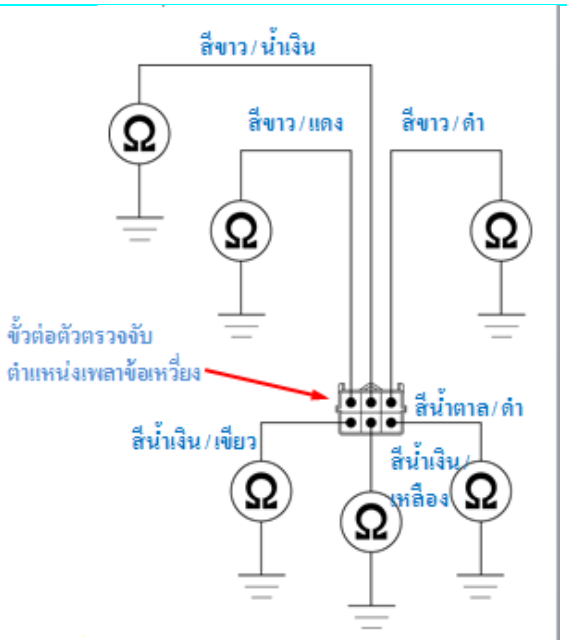
ขั้นตอนการปฏิบัติงานการแก้ไขปัญหาข้อขัดข้องตัวตรวจจับ CKP Sensor	
จำลองสถานการณ์เพื่อสร้างรหัสปัญหา	
	1. กด Simulate เพื่อสร้างสถานการณ์จำลองของตัวตรวจจับตำแหน่งเพลาข้อเหวี่ยง (CKP Sensor) มีปัญหา
	2. หลอดไฟกระพริบสั้น แสดงรหัสปัญหา 3. ดับเครื่องยนต์

ใบขั้นตอนการทำงาน (Operation Sheet)

3

งานแก้ไขปัญหาข้อขัดข้องตัวตรวจจับตำแหน่งเพลาข้อเหวี่ยง (CKP Sensor)

ขั้นตอนการตรวจสอบการแก้ไขปัญหาข้อขัดข้องตัวตรวจจับ CKP Sensor



5. ตรวจสอบการลัดวงจรของสายไฟตัว CKP Sensor

5.1 บิดสวิตช์กุญแจไปที่ตำแหน่ง “OFF”

5.2 ถอดขั้วต่อสายไฟ ที่ CKP Sensor และกล่อง

ใช้ดิจิตอลมัลติมิเตอร์วัด

ตำแหน่งที่วัด : สายสีขาว/แดง - กราวด์

ตำแหน่งที่วัด : สายสีขาว/น้ำเงิน – กราวด์

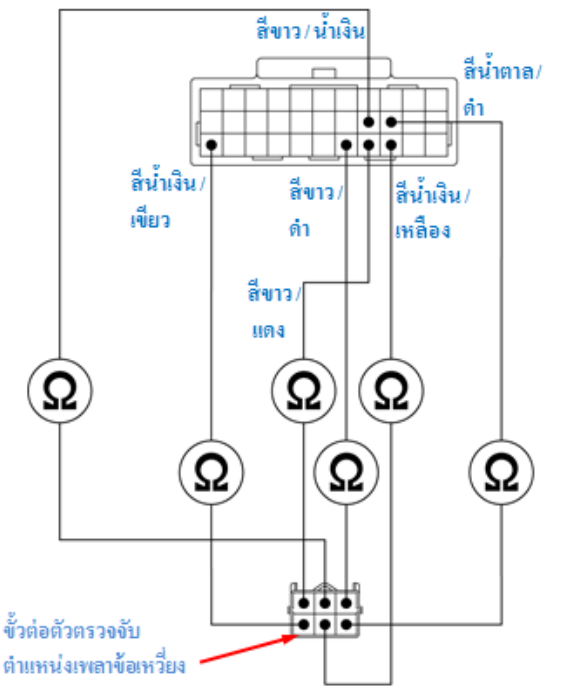
ตำแหน่งที่วัด : สายสีขาว/ดำ - กราวด์

ตำแหน่งที่วัด : สายสีน้ำเงิน/เหลือง-กราวด์

ตำแหน่งที่วัด : สายสีน้ำตาล/ดำ – กราวด์

ตำแหน่งที่วัด : สายสีน้ำเงิน/เขียว - กราวด์

ค่ามาตรฐาน : ไม่มีความต่อเนื่อง



6. ตรวจสอบความต่อเนื่องของสายไฟตัวตรวจจับตำแหน่งเพลาข้อเหวี่ยง กับ กล่อง ECM

ใช้ดิจิตอลมัลติมิเตอร์วัด

ตำแหน่งที่วัด : สายสีขาว/แดง – ขาว/แดง

ตำแหน่งที่วัด : สายสีขาว/น้ำเงิน -ขาว/น้ำเงิน

ตำแหน่งที่วัด : สายสีน้ำเงิน/เหลือง-น้ำเงิน/เหลือง

ตำแหน่งที่วัด : สายสีน้ำตาล/ดำ-น้ำตาล/ ดำ

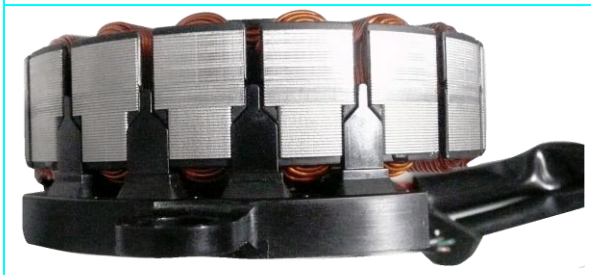
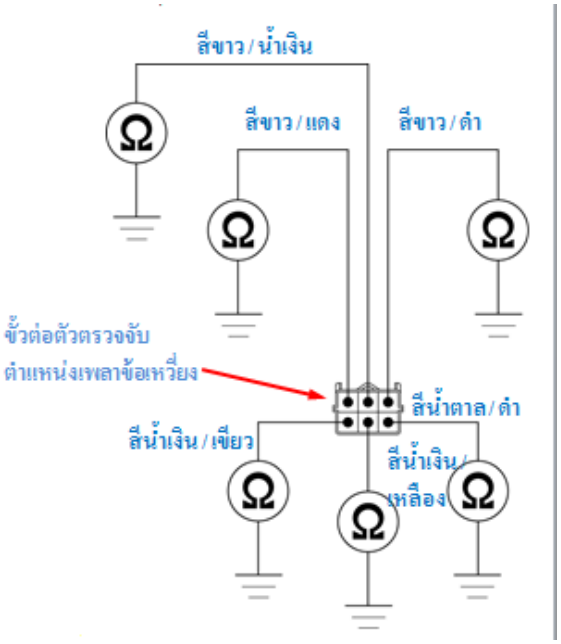
ตำแหน่งที่วัด : สายสีน้ำเงิน/เขียว-น้ำเงิน/เขียว

ค่ามาตรฐาน : มีความต่อเนื่อง

ใบขั้นตอนการทำงาน (Operation Sheet)

4

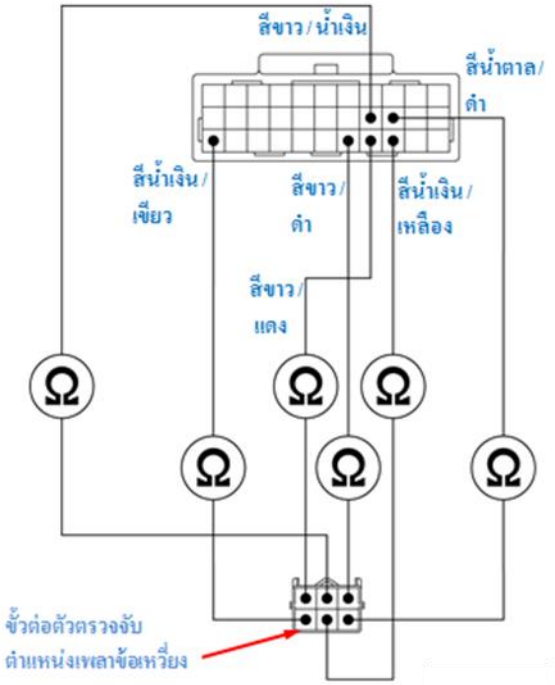
งานแก้ไขปัญหาข้อขัดข้องตัวตรวจจับตำแหน่งเพลาข้อเหวี่ยง (CKP Sensor)

ขั้นตอนการตรวจสอบการแก้ไขปัญหาข้อขัดข้องตัวตรวจจับ CKP Sensor	
	7. การตรวจสอบตัวตรวจจับตำแหน่งเพลาข้อเหวี่ยง 7.1 เปลี่ยนตัวตรวจจับตำแหน่งเพลาข้อเหวี่ยงใหม่ที่มีสภาพดี 7.2 ลบรหัสข้อขัดข้องในหน่วยความจำ 7.3 สตาร์ตและอุ่นเครื่องยนต์ให้ได้อุณหภูมิทำงาน 7.4 ทดสอบขับขี่ และตรวจสอบการกะพริบของหลอดไฟ PGM-FI อีกครั้ง
ขั้นตอนการตรวจสอบ	**ผลการตรวจสอบ**
	8. ตรวจสอบการลัดวงจรของสายไฟตัว CKP Sensor 8.1 บิดสวิตช์กุญแจไปที่ตำแหน่ง “OFF” 8.2 ถอดขั้วต่อสายไฟที่ CKP Sensor และกล่อง ใช้ดิจิตอลมัลติมิเตอร์วัด ตำแหน่งที่วัด : สายสีขาว/แดง – กราวด์ ○ ต่อเนื่อง ○ ไม่ต่อเนื่อง ตำแหน่งที่วัด : สายสีขาว/น้ำเงิน – กราวด์ ○ ต่อเนื่อง ○ ไม่ต่อเนื่อง ตำแหน่งที่วัด : สายสีขาว/ดำ – กราวด์ ○ ต่อเนื่อง ○ ไม่ต่อเนื่อง ตำแหน่งที่วัด : สายสีน้ำเงิน/เหลืองกราวด์ ○ ต่อเนื่อง ○ ไม่ต่อเนื่อง ตำแหน่งที่วัด : สายสีน้ำตาล/ดำ – กราวด์ ○ ต่อเนื่อง ○ ไม่ต่อเนื่อง สรุปว่า.....

ใบขั้นตอนการทำงาน (Operation Sheet)

5

งานแก้ไขปัญหาข้อขัดข้องตัวตรวจจับตำแหน่งเพลาข้อเหวี่ยง (CKP Sensor)

ขั้นตอนการตรวจสอบการแก้ไขปัญหาข้อขัดข้องตัวตรวจจับ CKP Sensor	
ขั้นตอนการตรวจสอบ	**ผลการตรวจสอบ**
	9. ตรวจสอบความต่อเนื่องของสายไฟตัวตรวจจับตำแหน่งเพลาข้อเหวี่ยง กับกล่อง ECM ใช้ดิจิตอลมัลติมิเตอร์วัด ตำแหน่งที่วัด : สายสีขาว/แดง – ขาว/แดง ○ ต่อเนื่อง ○ ไม่ต่อเนื่อง ตำแหน่งที่วัด : สายสีขาว/น้ำเงิน – ขาว/น้ำเงิน ○ ต่อเนื่อง ○ ไม่ต่อเนื่อง ตำแหน่งที่วัด : สายสีน้ำเงิน/เหลือง - น้ำเงิน/เหลือง ○ ต่อเนื่อง ○ ไม่ต่อเนื่อง ตำแหน่งที่วัด : สายสีน้ำตาล/ดำ - น้ำตาล/ดำ ○ ต่อเนื่อง ○ ไม่ต่อเนื่อง ตำแหน่งที่วัด : สายสีน้ำเงิน/เขียว – น้ำเงิน/เขียว ○ ต่อเนื่อง ○ ไม่ต่อเนื่อง สรุปว่า.....

	ใบสั่งงานที่ 7.11 **(Job Sheet No. 7.11)**			
	ชื่อรายวิชา	งานจักรยานยนต์ รหัสวิชา 2101 – 2102	หน้าที่	1
หัวข้อ / งาน	งานแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง CKP Sensor			

วัสดุอุปกรณ์/ชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิง	คำสั่ง	ให้นักเรียน
	1	แก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง CKP Sensor
	2	ตรวจสอบปัญหาข้อขัดข้อง
		CKP Sensor
	3	ทำความสะอาดพื้นที่บริเวณฝึกงาน
	4	บันทึกลำดับขั้นตอนการปฏิบัติงาน
		เป็นรูปและ VDO เพื่อนำเสนอ

จุดพิจารณา	ผลการปฏิบัติงาน		หมายเหตุ
	ถูกต้อง	ไม่ถูกต้อง	
1. มีผ้าเช็ดมือ หรือถุงมือสวมใส่ (ต้องสะอาด)			
2. ขั้นตอนการช็อตขั้วตรวจสอบ DLC ถูกต้อง			
3. การอ่านรหัสปัญหาข้อขัดข้อง CKP Sensor ถูกต้อง			
4. ตรวจสอบการลัดวงจรของสายไฟตัว CKP Sensor			
5. ตรวจสอบความต่อเนื่องของสายไฟตัวตรวจจับ			
ตำแหน่งเพลาข้อเหวี่ยง กับ กล่อง ECM			
6. ตรวจสอบตัวตรวจจับตำแหน่งเพลาข้อเหวี่ยง			
7. ขั้นตอนการประกอบและติดเครื่องยนต์ได้ตามปกติ			
8. มีการทำความสะอาด วัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ หรือ			
บริเวณที่ฝึกปฏิบัติงาน			
9. นำเสนอขั้นตอนการปฏิบัติงานและลง Facebook			
งานจักรยานยนต์			
รวม	10		

ชื่อนักเรียน		ผู้ควบคุม	
ชั้น/กลุ่ม		วันที่	

	ใบตรวจงานที่ 7.11 **(Check Sheet No. 7.11)**			
	ชื่อรายวิชา	งานจักรยานยนต์ รหัสวิชา 2101 – 2102	หน้าที่	1
หัวข้อ / งาน	งานแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง CKP Sensor			

วัสดุอุปกรณ์/ชุดฝึกปฏิบัติระบบจุดเชื้อเพลิง	คำสั่ง	ให้นักเรียน
	1	แก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง CKP Sensor
	2	ตรวจสอบปัญหาข้อขัดข้อง
		CKP Sensor
	3	ทำความสะอาดพื้นที่บริเวณฝึกงาน
	4	บันทึกลำดับขั้นตอนการปฏิบัติงาน
		เป็นรูปและ VDO เพื่อนำเสนอ

จุดพิจารณา	ผลการปฏิบัติงาน		หมายเหตุ
	ถูกต้อง	ไม่ถูกต้อง	
1. มีผ้าเช็ดมือ หรือถุงมือสวมใส่ (ต้องสะอาด)	1	0	
2. ขั้นตอนการชื่อตขั้วตรวจสอบ DLC ถูกต้อง	1	0	
3. การอ่านรหัสปัญหาข้อขัดข้อง CKP Sensor ถูกต้อง	1	0	
4. ตรวจสอบการลัดวงจรของสายไฟตัว CKP Sensor	1	0	
5. ตรวจสอบความต่อเนื่องของสายไฟตัวตรวจจับ	2	0	
ตำแหน่งเพลาข้อเหวี่ยง กับ กล่อง ECM			
6. ตรวจสอบตัวตรวจจับตำแหน่งเพลาข้อเหวี่ยง	1	0	
7. ขั้นตอนการประกอบและติดเครื่องยนต์ได้ตามปกติ	1	0	
8. มีการทำความสะอาด วัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ หรือ	1	0	
บริเวณที่ฝึกปฏิบัติงาน			
9. นำเสนอขั้นตอนการปฏิบัติงานและลง Facebook	1	0	
งานจักรยานยนต์			
รวม	10		

ชื่อนักเรียน		ผู้ควบคุม	
ชั้น/กลุ่ม		วันที่	

ใบขั้นตอนการทำงาน (Operation Sheet)

1

งานแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง BA Sensor

ใบงานที่ 7.12 งานแก้ไขปัญหาข้อขัดข้องตัวตรวจจับความเอียงของรถ (BA Sensor)

สาระสำคัญ

การแก้ไขปัญหาข้อขัดข้องตัวตรวจจับความเอียงของรถ หรือ BA Sensor ทำงานบกพร่อง อาจเกิดจากสาเหตุหน้าสัมผัสที่ขั้วต่อของ BA Sensor หลวมลัดวงจร ทำงานบกพร่อง แต่เครื่องยนต์ยังทำงานได้ตามปกติ สามารถตรวจสอบเพื่อแก้ปัญหาได้

จุดประสงค์

1. สามารถแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง BA Sensor ได้อย่างถูกต้อง
2. สามารถตรวจสอบปัญหาข้อขัดข้อง BA Sensor ได้อย่างถูกต้อง
3. สามารถเรียกดูข้อมูลแสดงความผิดปกติที่เคยเกิดขึ้นได้อย่างถูกต้อง
4. การนำเสนอด้วยสื่อสังคมออนไลน์
5. มีกิจนิสัยที่ดีในปฏิบัติตน โดยมีมนุษยสัมพันธ์ มีวินัย รับผิดชอบ ซื่อสัตย์สุจริต เชื่อมั่นในตนเอง ประหยัด สนใจ ใฝ่รู้ ละเว้นสิ่งเสพติดและการพนัน รักสามัคคี กตัญญู คิดริเริ่มสร้างสรรค์ พึ่งตนเอง อดกลั้น มีมารยาทไทย และอื่น ๆ

เครื่องมือและอุปกรณ์

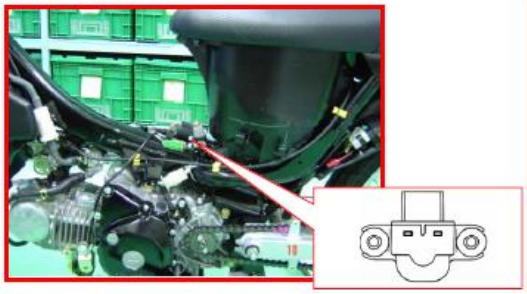
1. เครื่องมือช่างทั่วไป
2. รถจักรยานยนต์
3. ชุดฝึกระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์
4. โต๊ะปฏิบัติงาน หรือชั้นวางอุปกรณ์
5. ผ้าเช็ดมือ หรือถุงมือ
6. มัลติมิเตอร์แบบเข็ม
7. ดิจิตอลมัลติมิเตอร์

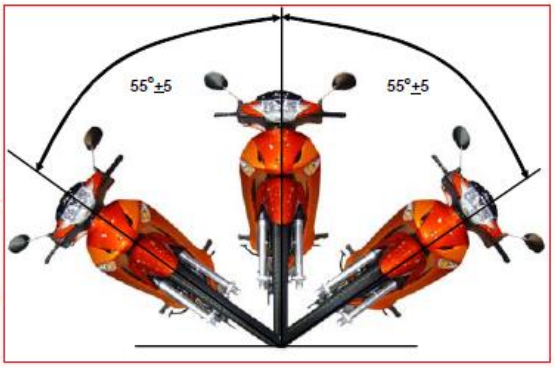
ใบขั้นตอนการทำงาน (Operation Sheet)

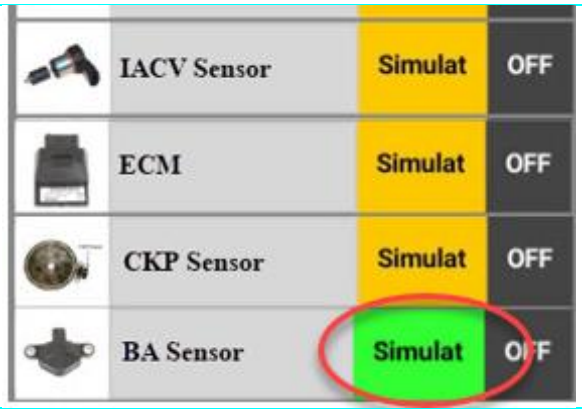
2

งานแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง BA Sensor

วัสดุอุปกรณ์/ชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์





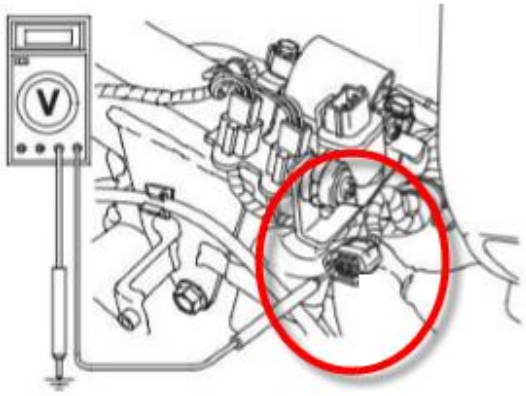
ขั้นตอนการปฏิบัติงานการแก้ไขปัญหาข้อขัดข้องตัวตรวจจับ BA Sensor	
จำลองสถานการณ์เพื่อสร้างรหัสปัญหา	
	1. กด Simulate เพื่อสร้างสถานการณ์จำลองของตัวตรวจจับ BA Sensor มีปัญหา
	2. หลอดไฟกระพริบสั้น แสดงรหัสปัญหา 3. ดับเครื่องยนต์

ใบขั้นตอนการทำงาน (Operation Sheet)

3

งานแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง BA Sensor

ขั้นตอนการตรวจสอบการแก้ไขปัญหาข้อขัดข้องตัวตรวจจับ BA Sensor



4. ตรวจสอบแรงเคลื่อนไฟฟ้าตัวตรวจจับความเอียงของรถ BA Sensor

4.1 บิดสวิตช์กุญแจไปที่ตำแหน่ง “OFF”

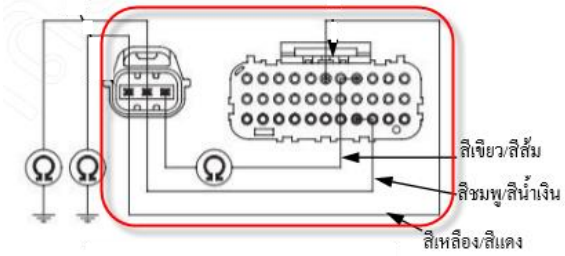
4.2 ถอดขั้วต่อสายไฟ ที่ BA Sensor

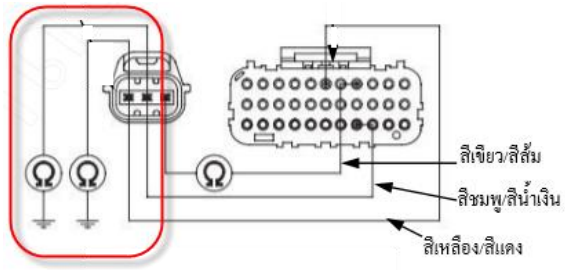
ใช้ดิจิตอลมัลติมิเตอร์วัด

4.3 บิดสวิตช์กุญแจไปที่ตำแหน่ง “ON”

ตำแหน่งที่วัด : สายสีเขียว/ส้ม - กราวด์

ค่ามาตรฐานแรงเคลื่อนไฟฟ้า 4.75- 5.25 โวลต์





5. ตรวจสอบความต่อเนื่องของสายไฟตัวตรวจจับ BA Sensor กับ กล่อง ECM

บิดสวิตช์กุญแจไปที่ตำแหน่ง “OFF”

ใช้ดิจิตอลมัลติมิเตอร์วัด

ตำแหน่งที่วัด : สายสีเขียว/ส้ม – เขียว/ส้ม

ตำแหน่งที่วัด : สายสีชมพู/น้ำเงิน – ชมพู/น้ำเงิน

ตำแหน่งที่วัด : สายสีเหลือง/แดง - เหลือง/แดง

ค่ามาตรฐาน : มีความต่อเนื่อง

ตำแหน่งที่วัด : สายสีเหลือง/แดง – กราวด์

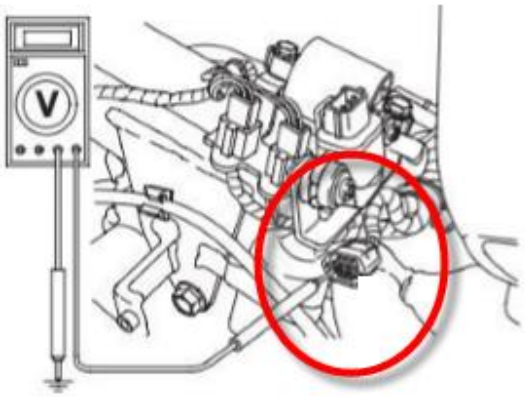
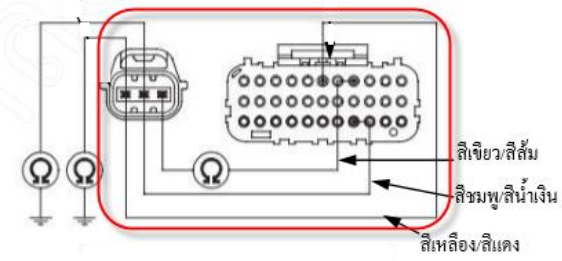
ตำแหน่งที่วัด : สายสีเขียว/ส้ม – กราวด์

ค่ามาตรฐาน : ไม่ มีความต่อเนื่อง

ใบขั้นตอนการทำงาน (Operation Sheet)

4

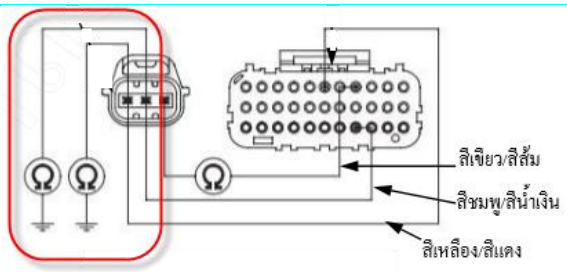
งานแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง BA Sensor

ขั้นตอนการตรวจสอบการแก้ไขปัญหาข้อขัดข้องตัวตรวจจับ BA Sensor	
ขั้นตอนการตรวจสอบ	**ผลการตรวจสอบ**
	6. ตรวจสอบแรงเคลื่อนไฟฟ้าตัวตรวจจับความเอียงของรถ BA Sensor 6.1 บิดสวิตช์กุญแจไปที่ตำแหน่ง “OFF” 6.2 ถอดขั้วต่อสายไฟ ที่ BA Sensor 6.3 บิดสวิตช์กุญแจไปที่ตำแหน่ง “ON” ใช้ดิจิตอลมัลติมิเตอร์วัด ตำแหน่งที่วัด : สายสีเขียว/ส้ม - กราวด์ แรงเคลื่อนไฟฟ้าที่วัดได้.....โวลต์ สรุปว่า.....
	7. ตรวจสอบความต่อเนื่องของสายไฟตัวตรวจจับ BA Sensor กับ กล่อง ECM บิดสวิตช์กุญแจไปที่ตำแหน่ง “OFF” ใช้ดิจิตอลมัลติมิเตอร์วัด ตำแหน่งที่วัด : สายสีเขียว/ส้ม – เขียว/ส้ม ○ ต่อเนื่อง ○ ไม่ต่อเนื่อง ตำแหน่งที่วัด : สายสีชมพู/น้ำเงิน – ชมพู/น้ำเงิน ○ ต่อเนื่อง ○ ไม่ต่อเนื่อง ตำแหน่งที่วัด : สายสีเหลือง/แดง - เหลือง/แดง ○ ต่อเนื่อง ○ ไม่ต่อเนื่อง สรุปว่า.....

ใบขั้นตอนการทำงาน (Operation Sheet)

5

งานแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง BA Sensor

ขั้นตอนการตรวจสอบการแก้ไขปัญหาข้อขัดข้องตัวตรวจจับ BA Sensor	
ขั้นตอนการตรวจสอบ	**ผลการตรวจสอบ**
	ตำแหน่งที่วัด : สายสีเหลือง/แดง – กราวด์ ○ ต่อเนื่อง ○ ไม่ต่อเนื่อง ตำแหน่งที่วัด : สายสีเขียว/ส้ม – กราวด์ ○ ต่อเนื่อง ○ ไม่ต่อเนื่อง สรุปว่า.....

	ใบสั่งงานที่ 7.12 **(Job Sheet No. 7.12)**			
	ชื่อรายวิชา	งานจักรยานยนต์ รหัสวิชา 2101 – 2102	หน้าที่	1
หัวข้อ / งาน	งานแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง BA Sensor			

วัสดุอุปกรณ์/ชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิง	คำสั่ง	ให้นักเรียน
	1	แก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง BA Sensor
	2	ตรวจสอบปัญหาข้อขัดข้อง
		BA Sensor
	3	ทำความสะอาดพื้นที่บริเวณฝึกงาน
	4	บันทึกลำดับขั้นตอนการปฏิบัติงาน
		เป็นรูปและ VDO เพื่อนำเสนอ

จุดพิจารณา	ผลการปฏิบัติงาน		หมายเหตุ
	ถูกต้อง	ไม่ถูกต้อง	
1. มีผ้าเช็ดมือ หรือถุงมือสวมใส่ (ต้องสะอาด)			
2. ขั้นตอนการชื่อตขั้วตรวจสอบ DLC ถูกต้อง			
3. การอ่านรหัสปัญหาข้อขัดข้อง BA Sensor ถูกต้อง			
4. ตรวจสอบแรงเคลื่อนไฟฟ้า BA Sensor ถูกต้อง			
5. ตรวจสอบความต่อเนื่องของสายไฟตัวตรวจจับ			
BA Sensor กับ กล่อง ECM ถูกต้อง			
6. ตรวจสอบตัวตรวจจับ BA Sensor ถูกต้อง			
7. ขั้นตอนการประกอบและติดเครื่องยนต์ได้ตามปกติ			
8. มีการทำความสะอาด วัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ หรือ			
บริเวณที่ฝึกปฏิบัติงาน			
9. นำเสนอขั้นตอนการปฏิบัติงานและลง Facebook			
งานจักรยานยนต์			
รวม	10		

ชื่อนักเรียน		ผู้ควบคุม	
ชั้น/กลุ่ม		วันที่	

	ใบตรวจงานที่ 7.12 **(Check Sheet No. 7.12)**			
	ชื่อรายวิชา	งานจักรยานยนต์ รหัสวิชา 2101 – 2102	หน้าที่	1
หัวข้อ / งาน	งานแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง BA Sensor			

วัสดุอุปกรณ์/ชุดฝึกปฏิบัติระบบจุดเชื้อเพลิง	คำสั่ง	ให้นักเรียน
	1	แก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง BA Sensor
	2	ตรวจสอบปัญหาข้อขัดข้อง
		BA Sensor
	3	ทำความสะอาดพื้นที่บริเวณฝึกงาน
	4	บันทึกลำดับขั้นตอนการปฏิบัติงาน
		เป็นรูปและ VDO เพื่อนำเสนอ

จุดพิจารณา	ผลการปฏิบัติงาน		หมายเหตุ
	ถูกต้อง	ไม่ถูกต้อง	
1. มีผ้าเช็ดมือ หรือถุงมือสวมใส่ (ต้องสะอาด)	1	0	
2. ขั้นตอนการช็อตขั้วตรวจสอบ DLC ถูกต้อง	1	0	
3. การอ่านรหัสปัญหาข้อขัดข้อง BA Sensor ถูกต้อง	1	0	
4. ตรวจสอบแรงเคลื่อนไฟฟ้า BA Sensor ถูกต้อง	1	0	
5. ตรวจสอบความต่อเนื่องของสายไฟตัวตรวจจับ	2	0	
BA Sensor กับ กล่อง ECM ถูกต้อง			
6. ตรวจสอบตัวตรวจจับ BA Sensor ถูกต้อง	1	0	
7. ขั้นตอนการประกอบและติดเครื่องยนต์ได้ตามปกติ	1	0	
8. มีการทำความสะอาด วัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ หรือ	1	0	
บริเวณที่ฝึกปฏิบัติงาน			
9. นำเสนอขั้นตอนการปฏิบัติงานและลง Facebook	1	0	
งานจักรยานยนต์			
รวม	10		

ชื่อนักเรียน		ผู้ควบคุม	
ชั้น/กลุ่ม		วันที่	

	เอกสารอ้างอิง			
	ชื่อรายวิชา	งานจักรยานยนต์รหัสวิชา 2101 – 2102	หน้าที่	1
หัวข้อ / งาน	ระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์			

คาวาซากิ มอเตอร์ เอ็นเตอร์ไพรส์ บริษัท จำกัด.**คู่มือบริการ รถจักรยานยนต์คาวาซากิ KAZE 125.** กรุงเทพมหานคร.ฝ่ายเทคนิคบริการ, ม.ป.ป.

ไทยซูซูกิมอเตอร์ บริษัท จำกัด. **คู่มือบริการ SUZUKI FD 110 C/CD.** ปทุมธานี. ฝ่ายเทคนิคบริการ, 2544.

ไทยซูซูกิมอเตอร์ บริษัท จำกัด. **คู่มือรวมความรู้ช่างบริการรถจักรยานยนต์ซูซูกิ.** ปทุมธานี. ฝ่ายบริการ, 2544.

ปรีชา สร้อยสาย. **งานจักรยานยนต์.** กรุงเทพมหานคร. ศูนย์หนังสือ เมืองไทย, 2553.

ศักดา ตั้งตระกูล. **งานจักรยานยนต์.** กรุงเทพมหานคร. ศูนย์ส่งเสริมอาชีวะ, 2547.

ไทยยามาฮ่า บริษัท จำกัด. **คู่มือประกอบการอบรมรถจักรยานยนต์ Yamaha**. กรุงเทพมหานคร.แผนกฝึกอบรม ส่วนวิศวกรรมบริการ, 2559.

สุประยูรราษฎร์ สะปะสิริ. **สื่อการสอนงานจักรยานยนต์** CAI **วิชางานจักรยานยนต์** . วิทยาลัยเทคนิคสุรินทร์.

เอ.พี. ฮอนด้า บริษัท จำกัด. **คู่มือประกอบการอบรมรถจักรยานยนต์ HONDA CZ-i110**. สมุทรปราการ:ฝ่ายบริการ, ม.ป.ป.

เอ.พี. ฮอนด้า บริษัท จำกัด. **คู่มือประกอบการอบรมรถจักรยานยนต์ HONDA Click110i (Step4)**. สมุทรปราการ:ฝ่ายบริการ, ม.ป.ป.

เอ.พี. ฮอนด้า บริษัท จำกัด. **คู่มือประกอบการอบรมรถจักรยานยนต์ Honda Wave 110i.** สมุทรปราการ: ฝ่ายบริการ, ม.ป.ป.

เอ.พี. ฮอนด้า บริษัท จำกัด. **คู่มือประกอบการอบรมรถจักรยานยนต์ HONDA WAVE 125i.** สมุทรปราการ: ฝ่ายบริการ, ม.ป.ป.

เอ.พี. ฮอนด้า บริษัท จำกัด. **คู่มือประกอบการอบรมรถจักรยานยนต์ HONDA CRF 250L**. สมุทรปราการ:ฝ่ายบริการ, ม.ป.ป.

เอ.พี. ฮอนด้า บริษัท จำกัด. **คู่มือประกอบการอบรม Honda Wave 110i-AT.** สมุทรปราการ: ฝ่ายบริการ,ม.ป.ป.

	เอกสารอ้างอิง			
	ชื่อรายวิชา	งานจักรยานยนต์รหัสวิชา 2101 – 2102	หน้าที่	2
หัวข้อ / งาน	ระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์			

เอ.พี. ฮอนด้า บริษัท จำกัด. **<u>คู่มือประกอบการอบรม Honda Wave 110i.</u>** สมุทรปราการ:ฝ่ายบริการ,ม.ป.ป.

เอ.พี. ฮอนด้า บริษัท จำกัด. **<u>สื่อการสอนรถจักรยานยนต์ vdo.</u>** สมุทรปราการ:ฝ่ายบริการ.เอ.พี. ฮอนด้า บริษัท จำกัด. **<u>สื่อการสอนรถจักรยานยนต์ vdo</u>**. สมุทรปราการ:ฝ่ายบริการ.

เอ.พี. ฮอนด้า บริษัท จำกัด. **<u>คู่มือประกอบการอบรมหลักสูตรนายช่างระดับ 1</u>** รถจักรยานยนต์ Honda. ฝ่ายอบรมด้านบริการ ส่วนงานศูนย์ฝึกอบรมด้านงานขายและเทคนิค

เอ.พี. ฮอนด้า บริษัท จำกัด. **<u>คู่มือประกอบการอบรมหลักสูตรนายช่างระดับ 2</u>** รถจักรยานยนต์ Honda. ฝ่ายอบรมด้านบริการ ส่วนงานศูนย์ฝึกอบรมด้านงานขายและเทคนิค

ไทยซูซูกิมอเตอร์ บริษัท จำกัด. **<u>สื่อ Power Point ประกอบการอบรมรถจักรยานยนต์ Suzuki.</u>** ปทุมธานี.ฝ่ายเทคนิคบริการ,2557.

ไทยซูซูกิมอเตอร์ บริษัท จำกัด. **<u>สื่อ PowerPoint ประกอบการอบรมรถจักรยานยนต์Suzuki ระบบจ่ายเชื้อเพลิงแบบ DCP</u>**. ปทุมธานี.ฝ่ายเทคนิคบริการ,2557.

ไทยซูซูกิมอเตอร์ บริษัท จำกัด. **<u>สื่อ PowerPoint ประกอบการอบรมรถจักรยานยนต์Suzuki ระบบจ่ายเชื้อเพลิงแบบ EPI</u>**. ปทุมธานี.ฝ่ายเทคนิคบริการ,2557.

ไทยยามาฮ่า บริษัท จำกัด. **<u>สื่อ Power Point ประกอบการอบรมรถจักรยานยนต์ Yamaha Mixture Jet-Fuel Injection</u>**. กรุงเทพมหานคร.แผนกฝึกอบรม ส่วนวิศวกรรมบริการ, 2559.

สืบค้นจาก http://en.haojue.com/public/showInfo_103_433_i102.htm

สืบค้นจาก http://ninja250r.files.wordpress.com/2012/05/epi_suzuki.gif

สืบค้นจาก http://en.haojue.com/public/showInfo_103_433_i102.htm

ภาคผนวก ง

ภาคผนวก ง

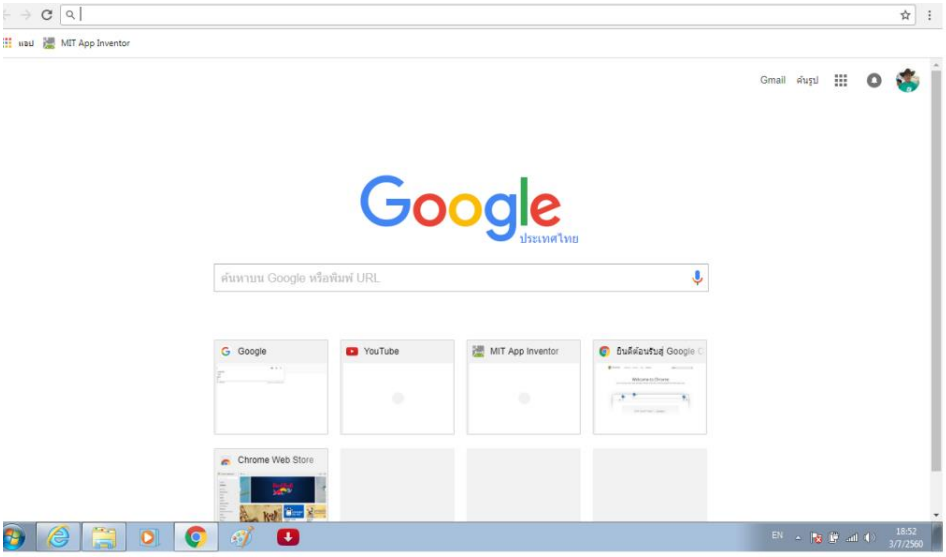
1. การสร้าง App Android บนมือถือ

2. การเขียนโปรแกรม Arduino ควบคุมแบบ ALL Switch

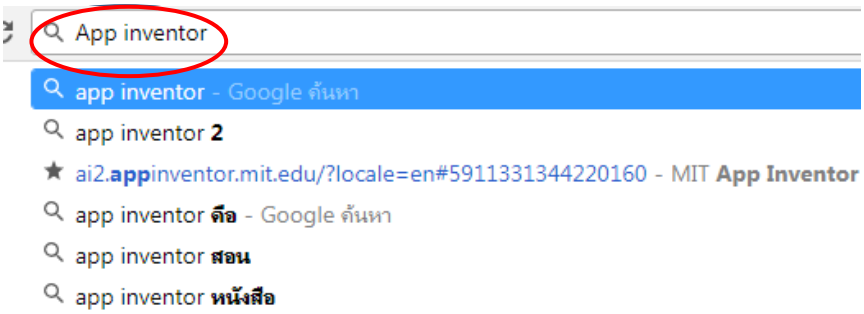
3. คู่มือการใช้ชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์

ขั้นตอน การเขียน APP Andriod บนมือถือ

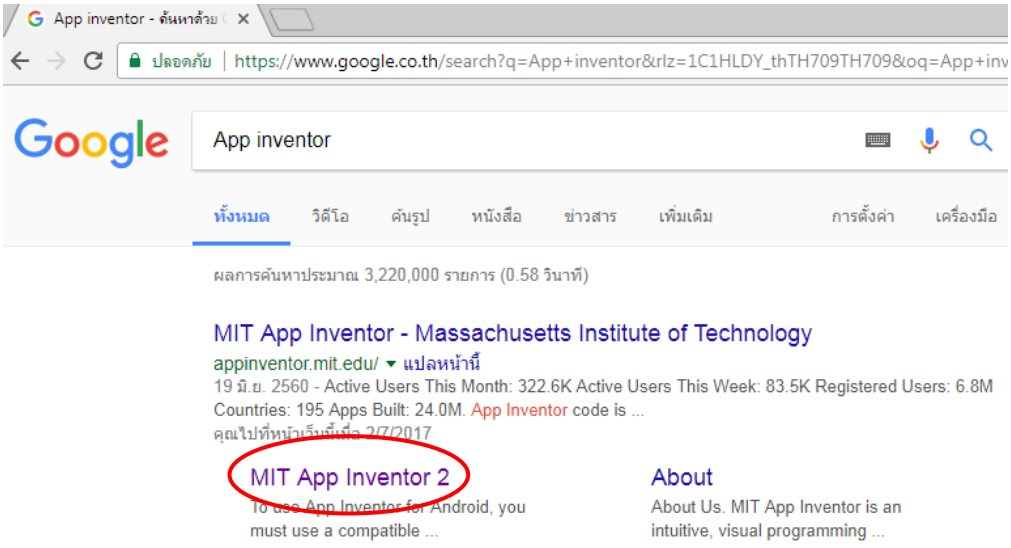
1. เปิด Google ใน google Chrome



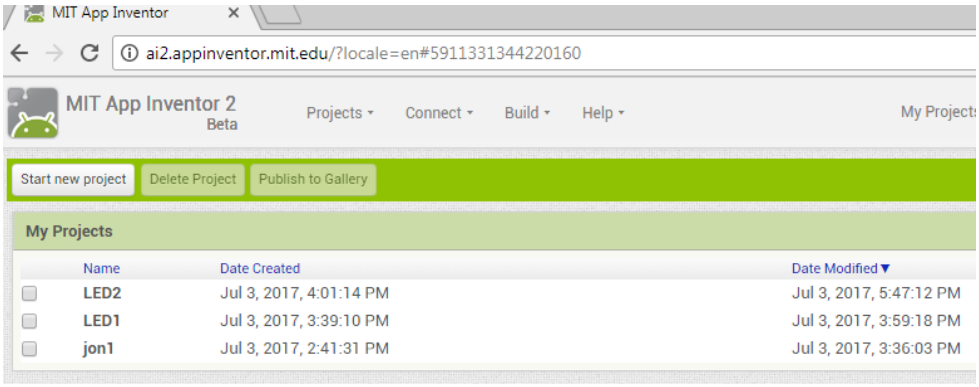
2. ค้นหาโดย พิมพ์ APP Inventor



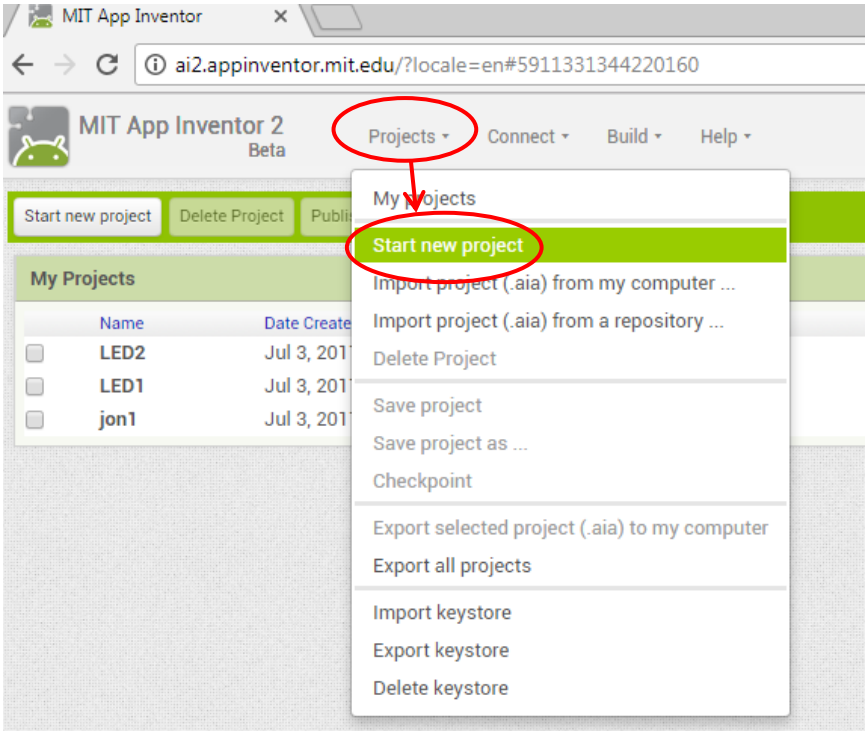
3. เลือก MIT App Inventor 2



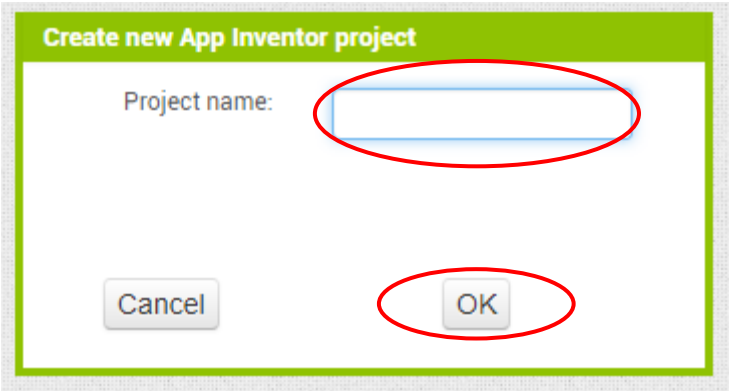
4. แสดงหน้า จอหลัก App Inventor

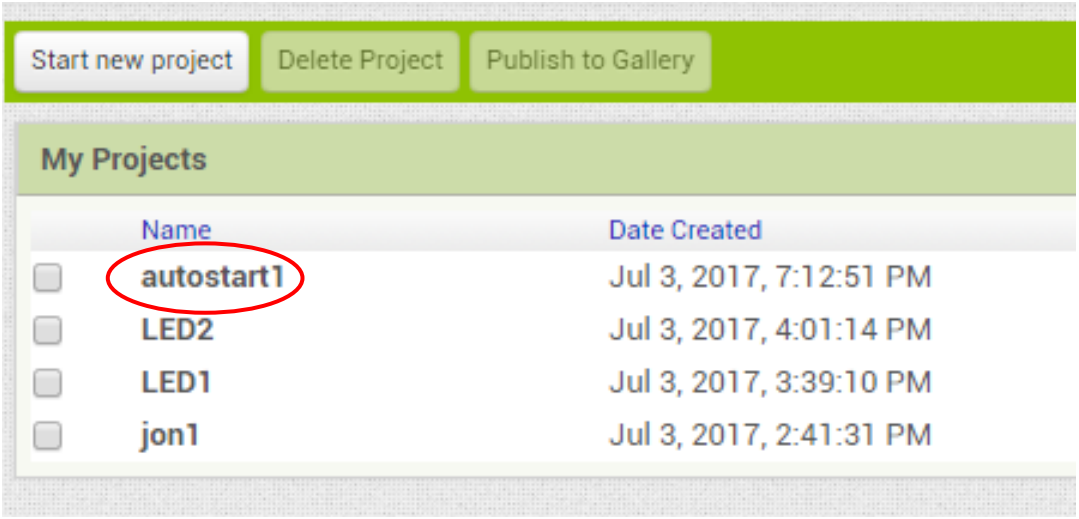


5. เลือกเมนู Project ⟶ Start new project

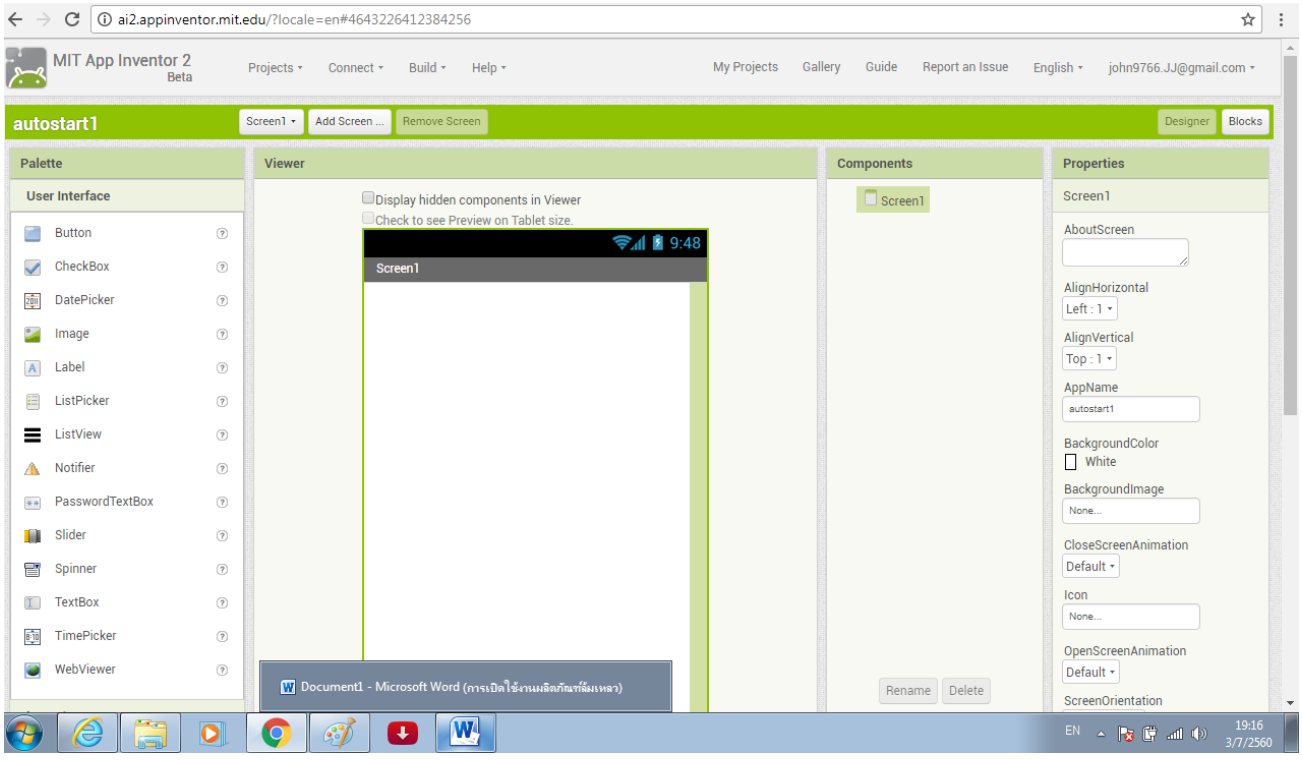


6. ตั้งชื่อ App ⟶ ok

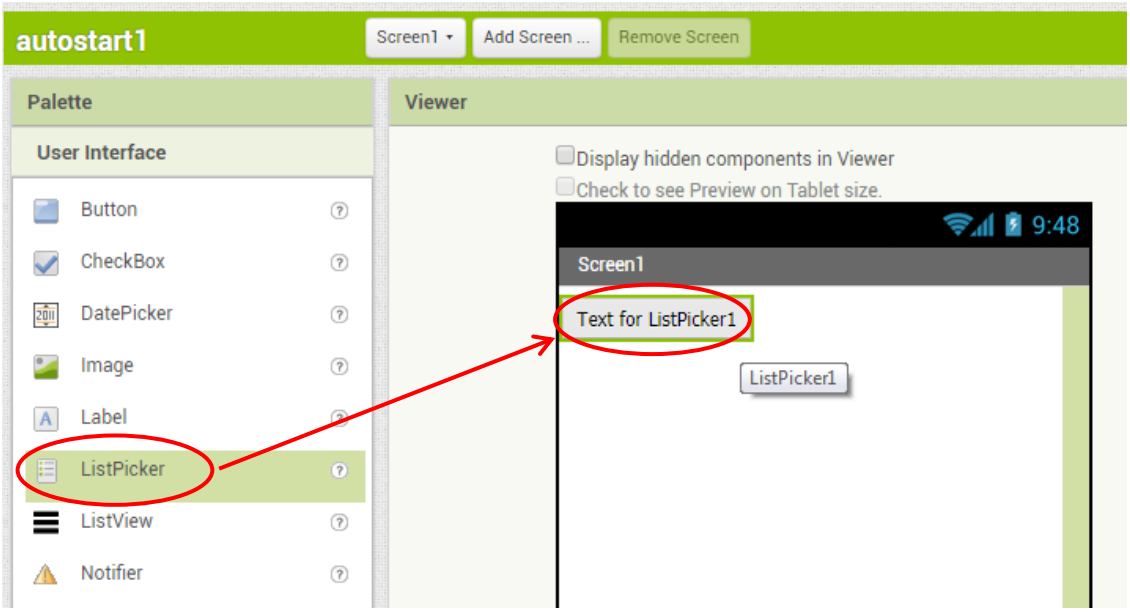




7. Click ที่ ชื่อ project ที่ตั้งไว้ autostart1

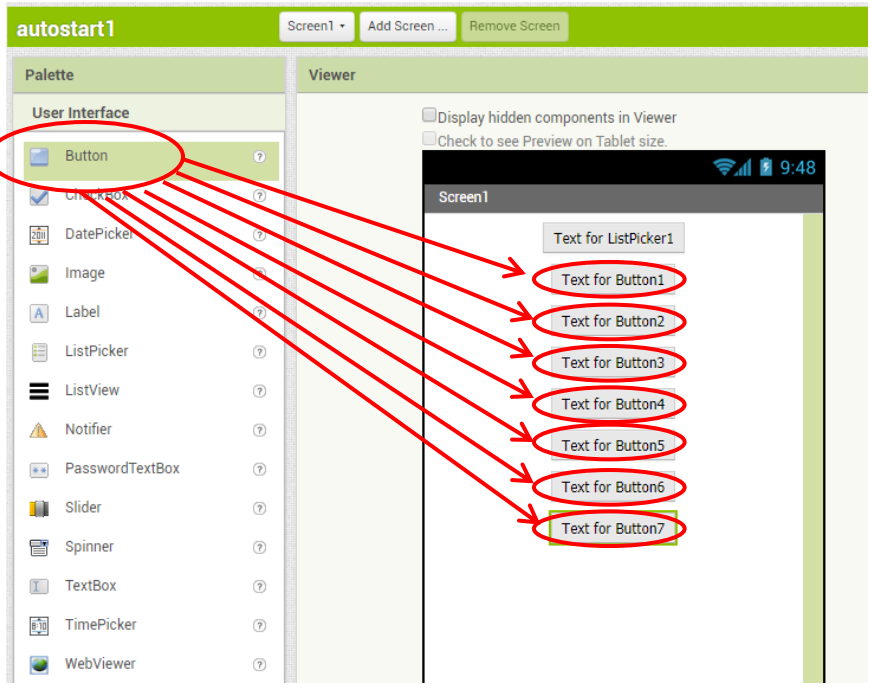


8. เลือก ListPicker แล้วลากไปวางที่ Screen1

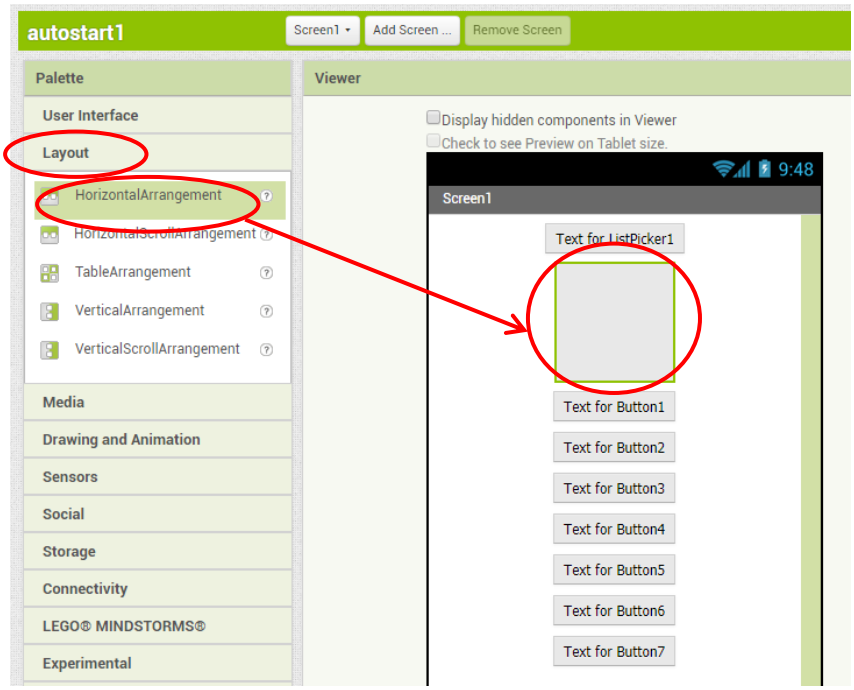


9. Click ที่ Text for Listpicker1 ➡ Screen1 ➡ AlignHorizontal ➡ center3 เพื่อปรับให้อยู่ตรงกลาง Screen1

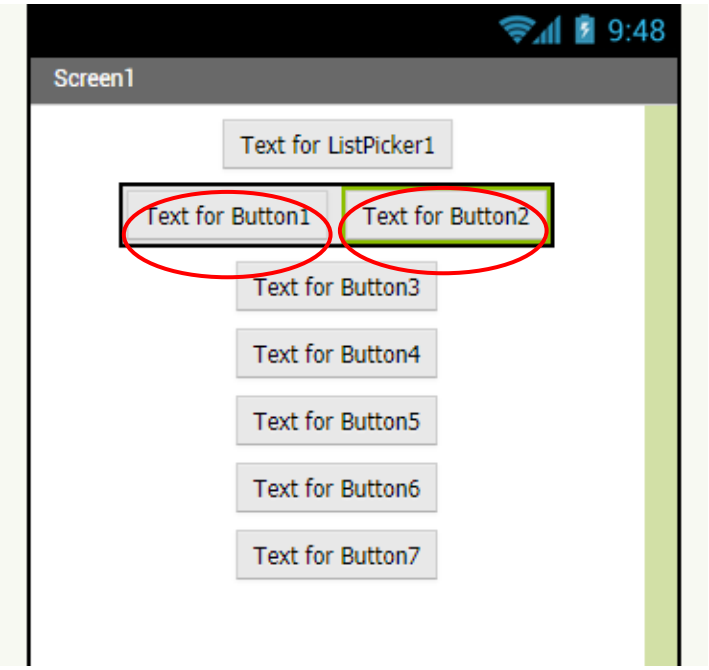
10. เลือก Button แล้วลากไปวางที่ screen1 ตามจำนวนที่ต้องการ



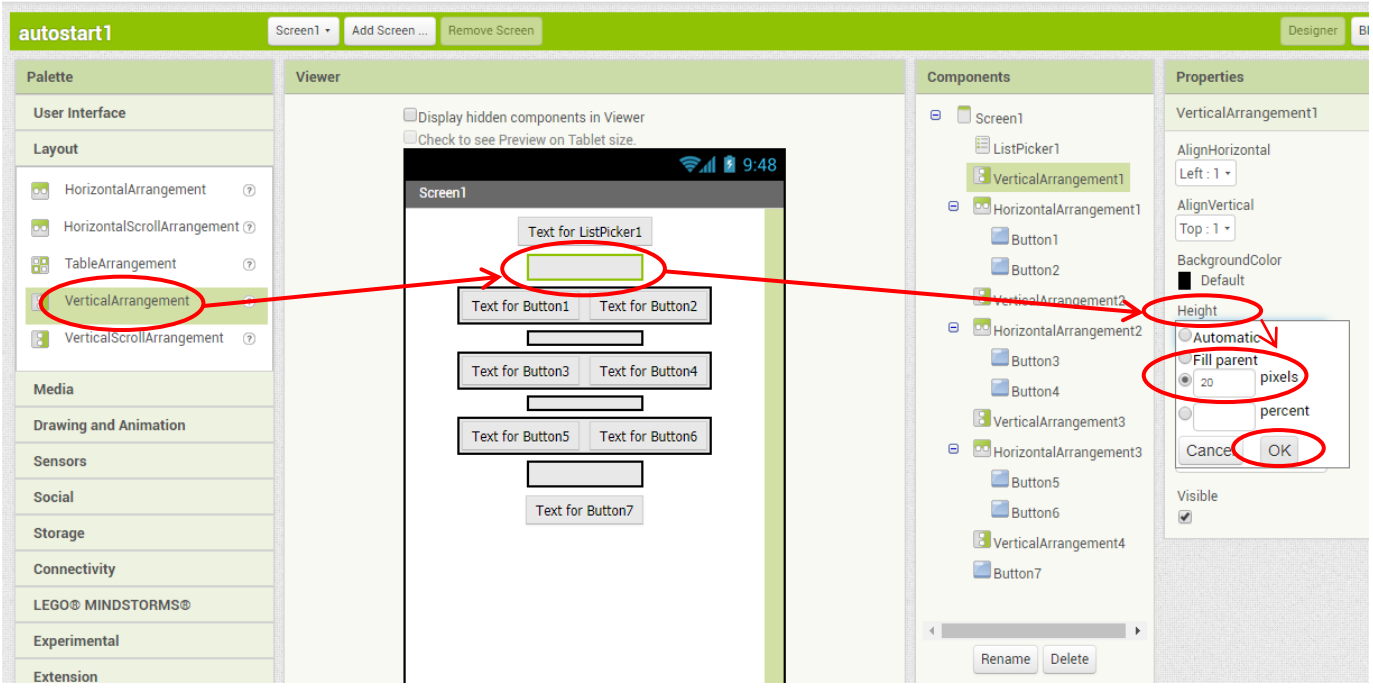
11. จัด icon หน้าจอ เลือก Layout ➡ horizontalArrangment ➡ ลากไปวางบน Screen1



12. ลาก Button1 และ Button2 ลงในกรอบสี่เหลี่ยม ทำแบบนี้จนครบ 3 ชุด (แล้วแต่จะออกแบบ)

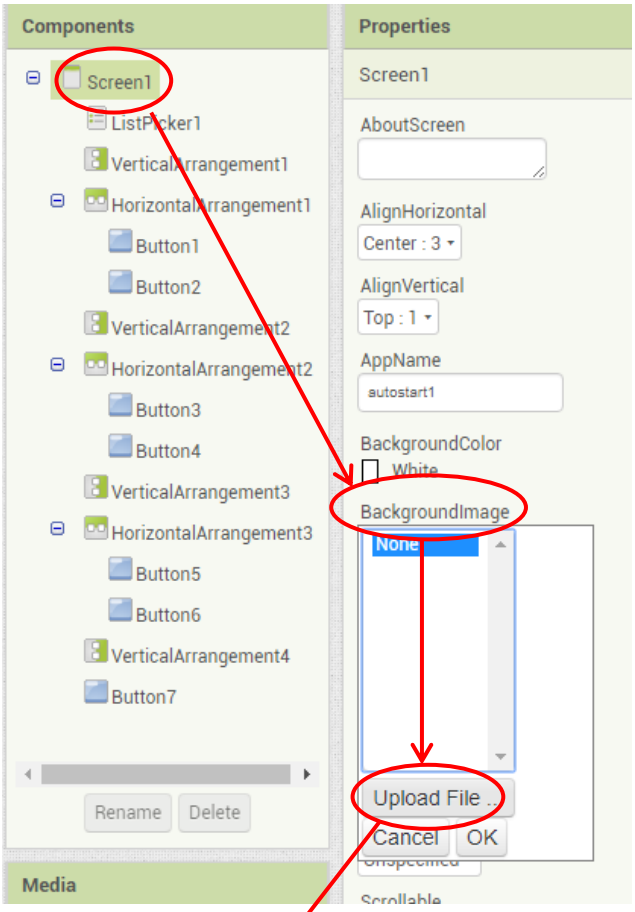


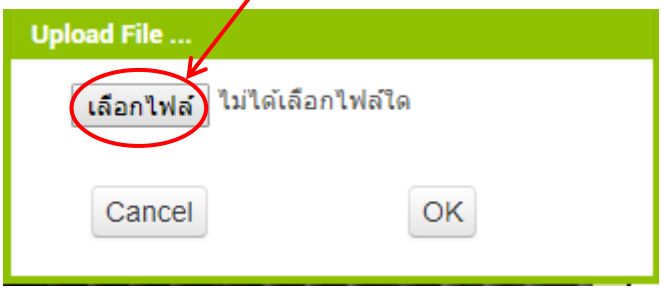
13. ปรับช่องว่างของ icon โดยเลือก verticalArrangment วางบน screen1 ⟶ Height เลือกขนาด 20 pixels กด OK ทำทุกช่องแบบเดียวกัน

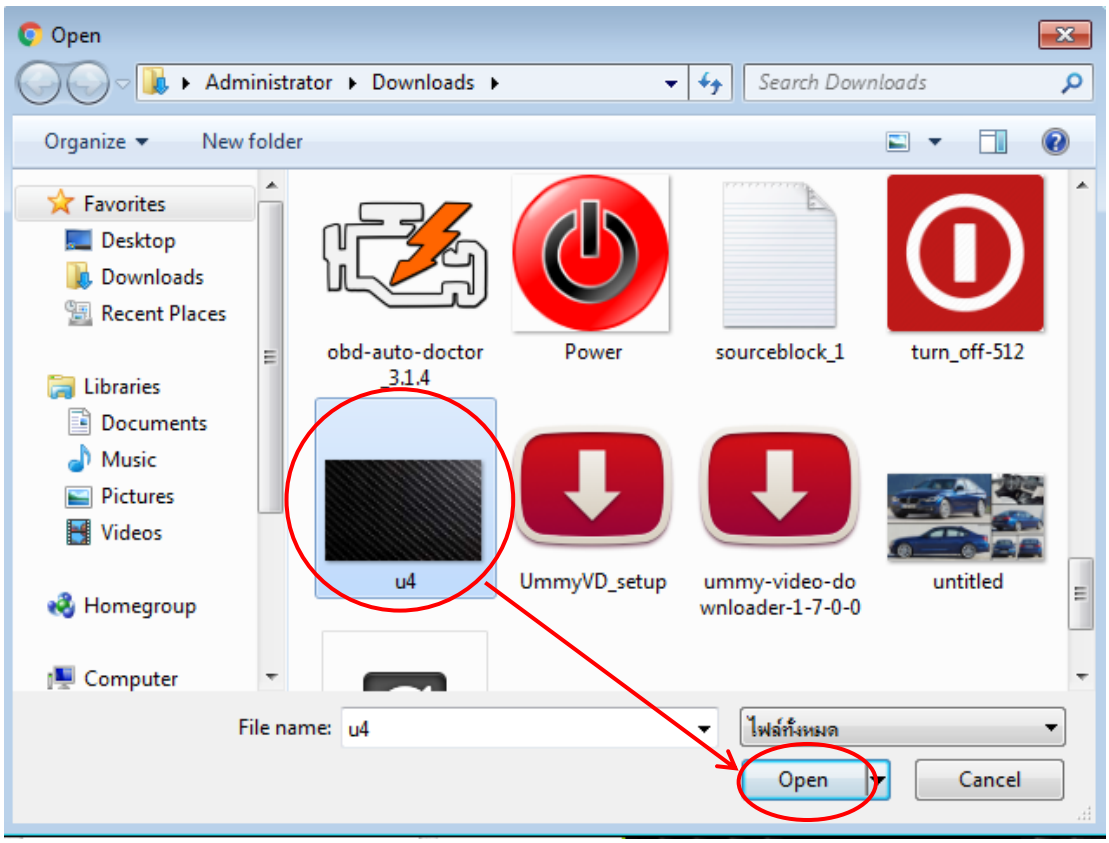


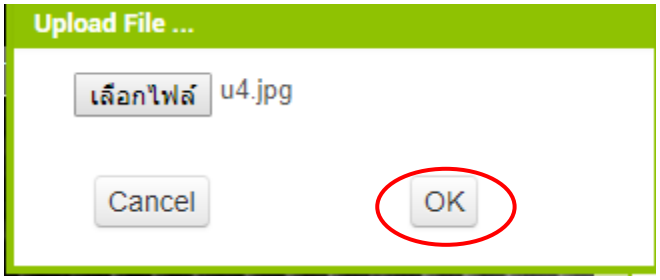
14. ปรับภาพพื้นหลัง screen1

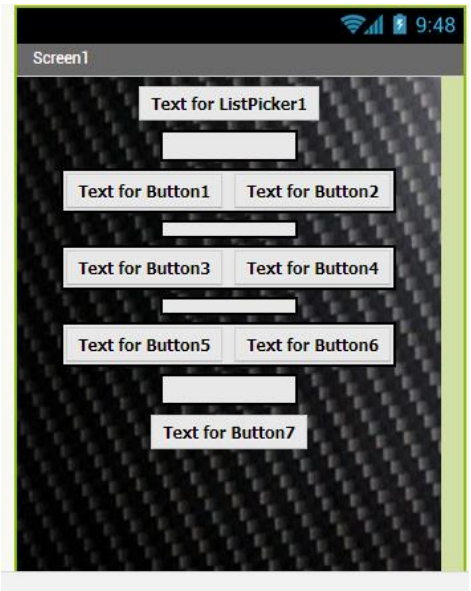
- เลือก Screen1
- เลือก BackgroundImage
- UP Load File เลือกภาพที่ต้องการใน Folder ของ computer
- กด OK





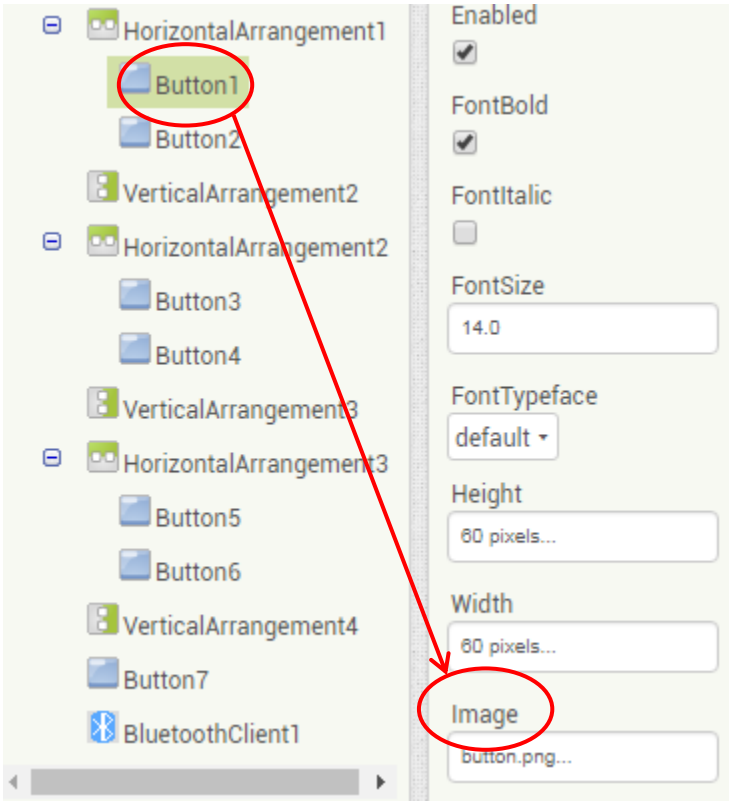

Open
Administrator ▸ Downloads ▸
Search Downloads
Organize
New folder
Favorites
Desktop
Downloads
Recent Places
Libraries
Documents
Music
Pictures
Videos
Homegroup
Computer
obd-auto-doctor_3.1.4
Power
sourceblock_1
turn_off-512
u4
UmmyVD_setup
ummy-video-downloader-1-7-0-0
untitled
File name: u4
ไฟล์ทั้งหมด
Open
Cancel

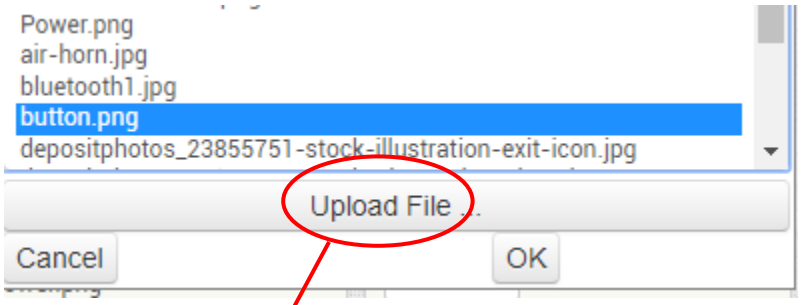

Upload File ...
เลือกไฟล์
u4.jpg
Cancel
OK

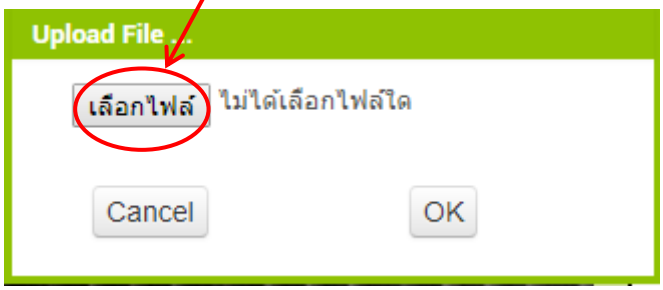

9:48
Screen1
Text for ListPicker1
Text for Button1
Text for Button2
Text for Button3
Text for Button4
Text for Button5
Text for Button6
Text for Button7

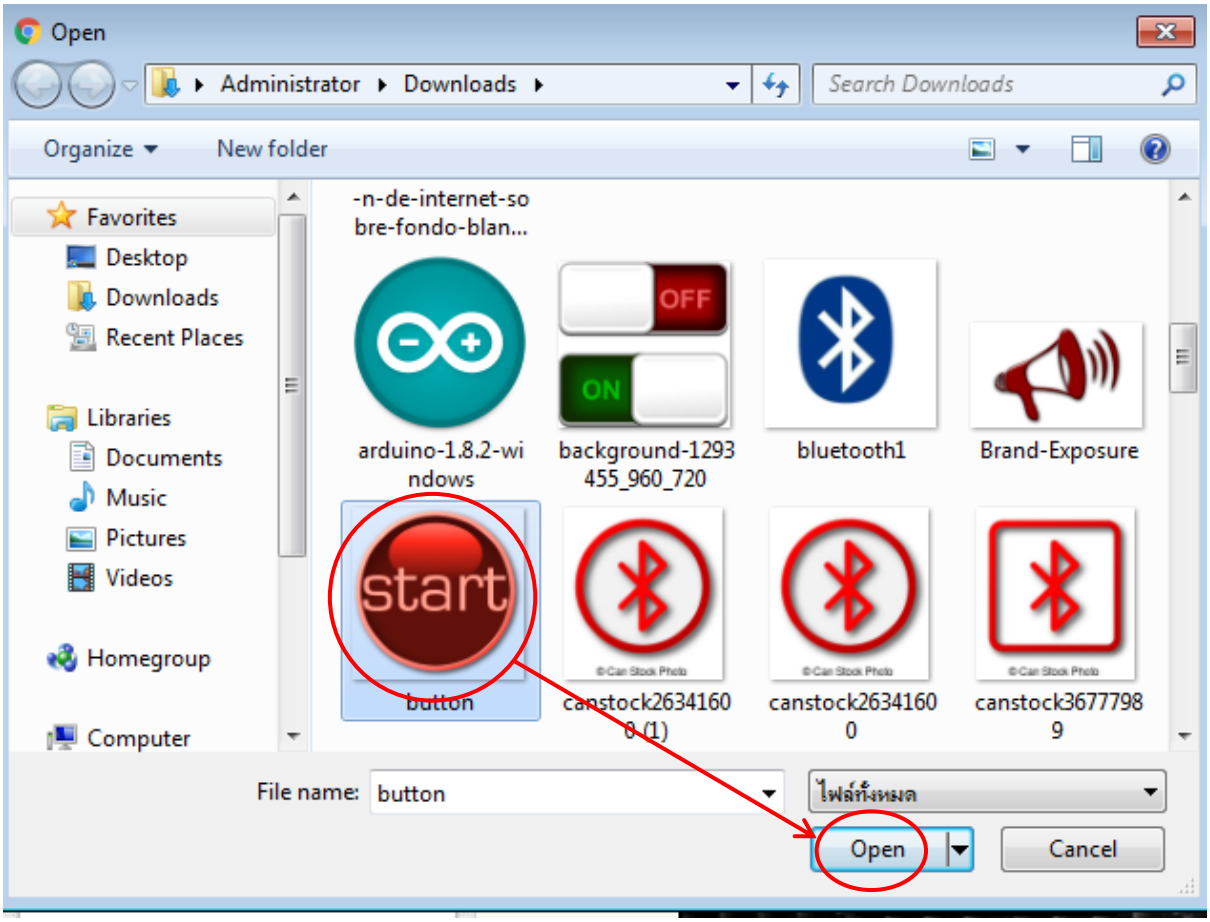
15. ปรับภาพ icon Button1

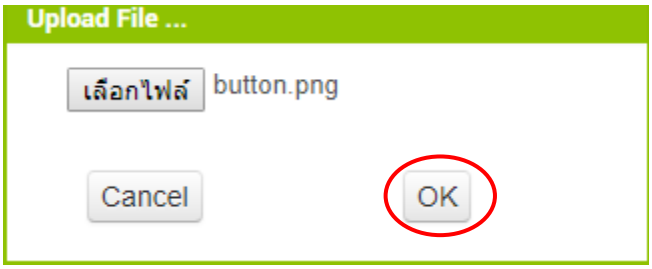
- เลือก Button1
- เลือก Image
- UP Load File เลือกภาพที่ต้องการใน Folder ของ computer
- กด OK



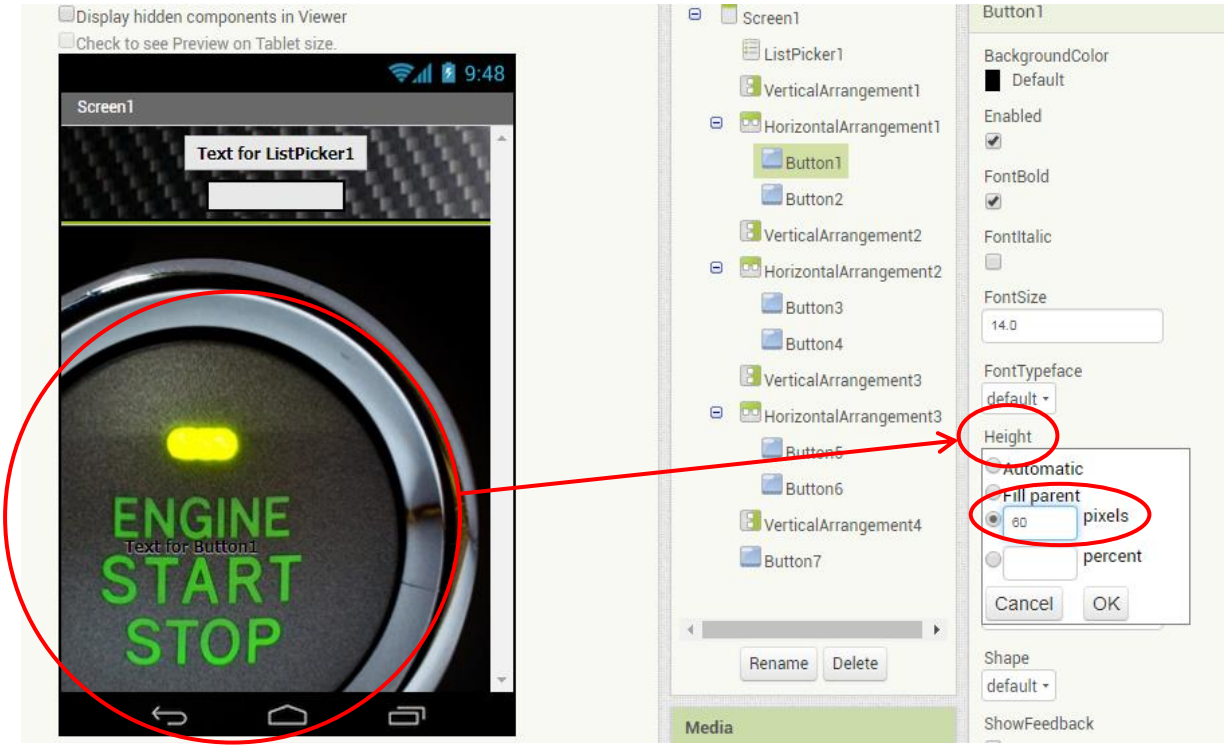


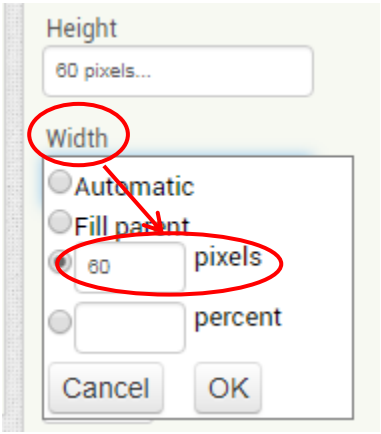



Open
Administrator ▸ Downloads ▸
Search Downloads
Organize
New folder
Favorites
Desktop
Downloads
Recent Places
Libraries
Documents
Music
Pictures
Videos
Homegroup
Computer
-n-de-internet-so
bre-fondo-blan...
arduino-1.8.2-wi
ndows
background-1293
455_960_720
bluetooth1
Brand-Exposure
start
button
canstock2634160
8 (1)
canstock2634160
0
canstock3677798
9
File name: button
ไฟล์ทั้งหมด
Open
Cancel


Upload File ...
เลือกไฟล์
button.png
Cancel
OK

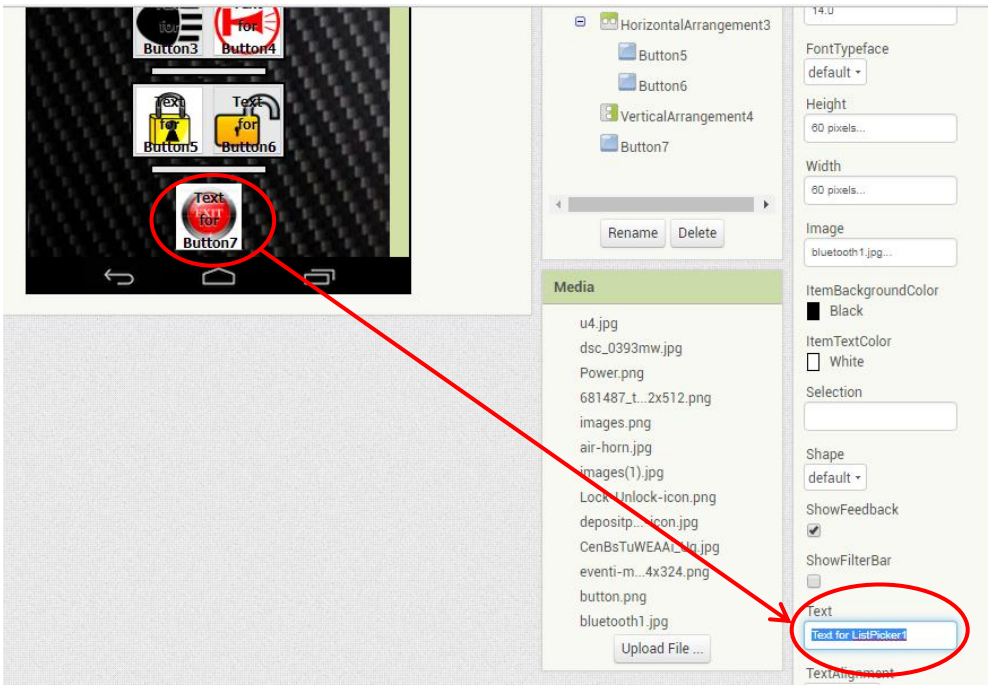
เลือกขนาด icon ให้เหมาะสม ขนาด 60 pixels แล้วกด OK ทั้ง height และ width



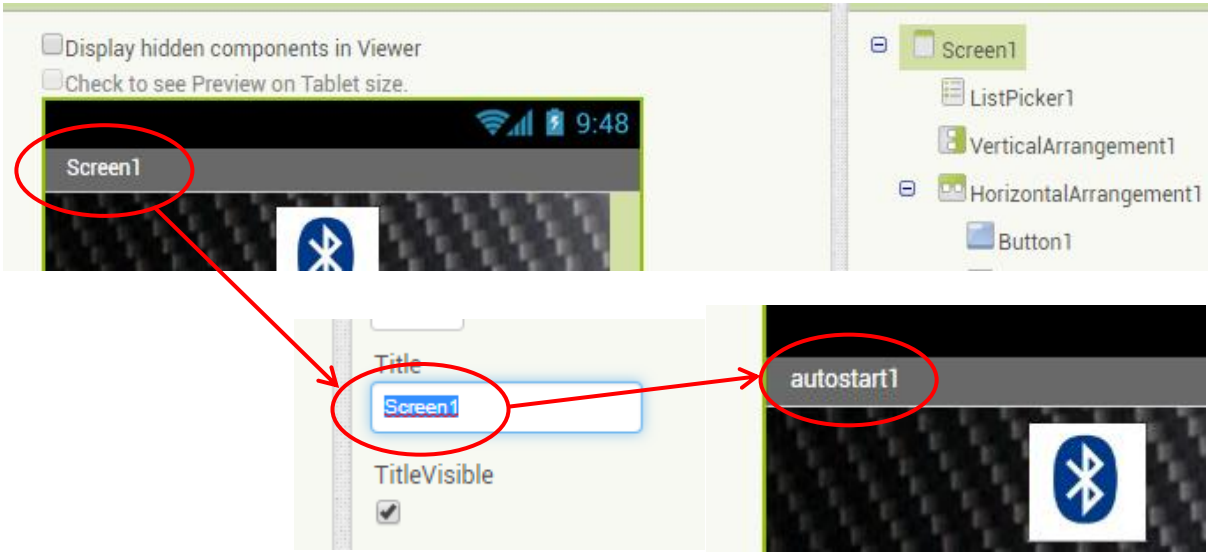


16. ทำการปรับ icon แบบเดียวกันทุก icon

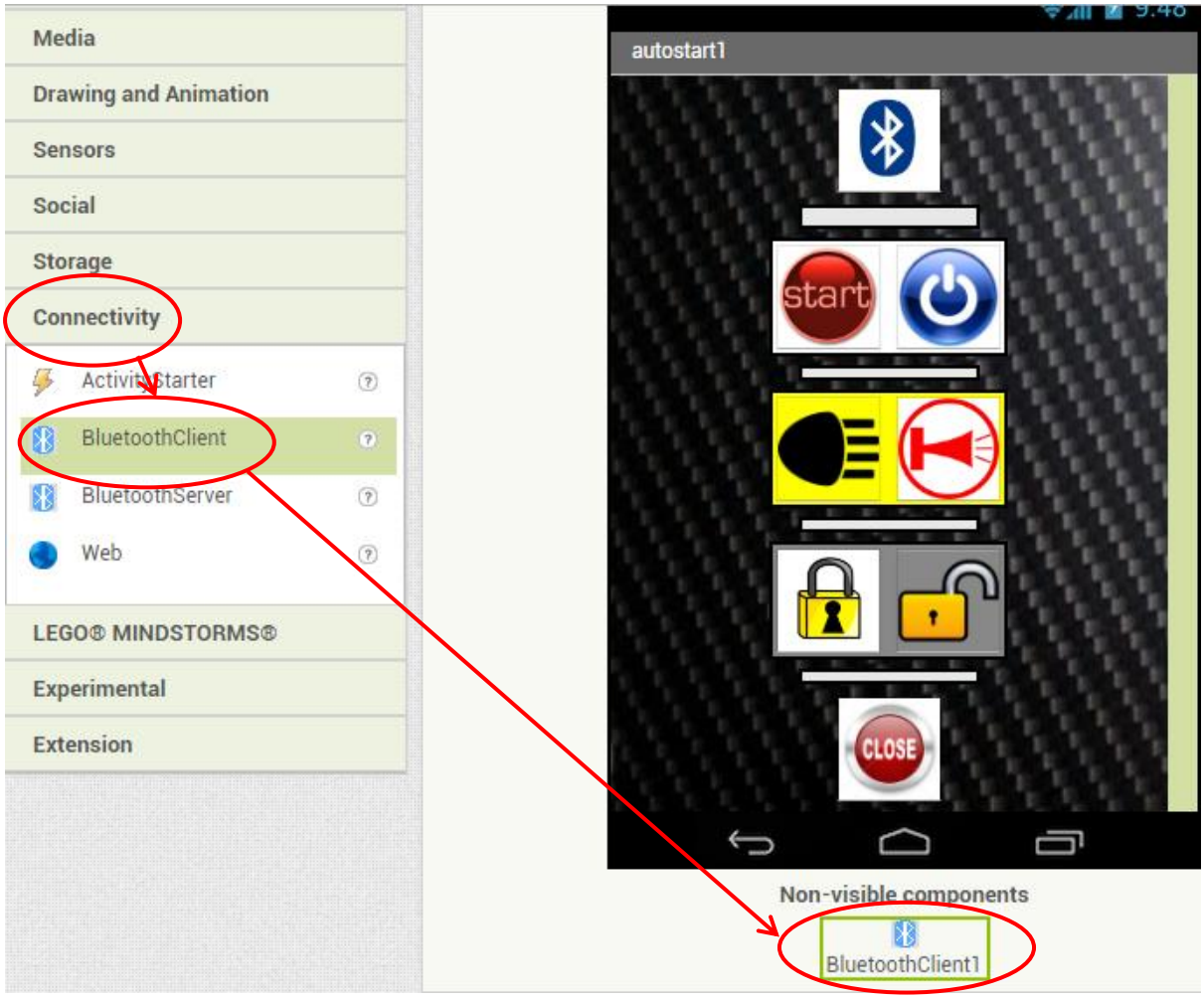
ทำการลบ text ที่ icon ทั้งหมด โดย click ที่ icon แล้วไปลบข้อความที่ text ออก จะทำให้เหลือแต่ icon



17. เปลี่ยนชื่อ project ที่ screen1 เลือก title แล้วเปลี่ยนชื่อ เป็น autostart1



18. เลือกการเชื่อมต่อ connectivity โดยเลือก connectivity เลือก bluetoothclient แล้วลากมาวางบน screen1 (autostart1)



19. เลือก icon สำหรับ App ของคุณที่จะแสดงบนมือถือ ตามที่ต้องการ จะแสดงตอนที่ DOWLOAD

โดยเลือก screen1

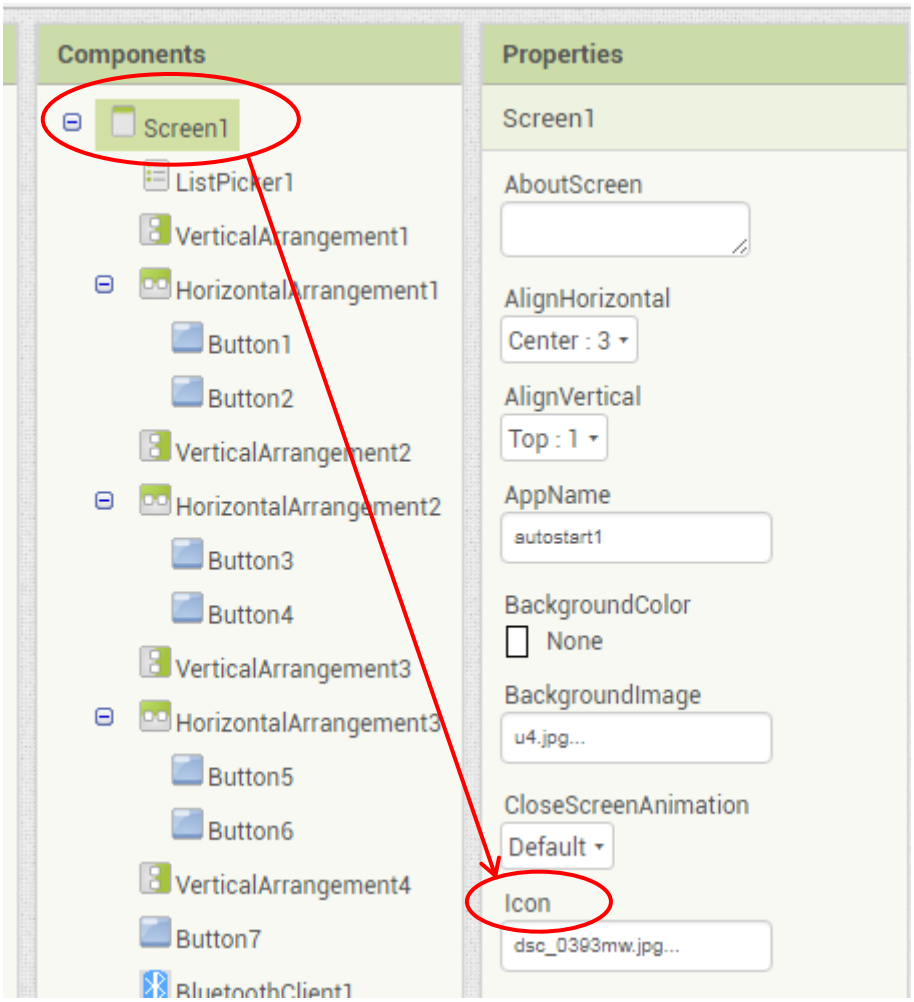
เลือก icon

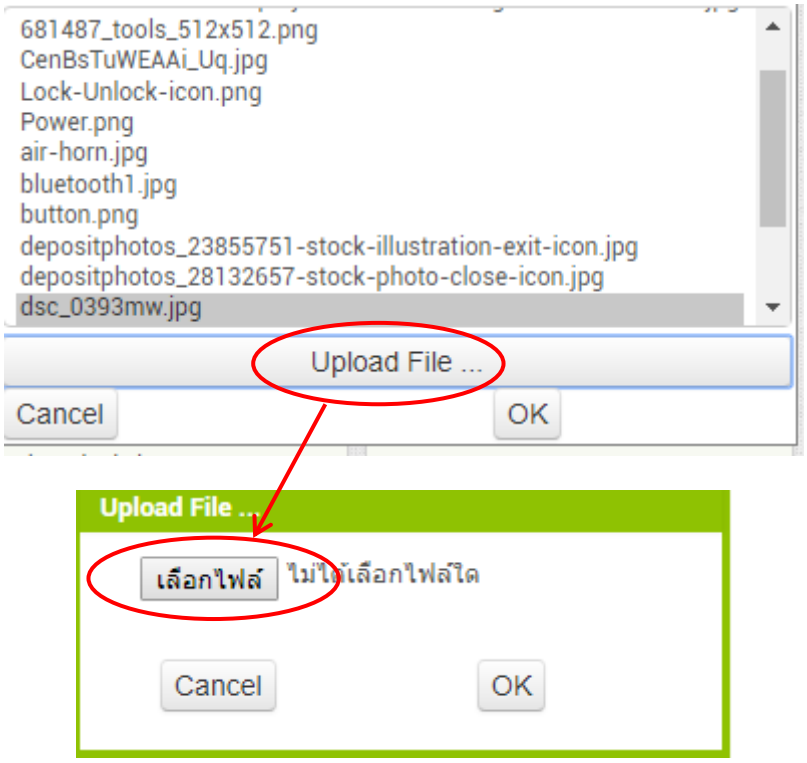
เลือก Upload file

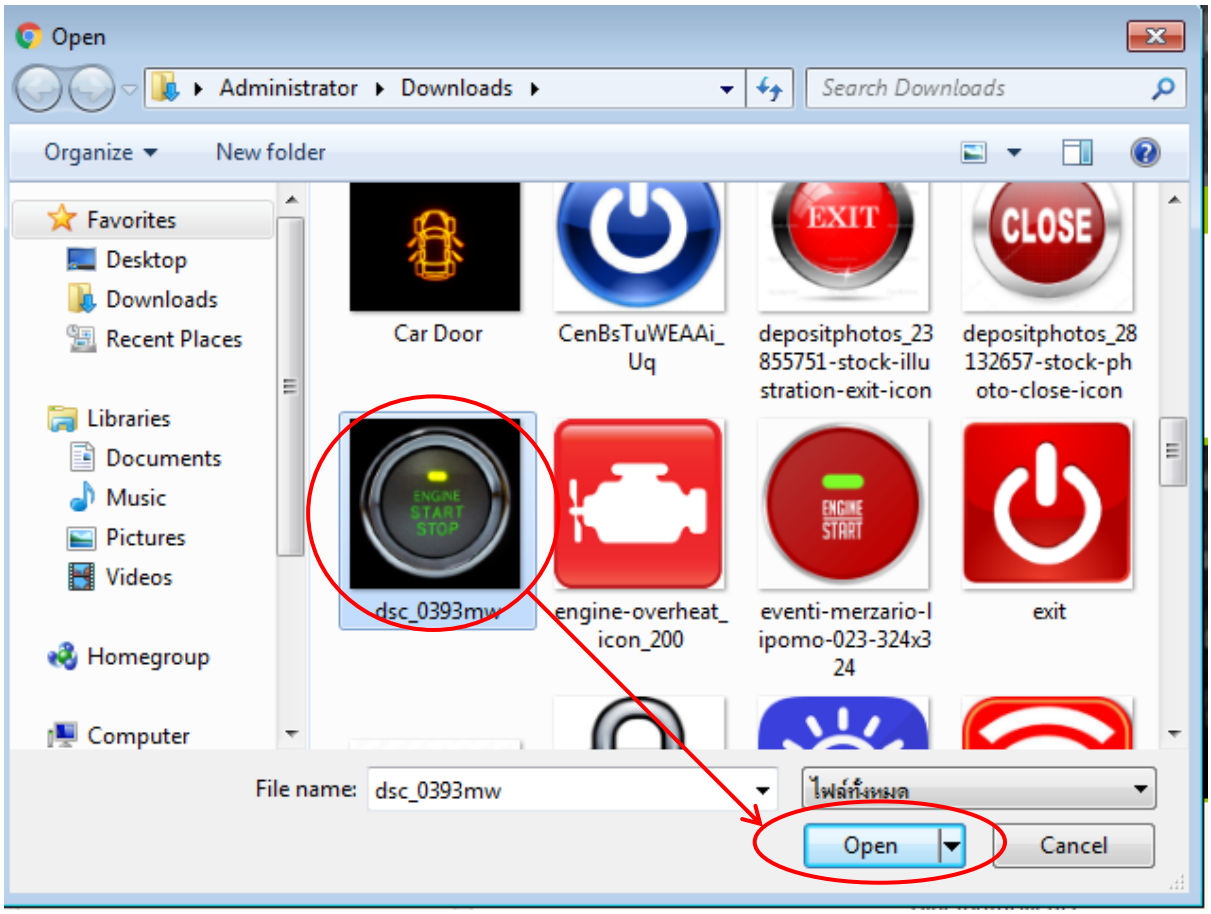
เลือกภาพ ที่ต้องการ

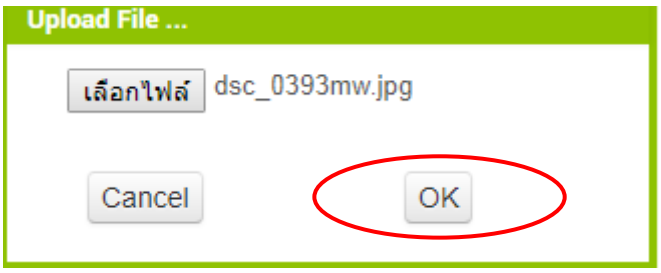
เลือก OK

จบการ ออกแบบ App autostart1

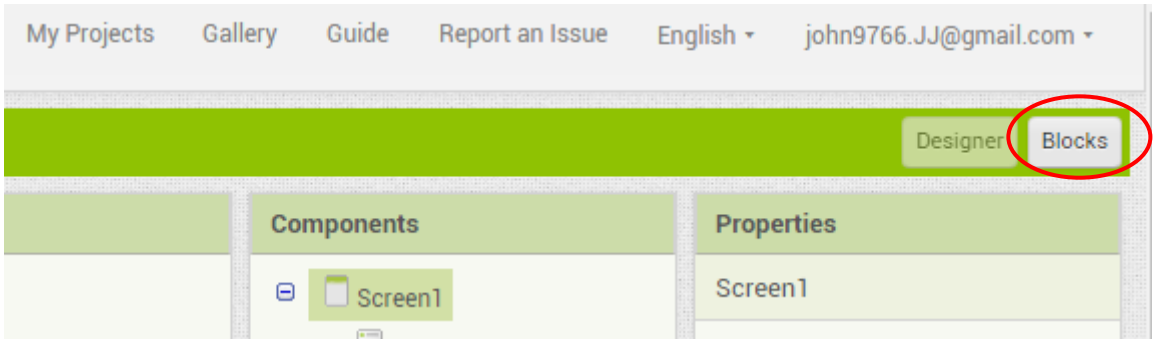


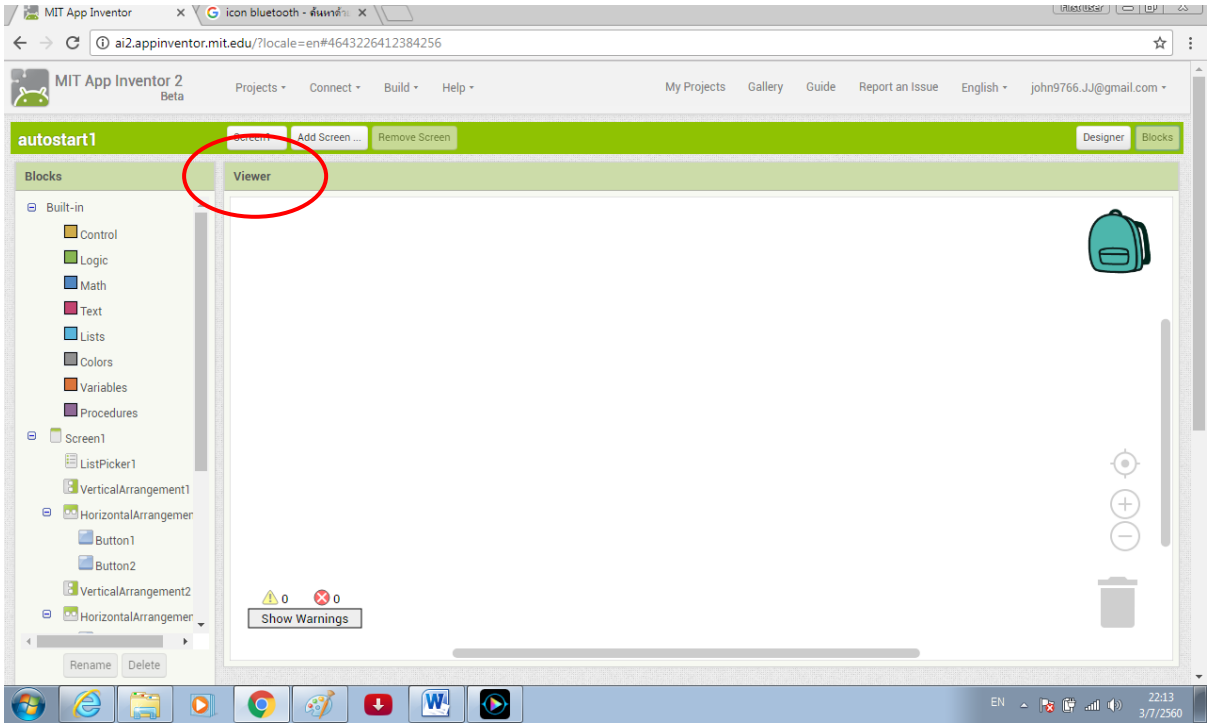

681487_tools_512x512.png
CenBsTuWEAAi_Uq.jpg
Lock-Unlock-icon.png
Power.png
air-horn.jpg
bluetooth1.jpg
button.png
depositphotos_23855751-stock-illustration-exit-icon.jpg
depositphotos_28132657-stock-photo-close-icon.jpg
dsc_0393mw.jpg
Upload File ...
Cancel
OK
Upload File ...
เลือกไฟล์
ไม่ได้เลือกไฟล์ใด
Cancel
OK


Open
Administrator ▸ Downloads ▸
Search Downloads
Organize
New folder
Favorites
Desktop
Downloads
Recent Places
Libraries
Documents
Music
Pictures
Videos
Homegroup
Computer
Car Door
CenBsTuWEAAi_Uq
depositphotos_23855751-stock-illustration-exit-icon
depositphotos_28132657-stock-photo-close-icon
dsc_0393mw
engine-overheat_icon_200
eventi-merzario-lipomo-023-324x324
exit
File name: dsc_0393mw
ไฟล์ทั้งหมด
Open
Cancel

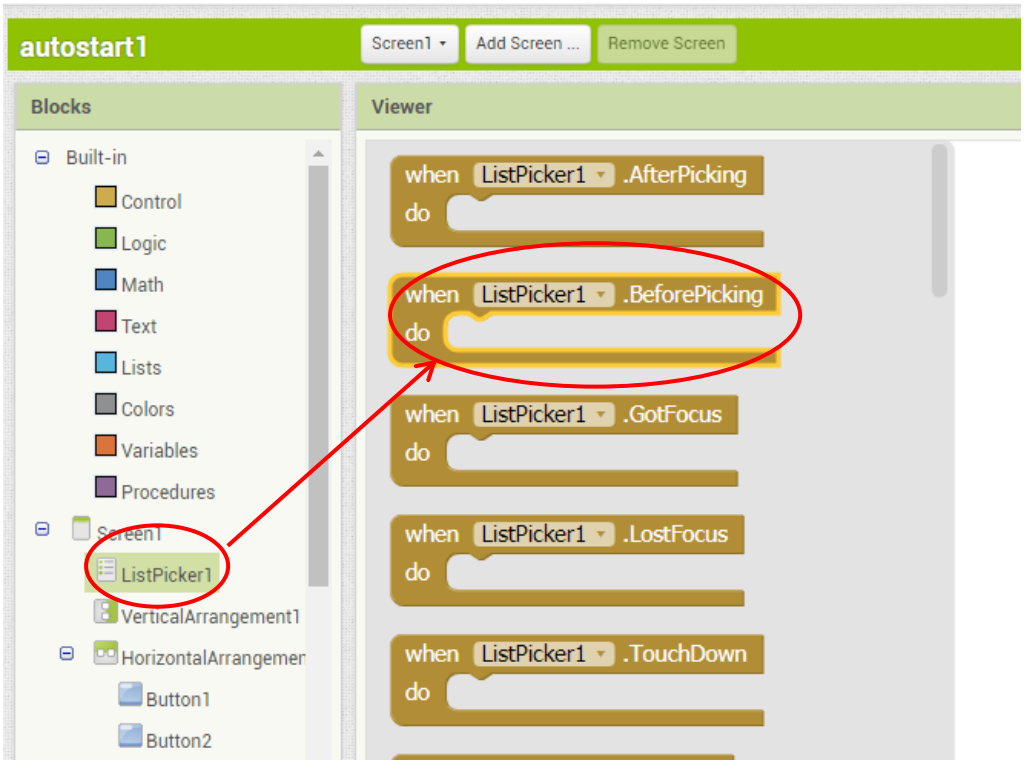


20. เปลี่ยนหน้าต่าง จาก Diesigner เป็น blocks

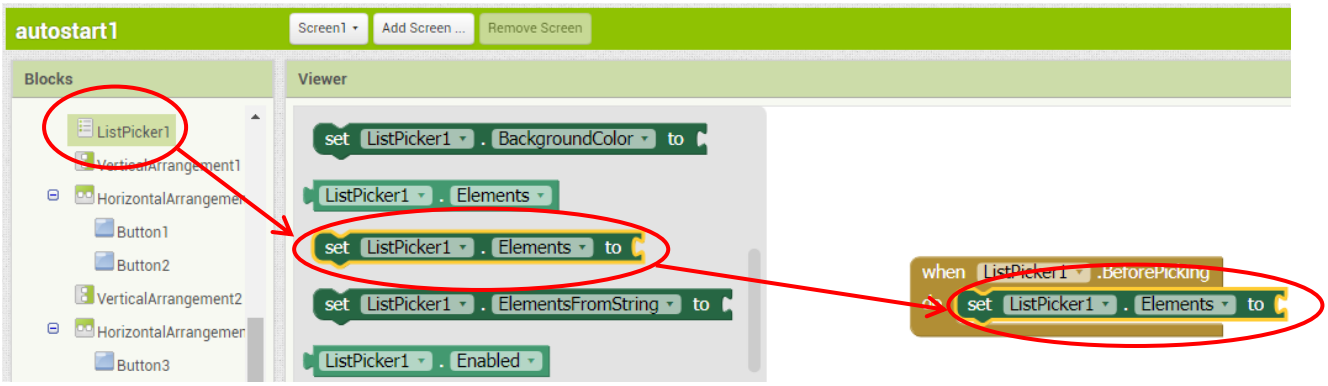




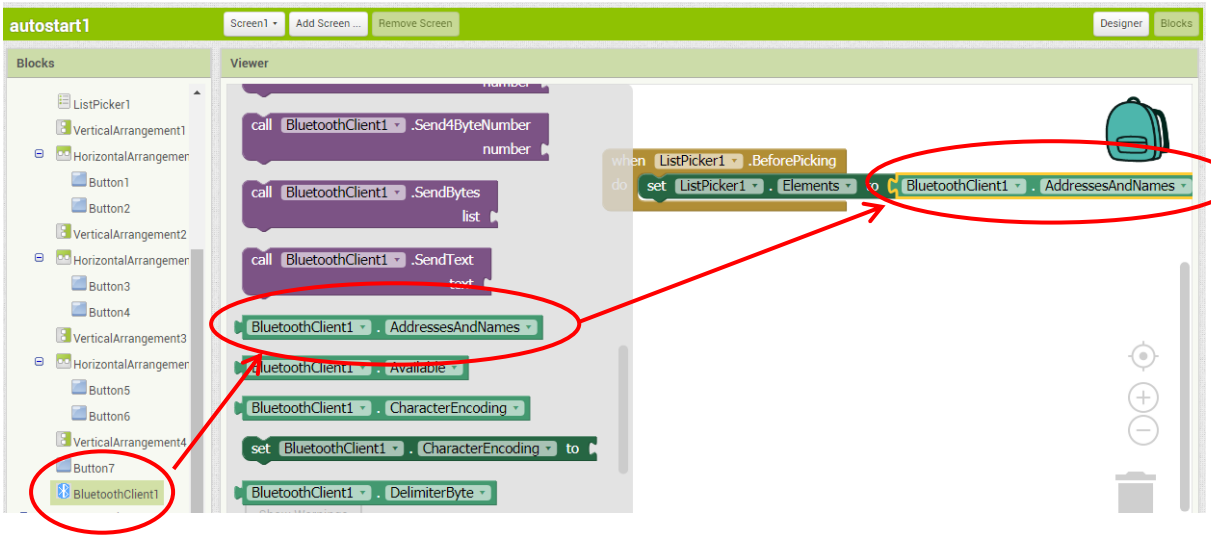
21. เลือก listPicker1 เลือก BeforePicking วางบน viewer



22. เลือก listPicker1 เลือก set - listPicker1 - Elements



เลือก Bluetoothclient เลือก address and name

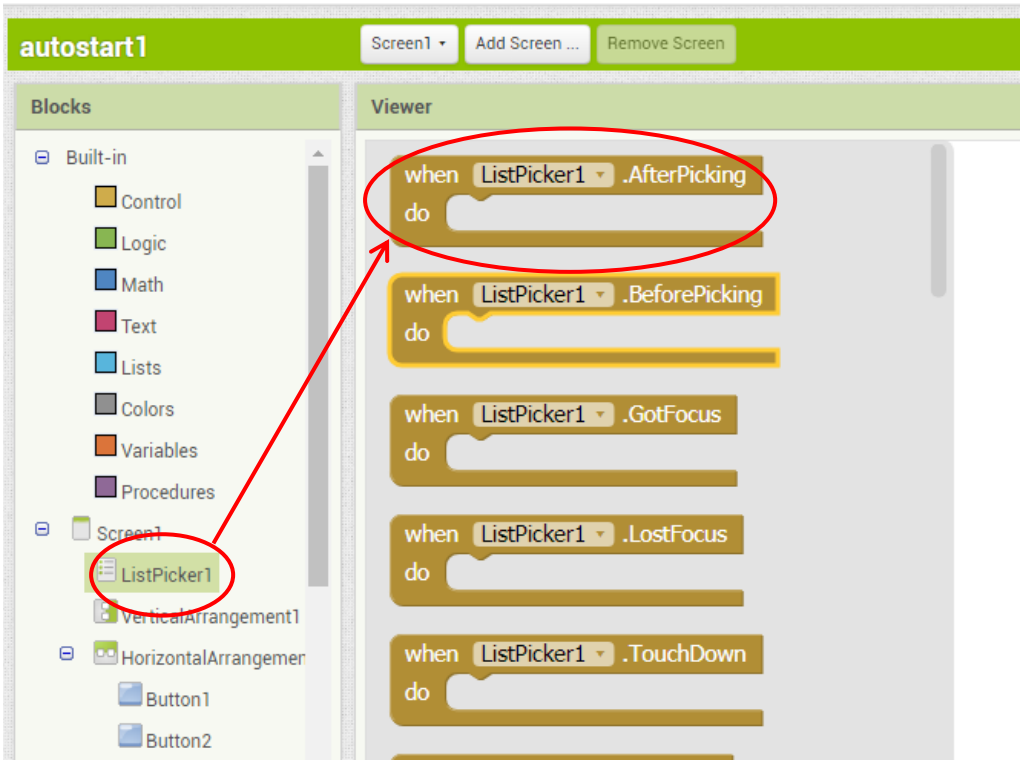


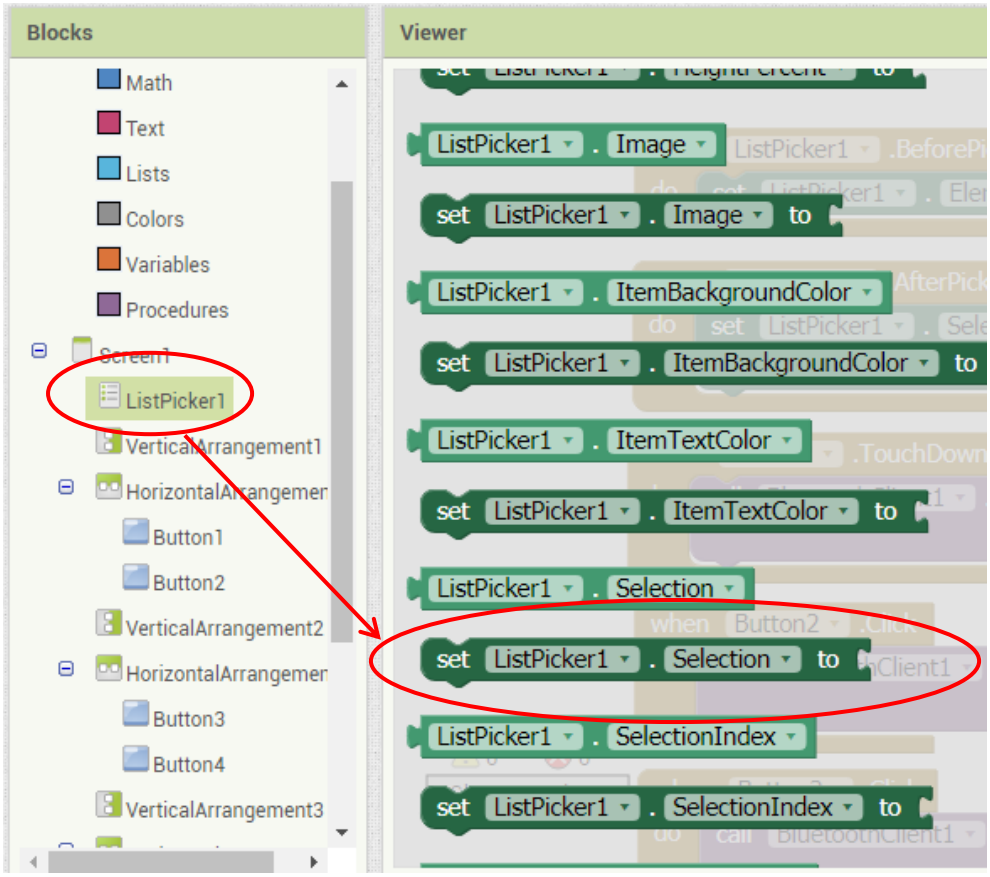
23. เลือก listPicker1 เลือก AfterPicking วางบน viewer

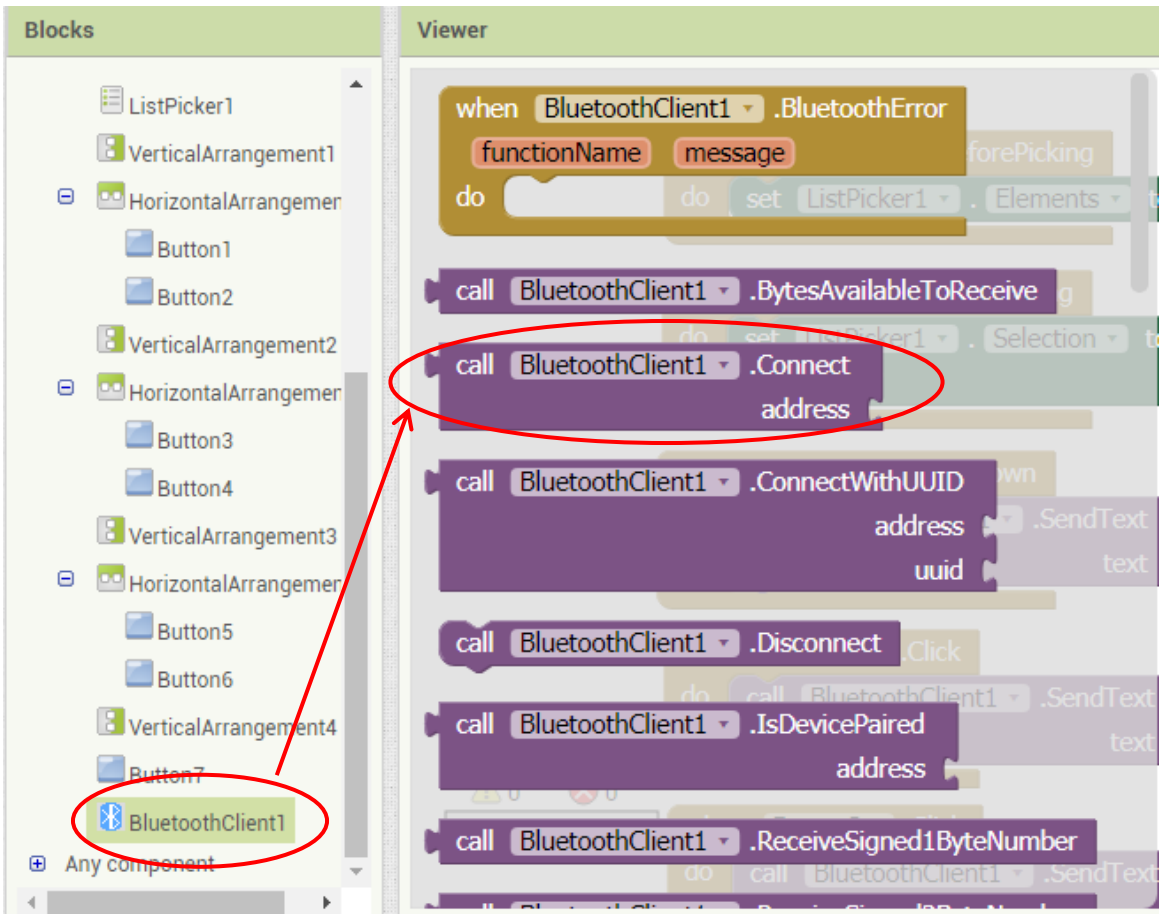
เลือก listPicker1 selection

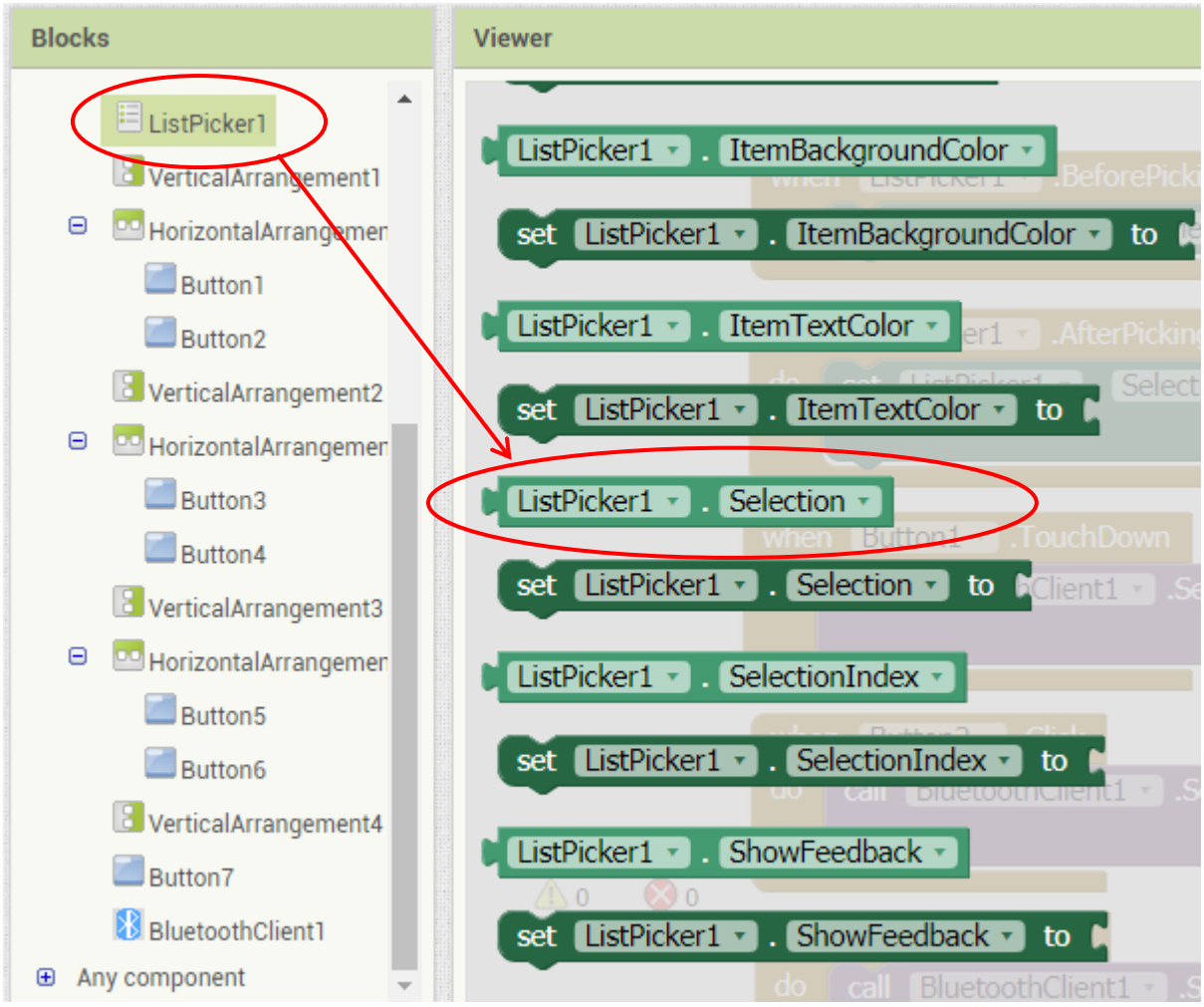
เลือก call Bluetooth connect address

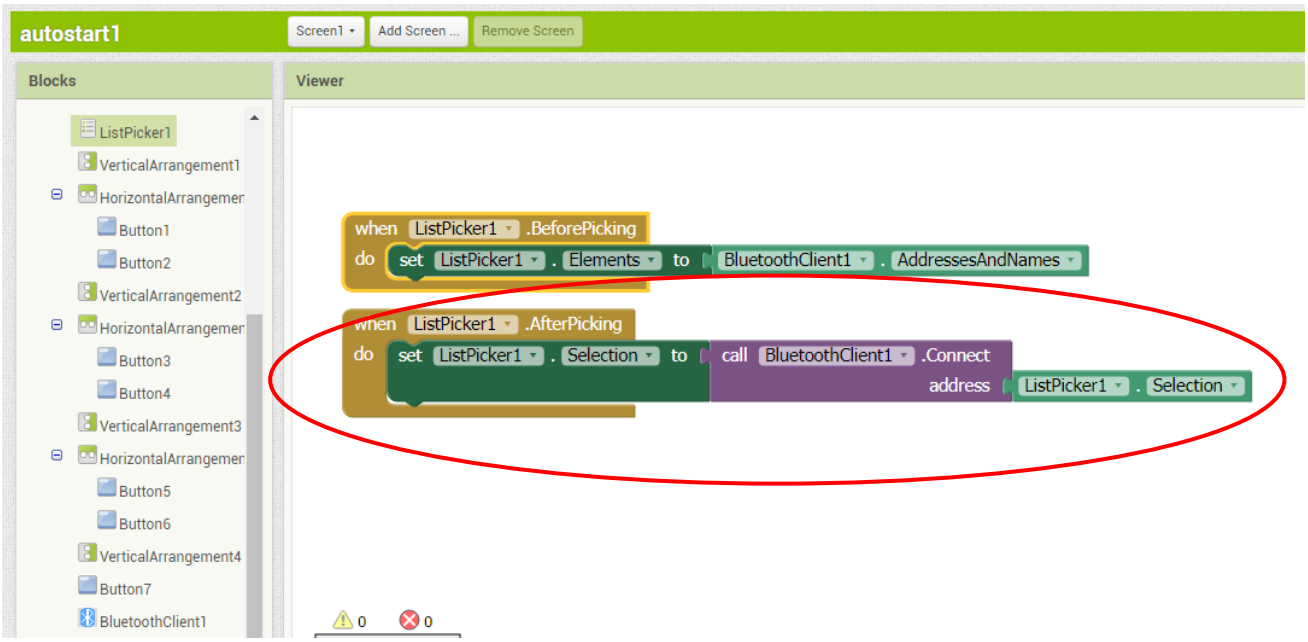
เลือก listPicker1 selection



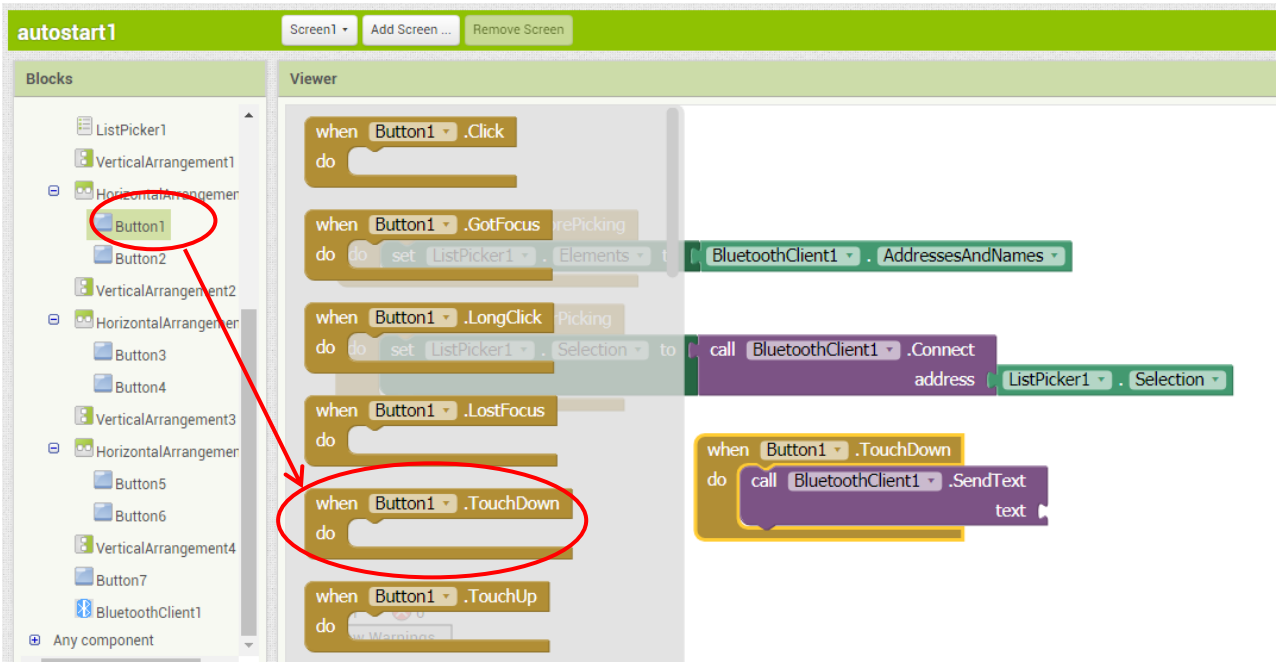

Blocks
Viewer
Math
Text
Lists
Colors
Variables
Procedures
Screen1
ListPicker1
VerticalArrangement1
HorizontalArrangemer
Button1
Button2
VerticalArrangement2
HorizontalArrangemer
Button3
Button4
VerticalArrangement3
ListPicker1 . Image
set ListPicker1 . Image to
ListPicker1 . ItemBackgroundColor
set ListPicker1 . ItemBackgroundColor to
ListPicker1 . ItemTextColor
set ListPicker1 . ItemTextColor to
ListPicker1 . Selection
set ListPicker1 . Selection to
ListPicker1 . SelectionIndex
set ListPicker1 . SelectionIndex to

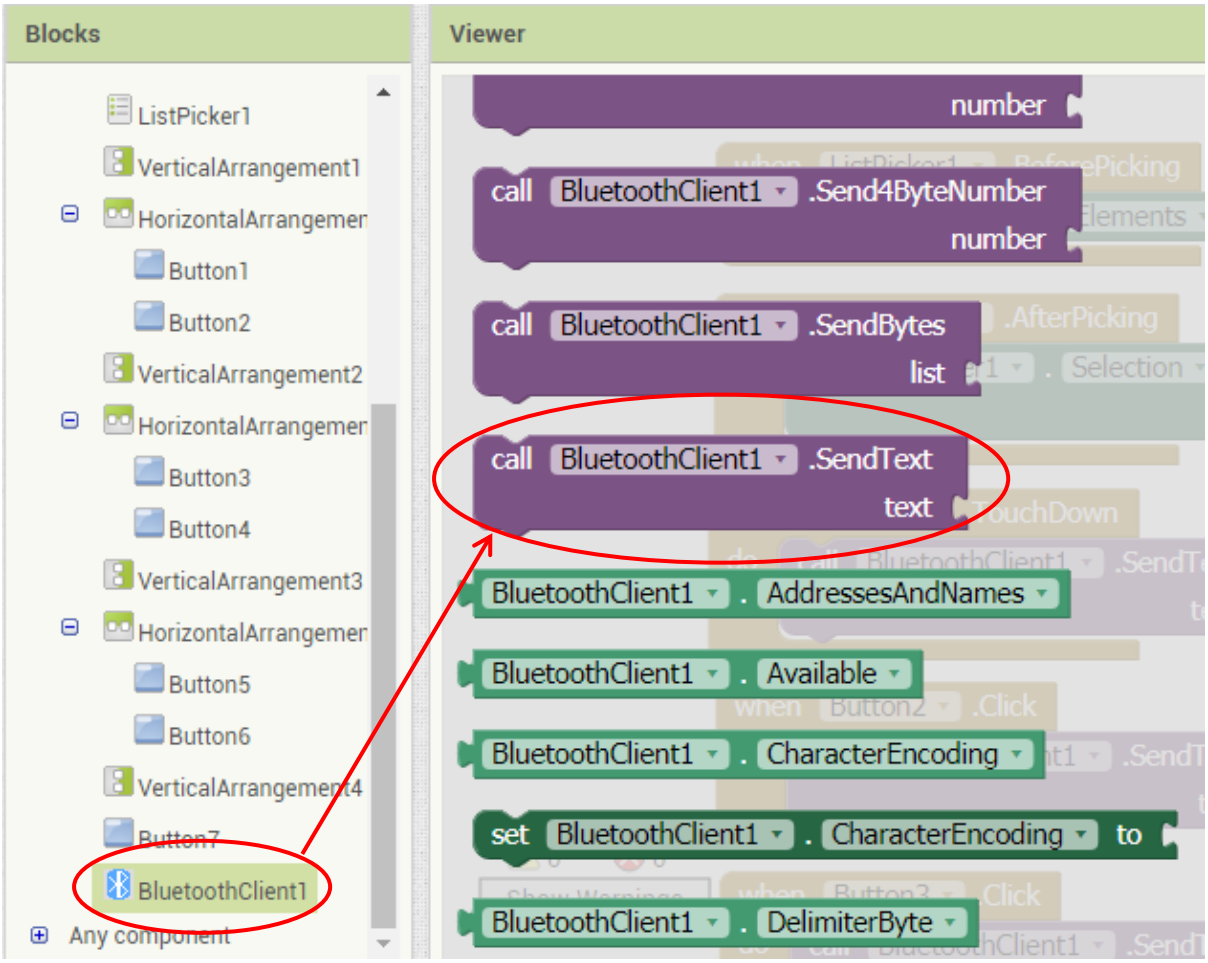

Blocks
Viewer
ListPicker1
VerticalArrangement1
HorizontalArrangemer
Button1
Button2
VerticalArrangement2
HorizontalArrangemer
Button3
Button4
VerticalArrangement3
HorizontalArrangemer
Button5
Button6
VerticalArrangement4
Button7
BluetoothClient1
Any component
when BluetoothClient1 .BluetoothError
functionName message
do
call BluetoothClient1 .BytesAvailableToReceive
call BluetoothClient1 .Connect
address
call BluetoothClient1 .ConnectWithUUID
address
uuid
call BluetoothClient1 .Disconnect
call BluetoothClient1 .IsDevicePaired
address
call BluetoothClient1 .ReceiveSigned1ByteNumber

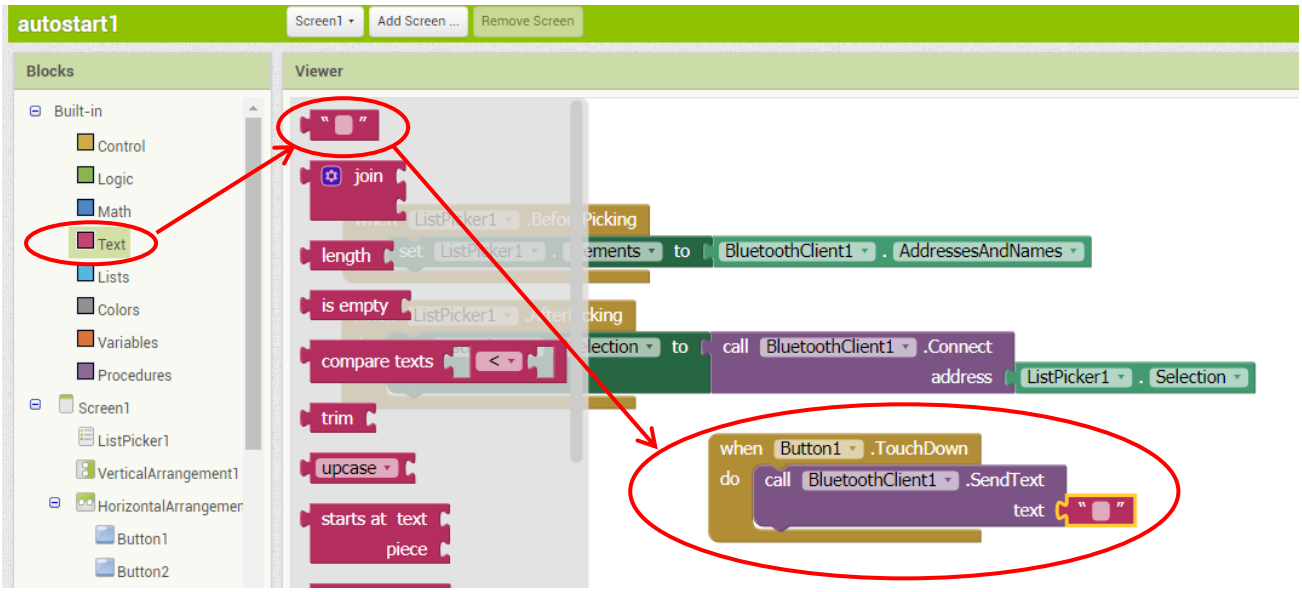

Blocks
Viewer
ListPicker1
VerticalArrangement1
HorizontalArrangemer
Button1
Button2
VerticalArrangement2
HorizontalArrangemer
Button3
Button4
VerticalArrangement3
HorizontalArrangemer
Button5
Button6
VerticalArrangement4
Button7
BluetoothClient1
Any component
ListPicker1 . ItemBackgroundColor
set ListPicker1 . ItemBackgroundColor to
ListPicker1 . ItemTextColor
set ListPicker1 . ItemTextColor to
ListPicker1 . Selection
set ListPicker1 . Selection to
ListPicker1 . SelectionIndex
set ListPicker1 . SelectionIndex to
ListPicker1 . ShowFeedback
set ListPicker1 . ShowFeedback to


autostart1
Screen1
Add Screen ...
Remove Screen
Blocks
Viewer
ListPicker1
VerticalArrangement1
HorizontalArrangemer
Button1
Button2
VerticalArrangement2
HorizontalArrangemer
Button3
Button4
VerticalArrangement3
HorizontalArrangemer
Button5
Button6
VerticalArrangement4
Button7
BluetoothClient1
when ListPicker1 .BeforePicking
do set ListPicker1 . Elements to BluetoothClient1 . AddressesAndNames
when ListPicker1 .AfterPicking
do set ListPicker1 . Selection to call BluetoothClient1 .Connect
address ListPicker1 . Selection

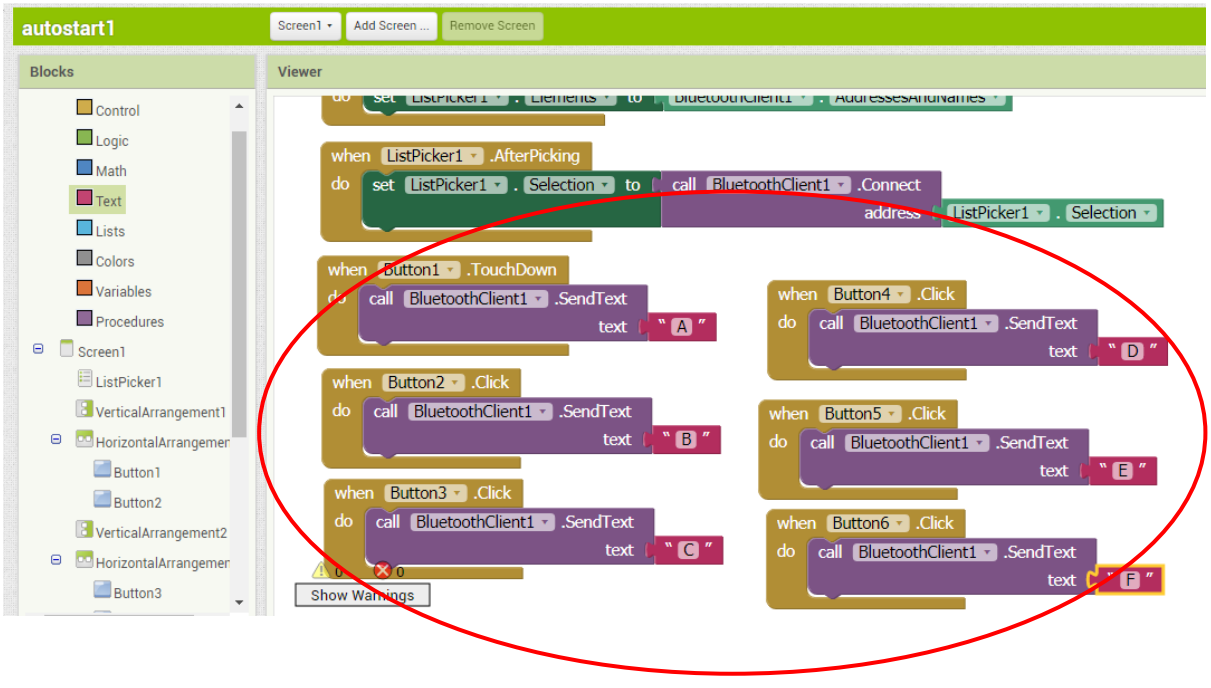
24. เลือก button1 เลือก Bluetoothclient ..sendText
เลือก Text เลือกช่องว่าง เพื่อเติมอักษร



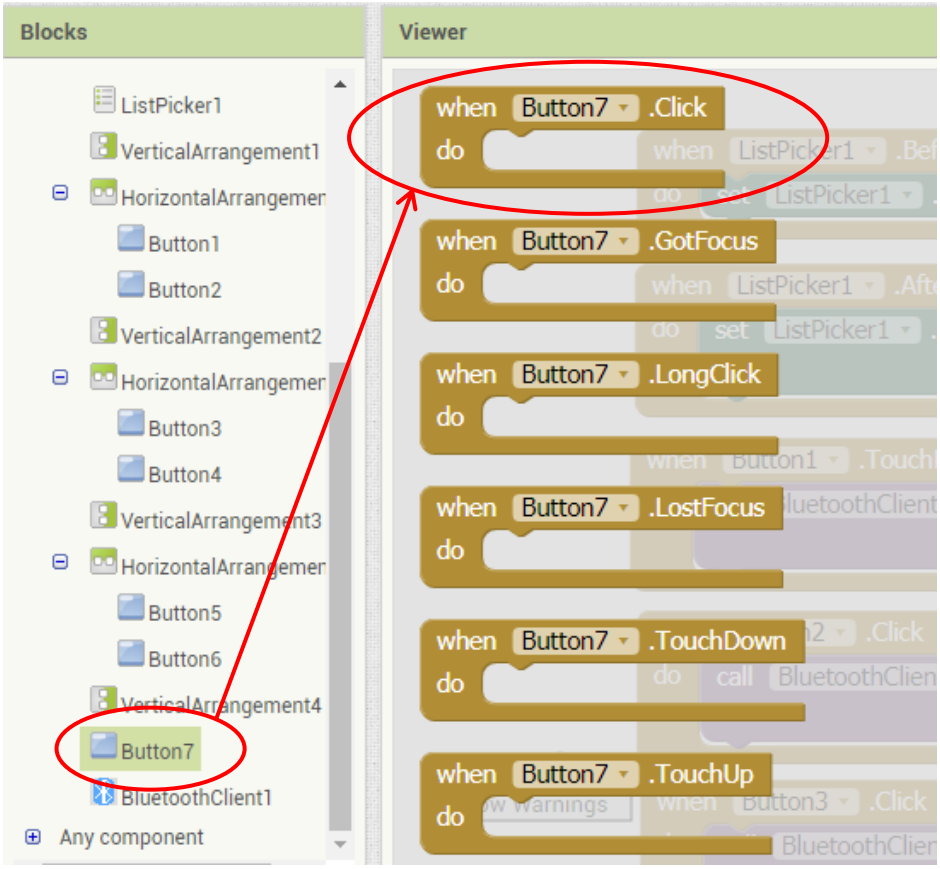


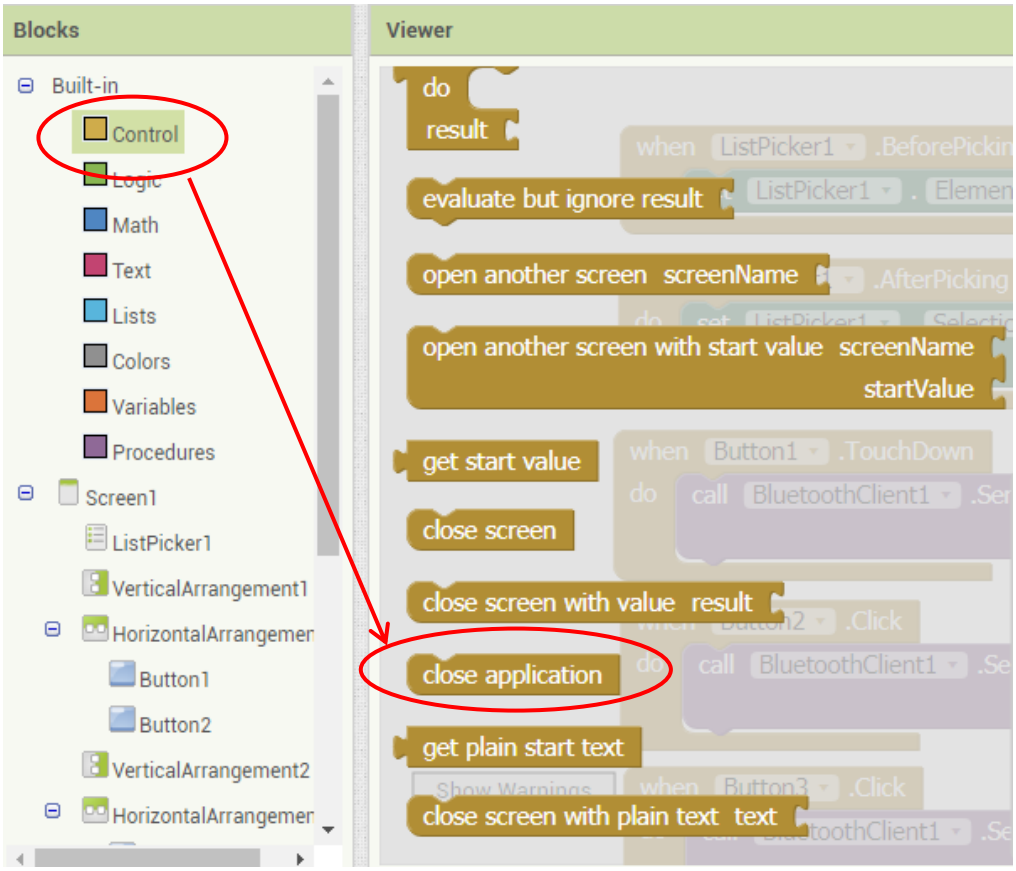


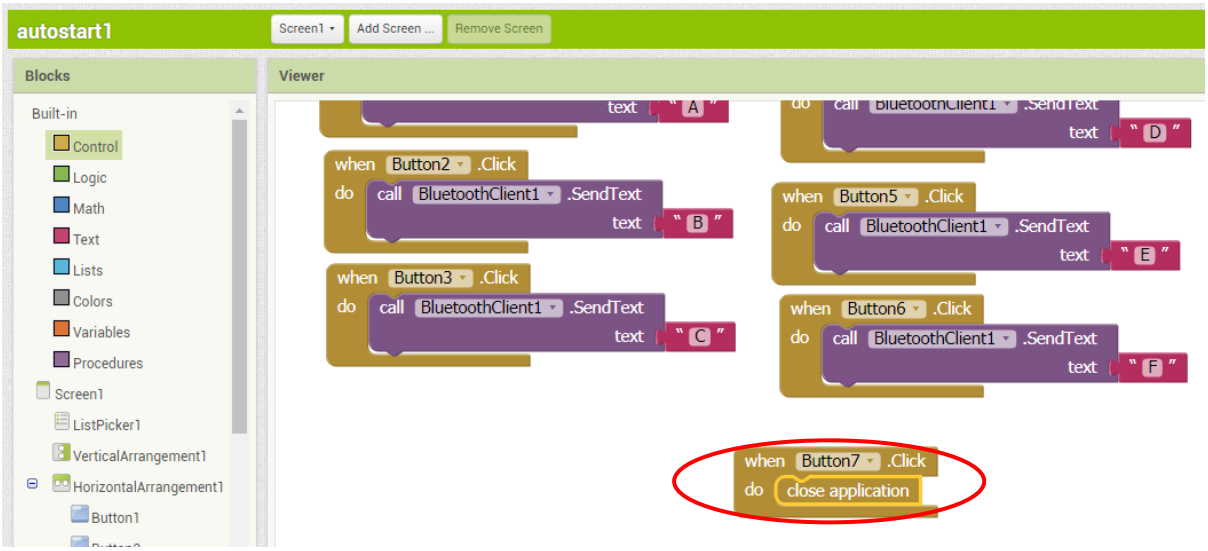
25. ทำแบบนี้กับ icon ทุกตัว จำนวน 6 ตัว และใส่ ตัวอักษร ABCDEF ตามลำดับ ในช่อง Text



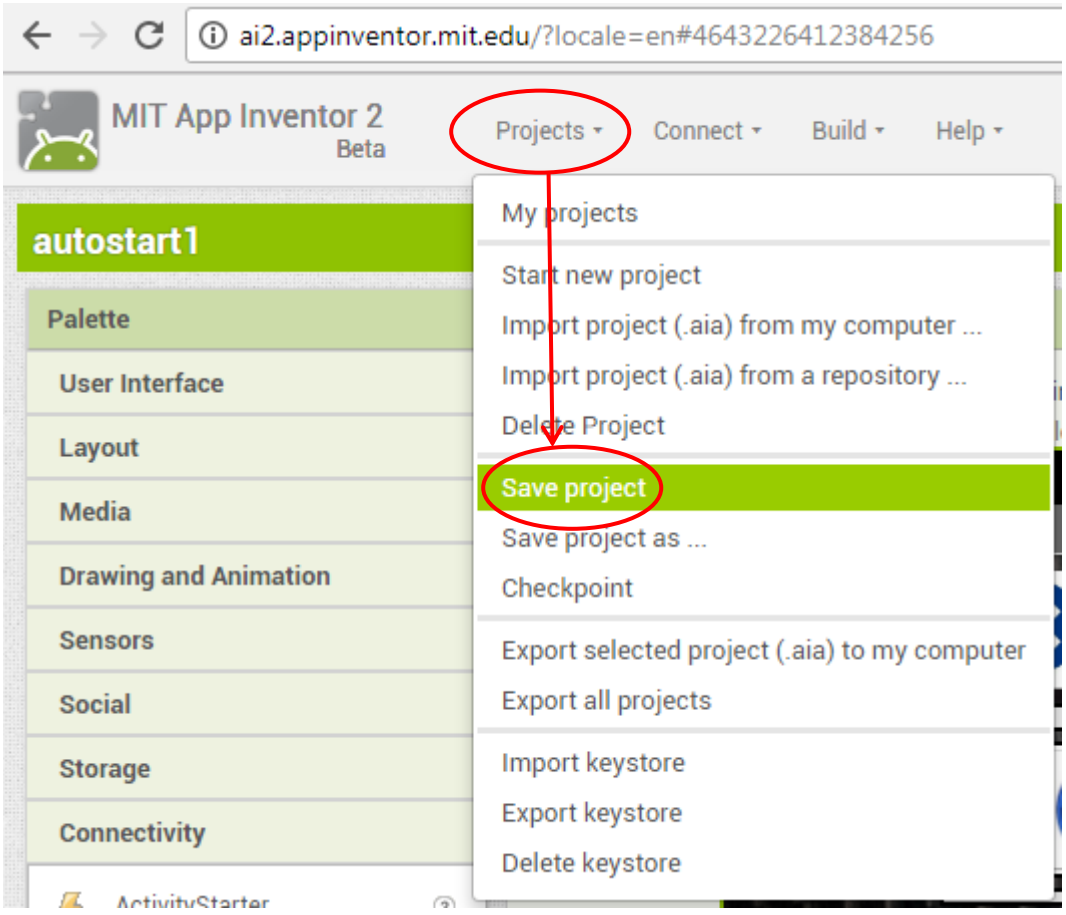
26. เลือก Button7 เลือก control เลือก close application



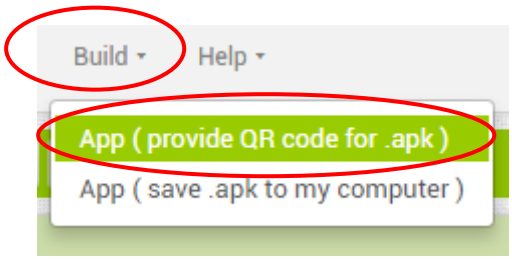


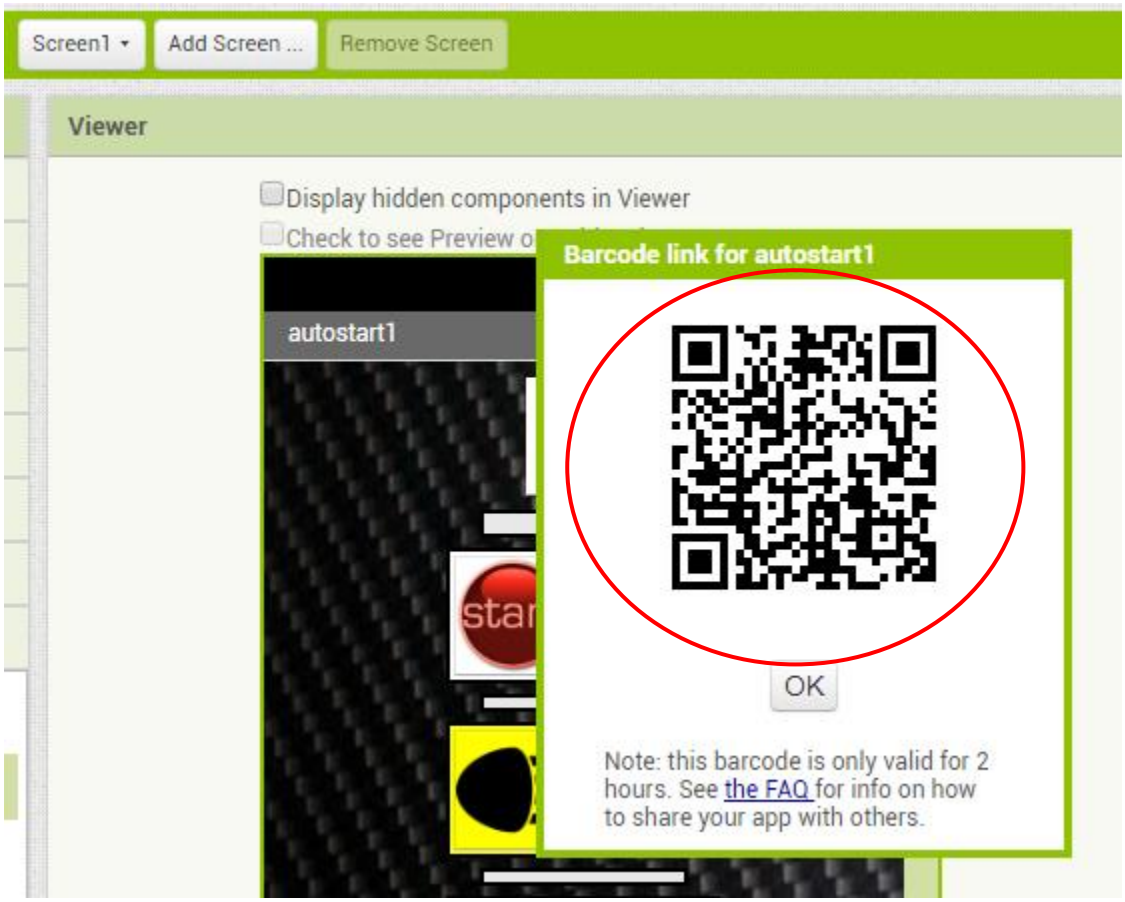


27. เสร็จแล้ว เลือก project เลือก save project



28. การเอา App autostart1 เข้ามือถือ





29. แสกน QR code ด้วยApp จาก playstore ต้องโหลดมาก่อน

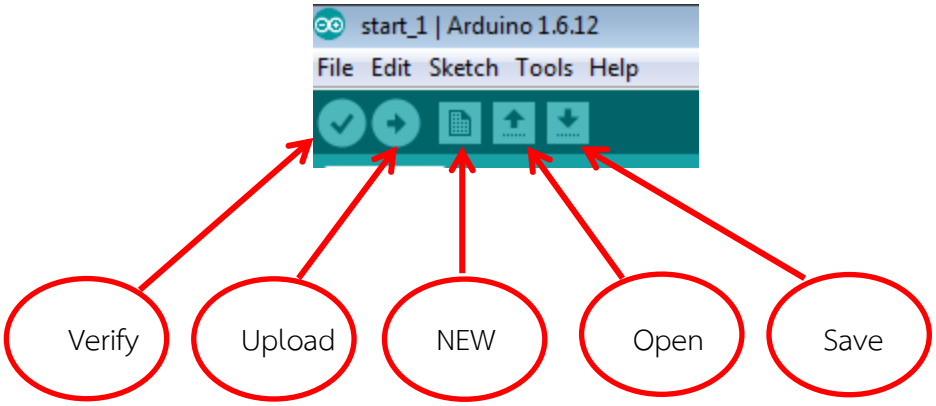
30. ติดตั้ง App autostart1 บนมือถือ

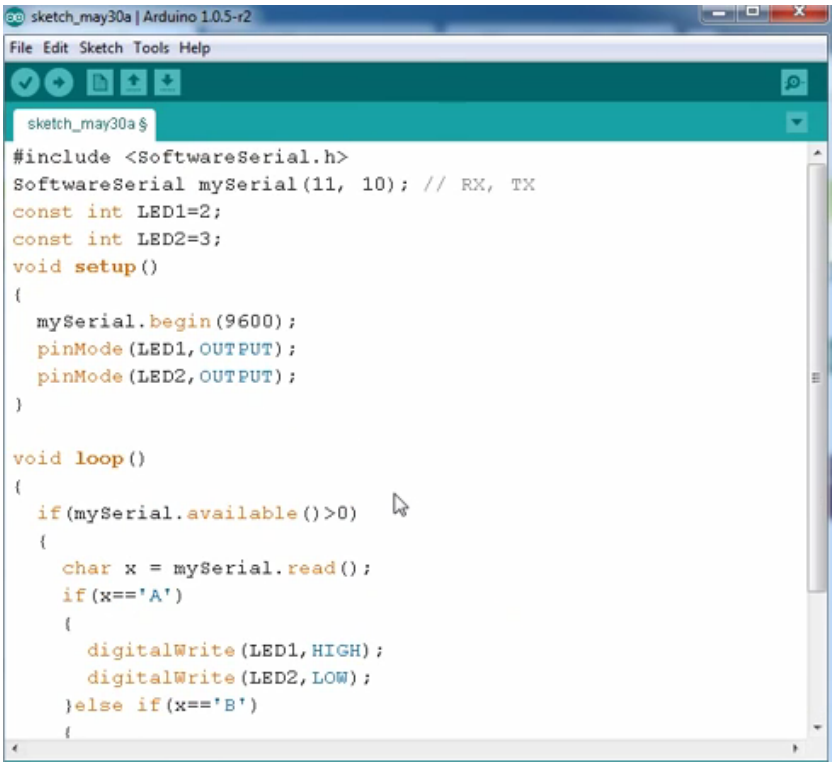
31. เสร็จสมบูรณ์

การเขียนคำสั่งด้วย App Arduino

1. เปิด โปรแกรม App Arduino

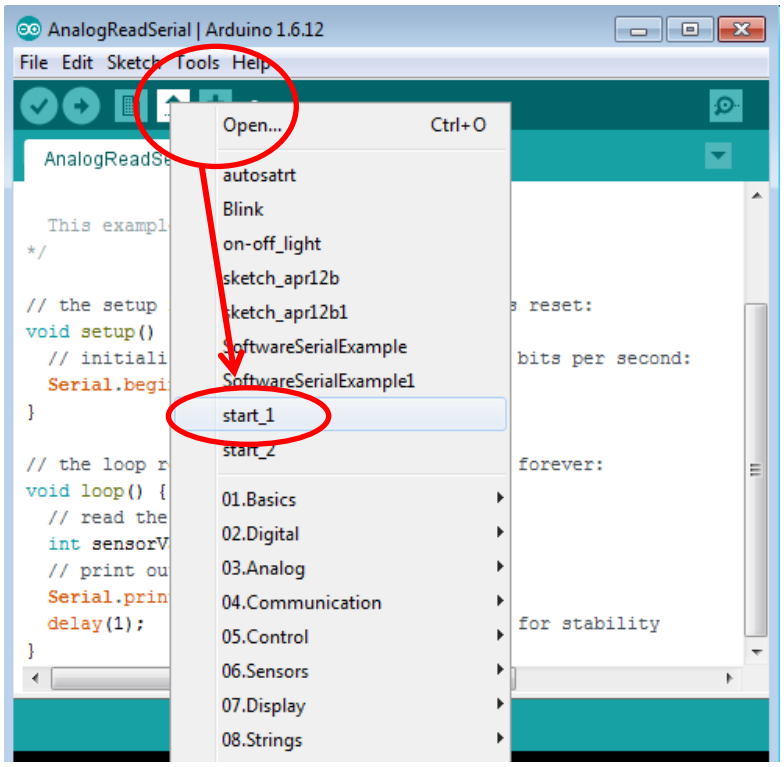
2. เปิดเมนู ตามที่ต้องการ





```
void loop()
{
  if(mySerial.available()>0)
  {
    char x = mySerial.read();
    if(x=='A')
    {
      digitalWrite(LED1,HIGH);
      digitalWrite(LED2,LOW);
    }else if(x=='B')
    {
      digitalWrite(LED1,LOW);
      digitalWrite(LED2,HIGH);
    }
  }
}
```

ตัวอย่างการเขียนคำสั่ง ควบคุมการทำงาน บอร์ด Arduino UNO ควบคุมการทำงาน Relay 6 ตัว



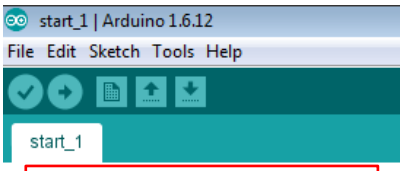
start_1 | Arduino 1.6.12

File Edit Sketch Tools Help

start_1

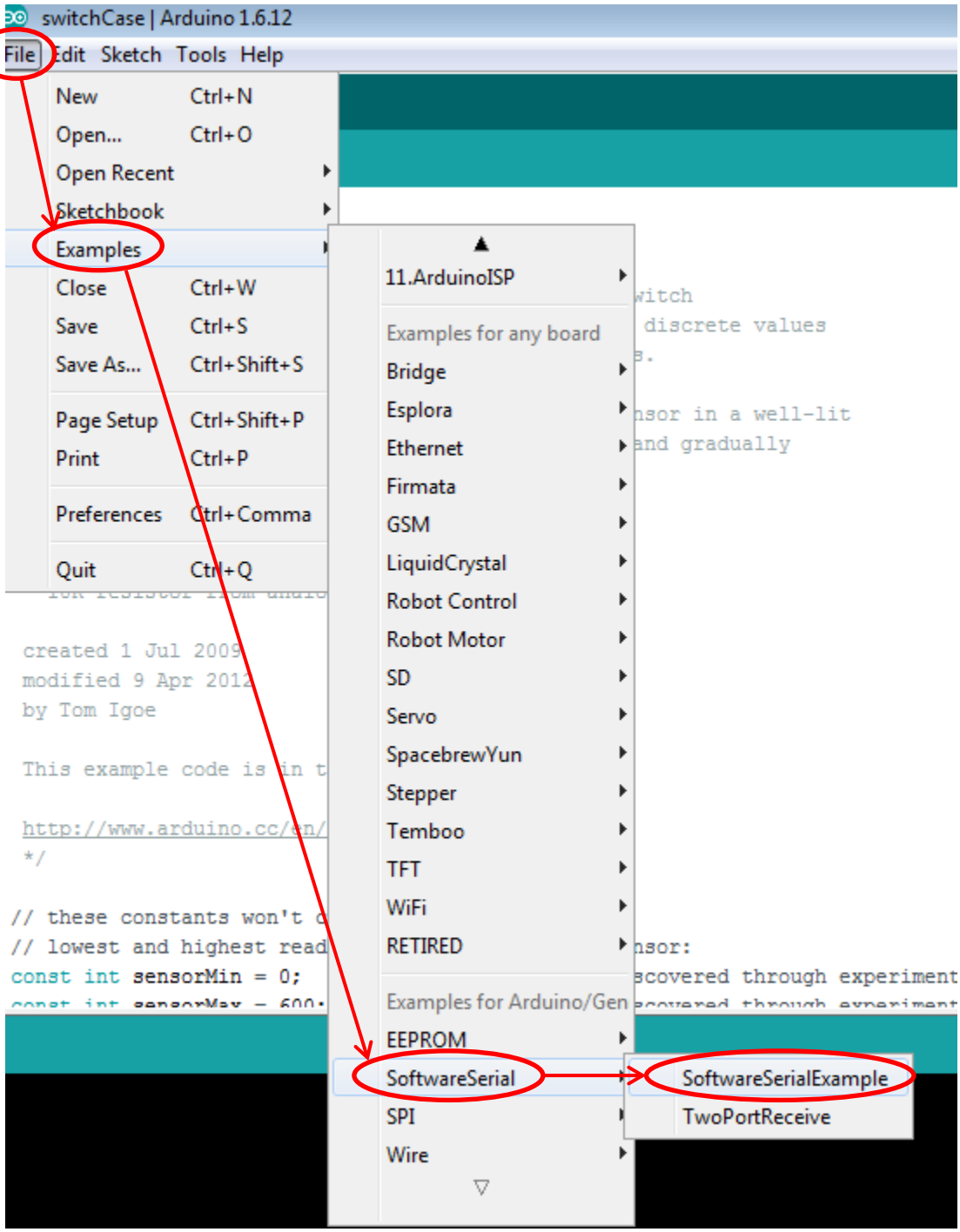
```
#include <SoftwareSerial.h>

SoftwareSerial mySerial(10, 11); // RX, TX
const int ry1=A5;
const int ry2=A4;
const int ry3=A3;
const int ry4=A2;
const int ry5=A1;
const int ry6=A0;
void setup()
{
  mySerial.begin(9600);
  pinMode(ry1,OUTPUT);
  pinMode(ry2,OUTPUT);
  pinMode(ry3,OUTPUT);
  pinMode(ry4,OUTPUT);
  pinMode(ry5,OUTPUT);
  pinMode(ry6,OUTPUT);
  digitalWrite(ry1,HIGH);
  digitalWrite(ry2,HIGH);
  digitalWrite(ry3,HIGH);
  digitalWrite(ry4,HIGH);
  digitalWrite(ry5,HIGH);
  digitalWrite(ry6,HIGH);
}
```

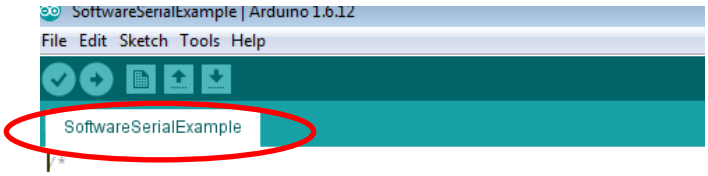
```
char x;
void loop ()
{
  if (mySerial.available()>0)
  {
    x = mySerial.read();
    if (x=='A')
       {
       digitalWrite(ry1,LOW);
       }
      else if (x=='B')
       {
         digitalWrite(ry1,HIGH);
        }
     if (x=='C')
       {
         digitalWrite(ry2,LOW);
       }

      else if (x=='D')
       {
         digitalWrite(ry2,HIGH);
        }
```



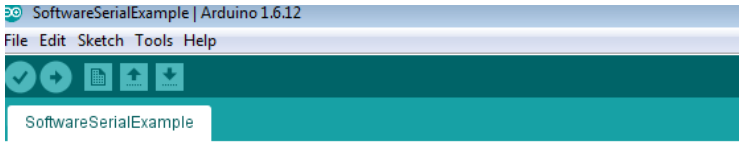

```
    if (x=='E')
     {
       digitalWrite(ry3,LOW);
     }
    else if (x=='F')
     {
       digitalWrite(ry3,HIGH);
      }
     if (x=='G')
     {
       digitalWrite(ry4,LOW);
     }
    else if (x=='H')
     {
       digitalWrite(ry4,HIGH);
      }
    if (x=='J')
     {
       digitalWrite(ry5,LOW);
     }
    else if (x=='K')
     {
       digitalWrite(ry5,HIGH);
      }

  if (x=='L')
     {
       digitalWrite(ry6,LOW);
      }
   else if (x=='M')
     {
       digitalWrite(ry6,HIGH);
     }
     }
   }
```

ตัวอย่างการเขียนคำสั่ง ควบคุมการทำงาน บอร์ด Arduino UNO





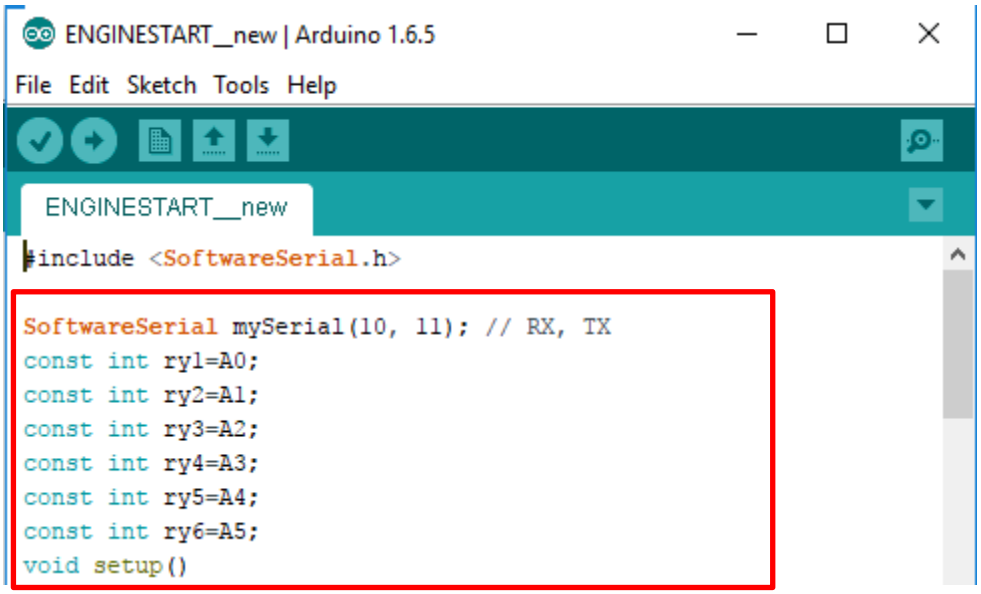

```
/*
  Software serial multple serial test

 Receives from the hardware serial, sends to software serial.
 Receives from software serial, sends to hardware serial.

 The circuit:
 * RX is digital pin 10 (connect to TX of other device)
 * TX is digital pin 11 (connect to RX of other device)

 Note:
 Not all pins on the Mega and Mega 2560 support change interrupts,
 so only the following can be used for RX:
 10, 11, 12, 13, 50, 51, 52, 53, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69

 Not all pins on the Leonardo and Micro support change interrupts,
 so only the following can be used for RX:
 8, 9, 10, 11, 14 (MISO), 15 (SCK), 16 (MOSI).

 created back in the mists of time
 modified 25 May 2012
 by Tom Igoe
 based on Mikal Hart's example

 This example code is in the public domain.
```



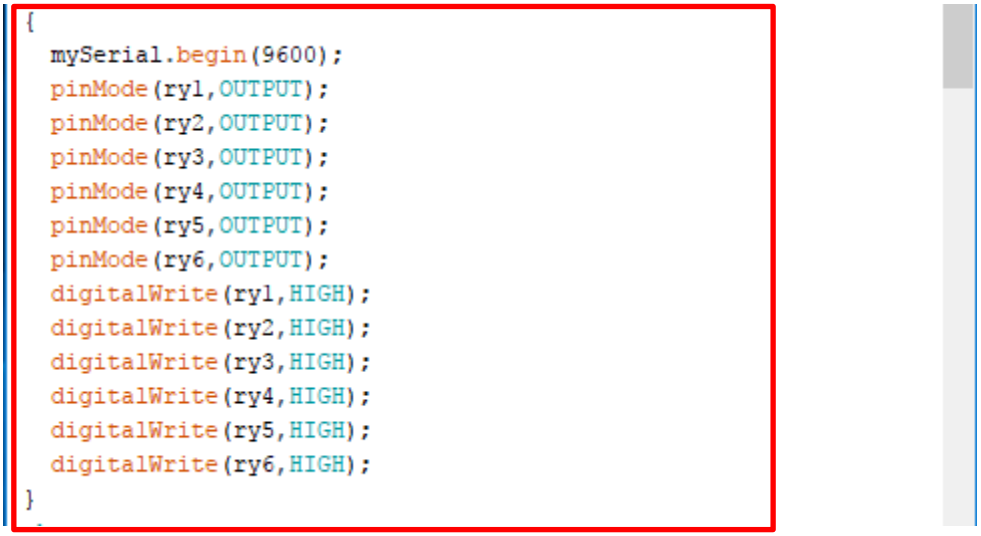

```
#include <SoftwareSerial.h>

SoftwareSerial mySerial(10, 11); // RX, TX

void setup() {
  // Open serial communications and wait for port to open:
  Serial.begin(57600);
  while (!Serial) {
    ; // wait for serial port to connect. Needed for native USB port only
  }


  Serial.println("Goodnight moon!");

  // set the data rate for the SoftwareSerial port
  mySerial.begin(4800);
  mySerial.println("Hello, world?");
}

void loop() { // run over and over
  if (mySerial.available()) {
    Serial.write(mySerial.read());
  }
  if (Serial.available()) {
    mySerial.write(Serial.read());
  }
}
```

โปรแกรมควบคุม ALL Switch

การเขียนโปรแกรม Arduino ควบคุมแบบ ALL Switch



1. ประกาศตัวแปรที่ต้องการให้ทำงาน



2. แสดงการเชื่อมต่อ 9600
3. แสดงการทำงานที่ต้องการให้ตัวแปรทำงาน LOW หรือ HIGH

```
char x;
void loop ()
{
  if (mySerial.available()>0)
      {
    x = mySerial.read();
    if (x=='A')
       {
       digitalWrite(ryl,LOW);
       }
      else if (x=='a')
       {
         digitalWrite(ryl,HIGH);
        }
```

รูปที่ 1. แสดงการเขียนโปรแกรมของ สวิตซ์ ON - OFF

4. ค่าตัวแปร X==A ให้ Relay 1, LOW ไม่ทำงาน
5. ค่าตัวแปร X==a ให้ Relay 1, HIGH ทำงาน

```
    if (x=='B')
      {
        digitalWrite(ry2,LOW);
      }

      else if (x=='b')
      {
        digitalWrite(ry2,HIGH);
      }
```

รูปที่ 2. แสดงการเขียนโปรแกรมของ สวิตซ์ START (กดติด ปล่อยดับ)

6. ค่าตัวแปร X==B ให้ Relay 1, LOW ไม่ทำงาน
7. ค่าตัวแปร X==b ให้ Relay 1, HIGH ทำงาน

```
     if (x=='C')
      {
        digitalWrite(ry3,LOW);
      }
     else if (x=='c')
      {
        digitalWrite(ry3,HIGH);
       }
```

รูปที่ 3. แสดงการเขียนโปรแกรมของ สวิตซ์ (กดติด กดดับ)

8. ค่าตัวแปร X==C ให้ Relay 1, LOW ไม่ทำงาน
9. ค่าตัวแปร X==c ให้ Relay 1, HIGH ทำงาน

```
if (x=='D')
  {
    digitalWrite(ry4,LOW);
    delay(5000);
    digitalWrite(ry4,HIGH);
    delay(200);
  }

  else if (x=='d')
  {
    digitalWrite(ry4,HIGH);
  }
```

รูปที่ 4. แสดงการเขียนโปรแกรมของ สวิตซ์ แบบ TIMER กดสวิตซ์ ทำงานตามเวลาที่กำหนด

10. ค่าตัวแปร X==C ให้ Relay 1, LOW ไม่ทำงาน

ตั้งค่า การทำงาน 5000 มิลลิวินาที (5 วินาที) หรือตามที่เราต้องการ

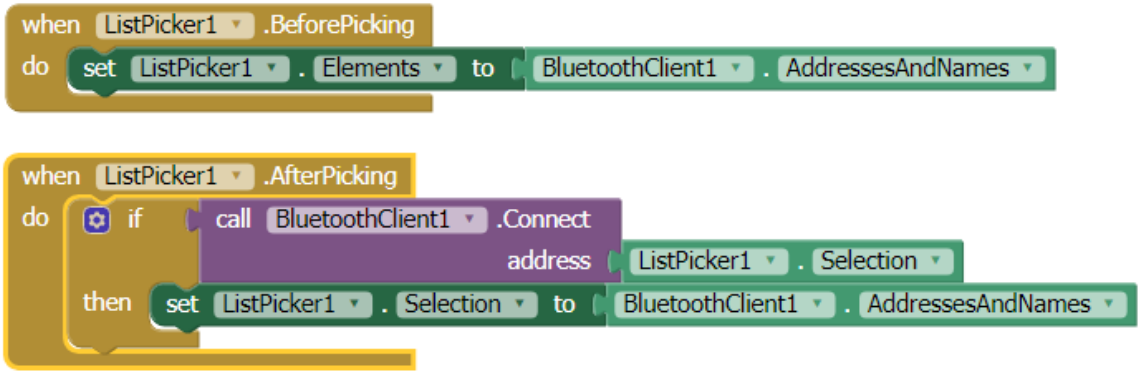
11. ค่าตัวแปร X==c ให้ Relay 1, HIGH ทำงาน

```
if (x=='E')
 {
   digitalWrite(ry5,LOW);
 }
else if (x=='e')
 {
   digitalWrite(ry5,HIGH);
 }
```

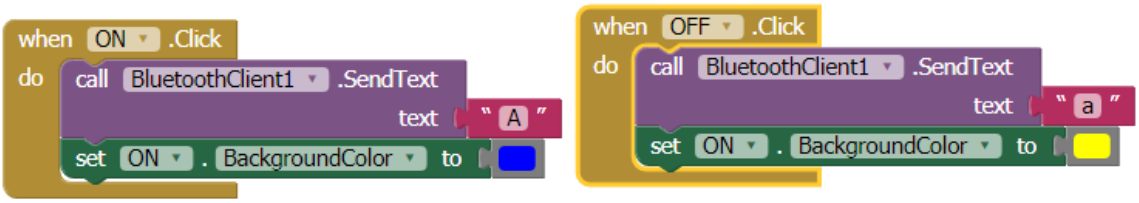
```
if (x=='F')
   {
     digitalWrite(ry6,LOW);
   }
  else if (x=='f')
   {
     digitalWrite(ry6,HIGH);
   }
   }
 }
```

12. ตัวแปร E และ F เป็นสวิตซ์ แบบเดียวกับ A B C

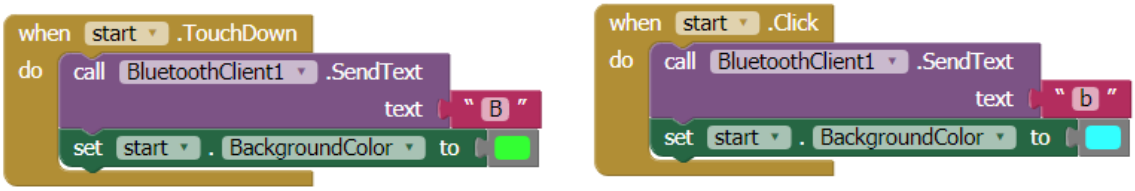
โปรแกรมควบคุม ALL Switch



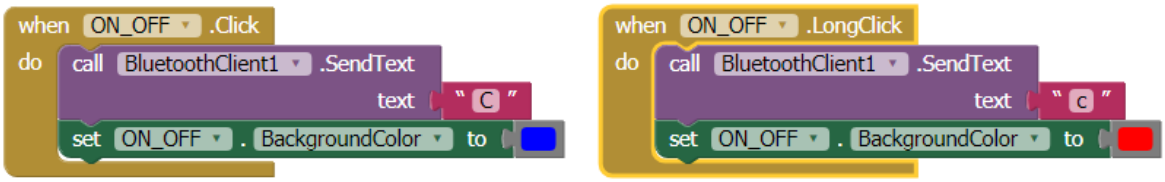
รูปที่ 5. แสดงการเขียน Block ของ Bluetooth



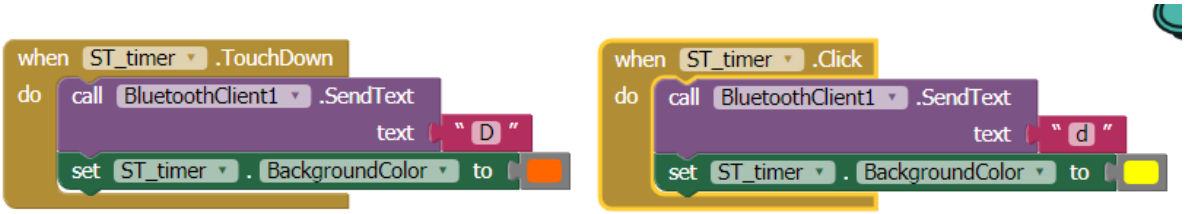
รูปที่ 6. แสดงการเขียน Block ของ สวิตซ์ ON - OFF



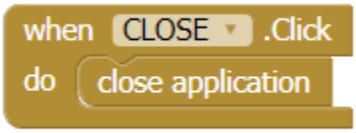
รูปที่ 7. แสดงการเขียน Block ของ สวิตซ์ START กดติด – ปล่อยดับ



รูปที่ 8. แสดงการเขียน Block ของ สวิตซ์ กดติด – กดดับ



รูปที่ 9. แสดงการเขียน Block ของ สวิตซ์ TIMER กดติด รอ 5 วินาที ดับ



รูปที่ 10. แสดงการเขียน Block ของ การปิดโปรแกรม

โปรแกรมควบคุม ALL Switch

แบบคำสั่ง case

```
#include <SoftwareSerial.h>

SoftwareSerial mySerial(10, 11); // RX, TX
const int ry1=A0;
const int ry2=A1;
const int ry3=A2;
const int ry4=A3;
const int ry5=A4;
const int ry6=A5;
void setup()

{
  mySerial.begin(9600);
  pinMode(ry1,OUTPUT);
  pinMode(ry2,OUTPUT);
  pinMode(ry3,OUTPUT);
  pinMode(ry4,OUTPUT);
  pinMode(ry5,OUTPUT);
  pinMode(ry6,OUTPUT);
  digitalWrite(ry1,HIGH);
  digitalWrite(ry2,HIGH);
  digitalWrite(ry3,HIGH);
  digitalWrite(ry4,HIGH);
  digitalWrite(ry5,HIGH);
  digitalWrite(ry6,HIGH);
}

char x;
void loop ()
{
  if (mySerial.available()>0)
  {
    x = mySerial.read();
    if (x=='A')
       {
       digitalWrite(ry1,LOW);
       }
      else if (x=='a')
       {
         digitalWrite(ry1,HIGH);
        }
```

โปรแกรมควบคุม ALL Switch

```
      if (x=='B')
    {
      digitalWrite(ry2,LOW);
    }
   else if (x=='b')
    {
      digitalWrite(ry2,HIGH);
     }
```

```
     if (x=='C')
    {
      digitalWrite(ry3,LOW);
    }
   else if (x=='c')
    {
      digitalWrite(ry3,HIGH);
     }
```

```
  if (x=='D')
    {
      digitalWrite(ry4,LOW);
      delay(5000);
      digitalWrite(ry4,HIGH);
      delay(200);
    }

    else if (x=='d')
    {
      digitalWrite(ry4,HIGH);
    }
```

```
   if (x=='E')
    {
      digitalWrite(ry5,LOW);
    }
   else if (x=='e')
    {
      digitalWrite(ry5,HIGH);
     }
```

```
 if (x=='F')
    {
      digitalWrite(ry6,LOW);
     }
   else if (x=='f')
    {
      digitalWrite(ry6,HIGH);
    }
    }
 }
```

คู่มือการใช้ชุดฝึกปฏิบัติ

ระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์

นายเปรม เพ็งยอด

ครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ

วิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์

สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ 4

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

คู่มือการใช้

ชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์

สารบัญ

	หน้า
1. รถจักรยานยนต์ระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์	499
2. โทรศัพท์ ระบบ Android	499
3. โปรแกรม	500
4. ชุดควบคุมเพื่อจำลองสถานการณ์ปัญหาชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์	501
5. ขั้วต่อระหว่างกล่อง ECU หรือ ECM ของรถจักรยานยนต์กับชุดควบคุมเพื่อจำลองสถานการณ์	501
6. ส่วนประกอบ และการใช้งานปุ่มสร้างสถานการณ์จำลองชุดฝึกปฏิบัติ	502
7. วิธีการใช้งานชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์	505

ชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักยานยนต์

ชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักยานยนต์

ชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักยานยนต์ โดยใช้โทรศัพท์สั่งการเพื่อสร้างสถานการณ์ จำลองปัญหาข้อขัดข้องระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ โดยการออกแบบ Application ผ่านมือถือระบบ Android เชื่อมต่อผ่าน Wi-Fi หรือ Bluetooth รหัสผ่าน EMUT 2018 เป็นชุดควบคุมเพื่อนำไปติดตั้งในรถจักรยานยนต์ทุกรุ่น โดยไม่กระทบกับโครงสร้างและประสิทธิภาพการทำงานกับรถจักรยานยนต์ ประกอบด้วย

1. รถจักรยานยนต์ระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์

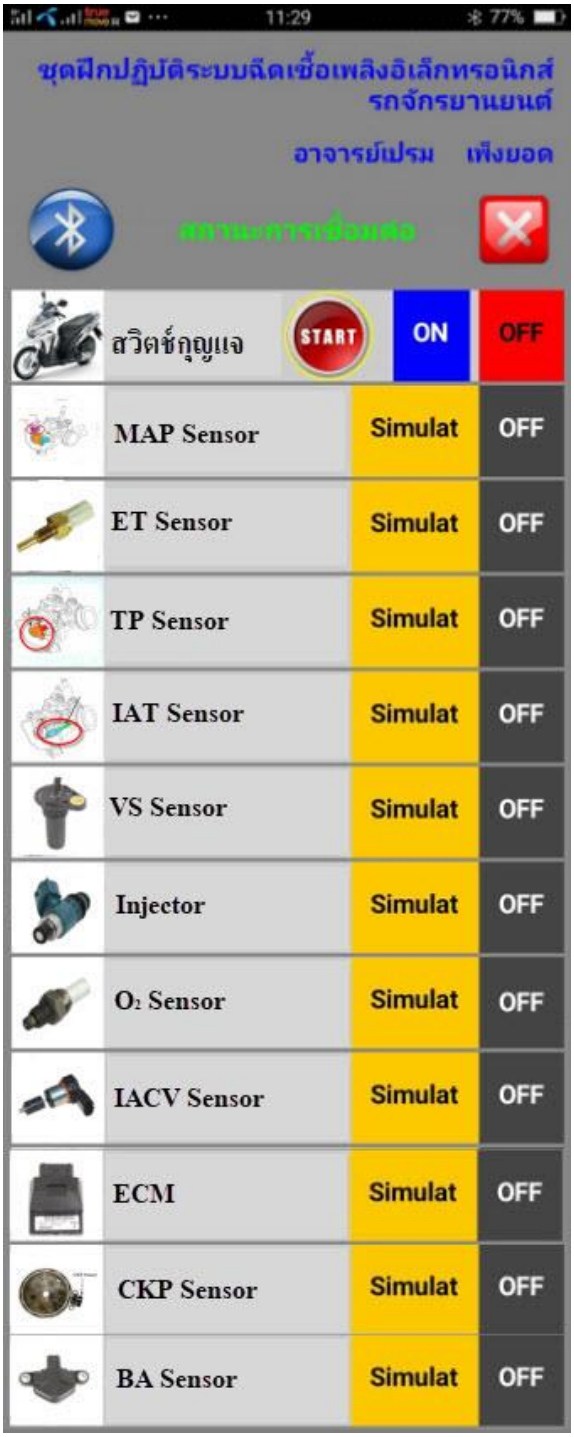
ภาพที่ 1.1 แสดงรถจักรยานยนต์ระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์

2. โทรศัพท์ ระบบ Android

ภาพที่ 1.2 แสดงโทรศัพท์ระบบ Android ที่สร้างระบบแอปพลิเคชันสำหรับจำลองสถานการณ์

3. โปรแกรม

ที่ออกแบบ Application ผ่านมือถือระบบ Android เชื่อมต่อผ่าน Wi-Fi หรือ Bluetooth รหัสผ่าน EMUT 2018 สำหรับจำลองสถานการณ์ในรถจักรยานยนต์ระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์

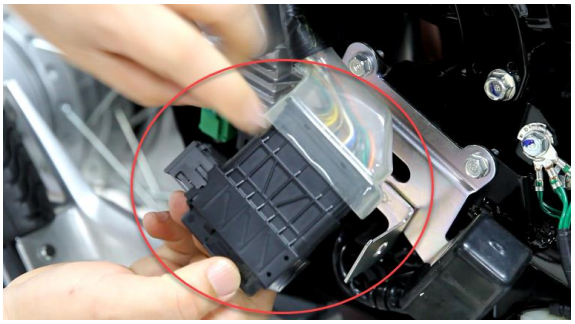


ภาพที่ 1.3 แสดงโปรแกรมหน้าจอโทรศัพท์สำหรับจำลองสถานการณ์

4. ชุดควบคุมเพื่อจำลองสถานการณ์ปัญหาชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ รถจักรยานยนต์ สั่งการจากสมาร์ทโฟน

ภาพที่ 1.4 แสดงชุดควบคุมเพื่อจำลองสถานการณ์ปัญหาชุดฝึกปฏิบัติ

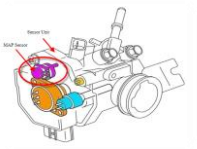
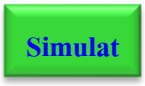
5. ขั้วต่อระหว่างกล่อง ECU หรือ ECM ของรถจักรยานยนต์ กับชุดควบคุมเพื่อจำลองสถานการณ์ปัญหาชุดฝึกปฏิบัติ

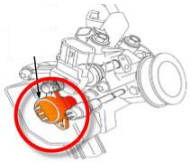
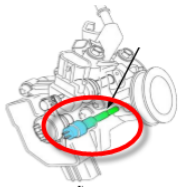


ภาพที่ 1.5 แสดงปลั๊กต่อระหว่างกล่อง ECU หรือ ECM กับชุดควบคุมจำลองสถานการณ์ปัญหา

6. ส่วนประกอบ และการใช้งานปุ่มสร้างสถานการณ์จำลองชุดฝึกปฏิบัติ

ตารางที่ 1 ปุ่มสร้างสถานการณ์จำลองชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักยานยนต์

<table>
<tr><th>ลำดับที่</th><th colspan="2">ชื่อ</th><th colspan="2">หน้าที่/การใช้งาน</th></tr>
<tr><td>1</td><td> </td><td>ปุ่ม บลูทูธ (Bluetooth)</td><td colspan="2">สถานะ การเชื่อมต่อ ของอุปกรณ์ แบบไร้สาย โดยใช้โทรศัพท์มือถือกับ ชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักยานยนต์โดยระบบ Bluetooth รหัสผ่าน EMUT 2018</td></tr>
<tr><td>2</td><td> </td><td>ปุ่ม ตัดระบบ</td><td colspan="2">สถานะ การไม่เชื่อมต่อ ของอุปกรณ์ แบบไร้สายจะตัดระบบการเชื่อมต่อของโทรศัพท์มือถือกับ ชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักยานยนต์</td></tr>
<tr><td rowspan="4">3</td><td rowspan="4"> </td><td rowspan="4">สวิตช์กุญแจ</td><td>ปุ่ม</td><td>หน้าที่และการสร้างสถานการณ์</td></tr>
<tr><td> </td><td>ปุ่ม สตาร์ตเครื่องยนต์ ทำให้เครื่องยนต์ติด</td></tr>
<tr><td> </td><td>ปุ่ม พร้อมที่จะสตาร์ตเครื่องยนต์ ทำให้เครื่องยนต์ติด</td></tr>
<tr><td> </td><td>ปุ่ม ดับเครื่องยนต์</td></tr>
<tr><td rowspan="2">4</td><td rowspan="2">  </td><td rowspan="2">ตัวตรวจจับแรงดัน MAP Sensor</td><td>  </td><td>การสร้างสถานการณ์จำลองของ MAP Sensor มีปัญหาหลอดไฟกระพริบสั้น 1 ครั้ง หรือ รหัสปัญหา 1</td></tr>
<tr><td> </td><td>ยกเลิก สถานการณ์จำลองของ MAP Sensor หรือ รหัสปัญหา 1</td></tr>
<tr><td rowspan="2">5</td><td rowspan="2"> </td><td rowspan="2">ตัวตรวจจับอุณหภูมิเครื่องยนต์ ET Sensor</td><td> </td><td>การสร้างสถานการณ์จำลองของET Sensor มีปัญหาหลอดไฟกระพริบ 7 ครั้ง หรือ รหัสปัญหา 7</td></tr>
<tr><td> </td><td>ยกเลิก สถานการณ์จำลองของ ET Sensor หรือ รหัสปัญหา 7</td></tr>
</table>

ลำดับที่	ชื่อ		ปุ่ม	หน้าที่และการสร้างสถานการณ์
6		ตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่ง TP Sensor	Simulat	การสร้างสถานการณ์จำลองของ TP Sensor มีปัญหา หลอดไฟกระพริบสั้น 8 ครั้ง หรือ รหัสปัญหา 8
			OFF	ยกเลิก สถานการณ์จำลอง ของ TP Sensor หรือ รหัสปัญหา 8
7		ตัวตรวจจับอุณหภูมิอากาศ IAT Sensor	Simulat	การสร้างสถานการณ์จำลองของ IAT Sensor มีปัญหา หลอดไฟกระพริบสั้น 9 ครั้ง หรือ รหัสปัญหา 9
			OFF	ยกเลิก สถานการณ์จำลอง ของ IAT Sensor หรือ รหัสปัญหา 9
8		ตัวตรวจจับความเร็ว VS Sensor	Simulat	การสร้างสถานการณ์จำลองของ VS Sensor มีปัญหา หลอดไฟกระพริบ ยาว 1 ครั้ง และสั้น 1 ครั้ง หรือ รหัสปัญหา 11
			OFF	ยกเลิก สถานการณ์จำลอง ของ VS Sensor หรือ รหัสปัญหา 11
9		หัวฉีด Injector	Simulat	การสร้างสถานการณ์จำลองของ Injector มีปัญหา หลอดไฟกระพริบ ยาว 1 ครั้ง และสั้น 2 ครั้ง หรือ รหัสปัญหา 12
			OFF	ยกเลิก สถานการณ์จำลอง ของ VS Sensor หรือ รหัสปัญหา 12
10		ตัวตรวจจับปริมาณออกซิเจน O_2 Sensor	Simulat	การสร้างสถานการณ์จำลองของ O_2 Sensor มีปัญหา หลอดไฟกระพริบยาว 2 ครั้ง และสั้น 1 ครั้ง หรือ รหัสปัญหา 21
			OFF	ยกเลิก สถานการณ์จำลอง ของ O_2 Sensor หรือ รหัสปัญหา 21

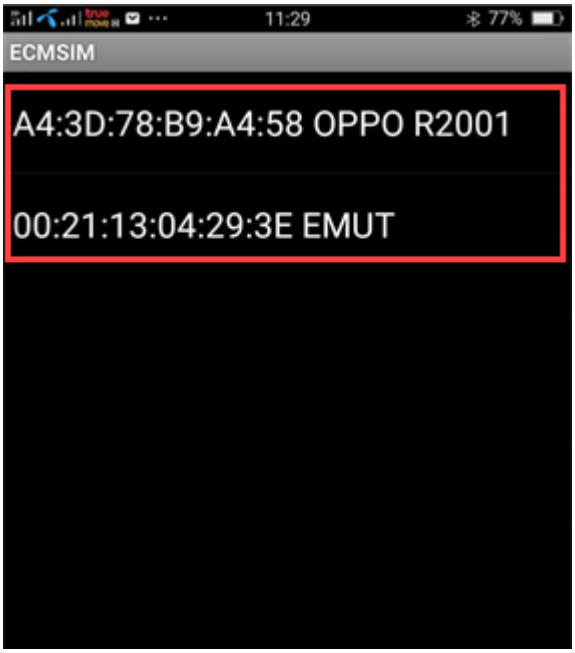
ลำดับที่	ชื่อ		ปุ่ม	หน้าที่และการสร้างสถานการณ์
11		ชุดวาล์วควบคุมอากาศรอบเดินเบา IACV Sensor	Simulat	การสร้างสถานการณ์จำลองของ IACV Sensor มีปัญหาหลอดไฟกระพริบยาว 2 ครั้ง และสั้น 9 ครั้ง หรือ รหัสปัญหา 29
			OFF	ยกเลิก สถานการณ์จำลอง ของ IACV Sensor หรือ รหัสปัญหา 29
12		กล่อง ECM	Simulat	การสร้างสถานการณ์จำลองของกล่อง ECM มีปัญหา หลอดไฟกระพริบยาว 3 ครั้ง และสั้น 3 ครั้ง หรือ รหัสปัญหา 33
			OFF	ยกเลิก สถานการณ์จำลองของกล่อง ECM หรือ รหัสปัญหา 33
13		ตัวตรวจจับตำแหน่งเพลาข้อเหวี่ยง CKP Sensor	Simulat	การสร้างสถานการณ์จำลองของ CKP Sensor มีปัญหา หลอดไฟกระพริบ ยาว 5 ครั้ง และสั้น 2 ครั้ง หรือรหัส 52
			OFF	ยกเลิก สถานการณ์จำลองของ CKP Sensor หรือรหัสปัญหา 52
14		ตัวตรวจจับการเอียงของรถ BA Sensor	Simulat	การสร้างสถานการณ์จำลองของ BA Sensor มีปัญหา หลอดไฟกระพริบ ยาว 5 ครั้ง และสั้น 4 ครั้ง หรือรหัส 54
			OFF	ยกเลิก สถานการณ์จำลองของ BA Sensor หรือรหัสปัญหา 54

7. วิธีการใช้งานชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักยานยนต์

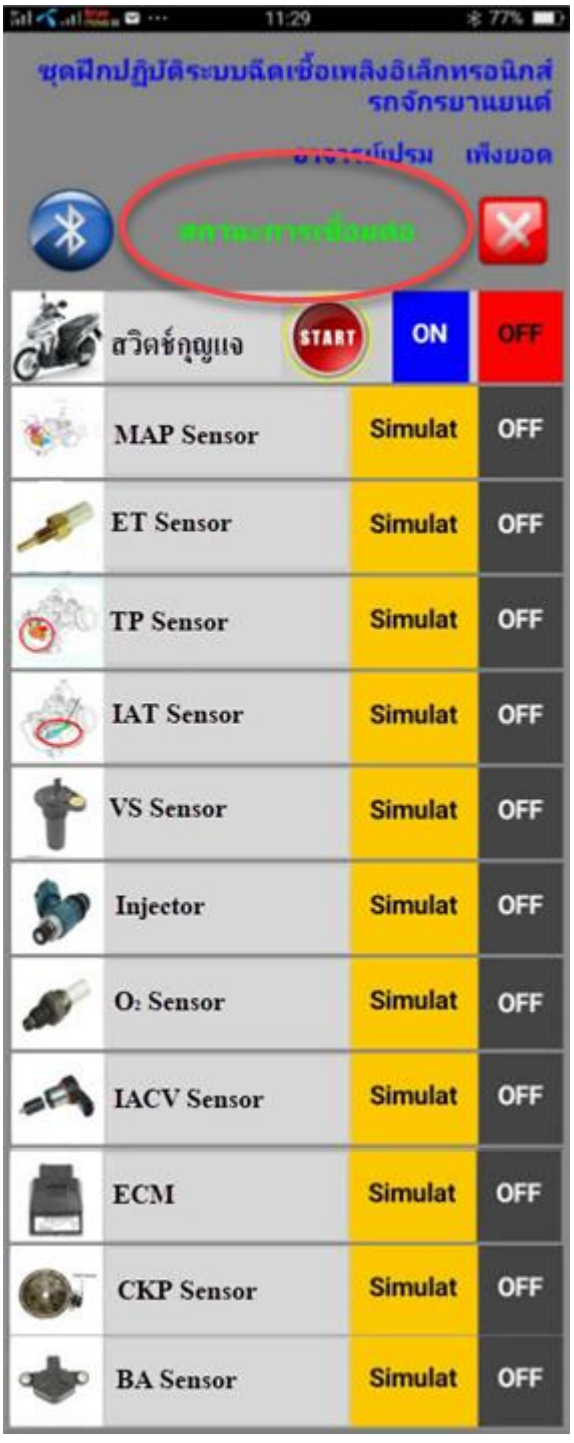
1. เปิดสวิตช์ DC 12 โวลต์ เพื่อให้ไฟไปเลี้ยงกล่องสร้างสถานการณ์จำลองชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักยานยนต์

2. เข้า LOG IN ที่โทรศัพท์

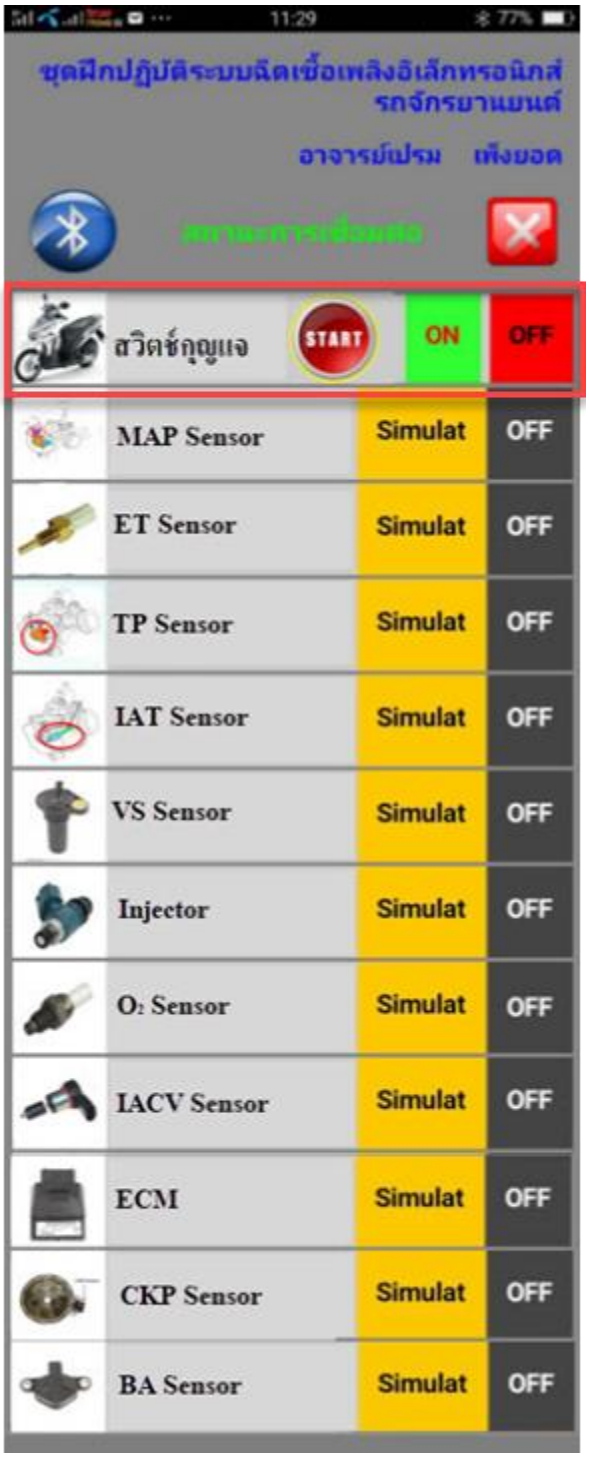
3. เปิด Bluetooth เข้ารหัสผ่าน EMUT 2018 เพื่อเชื่อมต่อ



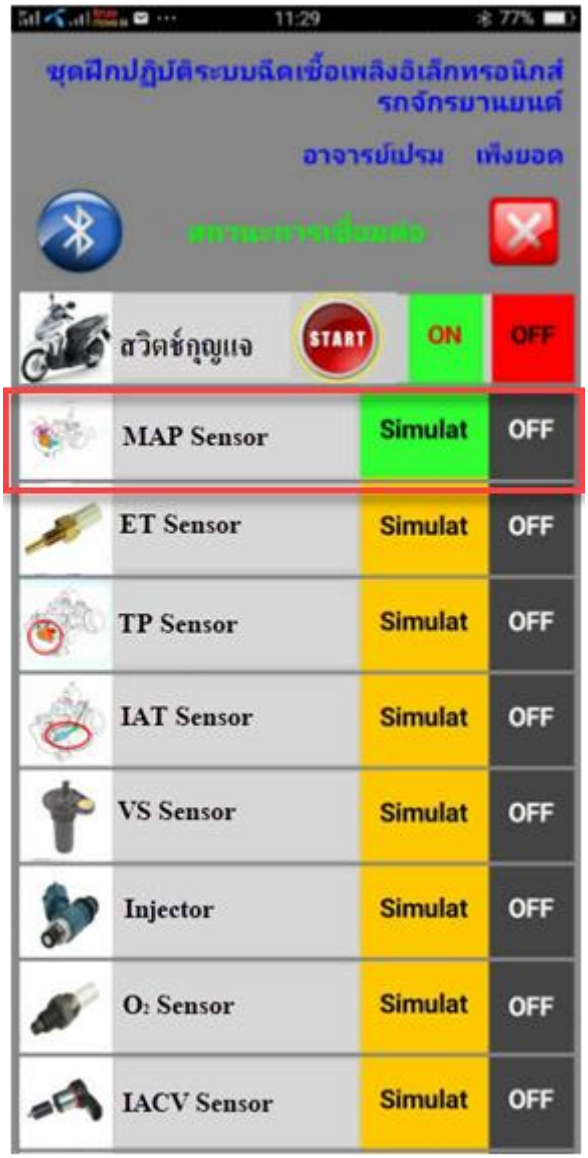
4. สถานะ การเชื่อมต่อ ตัวอักษรจะเป็นสีเขียว



5. สตาร์ตเครื่องยนต์

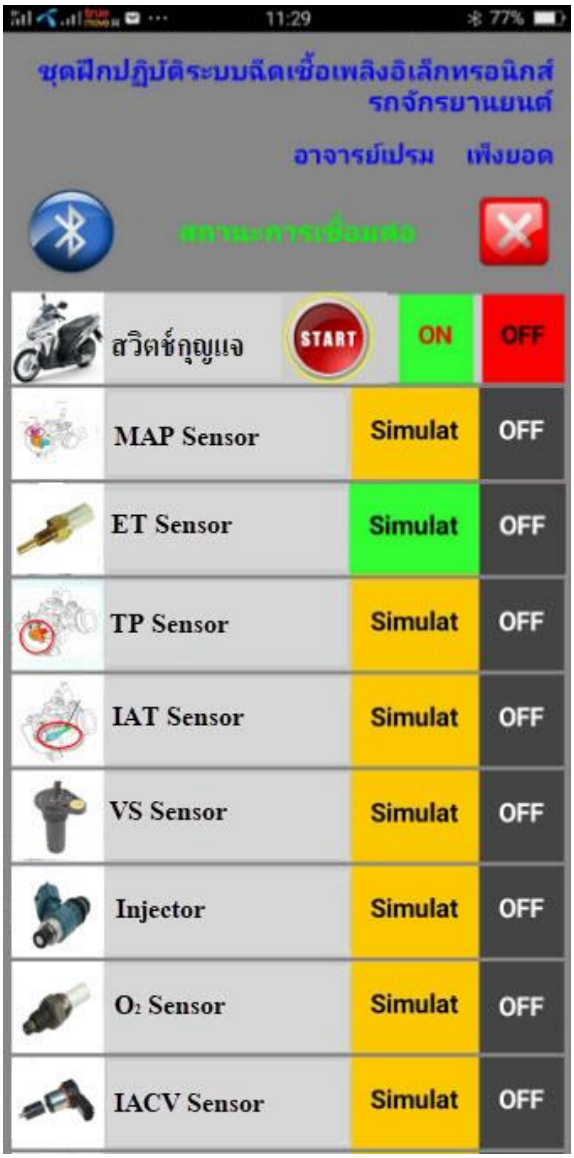


6. กด Simulate เพื่อสร้างสถานการณ์จำลองของ MAP Sensor มีปัญหา



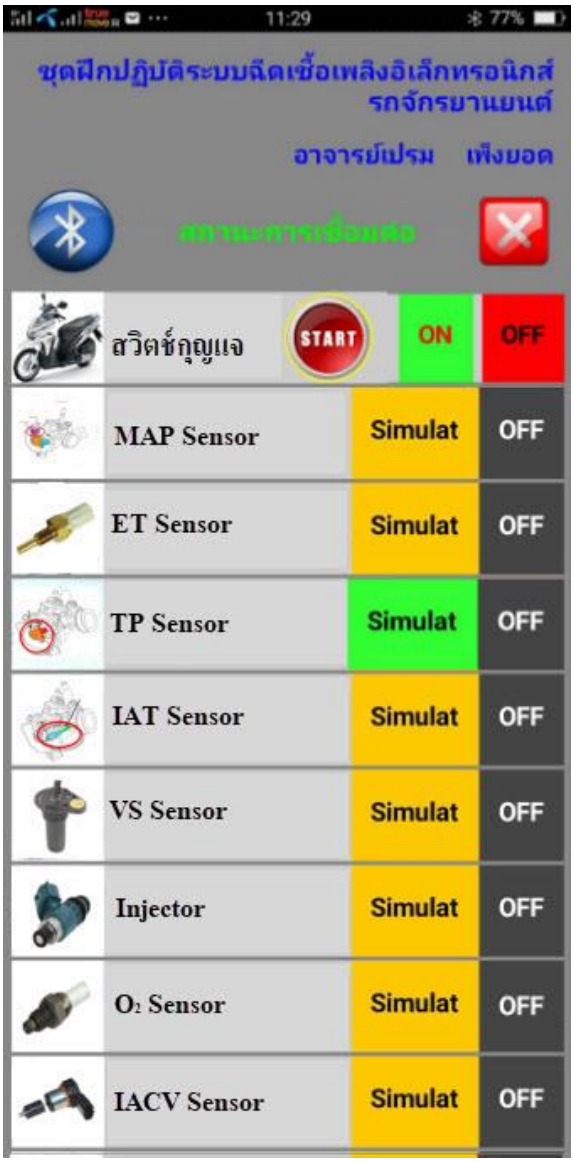
หลอดไฟกระพริบสั้น 1 ครั้ง หรือ รหัสปัญหา 1

7. กด Simulate เพื่อสร้างสถานการณ์จำลองของ ET Sensor มีปัญหา



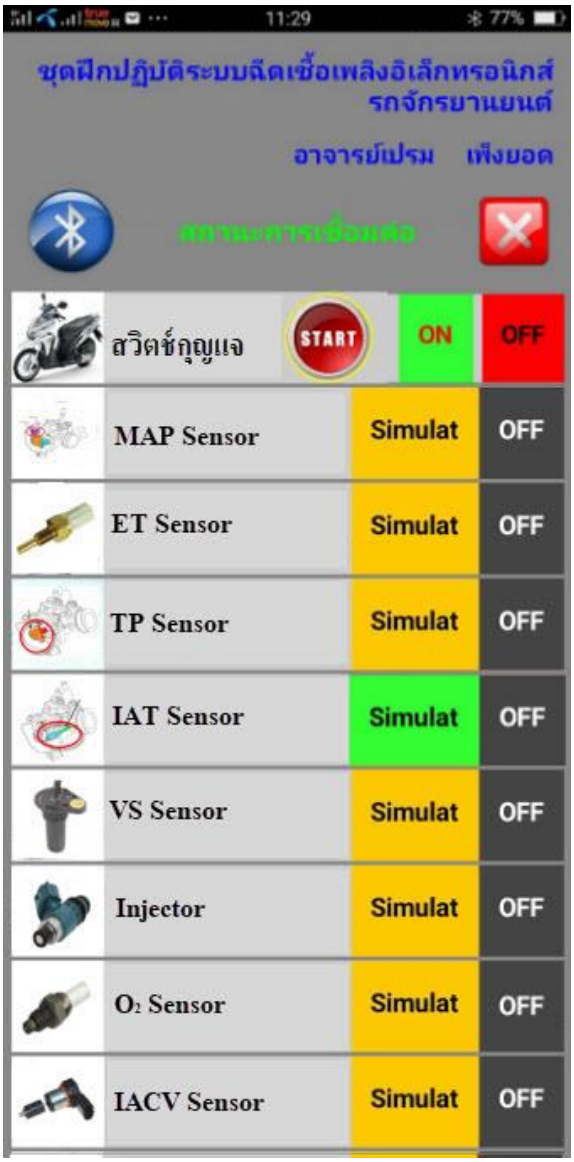
หลอดไฟกระพริบสั้น 7 ครั้ง หรือ รหัสปัญหา 7

8. กด Simulate เพื่อสร้างสถานการณ์จำลองของ TP Sensor มีปัญหา



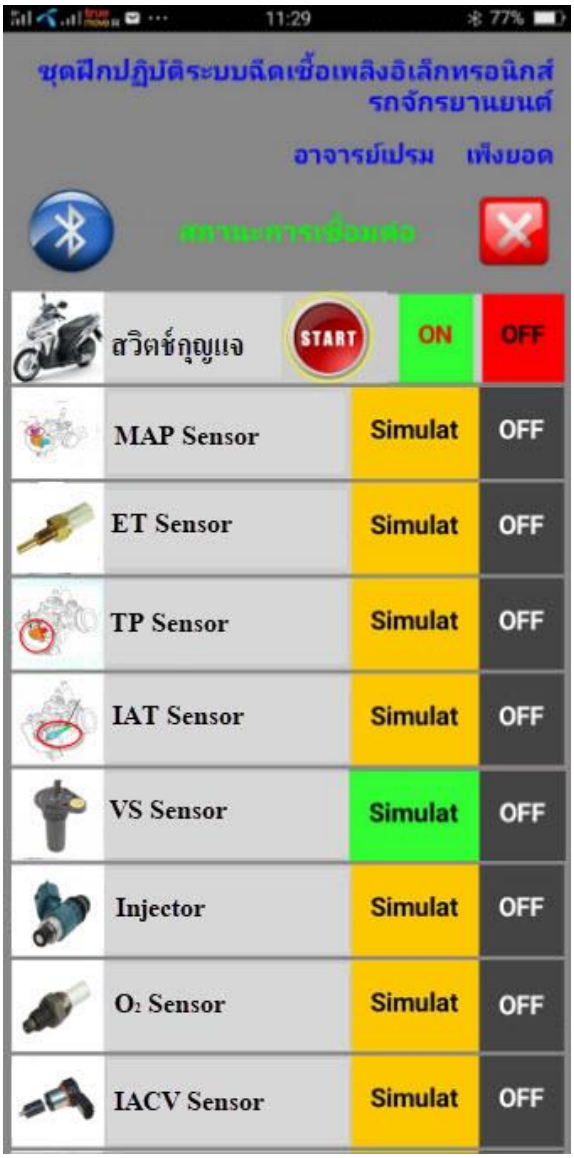
หลอดไฟกระพริบสั้น 8 ครั้ง หรือ รหัสปัญหา 8

9. กด Simulate เพื่อสร้างสถานการณ์จำลองของ IAT Sensor มีปัญหา



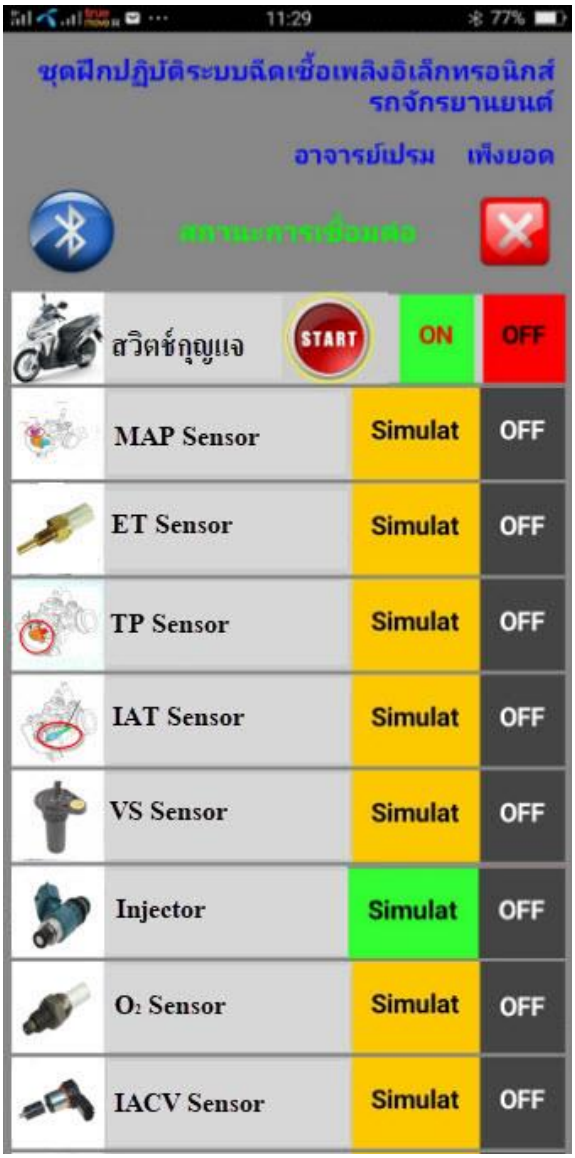
หลอดไฟกระพริบสั้น 9 ครั้ง หรือ รหัสปัญหา 9

10. กด Simulate เพื่อสร้างสถานการณ์จำลองของ VS Sensor มีปัญหา



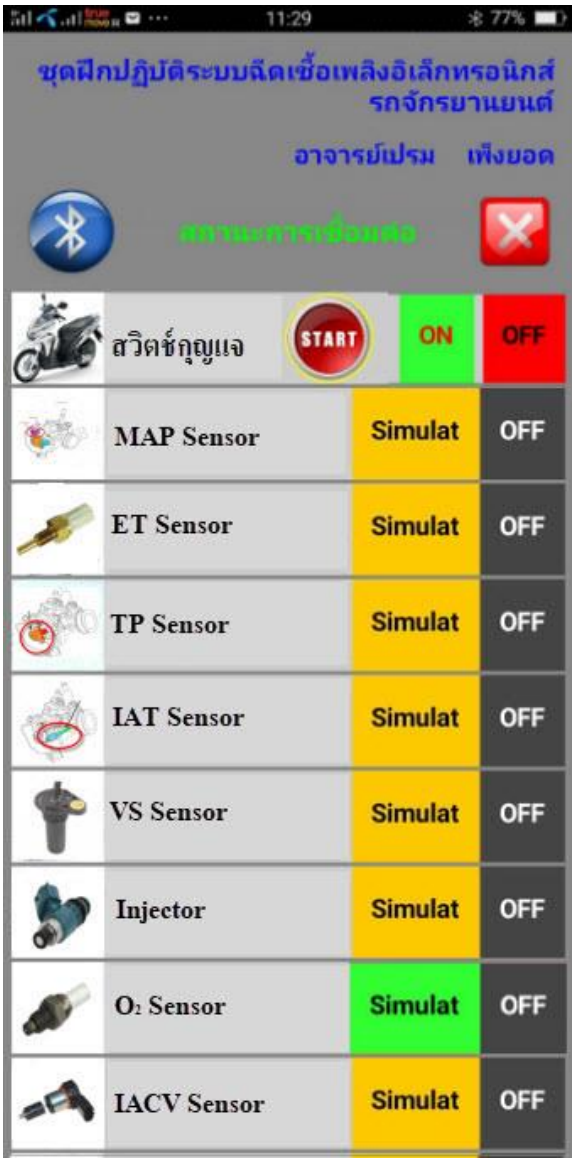
หลอดไฟกระพริบ ยาว 1 ครั้ง และสั้น 1 ครั้ง หรือ รหัสปัญหา 11

11. กด Simulate เพื่อสร้างสถานการณ์จำลองของ Injector มีปัญหา



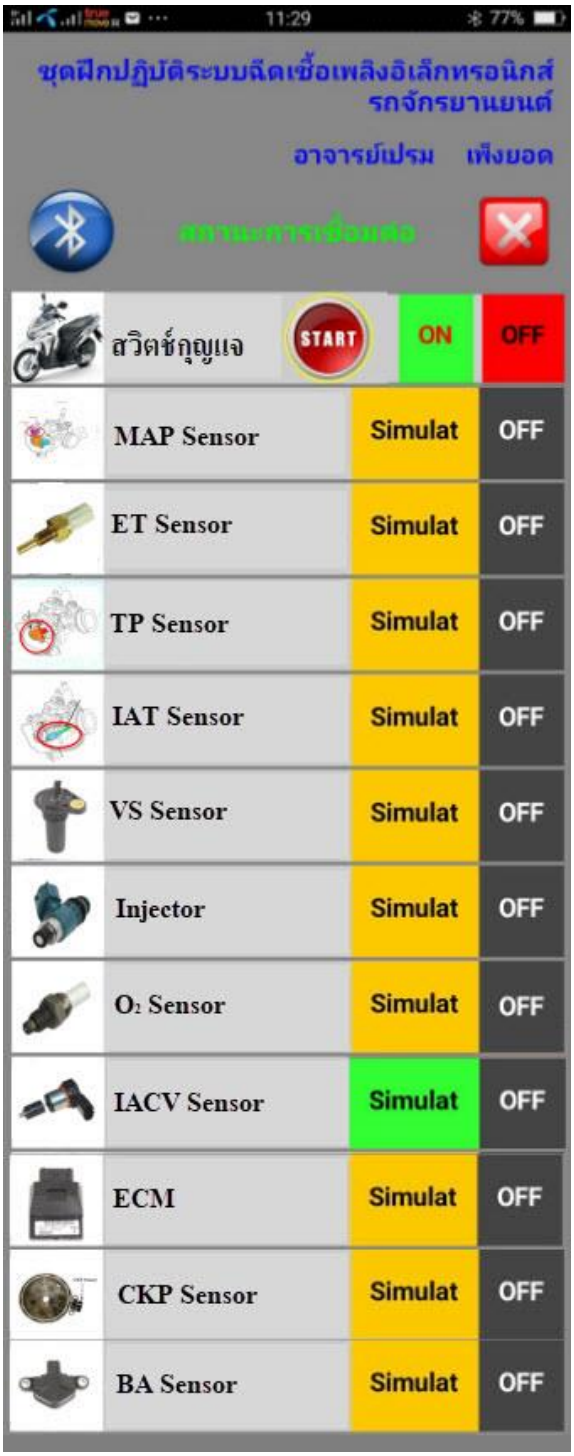
หลอดไฟกระพริบ ยาว 1 ครั้ง และสั้น 2 ครั้ง หรือ รหัสปัญหา 12

12. กด Simulate เพื่อสร้างสถานการณ์จำลองของ O_2 Sensor มีปัญหา



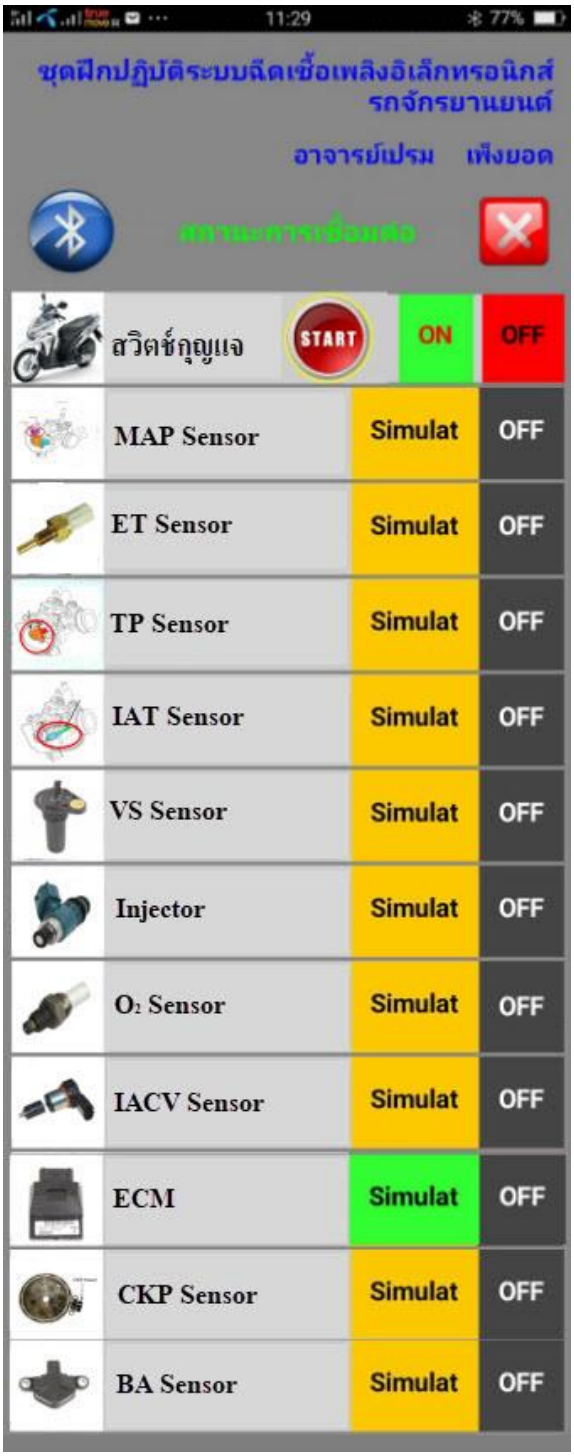
หลอดไฟกระพริบ ยาว 2 ครั้ง และสั้น 1 ครั้ง หรือ รหัสปัญหา 21

13. กด Simulate เพื่อสร้างสถานการณ์จำลองของ IACV Sensor มีปัญหา



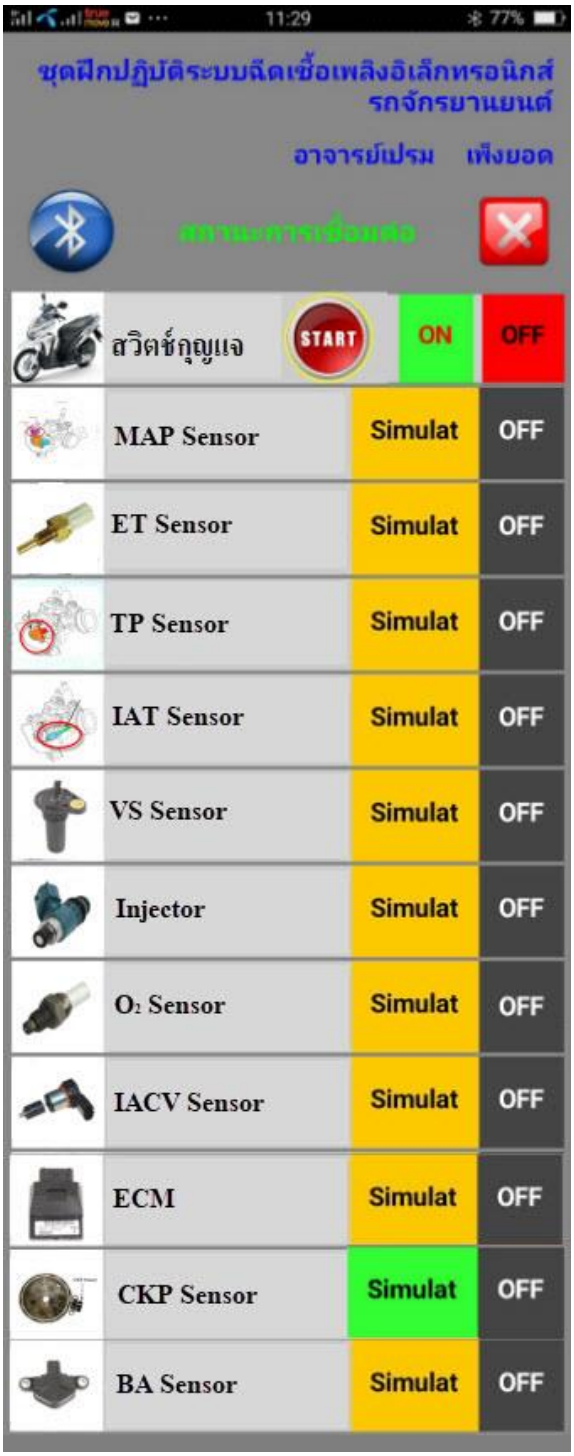
หลอดไฟกระพริบ ยาว 2 ครั้ง และสั้น 9 ครั้ง หรือ รหัสปัญหา 29

14. กด Simulate เพื่อสร้างสถานการณ์จำลองของ ECM มีปัญหา



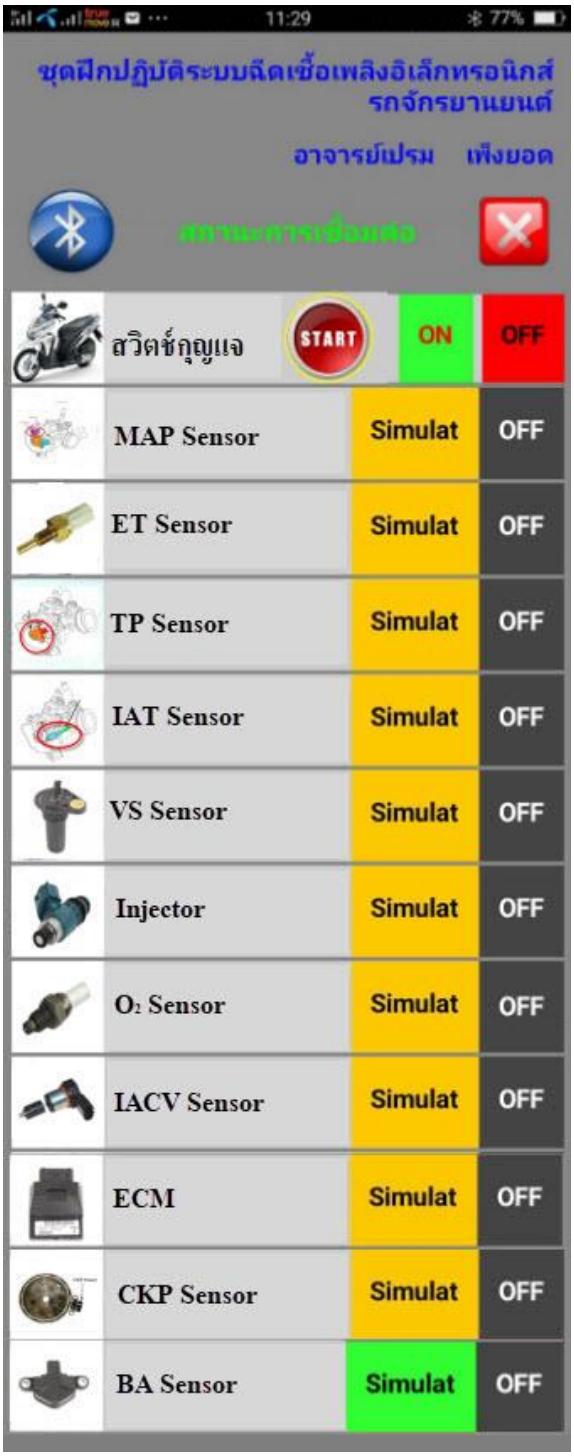
หลอดไฟกระพริบ ยาว 3 ครั้ง และสั้น 3 ครั้ง หรือ รหัสปัญหา 33

15. กด Simulate เพื่อสร้างสถานการณ์จำลองของ CKP Sensor มีปัญหา



หลอดไฟกระพริบ ยาว 5 ครั้ง และสั้น 2 ครั้ง หรือ รหัสปัญหา 52

16. กด Simulate เพื่อสร้างสถานการณ์จำลองของ BA Sensor มีปัญหา



หลอดไฟกระพริบ ยาว 5 ครั้ง และสั้น 4 ครั้ง หรือ รหัสปัญหา 54

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ : นายเปรม เพ็งยอด

ชื่องานวิจัย : การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์

ประวัติ

ประวัติส่วนตัว นายเปรม เพ็งยอด

เกิดเมื่อวันที่ 26 พฤศจิกายน 2507 สัญชาติ ไทย เชื้อชาติ ไทย ศาสนา พุทธ

คุณวุฒิ

ครุศาสตร์อุสาหกรรมมหาบัณฑิต (ค.อ.ม.) เครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ปีที่จบ 2552 ศูนย์การเรียน วิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์

ตำแหน่ง

ครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ ครูสอนแผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์

ประธานหลักสูตรสาขาเทคโนโลยียานยนต์ วิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์ สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ 4

งานเทคโนโลยีบัณฑิต วิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์ สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ 4

หัวหน้างานวิจัยพัฒนานวัตกรรมและสิ่งประดิษฐ์ วิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์

ผู้แทนฝ่ายวิชา วิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์

สอนวิชา

วิชางานจักรยานยนต์ แผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์

โครงการพัฒนาทักษะวิชาชีพ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)

วิชาโครงการ (Project) ระดับ ปวช. แผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์

โครงการพัฒนาทักษะวิชาชีพ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)

วิชาโครงการ (Project) ระดับ ปวส. แผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์

โครงการพัฒนาทักษะวิชาชีพ หลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต (ทล.บ.) สาขาวิชาเทคโนโลยียานยนต์ (ต่อเนื่อง)

วิชาโครงการพัฒนาทักษะวิชาชีพเทคโนโลยียานยนต์ 1

วิชาโครงการพัฒนาทักษะวิชาชีพเทคโนโลยียานยนต์ 2

ผลงานทางวิชาการ

1. เอกสารประกอบการสอนงานเครื่องยนต์เบื้องต้น ประกอบเสนอขอเลื่อนตำแหน่ง คศ.3
2. เอการประกอบการสอนงานจักรยานยนต์ ประกอบเสนอขอเลื่อนตำแหน่ง คศ.4
3. งานวิจัยเรื่องการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกปฏิบัติระบบจีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ประกอบเสนอขอเลื่อนตำแหน่ง คศ.4
4. ผลงานวิจัยเรื่องการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกปฏิบัติระบบจีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์ ประเภทผลงานวิจัยสถาบันและพัฒนาการเรียนการสอนทางสังคมศาสตร์ ในการนำเสนอในงานประชุมสัมมนาทางวิชาการ การเสนอผลงานวิจัยอาชีวศึกษาระดับชาติ ประจำปี พ.ศ. 2561 ระหว่างวันที่ 23-24 สิงหาคม 2561
5. บทความวิจัย เรื่อง การพัฒนารถยนต์ไฟฟ้า KOTAKA EV SPORT (DEVELOPMENT OF ELECTRIC CAR KOTAKA SPORT EV) ในการนำเสนอบทความวิจัยภาคบรรยาย (Oral Presentation) ในการประชุมวิชาการระดับชาติด้านอาชีวศึกษาและเทคโนโลยี ครั้งที่ 1 The 1ST National Conference On Vocational and Technology.เมื่อวันที่ 9 มีนาคม 2562
6. บทความวิจัย เรื่อง การพัฒนารถยนต์ไฟฟ้า KOTAKA EV (DEVELOPMENT OF ELECTRIC VEHICLE KOTAKA EV) ในการนำเสนอบทความวิจัยภาคโปสเตอร์ (Poster Presentation) ในการประชุมวิชาการระดับชาติด้านอาชีวศึกษาและเทคโนโลยี ครั้งที่ 1 The 1ST National Conference On Vocational and Technology.เมื่อวันที่ 9 มีนาคม 2562
7. บทความวิจัย เรื่อง การพัฒนาระบบเตือนภัยเด็กติดในรถตู้ผ่านโทรศัพท์มือถือ (Children Trapped Warning Device Via Mobile Phone) ในการนำเสนอบทความวิจัยภาคโปสเตอร์ (Poster Presentation) ในการประชุมวิชาการระดับชาติด้านอาชีวศึกษาและเทคโนโลยี ครั้งที่ 1 The 1ST National Conference On Vocational and Technology.เมื่อวันที่ 9 มีนาคม 2562
8. ผลงานวิจัยเพื่อพัฒนาการจัดกระบวนการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน (RBL :Research-Based Learning) เรื่อง “การสร้างและหาประสิทธิภาพยานยนต์ไฟฟ้า KOTAKA” รายวิชาโครงการพัฒนาทักษะวิชาชีพเทคโนโลยียานยนต์ 2” โดยใช้งานวิจัยเป็นฐาน สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาเทคโนโลยียานยนต์ วิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์ สถาบันการอาชีวศึกษาภาเหนือ 4 โดยใช้งานวิจัยเป็นฐาน ของสำนักงานวิจัยและพัฒนาการอาชีวศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ปีงบประมาณ พ.ศ. 2561

9. ผลงานวิจัยเพื่อพัฒนาการจัดกระบวนการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน (RBL : Research-Based Learning) เรื่อง การจัดการเรียนรู้ “รูปแบบ คิด เขียน ทำ นำเสนอ เพื่อสร้างนวัตกรรมและการพัฒนาเทคโนโลยี Thailand 4.0” ในวิชาโครงการพัฒนาทักษะวิชาชีพเทคโนโลยียานยนต์ โดยใช้งานวิจัยเป็นฐาน ของสำนักงานวิจัยและพัฒนาการอาชีวศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ปีงบประมาณ พ.ศ. 2562
10. ผลงานวิจัย เรื่อง “การพัฒนาหลักสูตรเสริมทักษะเพื่อสร้างนวัตกรรมสู่ชุมชน” (Additional Curriculum Development for Creating Innovation to Community.) ของสำนักงานวิจัยและพัฒนาการอาชีวศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ร่วมกับสำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ ปีงบประมาณ พ.ศ. 2562
11. บทความวิจัย เรื่อง “การดัดแปลงรถตุ๊กตุ๊กให้เป็นรถ eTuk Tuk ปากน้ำโพ โดยใช้รถตุ๊กตุ๊กเครื่องยนต์แปลงเป็นรถตุ๊กตุ๊กไฟฟ้า” โครงการประกวดเพิ่มประสิทธิภาพด้านการอนุรักษ์พลังงานและพลังงานทดแทน โดยเทคโนโลยีและนวัตกรรม 4.0 (Thailand Energy Innovation and Technology Awards : TE-IT 2019) ของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน ปีงบประมาณ พ.ศ. 2562

ผลงานดีเด่น/การยกย่องเชิดชูเกียรติ ดังนี้

1. ข้าพเจ้าได้รับคัดเลือกเป็น “ครูสอนดี” พุทธศักราช 2554 จังหวัดนครสวรรค์ “สอนเป็นเห็นผล คนยกย่อง” จากสำนักงานส่งเสริมสังคมแห่งการเรียนรู้และคุณภาพเยาวชน (สสค.)
2. ข้าพเจ้าได้รับเครื่องหมายเชิดชูเกียรติ “หนึ่งแสนครูดี” ประจำปี 2554 ในฐานะเป็นผู้ปฏิบัติตนตามมาตรฐานวิชาชีพและจรรยาบรรณของวิชาชีพทางการศึกษา สำนักงานเลขาธิการคุรุสภา
3. ข้าพเจ้าได้รับรางวัลครูดีศรีอาชีวศึกษาจังหวัดนครสวรรค์ ประจำปีการศึกษา 2558 ในฐานะครูส่งเสริมและสร้างนวัตกรรม สิ่งประดิษฐ์ งานวิจัย ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา
4. ข้าพเจ้าได้รับการยกย่องเชิญชูเกียรติ “ผลงานดีเด่น” ผู้สร้างคุณประโยชน์ให้วิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์และสังคม (พ.ศ.2550-2559)
5. ข้าพเจ้าเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาผลงาน การนำเสนอบทความวิจัยของนักศึกษา ประเภทนำเสนอแบบบรรยาย (Oral Presentation) “เรื่องการออกแบบและสร้างระบบไฟฟ้าใน

รถยนต์ไฟฟ้า Kotaka” ได้รับรางวัลรองชนะเลิศ อันดับ 2 โครงการประชุมทางวิชาการและนวัตกรรมเทคโนโลยีบัณฑิต สถาบันการอาชีวศึกษา ระดับชาติ ครั้งที่ 1

6. ข้าพเจ้าเป็นครูที่ปรึกษาผลงาน ได้รับรางวัลระดับเหรียญเงิน “สุดยอดนวัตกรรม”การประกวดสิ่งประดิษฐ์ของคนรุ่นใหม่ ระดับชาติ ประจำปีการศึกษา 2560 สิ่งประดิษฐ์ประเภทที่ 8 กลุ่มที่ 8.1 ด้านอุปกรณ์เพื่อการดำนา ชื่อผลงาน “เครื่องดำนา”
7. ข้าพเจ้าเป็นครูที่ปรึกษาผลงาน ได้รับรางวัลระดับเหรียญทองแดง “สุดยอดนวัตกรรม” การประกวดสิ่งประดิษฐ์ของคนรุ่นใหม่ ระดับชาติ ประจำปีการศึกษา 2560 สิ่งประดิษฐ์ประเภทที่ 4 กลุ่มที่ 4.2 ด้านการเพิ่มประสิทธิ์ภาพการใช้พลังงาน ชื่อผลงาน “รถไฟฟ้า Kotaka”
8. ข้าพเจ้าเป็นครูที่ปรึกษาผลงาน ได้รับรางวัลระดับเหรียญเงิน โครงการ“รางวัลนักคิดสิ่งประดิษฐ์รุ่นใหม่” ของสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ประจำปี 2561 ชื่อผลงาน “รถยนต์ไฟฟ้า Kotaka”
9. ข้าพเจ้าเป็นครูที่ปรึกษาผลงาน ได้รับรางวัลระดับเหรียญเงิน โครงการ“รางวัลนักคิดสิ่งประดิษฐ์รุ่นใหม่” ของสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ประจำปี 2561 ชื่อผลงาน “รถยนต์ไฟฟ้า Emut”
10. ข้าพเจ้าเป็นครูที่ปรึกษาผลงาน ได้รับรางวัลระดับเหรียญทองแดง โครงการ“รางวัลนักคิดสิ่งประดิษฐ์รุ่นใหม่” ของสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ประจำปี 2561 ชื่อผลงาน “จักรยาน 3 พลัง”
11. ข้าพเจ้าเป็นครูที่ปรึกษาผลงาน ได้รับรางวัลระดับเหรียญทองแดง โครงการ“รางวัลนักคิดสิ่งประดิษฐ์รุ่นใหม่” ของสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ประจำปี 2561 ชื่อผลงาน “เครื่องล้างละมุด”
12. ข้าพเจ้าเป็นครูที่ปรึกษาผลงาน ได้รับรางวัลระดับเหรียญทองแดง โครงการ“รางวัลนักคิดสิ่งประดิษฐ์รุ่นใหม่” ของสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ประจำปี 2561 ชื่อผลงาน “เครื่องหยอดข้าวสำหรับนาแห้ง”
13. ข้าพเจ้าเป็นครูที่ปรึกษาผลงาน ได้รับรางวัลระดับเหรียญทองแดง “สุดยอดนวัตกรรม” การประกวดสิ่งประดิษฐ์ของคนรุ่นใหม่ ระดับชาติ ประจำปีการศึกษา 2559 สิ่งประดิษฐ์ประเภทที่ 5 ด้านการป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย ชื่อผลงาน “ระบบป้องกันเด็กติดในรถ”

14. ข้าพเจ้าเป็นครูที่ปรึกษาผลงาน ได้รับรางวัลระดับดี โครงการ“สิ่งประดิษฐ์และนวัตกรรมสายอาชีวศึกษา ประจำปี 2560 ภาคเหนือ” ของสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ชื่อผลงาน “ระบบป้องกันเด็กติดในรถ”

รถยนต์ไฟฟ้าKOTAKA
ประโยชน์
1. เพื่อออกแบบและสร้างรถยนต์ไฟฟ้า EV KOTAKA
2. เพื่อพัฒนาประสิทธิภาพระบบผลิตและจ่ายส่งของรถยนต์ไฟฟ้า EV KOTAKA
3. เพื่อสนองนโยบายพลังงาน 4.0 และยุทธศาสตร์ด้านพลังงานที่ยั่งยืนเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม
ที่ปรึกษา
1. นายธณิตพงษ์ สุภาชาติ
2. นายเปรม เพ็งยอด
3. นายสถาปนิก คุ้มสะอาด
4. นายกฤษกร อู่ทอง
5. นายชินวัฒน์ พิลึก
ผู้จัดทำ
1. นายศรัณย์ ใจสงฆ์
2. นายณัฐพล จันทร์ทา
3. นายสุทธิพงศ์ จันทร์ลอย
4. นายไวพจน์ สูบุญ
5. นายอำนวย จอมพล
แผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์

เครื่องดำนา
ประโยชน์
1. เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องดำนา
2. เพื่อลดต้นทุน เพิ่มผลผลิตของเกษตร
3. เพื่อสนองนโยบายพลังงาน 4.0
ที่ปรึกษา
1. นายเปรม เพ็งยอด
2. นายธณิตพงษ์ สุภาชาติ
3. นายสถาปนิก คุ้มสะอาด
4. นายพงศ์ศิริ ธรรมวุฒิ
5. นายอมฤต คำชมภู
ผู้จัดทำ
1. นายสมโภชน์ วันทัศน์
2. นายอิทธิพัทธ์ แย้มชื่น
3. นายปฏิภาร น้ำชี
4. นายพงศ์ภาณุ จอนพงษ์
5. นายเกรียงไกร สุขอิ่ม
แผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์