

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกปฏิบัติระบบคิดเชิงเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ รถจักรยานยนต์ 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 หลักการออกแบบและสร้างชุดฝึกปฏิบัติระบบคิดเชิงเพลิงอิเล็กทรอนิกส์
- 2.7 การสร้างชุดควบคุมเพื่อจำลองปัญหาในรถจักรยานยนต์สั่งการจากสมาร์ตโฟน
- 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 เทียบความรู้และประสบการณ์จากแหล่งวิทยากร สถานประกอบการและสถานประกอบอาชีพอิสระ

3. เป็นหลักสูตรที่สนับสนุนการประสานความร่วมมือในการจัดการศึกษาร่วมกันระหว่างหน่วยงาน และองค์กรที่เกี่ยวข้อง ทั้งภาครัฐและเอกชน

4. เป็นหลักสูตรที่เปิดโอกาสให้สถานศึกษา สถานประกอบการ ชุมชนและท้องถิ่น มีส่วนร่วมในการพัฒนาหลักสูตรให้ตรงตามความต้องการและสอดคล้องกับสภาพยุทธศาสตร์ของภูมิภาค เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ

2.1.2 จุดหมายของหลักสูตร

1. เพื่อให้มีความรู้ ทักษะและประสบการณ์ในงานอาชีพสอดคล้องกับมาตรฐานวิชาชีพ สามารถนำความรู้ทักษะและประสบการณ์ในงานอาชีพไปปฏิบัติงานอาชีพได้อย่างมีประสิทธิภาพ เลือกรวิถีการดำรงชีวิต การประกอบอาชีพได้อย่างเหมาะสมกับตน สร้างสรรค์ ความเจริญต่อชุมชน ท้องถิ่น และประเทศชาติ

2. เพื่อให้เป็นผู้มีปัญญา มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ใฝ่เรียนรู้ เพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิตและการประกอบอาชีพ สามารถสร้างอาชีพ มีทักษะในการจัดการและพัฒนาอาชีพให้ก้าวหน้าอยู่เสมอ

3. เพื่อให้มีเจตคติที่ดีต่ออาชีพ มีความมั่นใจและภาคภูมิใจในวิชาชีพที่เรียน รักงาน รักหน่วยงาน สามารถทำงานเป็นหมู่คณะได้ดี โดยมีความเคารพในสิทธิและหน้าที่ของตนเองและผู้อื่น

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

5. เพื่อให้มีบุคลิกภาพที่ดี มีมนุษยสัมพันธ์ คุณธรรม จริยธรรมและวินัยในตนเอง มีสุขภาพอนามัยที่สมบูรณ์ทั้งร่างกายและจิตใจ เหมาะสมกับงานอาชีพ

6. เพื่อให้ตระหนักและมีส่วนร่วมในการแก้ไขปัญหาเศรษฐกิจ สังคม การเมืองของประเทศ และโลก มีความรักชาติ สำนึกในความเป็นไทย เสียสละเพื่อส่วนรวม ดำรงรักษาไว้ซึ่งความมั่นคงของ ชาติ ศาสนา พระมหากษัตริย์และการปกครองระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์เป็นประมุข

2.1.3 หลักเกณฑ์การใช้หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556

1. การเรียนการสอน

1.1 การเรียนการสอนตามหลักสูตรนี้ ผู้เรียนสามารถลงทะเบียนเรียนได้ทุกวิธีเรียน ที่กำหนด นำผลการเรียนแต่ละวิธีมาประเมินผลรวมกันได้ สามารถเทียบโอนผลการเรียนและขอเทียบความรู้และประสบการณ์ได้

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

รับผิดชอบ ต่อตนเองและผู้อื่น มีส่วนร่วมในคณะทำงานหรือมีการประสานงานกลุ่ม รวมทั้งมี
คุณธรรม จริยธรรม จรรยาบรรณ วิชาชีพ เจตคติและกิจนิสัยที่เหมาะสมในการทำงาน

2. การจัดการศึกษาและเวลาเรียน การจัดการศึกษาในระบบปกติใช้ระยะเวลา 3 ปีการศึกษา
การจัดเวลาเรียนดำเนินการดังนี้

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

2.2 การเรียนในระบบชั้นเรียน ให้สถานศึกษาอาชีวศึกษาหรือสถาบันเปิดทำการสอนไม่
น้อยกว่าสัปดาห์ละ 5 วัน ๆ ละไม่เกิน 7 ชั่วโมง โดยกำหนดให้จัดการเรียนการสอนคาบละ 60 นาที

3. หน่วยกิต

ให้มีจำนวนหน่วยกิต ตลอดหลักสูตรไม่น้อยกว่า 103 หน่วยกิต การคิดหน่วยกิต ถือเป็น
เกณฑ์ดังนี้

3.1 รายวิชาทฤษฎีที่ใช้เวลาบรรยายหรืออภิปราย ไม่น้อยกว่า 18 ชั่วโมง เท่ากับ 1 หน่วยกิต

3.2 รายวิชาปฏิบัติที่ใช้เวลาในการทดลองหรือฝึกปฏิบัติในห้องปฏิบัติการ ไม่น้อยกว่า
36 ชั่วโมง เท่ากับ 1 หน่วยกิต

3.3 รายวิชาปฏิบัติที่ใช้เวลาในการฝึกปฏิบัติในโรงฝึกงานหรือภาคสนาม ไม่น้อยกว่า 54
ชั่วโมง เท่ากับ 1 หน่วยกิต

3.4 รายวิชาที่ใช้ในการศึกษาระบบทวิภาคีไม่น้อยกว่า 54 ชั่วโมง เท่ากับ 1 หน่วยกิต

3.5 การฝึกประสบการณ์ทักษะวิชาชีพในสถานประกอบการหรือแหล่งวิทยาการ ไม่
น้อยกว่า 320 ชั่วโมง เท่ากับ 4 หน่วยกิต

3.6 การทำโครงการพัฒนาทักษะวิชาชีพ ไม่น้อยกว่า 54 ชั่วโมง เท่ากับ 1 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 ของแต่ละหมวดวิชาตลอดหลักสูตรให้ เป็นไปตามที่กำหนดไว้ใน โครงสร้างของแต่ละประเภทวิชาและสาขาวิชา รายวิชาแต่ละหมวดวิชา สถานศึกษาอาชีวศึกษาหรือสถาบันสามารถจัดตามที่กำหนดไว้ในหลักสูตร และหรือพัฒนาได้ ตามความเหมาะสมของภูมิภาคตามยุทธศาสตร์เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ ทั้งนี้สถานศึกษาอาชีวศึกษาหรือสถาบันต้องกำหนดรหัสวิชา จำนวนหน่วยกิตและจำนวนชั่วโมง เรียน ตามที่กำหนดไว้ในหลักสูตร
5. การฝึกประสบการณ์ทักษะวิชาชีพเป็นการจัดกระบวนการเรียนรู้โดย ความร่วมมือ ระหว่างสถานศึกษาอาชีวศึกษาหรือสถาบันกับภาคการผลิตและหรือภาคบริการ หลังจากผู้เรียนได้ เรียนรู้ภาคทฤษฎีและการฝึกหัดหรือฝึกปฏิบัติเบื้องต้นในสถานศึกษาอาชีวศึกษา หรือ สถาบันแล้ว ระยะเวลาหนึ่ง ทั้งนี้เพื่อเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ได้สัมผัสกับการ ปฏิบัติงานอาชีพ เครื่องมือเครื่องจักร อุปกรณ์ ที่ทันสมัย และบรรยากาศการทำงานร่วมกัน ส่งเสริม การฝึกทักษะ กระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์ ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนทำได้ คิดเป็น ทำเป็น และเกิดการใฝ่รู้อย่างต่อเนื่อง ตลอดจนเกิดความมั่นใจและเจตคติที่ดี ในการทำงานและ การ ประกอบอาชีพอิสระโดยการจัดฝึกประสบการณ์ทักษะวิชาชีพ
6. สถานศึกษาอาชีวศึกษาหรือสถาบันต้องจัดให้มีการฝึกประสบการณ์ทักษะวิชาชีพ ใน รูปของการฝึกงานในสถานประกอบการ แหล่งวิทยาการ รัฐวิสาหกิจหรือหน่วยงานของรัฐ โดยใช้ เวลาไม่น้อยกว่า 320 ชั่วโมง กำหนดให้มีค่าเท่ากับ 4 หน่วยกิต กรณีสถานศึกษาอาชีวศึกษาหรือ สถาบันต้องการเพิ่มพูนประสบการณ์ทักษะวิชาชีพ สามารถนำรายวิชาในหมวดวิชาทักษะวิชาชีพ ที่ตรงหรือสัมพันธ์กับลักษณะงาน ไปเรียนหรือฝึกในสถานประกอบการรัฐวิสาหกิจหรือหน่วยงาน ของรัฐได้โดยใช้เวลารวมกับการฝึกประสบการณ์ทักษะวิชาชีพ 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 กรณีที่ใช้รายวิชาเดี่ยว หากจัดให้มีโครงการพัฒนาทักษะวิชาชีพ 2 รายวิชา คือ โครงการ 1 และโครงการ 2 ให้สถานศึกษาอาชีวศึกษาหรือสถาบันจัดให้มีชั่วโมงเรียนต่อสัปดาห์ที่เทียบเคียงกับเกณฑ์ดังกล่าวข้างต้น

10. การตัดสินผลการเรียนและให้ระดับผลการเรียนให้ปฏิบัติเช่นเดียวกับรายวิชาอื่น

11. การศึกษาระบบทวิภาคี

เป็นรูปแบบการจัดการศึกษาที่เกิดจากข้อตกลงร่วมกันระหว่างสถานศึกษาอาชีวศึกษาหรือสถาบันกับสถานประกอบการ รัฐบาลหรือหน่วยงานของรัฐ โดยผู้เรียนใช้เวลาส่วนหนึ่งในสถานศึกษาอาชีวศึกษาหรือสถาบัน และเรียนภาคปฏิบัติในสถานประกอบการ รัฐบาลหรือหน่วยงานของรัฐ เพื่อให้การจัดการศึกษาระบบทวิภาคีสามารถเพิ่มขีดความสามารถด้านการผลิตและพัฒนากำลังคนตามจุดหมายของหลักสูตรการจัดการศึกษาระบบทวิภาคีโดยนำรายวิชาทวิภาคี ในกลุ่มทักษะวิชาชีพเลือกไปกำหนดรายละเอียดของรายวิชาและเวลาที่ใช้ฝึกจัดทำแผนฝึกอาชีพ การวัดและการประเมินผลในแต่ละรายวิชาให้สอดคล้องกับลักษณะงานของสถานประกอบการ รัฐบาลหรือหน่วยงานของรัฐ ทั้งนี้ อาจนำรายวิชาอื่นในหมวดวิชาทักษะวิชาชีพไปจัดรวมด้วยได้

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. การประเมินผลกิจกรรมเสริมหลักสูตรให้เป็นไปตามระเบียบกระทรวงศึกษาธิการ ว่าด้วยการจัดการศึกษาและการประเมินผลการเรียนตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พ.ศ. 2556

15. การสำเร็จการศึกษาตามหลักสูตร

1. ประเมินผ่านรายวิชาในหมวดวิชาทักษะชีวิต หมวดวิชาทักษะวิชาชีพ และหมวดวิชาเลือกเสรี ตามที่กำหนดไว้ในหลักสูตร

2. มีจำนวนหน่วยกิตสะสมครบตาม โครงสร้างของหลักสูตร

3. มีระดับคะแนนเฉลี่ยสะสมไม่ต่ำกว่า 2.00 และผ่านการประเมินมาตรฐานวิชาชีพ

4. เข้าร่วมกิจกรรมและประเมินผ่านทุกภาคเรียน

16. การพัฒนารายวิชาในหลักสูตร

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

2. หมวดวิชาทักษะวิชาชีพ สถานศึกษาอาชีวศึกษาหรือสถาบันสามารถปรับปรุงรายละเอียดของรายวิชาในกลุ่มทักษะวิชาชีพเฉพาะ และหรือพัฒนารายวิชาเพิ่มเติมในกลุ่มทักษะวิชาชีพเลือกได้ โดยพิจารณาจากจุดประสงค์สาขาวิชาและมาตรฐานการศึกษาวิชาชีพ สาขาวิชา ตลอดจนความต้องการของสถานประกอบการหรือสภาอุตสาหกรรมศาสตร์ของภูมิภาค เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ

3. หมวดวิชาเลือกเสรี สถานศึกษาอาชีวศึกษาหรือสถาบันสามารถพัฒนารายวิชาเพิ่มเติมได้ ตามความต้องการของสถานประกอบการ ชุมชน ท้องถิ่นหรือสภาอุตสาหกรรมศาสตร์ของ

ภูมิภาค เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ และหรือเพื่อการศึกษาต่อ ทั้งนี้ การกำหนดรหัสวิชา จำนวนหน่วยกิตและจำนวนชั่วโมงเรียนให้เป็นไปตามที่หลักสูตรกำหนด

4. การปรับปรุง แก้ไข พัฒนารายวิชากลุ่มวิชาและการอนุมัติหลักสูตร

5. การพัฒนาหลักสูตรหรือการปรับปรุงสาระสำคัญของหลักสูตรตามมาตรฐาน คุณวุฒิอาชีวศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ให้เป็นหน้าที่ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาสถาบันการอาชีวศึกษาหรือสถานศึกษาโดยความเห็นชอบของคณะกรรมการ การอาชีวศึกษา

6. การอนุมัติหลักสูตรให้เป็นหน้าที่ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

7. การประกาศใช้หลักสูตรให้ทำเป็นประกาศกระทรวงศึกษาธิการ

8. การพัฒนารายวิชาหรือกลุ่มวิชาเพิ่มเติม สถานศึกษาหรือสถาบันสามารถ ดำเนินการได้โดยต้องรายงานให้สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาทราบ

17. การประกันคุณภาพหลักสูตร

ให้ทุกหลักสูตรกำหนดระบบประกันคุณภาพไว้ให้ชัดเจนประกอบด้วย 4 ประเด็น

1. คุณภาพของผู้สำเร็จการศึกษา

2. การบริหารหลักสูตร

3. ทรัพยากรการจัดการอาชีวศึกษา

4. ความต้องการกำลังคนของตลาดแรงงาน ให้สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา สถาบันการอาชีวศึกษาและสถานศึกษาจัดให้มีการประเมินเพื่อพัฒนาหลักสูตรที่อยู่ใน ความรับผิดชอบอย่างต่อเนื่องอย่างน้อยทุก 5 ปี

2.1.4 รายวิชา 2101–2102 งานจักรยานยนต์

1. จุดประสงค์รายวิชา

1.1 เพื่อให้เข้าใจหลักการทำงานของรถจักรยานยนต์

1.2 เพื่อให้ถอดประกอบ ตรวจสอบสภาพชิ้นส่วนของรถจักรยานยนต์

1.3 เพื่อให้บำรุงรักษา บริการ แก้ไขข้อขัดข้อง ของรถจักรยานยนต์และประมาณราคา

ค่าบริการ

1.4 เพื่อให้มีทัศนียภาพที่ดีในการทำงาน รับผิดชอบ ประณีต รอบคอบ ตรงต่อเวลา สะอาด ปลอดภัยและรักษาสภาพแวดล้อม

2. มาตรฐานรายวิชา

2.1 แสดงความรู้เกี่ยวกับหลักการตรวจสอบ บำรุงรักษา ปรับแต่งชิ้นส่วนรถจักรยานยนต์

- 2.2 บำรุงรักษาเครื่องยนต์รถจักรยานยนต์และระบบต่าง ๆ ตามคู่มือ
- 2.3 ตรวจสอบสภาพเครื่องยนต์รถจักรยานยนต์และระบบต่าง 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 งานบริการระบบสตาร์ทไฟฟ้า	21	

ตารางที่ 2-1 (ต่อ) แสดงหน่วยการเรียนรู้วิชางานจักรยานยนต์ตลอดหลักสูตร

 <p style="text-align: center;">โครงการสอน (Teaching Program)</p>			
ชื่อรายวิชา	งานจักรยานยนต์ รหัสวิชา 2101 – 2102	หน่วยกิต	3
ในหลักสูตร	ประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนปีที่	
7	<p>ระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. หลักการทำงานของระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ 2. ส่วนประกอบและหน้าที่ระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ 3. ระบบควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ 4. ระบบวินิจฉัยข้อขัดข้องด้วยตัวเอง 5. ตารางการวินิจฉัยข้อขัดข้องด้วยตัวเอง 6. งานบริการระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ <p>ใบงานที่ 7.1 งานเรียกดูรหัสปัญหาข้อขัดข้องระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ PGM-FI</p> <p>ใบงานที่ 7.2 งานลบข้อมูลรหัสปัญหาข้อขัดข้องระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ PGM-FI</p> <p>ใบงานที่ 7.3 งานการปรับตั้งตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่ง</p> <p>ใบงานที่ 7.4 งานแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง MAP Sensor</p> <p>ใบงานที่ 7.5 งานแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง EOT Sensor</p> <p>ใบงานที่ 7.6 งานแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง TP Sensor</p> <p>ใบงานที่ 7.7 งานแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง IAT Sensor</p> <p>ใบงานที่ 7.8 งานแก้ไขปัญหาข้อขัดข้องหัวฉีด (Injector)</p> <p>ใบงานที่ 7.9 งานแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง O₂ Sensor</p> <p>ใบงานที่ 7.10 งานแก้ไขปัญหาข้อขัดข้องชุดลิ้นควบคุมอากาศรอบเดินเบา (IACV)</p> <p>ใบงานที่ 7.11 งานแก้ไขปัญหาข้อขัดข้องตัวตรวจจับตำแหน่งเพลาค้อเหวียง (CKP Sensor)</p> <p>ใบงานที่ 7.12 งานแก้ไขปัญหาข้อขัดข้องตัวตรวจจับความเอียงของรถ (BA Sensor)</p>	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 งานบริการล้อหน้าแบบครัมเบรก ใบงานที่ 8.2 งานบริการล้อหลัง	7	
9	ระบบบังคับเลี้ยว ใบงานที่ 9.1 งานบริการโช้กอัพหน้า ใบงานที่ 9.2 งานบริการระบบบังคับเลี้ยว	7	
10	ระบบรองรับน้ำหนัก ใบงานที่ 10 งานขึ้นซี่ล้อ	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 มาออกแบบและสร้างชุดฝึกปฏิบัติระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์
รถจักรยานยนต์

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 ลมแรงจะเปิดให้อากาศเข้ากระบอกสูบน้อยเป็นผลให้ความดันในท่อไอดีต่ำ ตัวตรวจจับความดันในท่อไอดี (MAP Sensor) จะเปลี่ยนสัญญาณทางไฟฟ้าส่งข้อมูลไปยังกล่อง ECU (Electronic Control Unit) หรือ ECM (Engine Control Module) เพื่อทำหน้าที่ประมวลผลหาปริมาณของอากาศ เพื่อกำหนดระยะเวลาในการฉีดพื้นฐาน ในทางกลับกัน หากบิดคันเร่งมากขึ้นจะทำให้มีอากาศไหลเข้ากระบอกสูบมากขึ้น เป็นผลให้ความดันในท่อไอดีสูงขึ้น ในสภาวะแบบนี้กล่อง ECU (Electronic Control Unit) หรือ ECM (Engine Control Module) จะถูกสั่งให้จ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงมากขึ้น ให้เหมาะสมกับความต้องการของเครื่องยนต์ ในสภาวะนั้น ๆ

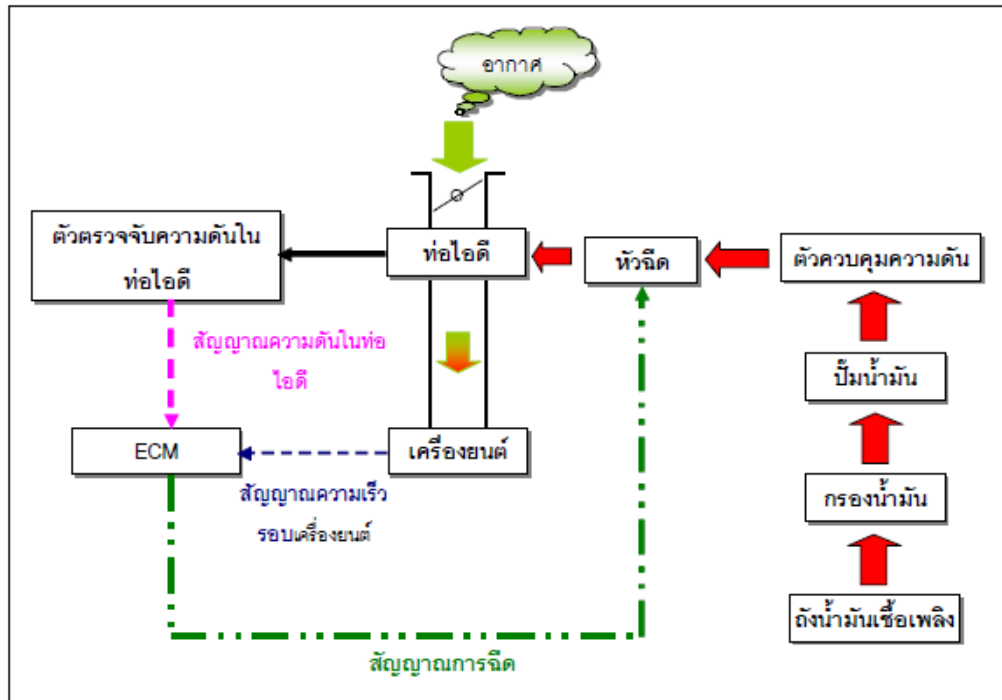
การควบคุมระยะเวลาในการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง

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 เช่น เซนเซอร์จะทำงาน แล้วส่งข้อมูลไปที่กล่อง ECU (Electronic Control Unit) หรือ ECM (Engine Control Module) ป้อนน้ำมันเชื้อเพลิงทำงาน เป็นเวลาประมาณ 2-3 วินาที ดูดน้ำมันเชื้อเพลิงจากถังส่งไปรอที่หัวฉีด



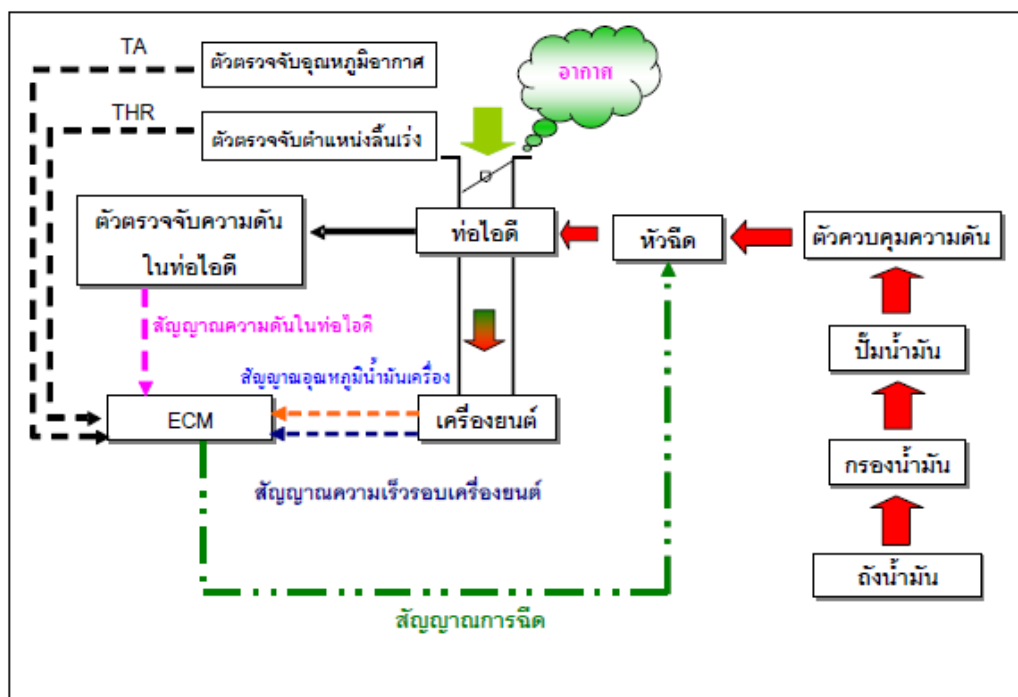
ภาพที่ 2-1 แสดงไดอะแกรมการควบคุมระยะเวลาในการฉีดพื้นฐาน

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

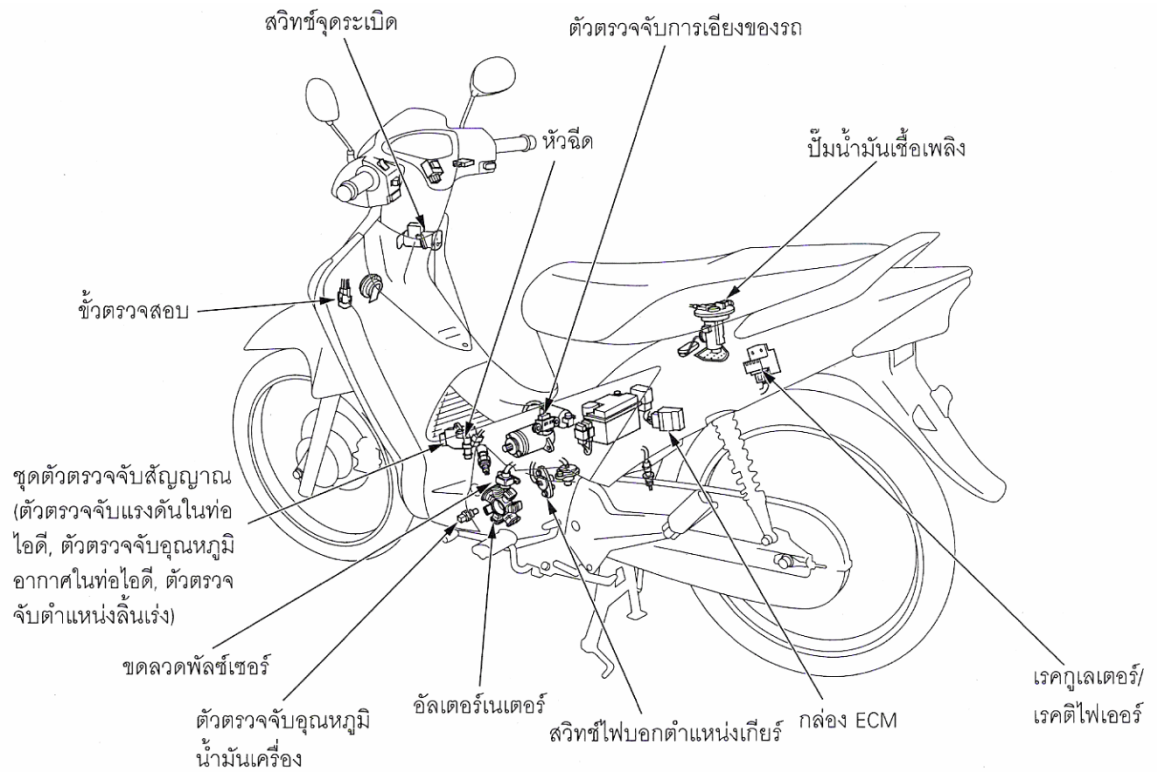
การทำงาน เมื่อสตาร์ทเครื่องยนต์ เซนเซอร์ตรวจจับความเร็วรอบเครื่องยนต์ (Pulser Coil) ส่งสัญญาณไปที่กล่อง ECU (Electronic Control Unit) หรือ ECM (Engine Control Module) เมื่อกล่อง ECU (Electronic Control Unit) หรือ ECM (Engine Control Module) ได้รับสัญญาณความเร็วรอบจะสั่งให้หัวฉีดจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงให้กับเครื่องยนต์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

ส่วนประกอบของระบบ

- ตัวตรวจจับสัญญาณ (Sensor)
 - ตัวตรวจจับความดันในท่อไอเสีย (MAP Sensor)
 - ตัวตรวจจับอุณหภูมิอากาศ (IAT Sensor)
 - ตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่ง (TP Sensor)
 - ตัวตรวจจับอุณหภูมิเครื่องยนต์ (ET Engine Temperature)
 - ตัวตรวจจับอุณหภูมิน้ำมันเครื่อง (EOT Sensor)
 - ตัวตรวจจับอุณหภูมิน้ำหล่อเย็น (ECT Sensor)
 - ตัวตรวจจับปริมาณออกซิเจน (O₂ Sensor)
 - ตัวตรวจจับตำแหน่งเพลาค้อเหวี่ยง (CKP Sensor)
 - ตัวตรวจจับความเอียงของรถ (BA Sensor)
- ปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิง (Fuel Pump)

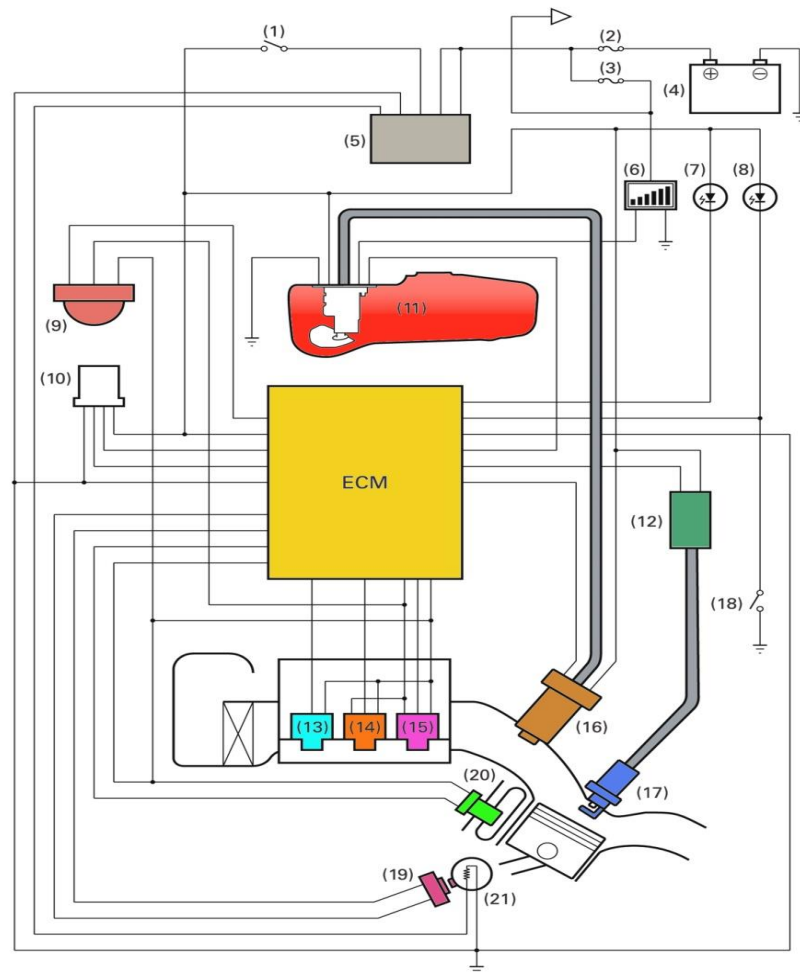
- หัวฉีด (Injector)
- กล้องควบคุม ECU (Electronic Control Unit) หรือ ECM (Engine Control Module)
- หลอดไฟชี้เครื่องยนต์ (FI-Indicator)

ตำแหน่งของอุปกรณ์ระบบ PGM-FI



ภาพที่ 2-3 แสดงตำแหน่งของอุปกรณ์ระบบ PGM-FI

แผนผังระบบ PGM – FI

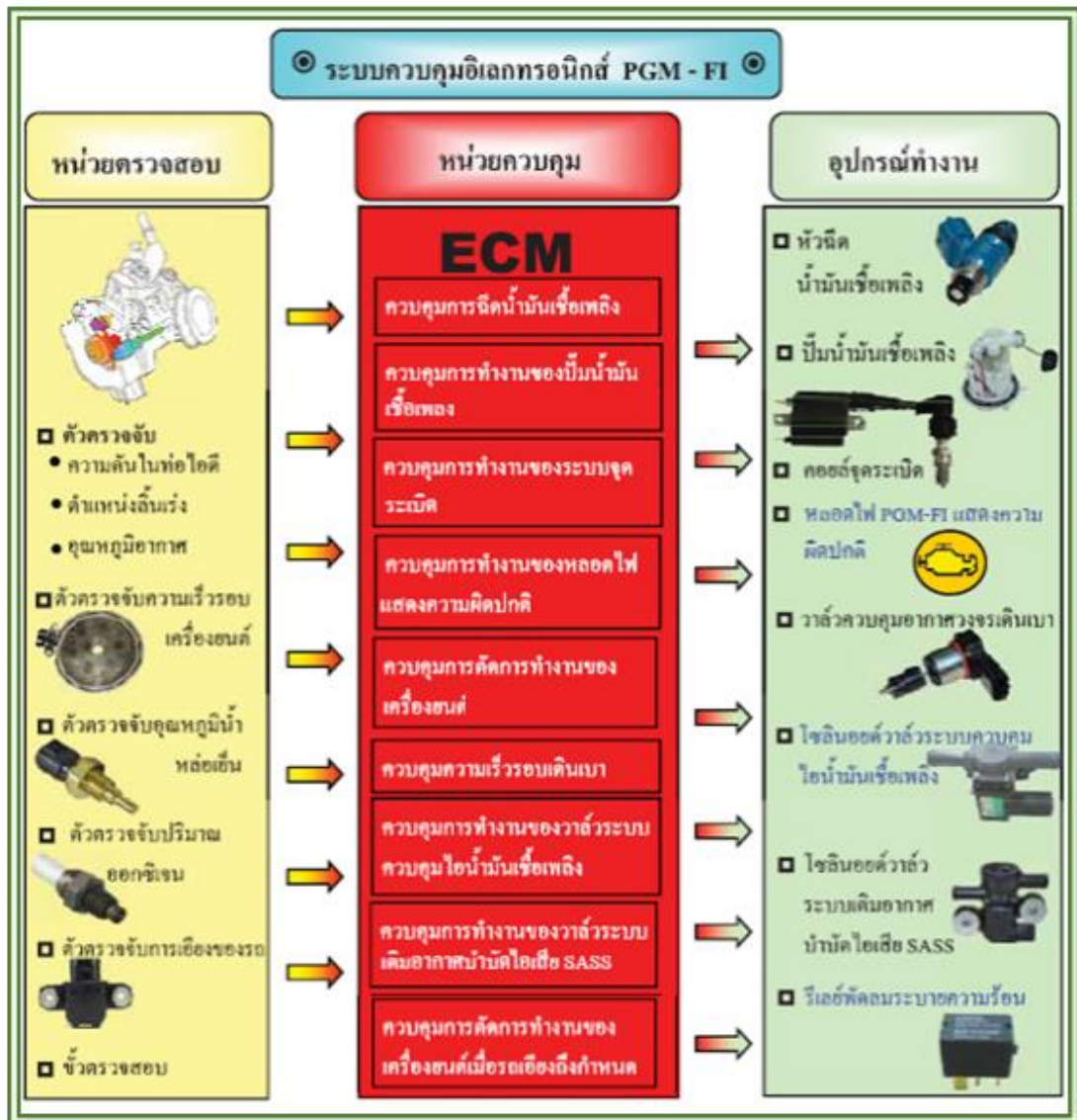


ภาพที่ 2-4 แสดงแผนผังระบบ PGM – FI

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

ระบบควบคุมอิเล็กทรอนิกส์

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



ภาพที่ 2-5 แสดงระบบควบคุมอิเล็กทรอนิกส์แบบ PGM - FI

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

หลอดไฟเตือนจะดับ แต่ถ้าตรวจพบความผิดปกติ หลอดไฟจะกะพริบเป็นรหัส เพื่อแจ้งให้ทราบว่ามี ความผิดปกติเกิดขึ้นในระบบ

เมื่อสตาร์ทเครื่องยนต์ ตัวตรวจจับทั้งหมดจะส่งสัญญาณไปที่กล่อง ECU (Electronic Control Unit) หรือ ECM (Engine Control Module) เพื่อประมวลผลการส่งจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงและกำหนด จังหวะจุดระเบิด เพื่อให้เครื่องยนต์ทำงานในตำแหน่งเดินเบา

การเร่งเครื่องยนต์ให้รอบสูงขึ้น ตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่งจะส่งสัญญาณไปที่กล่อง ECM เพื่อเพิ่มปริมาณการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงและปรับองศาการจุดระเบิดใหม่ให้เหมาะสมกับความ เปลี่ยนแปลงของเครื่องยนต์

ขณะผ่อนคันเร่งเพื่อลดรอบเครื่องยนต์ ตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่งจะส่งสัญญาณไฟฟ้าไปที่ กล่อง ECU (Electronic Control Unit) หรือ ECM (Engine Control Module) เพื่อประมวลผล ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบของเครื่องยนต์กับตำแหน่งของลิ้นเร่ง ถ้าไม่สัมพันธ์กันกล่อง ECM จะตัดการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงจนกว่าความเร็วรอบของเครื่องยนต์กับตำแหน่งลิ้นเร่งสัมพันธ์กัน กล่อง ECM ก็จะสั่งการฉีดอีกครั้ง

วงจรจ่ายพลังงาน (Power Supply Circuit)

แหล่งจ่ายพลังงานในรถจักรยานยนต์รุ่นใหม่ มีอยู่ด้วยกัน 2 แห่งด้วยกันคือ

1. แบตเตอรี่
2. อัลเทอร์เนเตอร์

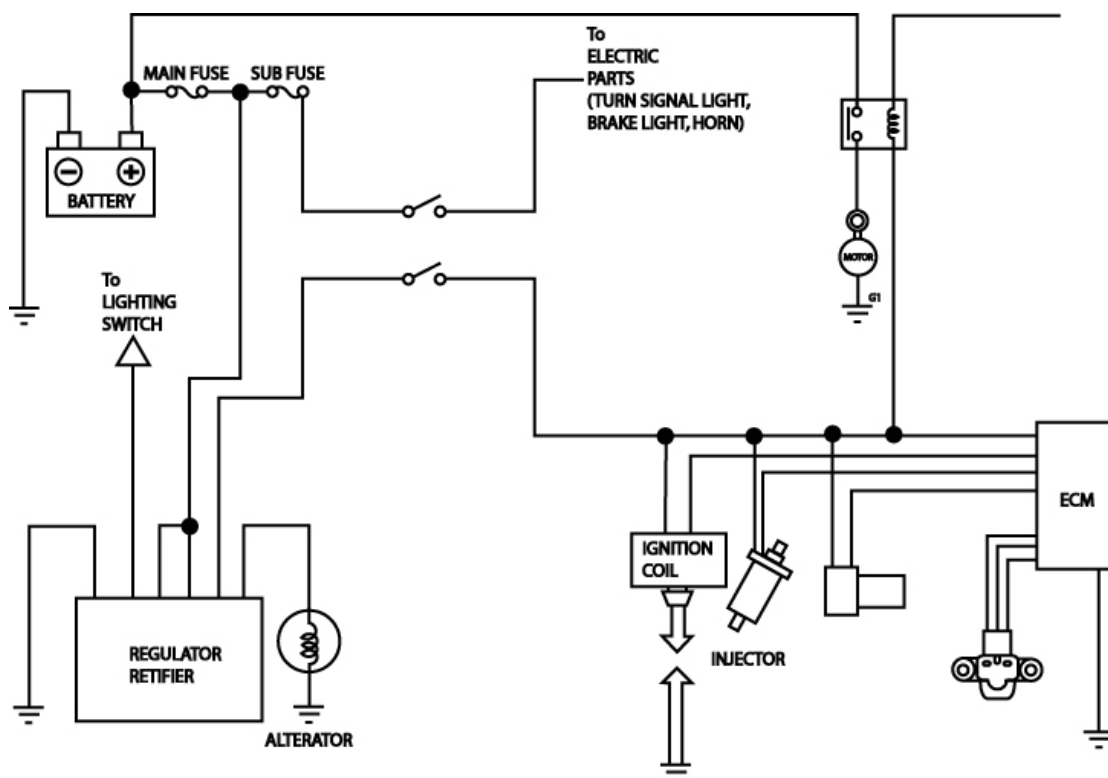
ซึ่งระบบจ่ายพลังงานสามารถแยกการทำงานออกเป็น 2 กรณีคือ แบบปกติและแบบฉุกเฉิน ซึ่งมีหลักการทำงานดังนี้

1. การทำงานแบบปกติ (แบตเตอรี่พร้อมใช้งาน)

เมื่อเปิดสวิตช์จุดระเบิดแบตเตอรี่จะจ่ายพลังงานออกมาเลี้ยงระบบต่าง ๆ ทั้งหมดจนกว่าจะ สตาร์ทเครื่องยนต์และเครื่องยนต์ติด ถ้าเครื่องยนต์สามารถผลิตไฟฟ้าได้มากกว่าแรงเคลื่อนของ แบตเตอรี่ อัลเทอร์เนเตอร์ก็จะเป็นตัวจ่ายไฟเลี้ยงระบบแทนแบตเตอรี่และจ่ายไฟไปประจุที่แบตเตอรี่

2. การทำงานแบบฉุกเฉิน (แบตเตอรี่ไม่พร้อมใช้งาน)

อัลเทอร์เนเตอร์จะเป็นตัวจ่ายพลังงานไฟฟ้าออกมาเลี้ยงระบบทั้งหมด โดยได้พลังงาน ไฟฟ้ามาจากการสตาร์ทเครื่องยนต์ ซึ่งรุ่นนี้ได้มีการออกแบบรีกติไฟเออร์ใหม่ ให้มีความสามารถในการจ่ายกระแสไฟ ออกไปมาเลี้ยงระบบ ได้มากขึ้น โดยที่เรกติเรเตอร์-เรกติไฟเออร์ จะมีตัวเก็บประจุ อยู่ภายใน ซึ่งจะช่วยให้ แรงเคลื่อนไฟฟ้าที่จ่ายออกมาจากอัลเทอร์เนเตอร์ในระหว่างการสตาร์ท มีความคงที่ และเพียงพอในการติดเครื่องยนต์



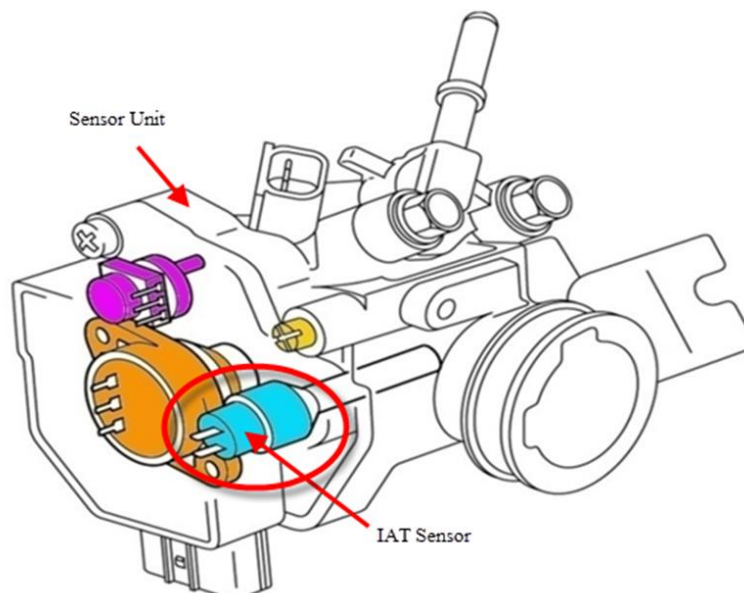
ภาพที่ 2-6 แสดงวงจรจ่ายพลังงาน

ตัวตรวจจับสัญญาณ (Sensor)

มีหน้าที่ตรวจจับความเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ แล้วส่งข้อมูลเข้าไปที่กล่อง ECM แล้วนำข้อมูลเหล่านั้นไปประมวลผล เพื่อหาปริมาณการฉีดและจังหวะในการจุดระเบิดที่เหมาะสมที่สุด ในรถรุ่นนี้ ได้มีการติดตั้งตัวตรวจจับสัญญาณต่าง 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 (O₂ Sensor)
6. ตัวตรวจจับตำแหน่งเพลาช้อเหวี่ยง (CKP Sensor)
7. ตัวตรวจจับความเอียงของรถ (BA Sensor)

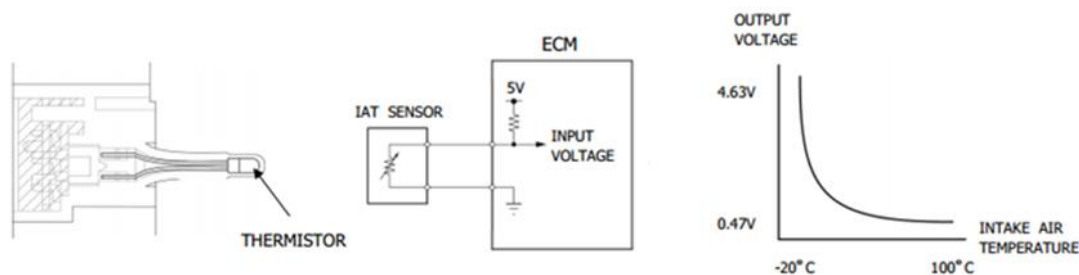
ตัวตรวจจับอุณหภูมิอากาศในท่อไอดี (Intake Air Temperature Sensor : IAT Sensor)



ภาพที่ 2-7 แสดงตัวตรวจจับอุณหภูมิอากาศ (IAT Sensor)

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

โครงสร้าง IAT Sensor เป็นเทอร์มิสเตอร์ที่สามารถตรวจจับการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของอากาศได้ถึงแม้จะเป็นเพียงความร้อนแค่เล็กน้อย ซึ่งจะติดตั้งอยู่ด้านหน้าของลิ้นปีกผีเสื้อ



ภาพที่ 2-8 แสดงการทำงานและการส่งสัญญาณทางไฟฟ้าของ IAT Sensor

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

หนาแน่นของอากาศเปลี่ยนแปลงไป ส่งผลให้การจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงผสมกับอากาศผิดพลาด ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมี ตัวตรวจจับอุณหภูมิของอากาศ

หมายเหตุ

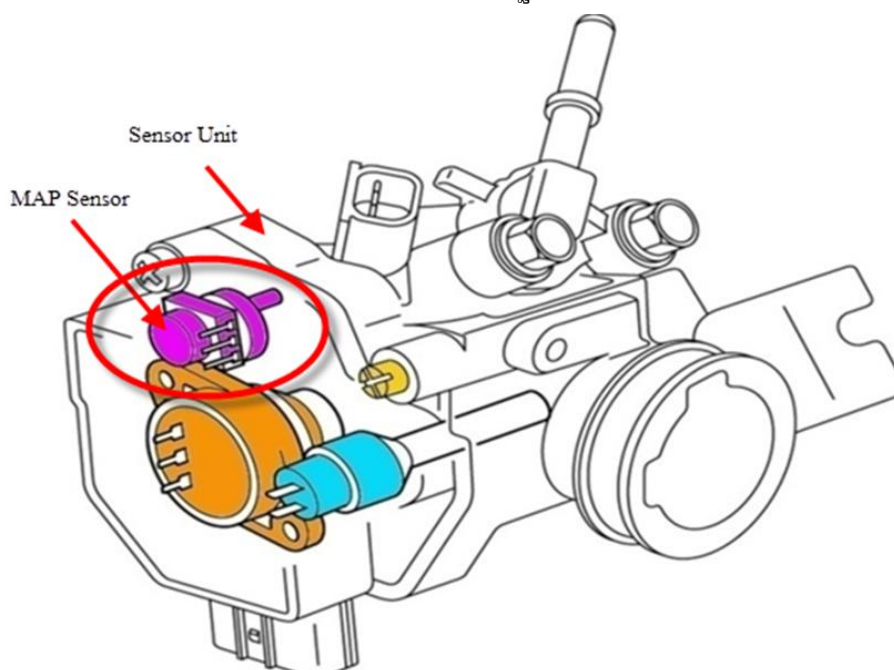
อุณหภูมิของอากาศต่ำ ความหนาแน่นของอากาศมาก กล้อง ECU (Electronic Control Unit) หรือ ECM (Engine Control Module) จะสั่งจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงมาก

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

ตัวตรวจจับความดันในท่อไอดี (Manifold Absolute Pressure Sensor : MAP)

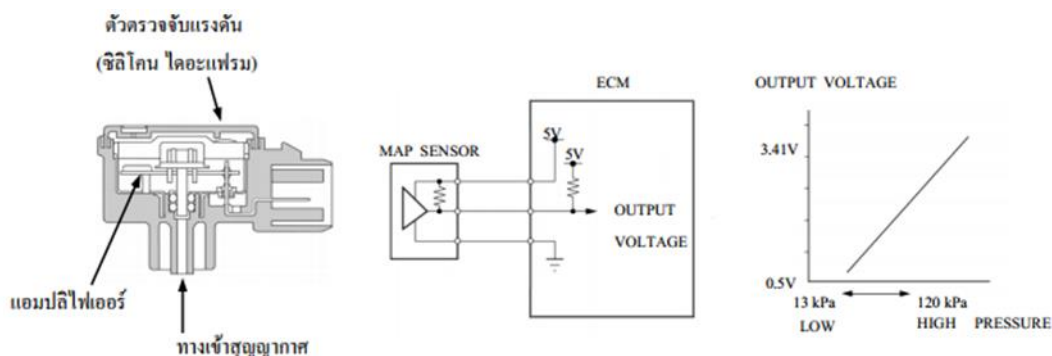
ตัวตรวจจับความดันในท่อไอดี เป็นความดันทานที่เปลี่ยนแปลงได้แบบสารกึ่งตัวนำ ติดตั้งอยู่ด้านหลังของลิ้นปีกผีเสื้อ เพื่อตรวจจับความดันของอากาศ ก่อนเข้าเครื่องยนต์ แล้วเปลี่ยนความดันอากาศ เป็นสัญญาณทางไฟฟ้าส่งไปยังกล่อง ECU (Electronic Control Unit) หรือ ECM (Engine Control Module) เพื่อประมวลผลหาปริมาณอากาศ และรอสัญญาณความเร็วรอบเครื่องยนต์ 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 เป็นความต้านทานที่เปลี่ยนแปลงได้แบบสารกึ่งตัวนำ ติดตั้งอยู่ด้านหลังของลิ้นปีกผีเสื้อ



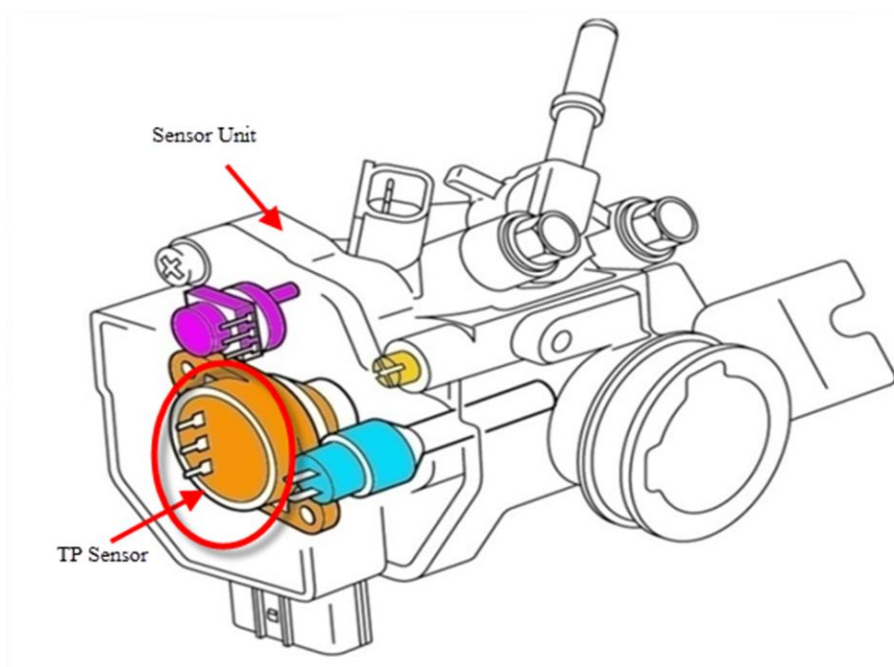
ภาพที่ 2-10 แสดงการทำงานและการส่งสัญญาณทางไฟฟ้าของ MAP Sensor

การทำงานของ 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) แล้วประมวลผลพบว่าความดันในท่อไอเสียสูง แสดงว่าขณะนั้นมีปริมาณอากาศน้อย กล่อง ECU (Electronic Control Unit) หรือ ECM (Engine Control Module) จะสั่งจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงน้อย

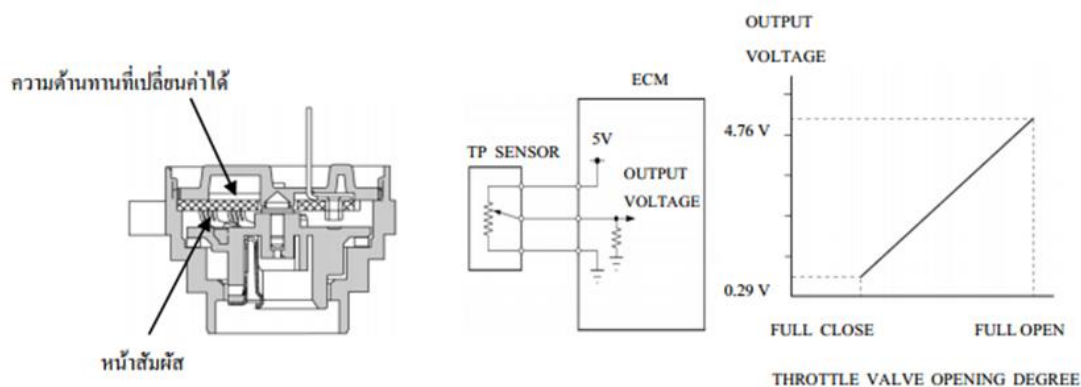
ตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่ง (Throttle Position Sensor : TP Sensor)

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

เมื่อปิดคันเร่งมาก ความต้านทานจะน้อย จะทำให้ไฟไหลกลับไปที่กล่อง ECU (Electronic Control Unit) หรือ ECM (Engine Control Module) ได้มากขึ้น ตามอัตราการปิดคันเร่ง ปิดสุดจะอยู่ที่

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

ตัวตรวจจับอุณหภูมิเครื่องยนต์ (Engine Temperature)

ทำหน้าที่ ตรวจจับอุณหภูมิของน้ำมันเครื่อง หรือน้ำหล่อเย็น แล้วเปลี่ยนเป็นสัญญาณไฟฟ้า ส่งเข้ากล่อง ECU (Electronic Control Unit) หรือ ECM (Engine Control Module) เพื่อเพิ่มหรือลด ปริมาณการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง เช่น น้ำมันเครื่องมีอุณหภูมิต่ำ กล่อง ECU (Electronic Control Unit) หรือ ECM (Engine Control Module) จะสั่งจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงมากขึ้น มีอยู่ 2 แบบ

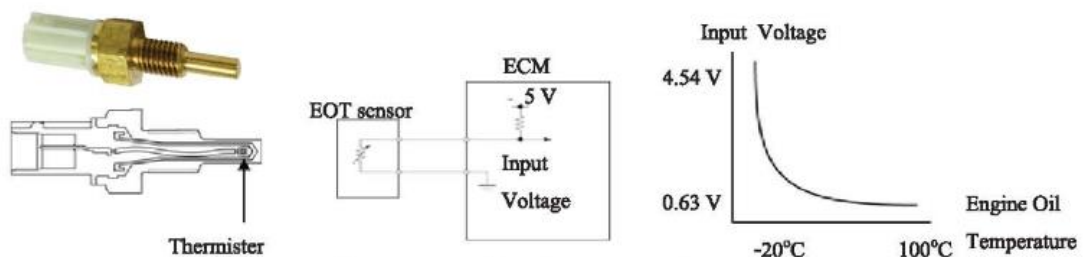


ตัวตรวจจับอุณหภูมิน้ำมันเครื่อง (EOT Sensor)

ตัวตรวจจับอุณหภูมิน้ำหล่อเย็น (ECT Sensor)

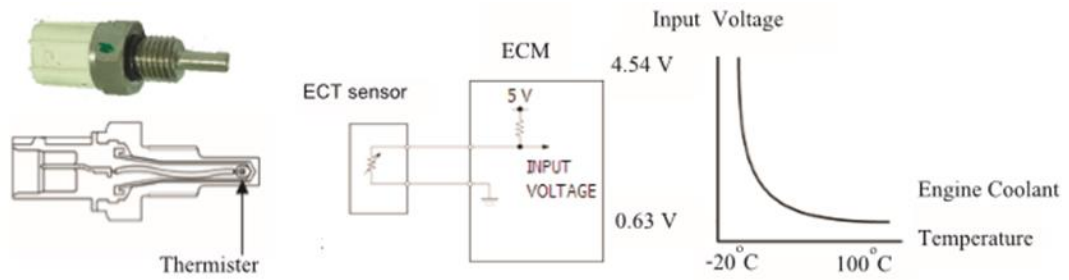
ภาพที่ 2-13 แสดงตัวตรวจจับอุณหภูมิเครื่องยนต์ ET Sensor

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



ภาพที่ 2-14 แสดงการทำงานและการส่งสัญญาณทางไฟฟ้าของ EOT Sensor

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



ภาพที่ 2-15 แสดงการทำงานและการส่งสัญญาณทางไฟฟ้าของ ECT Sensor

การทำงาน เมื่ออุณหภูมิต่ำ ความต้านทานจะมาก ECU หรือ ECM จะส่งกระแสไฟฟ้าออกไปที่เซนเซอร์มาก และจะส่งจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงมาก

เมื่ออุณหภูมิสูง ความต้านทานจะน้อย ECU หรือ ECM จะส่งกระแสไฟฟ้าออกไปที่เซนเซอร์น้อย และจะส่งจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงน้อย

ตัวตรวจจับปริมาณออกซิเจน (Oxygen Sensor : O₂ Sensor)

ทำหน้าที่ วิเคราะห์สภาพการเผาไหม้ โดยการตรวจจับออกซิเจนในไอเสียที่เครื่องยนต์ปล่อยออกมา แล้วเปลี่ยนเป็นสัญญาณทางไฟฟ้าส่งเข้ากล่อง ECU หรือ ECM เพื่อเพิ่มหรือลดปริมาณการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง ให้เหมาะสมกับการทำงานของเครื่องยนต์

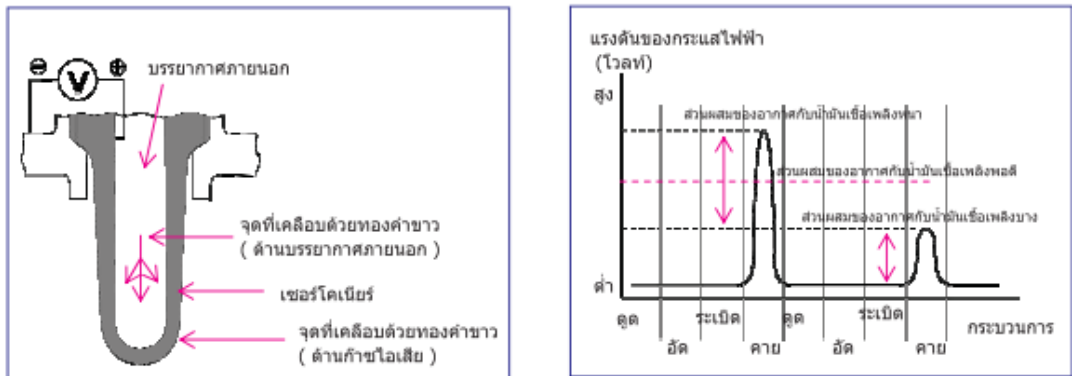
โครงสร้าง O₂ Sensor ติดตั้งอยู่ที่ฝาสูบบริเวณปากท่อไอเสียด้านขวา ภายในประกอบด้วย แผ่นเซอร์โคเนีย (Zirconia) ที่ฉาบด้วยแพลททินัม (Platinum) ซึ่งมีลักษณะเป็นรูรอบ ๆ เพื่อตรวจจับก๊าซไอเสียที่เกิดจากการเผาไหม้ในขณะนั้น



ภาพที่ 2-16 แสดงการทำงาน การส่งสัญญาณทางไฟฟ้าและตำแหน่ง O₂ Sensor

การทำงาน ขณะเครื่องยนต์ทำงานการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ O₂ Sensor จะไม่สามารถตรวจจับออกซิเจนในก๊าซไอเสียได้ แสดงว่าส่วนผสมหนา กล่อง ECU หรือ ECM ก็จะสั่งลดปริมาณการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงให้น้อยลงจนกว่าจะจับปริมาณออกซิเจนในก๊าซไอเสียได้อย่างเหมาะสม

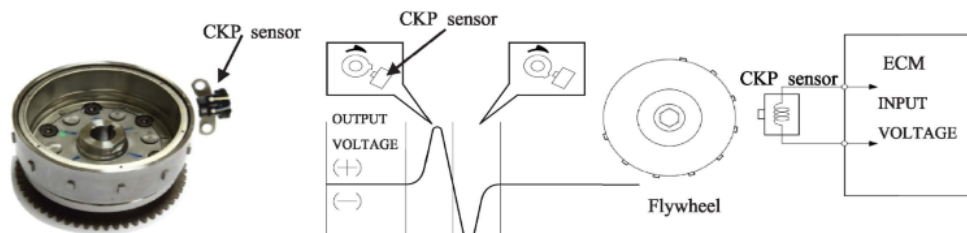
และในทางกลับกันถ้า O₂ Sensor ตรวจจับออกซิเจนในก๊าซไอเสียได้มาก แสดงว่าส่วนผสมบาง กล่อง ECU หรือ ECM จะเพิ่มปริมาณการฉีดให้สัมพันธ์กับการทำงานของเครื่องยนต์



ภาพที่ 2-17 แสดงการทำงาน และการส่งสัญญาณทางไฟฟ้า O₂ Sensor

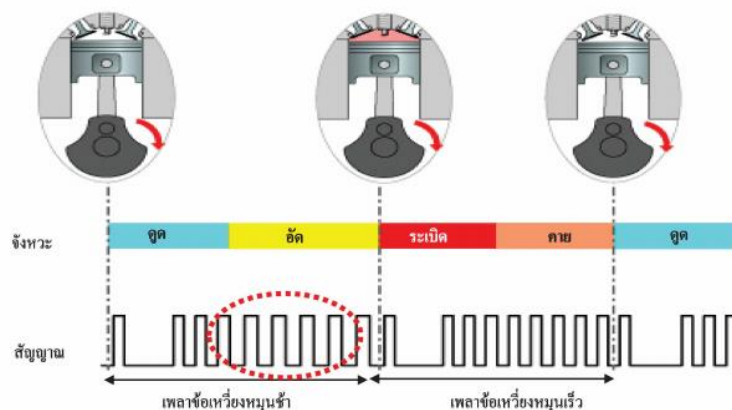
ตัวตรวจจับตำแหน่งเพลาข้อเหวี่ยง (Crankshaft Position Sensor หรือ CKP Sensor)

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



ภาพที่ 2-18 แสดงตำแหน่งและการทำงาน การส่งสัญญาณทางไฟฟ้าของ CKP Sensor

การทำงาน การตรวจสอบกระบวนการเผาไหม้จะเป็นไปตามสัญญาณที่ได้รับมาจากตำแหน่ง เพลาข้อเหวี่ยง (CKP Sensor) ซึ่งกล่อง ECU หรือ ECM จะตรวจว่า เครื่องยนต์เข้าสู่จังหวะอัด จาก ความเร็วรอบในการหมุนของเพลาข้อเหวี่ยงที่ลดลงในระหว่างการอัด แทนที่จะเป็นการตรวจสอบ กระบวนการ โดยอาศัยสัญญาณที่ได้รับมาจาก MAP Sensor



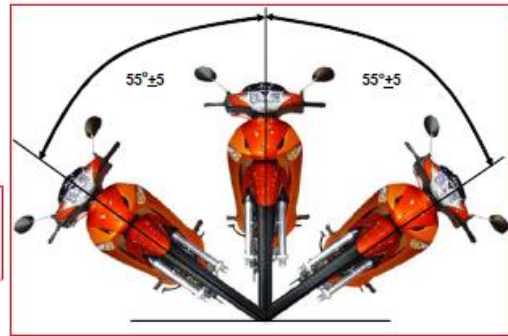
ภาพที่ 2-19 แสดงตำแหน่งและการทำงาน การส่งสัญญาณทางไฟฟ้าของ CKP Sensor

ตัวตรวจจับการเอียงของรถ (Bank Angle Sensor หรือ BA Sensor)

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



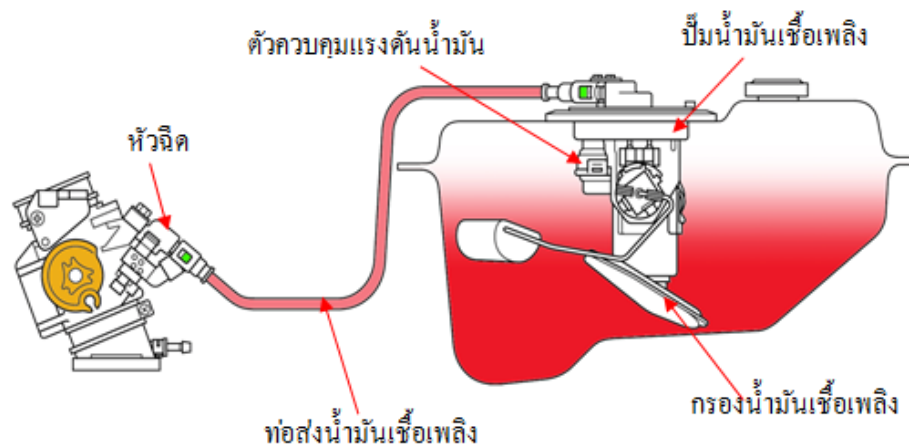
ตำแหน่งติดตั้ง Bank Angle Sensor



ภาพที่ 2-20 แสดงตำแหน่งติดตั้งและการทำงานของ BA Sensor

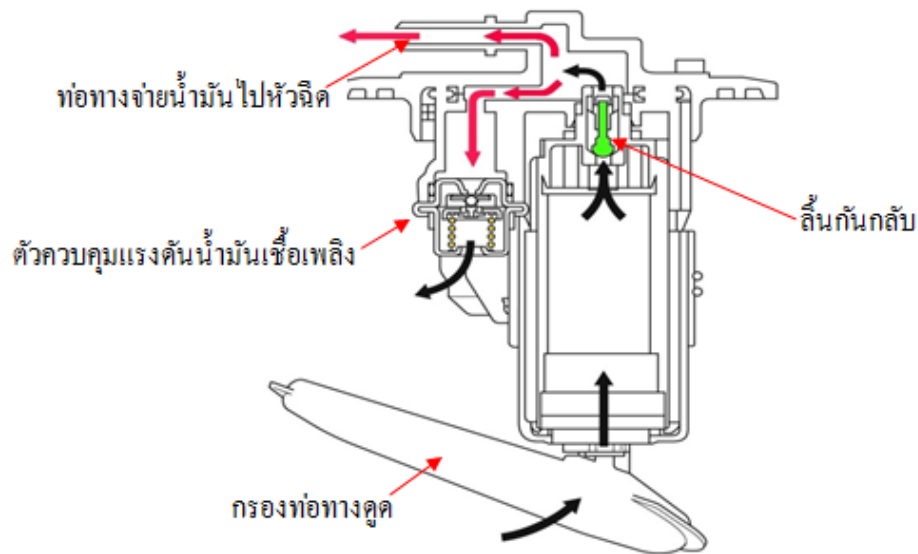
ระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงในรถจักรยานยนต์ สามารถแบ่งระบบการทำงานได้ดังนี้

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



ภาพที่ 2-21 แสดงการทำงานของบีมน้ำมันเชื้อเพลิง

ปั้มน้ำมันเชื้อเพลิง (Fuel Pump) ทำหน้าที่ สร้างแรงดันน้ำมันเชื้อเพลิงจากถังส่งไปยังหัวฉีด ในปริมาณที่เพียงพอต่อความต้องการของเครื่องยนต์ โดยปั้มน้ำมันเชื้อเพลิงจะติดตั้งอยู่ภายในถัง น้ำมันเชื้อเพลิงเป็นปั้มแบบใบพัด (Turbine Pump) ขับด้วยมอเตอร์ 12 VDC.จ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงด้วย อัตราการไหลคงที่ ที่แรงดัน 294 Kpa หรือ 3.0 Kg/cm² โดยท่อคูดของปั้มติดตั้งอยู่ในตำแหน่งต่ำสุด ของถังน้ำมันและจะมีกรองตาข่ายอยู่ด้านล่างเพื่อกรองสิ่งสกปรกที่มีขนาดตั้งแต่ 10 ไมครอนขึ้นไป มอเตอร์ปั้มจะถูกสั่งงานโดยกล่อง ECM

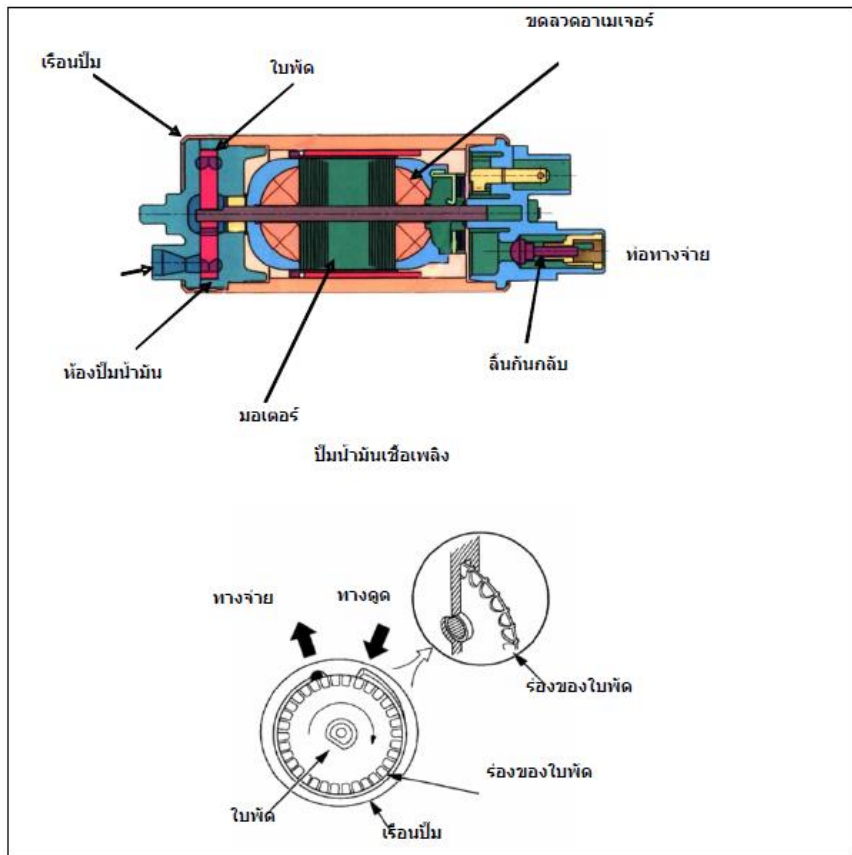


ภาพที่ 2-22 แสดงปั้มน้ำมันเชื้อเพลิง

จากการที่ปั้มน้ำมันเชื้อเพลิงจ่ายน้ำมันด้วยอัตราการไหลคงที่ตลอดเวลา แต่เครื่องยนต์ ต้องการปริมาณน้ำมันที่ไม่คงที่ ดังนั้น จึงต้องมีการควบคุมแรงดันน้ำมันอีกครั้งโดยตัวควบคุมแรงดัน ที่ติดตั้งอยู่กับปั้มน้ำมันเชื้อเพลิงภายในถังก่อนที่จะส่งไปยังหัวฉีด ทำให้ไม่มีน้ำมันส่วนเกินส่งไปยัง หัวฉีด จึงไม่ต้องมีท่อน้ำมันไหลกลับเหมือนที่ใช้ในรุ่น KPHL

ส่วนประกอบของปั้มน้ำมันเชื้อเพลิง

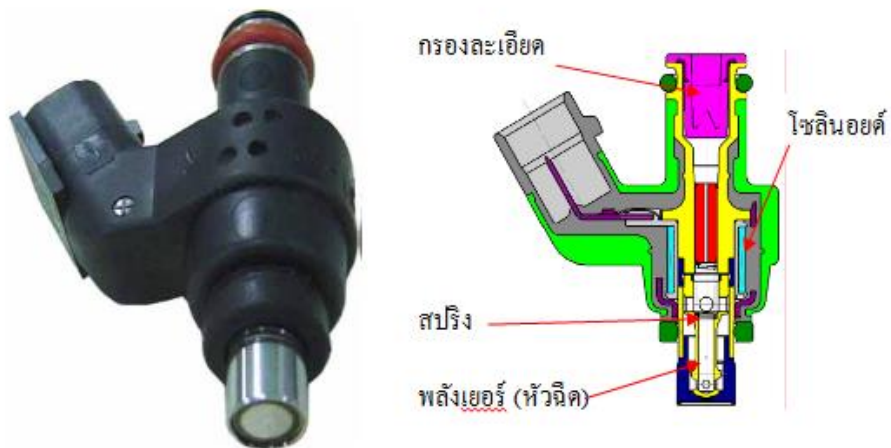
ปั้มน้ำมันประกอบด้วย ขดลวดอาเมเจอร์ ชุดปั้ม ลิ้นกั้นกลับ มอเตอร์ ใบพัด ห้องปั้ม ท่อทางคูด ท่อทางส่ง และเรือนปั้ม ปั้มน้ำมันจะทำงานทุกครั้งที่เปิดสวิตช์กุญแจโดยกล่อง ECM จะเป็นตัวสั่งให้ ปั้มทำงานเป็นเวลา 2 วินาที แล้วดับ หลังจากนั้นจะทำงานอีกเมื่อเครื่องยนต์ติด โดยปั้มน้ำมันจะ ทำงานตลอดเวลาถ้ามีสัญญาณความเร็วรอบของเครื่องยนต์ส่งมาที่กล่อง ECM ปั้มน้ำมันเชื้อเพลิงจะ หยุดการทำงานอัตโนมัติเมื่อไม่มีสัญญาณความเร็วรอบของเครื่องยนต์ส่งมาที่ ECM เมื่อปั้มหยุด ทำงานลิ้นกั้นกลับจะปิดเพื่อรักษาแรงดันน้ำมันในระบบไว้



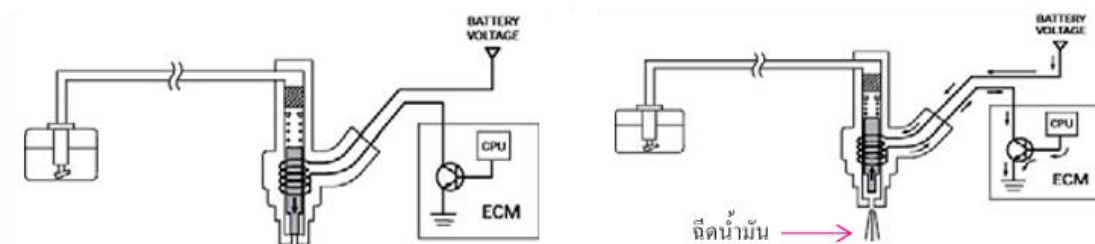
ภาพที่ 2-23 แสดงส่วนประกอบของปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิง

หัวฉีด (Injector)

ทำหน้าที่ ฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงให้เป็นฝอยละออง เพื่อคลุกเคล้ากับอากาศบริเวณท่อไอดีก่อนผ่านวาล์วไอดีเข้าสู่กระบอกสูบ หัวฉีดที่ใช้เป็นแบบบังคับการเปิดของหัวฉีดโดยโซลินอยด์ไฟฟ้าและปิดโดยแรงดันสปริง โดยมีโครงสร้างดังนี้



ภาพที่ 2-24 แสดงหัวฉีดและ โครงสร้างหัวฉีด



ภาพที่ 2-25 แสดงการทำงานของหัวฉีด

การทำงานของ หัวฉีดจะถูกควบคุมการทำงานโดยกล่อง ECM ถ้ากล่อง ECM สั่งให้ไฟที่มาจาก หัวฉีดลงกราวด์ และจะเกิดสนามแม่เหล็กที่โซลินอยด์ คูณพลังเยอร์เข็มหัวฉีดยกขึ้น ทำให้น้ำมันที่มีแรงดัน ถูกฉีดออกมาในลักษณะเป็นฝอยเพื่อผสมกับอากาศในท่อไอดี

เมื่อกล่อง ECM สั่งตัดการลงกราวด์ของหัวฉีด สนามแม่เหล็กที่โซลินอยด์ก็จะหมดไป สปริงก็จะดันให้เข็มหัวฉีดลงมาปิด น้ำมันจึงหยุดฉีด

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

มีหน้าที่ ควบคุมการทำงานของระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์โดยรับสัญญาณต่าง ๆ จาก ตัวตรวจจับ (Sensor) แล้วนำไปประมวลผลเพื่อสั่งจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงและกำหนดจังหวะในการจุดระเบิดให้มีความเหมาะสมในทุกสภาวะการทำงานของเครื่องยนต์ เพื่อการเผาไหม้ที่สมบูรณ์



ภาพที่ 2-26 แสดงตำแหน่งการติดตั้ง และกล่อง ECM

การทำงานของ กล่อง ECU หรือ ECM จะตัดการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงของหัวฉีด ในบางสภาวะการทำงานของเครื่องยนต์ เพื่อความประหยัดและเป็นการป้องกันการสึกหรอของเครื่องยนต์ คือ

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

เขา แต่เครื่องยนต์มีความเร็วรอบสูง กล้อง ECU หรือ ECM จะตัดการฉีดน้ำมันของหัวฉีด ส่วนความเร็วรอบในการตัดจะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของน้ำมันหล่อลื่นที่ส่งมาจากตัวตรวจจับอุณหภูมิ น้ำมันหล่อลื่น โดยมีเงื่อนไขดังนี้

ถ้าอุณหภูมิของน้ำมันเครื่องต่ำ ความเร็วรอบในการตัดการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงจะสูง

ถ้าอุณหภูมิของน้ำมันเครื่องสูง ความเร็วรอบในการตัดการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงจะต่ำ

ในการตัดการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงจะเป็นการตัดเพียงชั่วขณะเท่านั้น หลังจากความเร็วรอบของเครื่องยนต์ลดลงถึงค่าที่กำหนดกล้อง ECU หรือ ECM จะสั่งให้หัวฉีด ฉีดน้ำมันตามปกติเพื่อไม่ให้เครื่องยนต์ดับ

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

หลอดไฟเช็กระบบเครื่องยนต์ (FI-Indicator)

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



ภาพที่ 2-27 แสดงหลอดไฟเช็กระบบเครื่องยนต์ (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

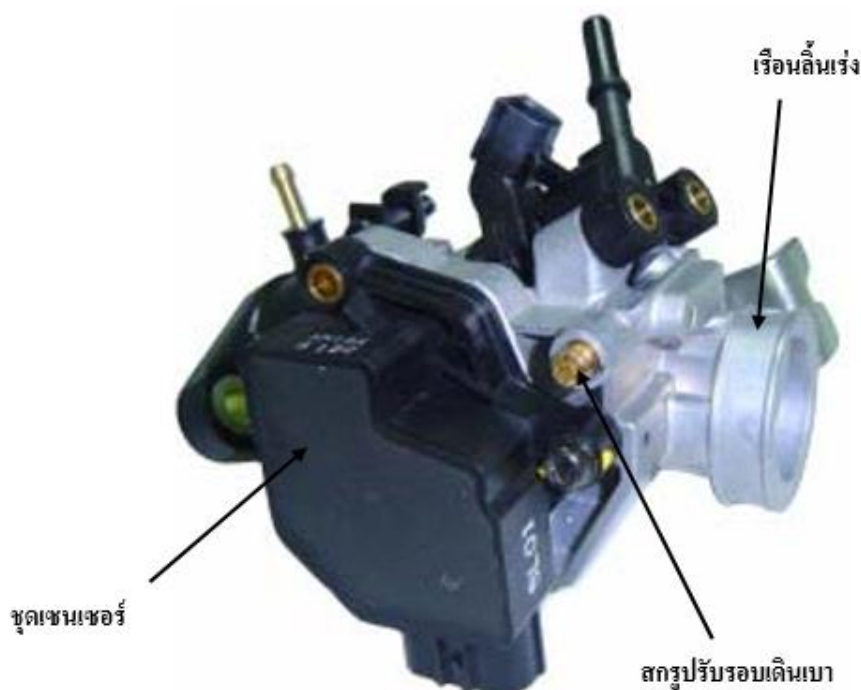
หมายเหตุ - ระบบจะตรวจสอบเฉพาะปัญหาที่เกิดจากการเปิดของวงจร หรือลัดวงจร เท่านั้น

- ข้อมูลความผิดปกติจะถูกบันทึกไว้ในกล่อง ECM ตลอดไป จนกว่าจะมีการลบข้อมูล

เรือนลิ้นเร่ง (Throttle Body)

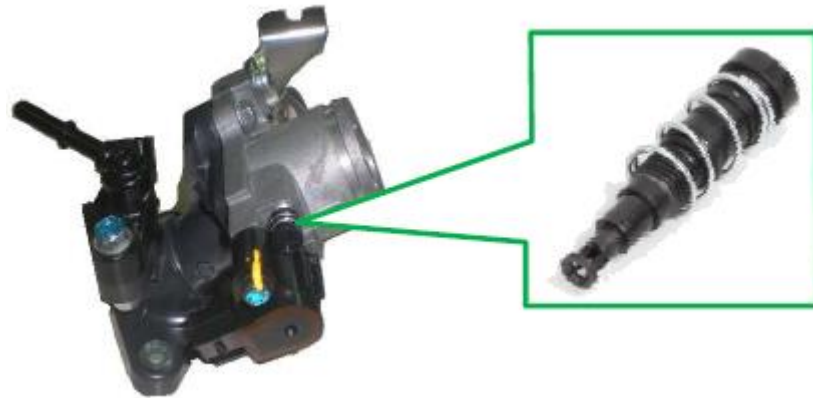
มีหน้าที่ ควบคุมปริมาณอากาศที่ไหลเข้ากระบอกสูบซึ่งเป็นการควบคุมความเร็วรอบของเครื่องยนต์ ที่ตัวเรือนลิ้นเร่งจะประกอบไปด้วยอุปกรณ์ที่สำคัญหลายชิ้น คือ

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

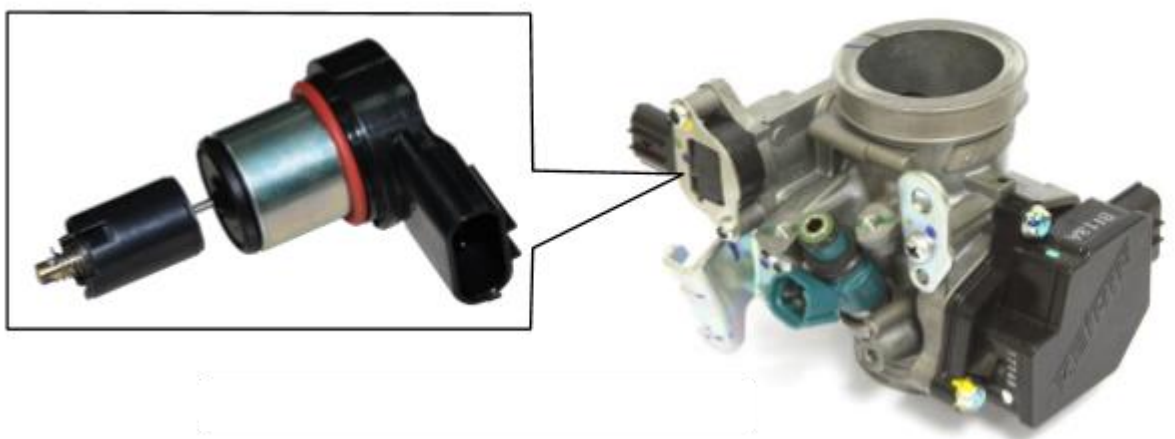
สกรูปรับรอบเดินเบา (Throttle Stop Screw) สกรูปรับรอบเดินเบาจะทำหน้าที่เปิดช่องทางให้อากาศไหลเข้ากระบอกลูกสูบได้โดยไม่ผ่านลิ้นเร่ง เนื่องจากขณะเครื่องยนต์เดินบาลิ้นเร่งปิดคั้งนั้นจึงต้องมีช่องทาง Bypass ให้อากาศผ่านเข้ากระบอกลูกสูบ เพื่อให้เครื่องยนต์เดินเบาอยู่ได้โดยไม่ดับ ถ้าปรับสกรูให้อากาศไหลผ่าน ได้มากจะทำให้ความเร็วรอบเดินเบาสูงขึ้น



ภาพที่ 2-29 แสดงเรือนลิ้นเร่งและสกรูปรับตั้งความเร็วรอบเดินเบา

วาล์วควบคุมอากาศรอบเดินเบา (IACV : Idle Air Control Valve)

ทำหน้าที่ ควบคุมปริมาณอากาศที่เข้าสู่เครื่องยนต์โดยไม่ผ่านทางลิ้นเร่ง โดยทำให้วาล์วควบคุมอากาศรอบเดินเบาเคลื่อนที่ สอดคล้องกับสัญญาณเข้าที่มาจากกล่อง ECM เพื่อที่จะรักษาความเร็วรอบของเครื่องยนต์ให้ได้ตามที่กำหนดไว้ที่ $1,450 \pm 100$ รอบต่อนาที



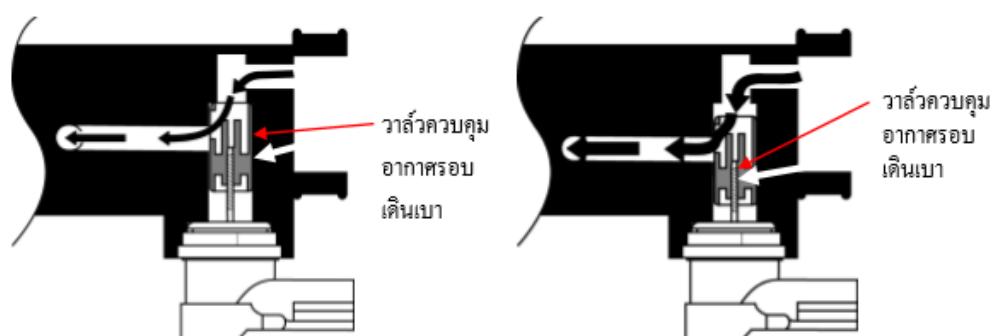
ภาพที่ 2-30 แสดงตำแหน่งการติดตั้งวาล์วควบคุมอากาศรอบเดินเบา IACV

การทำงาน เมื่อเปิดสวิตช์กุญแจ กล่อง ECU หรือ ECM จะสั่งให้มอเตอร์ปรับระยะตั้งวาล์วควบคุมอากาศเข้าหาตัวมอเตอร์ ในขณะที่ทำการตรวจวัดอุณหภูมิ น้ำหล่อเย็นของเครื่องยนต์ กล่อง

ECM จะทำให้มอเตอร์ปรับระยะหมุนเพื่อเลื่อนวาล์วควบคุมอากาศรอบเดินเบากลับคืนตำแหน่งที่เหมาะสม ซึ่งเป็นตำแหน่งที่มีปริมาณของอากาศที่เข้ามาเพียงพอต่อการสตาร์ทติดเครื่องยนต์ได้

เมื่อเครื่องยนต์ยังไม่ถึงอุณหภูมิทำงาน กล่อง ECU หรือ ECM จะควบคุมตำแหน่งของวาล์วควบคุมอากาศรอบเดินเบา เพื่อเพิ่มปริมาณของอากาศที่เข้ามา ทำให้ความเร็วรอบของเครื่องยนต์ถูกรักษาให้อยู่ที่ $1,700 \pm 100$ รอบต่อนาที

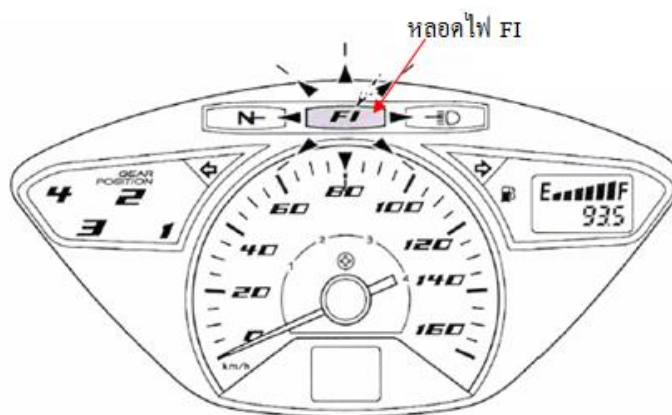
เมื่อเครื่องยนต์มีอุณหภูมิสูงขึ้น กล่อง ECU หรือ ECM จะสั่งวาล์วควบคุมอากาศรอบเดินเบาคืนกลับตำแหน่งเดิม เพื่อลดปริมาณของอากาศและควบคุมรอบเดินเบาของเครื่องยนต์ให้อยู่ที่ $1,450 \pm 100$ รอบต่อนาที



ภาพที่ 2-31 แสดงการทำงานของวาล์วควบคุมอากาศรอบเดินเบา IACV

ระบบวินิจฉัยข้อขัดข้องด้วยตัวเอง

เป็นระบบที่ติดตั้ง เพื่อเป็นการอำนวยความสะดวกกับนายช่าง โดยระบบนี้จะตรวจสอบการทำงานของเซนเซอร์อยู่ตลอดเวลา ถ้าเมื่อใดระบบตรวจพบความผิดปกติเกิดขึ้นกับเซนเซอร์ ระบบก็จะแสดงผลออกมาทางหลอดไฟ FI ซึ่งติดตั้งอยู่ที่หน้าปัดเรือนไมล์ โดยการกะพริบของหลอดไฟ FI



ภาพที่ 2-32 แสดงระบบวินิจฉัยข้อขัดข้องด้วยตัวเอง

รหัสข้อขัดข้อง

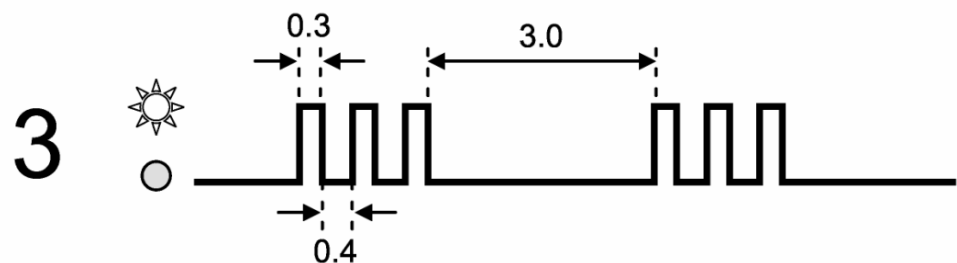
เมื่อเปิดสวิตช์จุดระเบิดไปที่ตำแหน่ง " ON " หลอดไฟจะติดขึ้นมา 2 วินาทีแล้วดับลง ถ้าระบบวินิจฉัยข้อขัดข้องด้วยตัวเอง ตรวจพบความผิดปกติของอุปกรณ์ หลอดไฟ " FI " จะกะพริบเป็นรหัสเพื่อแจ้งปัญหาให้ทราบ โดยหลอดไฟจะกะพริบเมื่อสวิตช์อยู่ในตำแหน่ง " ON " และเครื่องยนต์มีความเร็วรอบไม่เกิน 2000 รอบต่อนาที ถ้าความเร็วรอบของเครื่องยนต์สูงกว่านี้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

ระบบจะตรวจสอบเฉพาะปัญหาที่เกิดจากการเปิดของวงจรหรือปัญหาที่เกิดจากการรั่ววงจรเท่านั้น ข้อมูลความผิดปกติที่เกิดขึ้นจะถูกบันทึกไว้ในกล่อง ECU หรือ ECM ตลอดไปจนกว่าจะมีการแก้ไขปัญหาลบข้อมูลโดยการตัดไฟเลี้ยงกล่อง ECU หรือ ECM โดยการปิดสวิตช์จุดระเบิด

รหัสวินิจฉัยข้อขัดข้องที่ใช้ในระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ จะมีอยู่ 2 แบบ คือ แบบรหัสเดี่ยว และแบบรหัสคู่

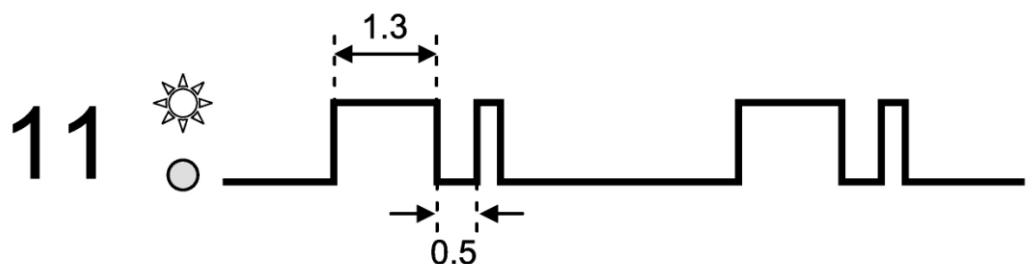
แบบรหัสเดี่ยว

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 <ul style="list-style-type: none"> • หน้าสัมผัสที่ขั้วต่อของตัวตรวจจับแรงดันสัมบูรณ์ ในท่อไอดีหลวมหรือไม่ดี • ตัวตรวจจับแรงดันสัมบูรณ์ในท่อไอดีหรือวงจรของตัวตรวจจับแรงดันสัมบูรณ์ในท่อไอดีทำงานบกพร่อง 	<ul style="list-style-type: none"> • เครื่องยนต์ทำงานได้ตามปกติ
รหัส 7 ECT Sensor EOT Sensor 	ตัวตรวจจับอุณหภูมิน้ำหล่อเย็น/น้ำมันเครื่องของเครื่องยนต์ทำงานบกพร่อง <ul style="list-style-type: none"> • หน้าสัมผัสที่ขั้วต่อของตัวตรวจจับอุณหภูมิ น้ำหล่อเย็น / น้ำมันเครื่องของเครื่องยนต์หลวมหรือไม่ดี • ตัวตรวจจับอุณหภูมิน้ำหล่อเย็น / น้ำมันเครื่องของเครื่องยนต์หรือวงจรถ่ายงานบกพร่อง 	<ul style="list-style-type: none"> • สตาร์ทติดยากที่อุณหภูมิต่ำ
รหัส 8 TP Sensor 	ตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่งทำงานบกพร่อง <ul style="list-style-type: none"> • หน้าสัมผัสที่ขั้วต่อของตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่งหลวมหรือไม่ดี • ตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่งหรือวงจรของตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่งทำงานบกพร่อง 	<ul style="list-style-type: none"> • การเร่งความเร็วของเครื่องยนต์ไม่ดีพอ • ค่าที่ได้กำหนดไว้ล่วงหน้าแล้ว : 0°
รหัส 9 IAT Sensor 	ตัวตรวจจับอุณหภูมิอากาศทำงานบกพร่อง <ul style="list-style-type: none"> • หน้าสัมผัสที่ขั้วต่อของตัวตรวจจับอุณหภูมิอากาศหลวมหรือไม่ดี • ตัวตรวจจับอุณหภูมิอากาศหรือวงจรของตัวตรวจจับอุณหภูมิอากาศทำงานบกพร่อง 	<ul style="list-style-type: none"> • เครื่องยนต์ทำงานได้ตามปกติ

ตาราง 2-2 (ต่อ) ตารางการวินิจฉัยข้อขัดข้องด้วยตัวเอง

รหัสปัญหา	จุดที่เกิดปัญหา/สาเหตุ	อาการของปัญหา
รหัส 11 VS Sensor 	ตัวตรวจจับความเร็วของรถทำงานบกพร่อง <ul style="list-style-type: none"> • หน้าสัมผัสที่ขั้วต่อของตัวตรวจจับความเร็วของรถหลวมหรือไม่ดี • ตัวตรวจจับความเร็วของรถหรือวงจรของตัวตรวจจับความเร็วของรถทำงานบกพร่อง 	<ul style="list-style-type: none"> • เครื่องยนต์ทำงานได้ตามปกติ • ระบบหยุดการทำงานของเครื่องยนต์ในรอบเดินเบาปิด
รหัส 12 Injector 	หัวฉีดทำงานบกพร่อง <ul style="list-style-type: none"> • หน้าสัมผัสที่ขั้วต่อของหัวฉีดหลวมหรือไม่ดี • หัวฉีดหรือวงจรของหัวฉีดทำงานบกพร่อง 	<ul style="list-style-type: none"> • เครื่องยนต์สตาร์ทไม่ติด • หัวฉีด บั๊มน้ำมัน เชื้อเพลิงและคอยล์จุดระเบิด
รหัส 21 O ₂ Sensor 	ตัวตรวจจับปริมาณออกซิเจนทำงานบกพร่อง <ul style="list-style-type: none"> • หน้าสัมผัสที่ขั้วต่อของตัวตรวจจับปริมาณออกซิเจนหลวมหรือไม่ดี • ตัวตรวจจับปริมาณออกซิเจนหรือวงจรของตัวตรวจจับปริมาณออกซิเจนทำงานบกพร่อง 	<ul style="list-style-type: none"> • เครื่องยนต์ทำงานได้ตามปกติ
รหัส 29 IACV Sensor 	ชุดวาล์วควบคุมอากาศรอบเดินเบาทำงานบกพร่อง <ul style="list-style-type: none"> • หน้าสัมผัสที่ขั้วต่อของชุดวาล์วควบคุมอากาศรอบเดินเบาหลวมหรือไม่ดี • ชุดวาล์วควบคุมอากาศรอบเดินเบาหรือวงจรของชุดวาล์วควบคุมอากาศรอบเดินเบาทำงานบกพร่อง 	<ul style="list-style-type: none"> • เครื่องยนต์ติดขัด สตาร์ทติดยาก เดินเบาไม่เรียบ

ตาราง 2-2 (ต่อ) ตารางการวินิจฉัยข้อขัดข้องด้วยตัวเอง

รหัสปัญหา	จุดที่เกิดปัญหา/สาเหตุ	อาการของปัญหา
รหัส 33 ECM 	กล่อง ECM ผิดปกติ	<ul style="list-style-type: none"> ● เครื่องยนต์ยนต์ทำงานได้ตามปกติ
รหัส 52 CKP sensor 	ตัวตรวจจับตำแหน่งเพลาคือเหวี่ยงทำงานบกพร่อง <ul style="list-style-type: none"> ● หน้าสัมผัสที่ขั้วต่อของตัวตรวจจับตำแหน่งเพลาคือเหวี่ยงหลวมหรือไม่ดี ● ตัวตรวจจับตำแหน่งเพลาคือเหวี่ยงหรือวงจรของตัวตรวจจับตำแหน่งเพลาคือเหวี่ยงทำงานบกพร่อง 	<ul style="list-style-type: none"> ● เครื่องยนต์สตาร์ทไม่ติด ● ระบบจุดระเบิดไม่ทำงาน
รหัส 54 Bank Angle Sensor 	ตัวตรวจจับการเอียงของรถทำงานบกพร่อง <ul style="list-style-type: none"> ● หน้าสัมผัสที่ขั้วต่อของตัวตรวจจับการเอียงของรถหลวมหรือไม่ดี ● ตัวตรวจจับการเอียงของรถหรือวงจรของตัวตรวจจับการเอียงของรถทำงานบกพร่อง 	<ul style="list-style-type: none"> ● เครื่องยนต์ทำงานปกติ ● ตัวตรวจจับการเอียงของรถหยุดทำงาน

2.2 การจำลองสถานการณ์

2.2.1 ความหมายการจำลองสถานการณ์

การจำลองสถานการณ์ (Simulation) เป็นวิธีการฝึกให้ผู้เรียนคิดวิเคราะห์ ฝึกแสดงออก ฝึกสังเกตข้อมูล ประเมินข้อมูลที่สังเกตได้ จึงจัดเป็นวิธีการให้คิดสืบค้นแบบหนึ่ง ทั้งสองวิธีเป็นการสอนให้วิเคราะห์ กรณีการแสดงบทบาทสมมติเป็นการแสดงออกในสถานการณ์ที่เป็นกรณีง่าย ๆ สั้น ๆ ส่วนการจำลองสถานการณ์หนึ่งสถานการณ์จำลอง จากข้อมูลดังกล่าว การเรียนรู้ใช้สื่อแบบจำลองสถานการณ์ สรุปได้ว่า ผู้เรียนสามารถที่จะหาความรู้ ประสบการณ์ และทักษะได้จากการเรียนในสภาวะที่คล้ายกับของจริงทุกประการ การนำเอาสภาพการเรียนแบบจำลองสถานการณ์มาใช้ก็เพื่อที่จะลดในสิ่งต่าง ๆ ที่เป็นปัจจัยต่อการศึกษา เช่น ลดเวลา ลดค่าใช้จ่ายในการซื้อวัสดุ ลดการเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุ เป็นต้น (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 สำหรับวัตถุประสงค์นี้อาจมีได้หลายประเภท เช่น วัตถุประสงค์ ประเภทความรู้เมื่อสถานการณ์จำลองก่อให้เกิดการปฏิบัติการฝึกทักษะ

2) ขอบเขตความรู้ของผู้ฝึกสถานการณ์จำลอง เนื่องจากการฝึกสถานการณ์จำลอง ผู้ฝึกจะต้องมีพื้นฐานความรู้ ความเข้าใจ อย่างกระจ่างในส่วนที่ได้เกี่ยวข้องในการฝึกสถานการณ์ จำลอง นั้น ๆ เพื่อที่จะนำความรู้ที่ได้ไปต่อยอดให้เกิดความรู้ใหม่หรือความเข้าใจในการฝึก บางครั้งผู้ฝึกอาจไม่ประสบผลสำเร็จตามความต้องการ อันมีสาเหตุมาจากผู้ฝึกขาดความรู้พื้นฐานที่เกี่ยวกับสถานการณ์จำลองนั้น ๆ อย่างกระจ่าง ดังนั้นขอบข่ายความรู้จึงเป็นตัวกำหนดให้ผู้ออกแบบสถานการณ์จำลองมีความระมัดระวังในการออกแบบให้ผู้ฝึกได้ประสบผลสำเร็จที่ดีอีกด้วย

3) ส่วนที่จำลองสถานการณ์ เนื่องจากการจำลองสถานการณ์นั้นเป็นส่วนที่เปลี่ยนมาจากความเป็นจริง ในบางครั้งลักษณะการเปลี่ยนจากของจริงให้เป็นสถานการณ์จำลอง เพื่อมุ่งหวังให้ผู้ใช้สถานการณ์เกิดทั้งความรู้และการแสดงออกพร้อมกันในส่วนที่ถูกเปลี่ยนแปลงมาจากของจริงนี้ ไม่ว่าจะผู้ออกแบบหรือผู้ใช้การจำลองสถานการณ์ก็ตามจะต้องเข้าใจในเรื่องราวในส่วนที่ถูกเปลี่ยนแปลงนี้เป็นอย่างดี 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) ได้กล่าวถึงประโยชน์จากการจำลองสถานการณ์ไว้ดังนี้

- 1) สามารถทำให้ผู้เรียนเกิดประสบการณ์ทางการศึกษาได้ใกล้เคียงกับความเป็นจริง
- 2) สามารถทำให้ผู้เรียนนำความรู้ที่ได้จากการจำลองสถานการณ์ไปประยุกต์ใช้งานในชีวิตจริงได้
- 3) ทำให้การเรียน การฝึกที่ยู่ยากสลับซับซ้อน ง่ายต่อการเข้าใจและสร้างประสบการณ์คล้ายประสบการณ์จริง
- 4) สามารถลดค่าใช้จ่ายในทางเศรษฐกิจได้ เช่น อุปกรณ์การฝึกจริงมีราคาแพง ชำรุดเสียหายได้ง่าย หรือสื่อของจริงต้องเดินทางไปศึกษาไกล ๆ ทำให้เสียค่าใช้จ่ายมาก เช่นการเรียนภูมิศาสตร์แก้ไขได้โดยการเรียนรู้ในห้องที่จำลองเกี่ยวกับภูมิศาสตร์แทน
- 5) ให้ความปลอดภัยแก่ผู้เรียน ในกรณีที่ทำงานจริงมีอันตรายหรืองานที่ยู่ยากซับซ้อน เช่น การฝึกหัดขับเครื่องบิน การซ้อมรบ
- 6) ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้นอกเหนือจากการเรียนทางด้านเทคนิคอย่างเดียว เช่น สามารถเรียนรู้ทางเซาว์ปัญญาและทางอารมณ์ได้อีก 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 ในการทำงาน เพื่อที่จะนำไปสู่ข้อมูลที่เป็นในการเรียนการสอน การฝึกเพื่อให้ได้ความรู้ความสามารถในอาชีพนั้น ๆ จริง ๆ โดยการเขียนจะสามารถทำได้ดังนี้

- 1) เขียนได้จากประสบการณ์ของตนเอง โดยเป็นการนำเอาประสบการณ์ของตัวเองมาวิเคราะห์เพื่อหาจุดละเอียดต่าง ๆ ซึ่งถ้าผู้เขียนมีประสบการณ์มากพอในงานนั้น ๆ ก็จะทำให้การ

วิเคราะห์งานมีผลออกมาใกล้ความจริงมากที่สุด ผลการวิเคราะห์งานนี้สำคัญมากสำหรับการพิจารณาค้นหาข้อมูลต่าง ๆ ของหลักสูตรฯ ต่อไป

2) ถามจากผู้เชี่ยวชาญ คือ การนำข้อมูลมาจากระบบการณของผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งจะทำให้การวิเคราะห์งานทำได้ง่ายขึ้น โดยที่ผู้ที่มีประสบการณ์หรือผู้เชี่ยวชาญจะสามารถตอบคำถามต่าง ๆ เกี่ยวกับงานนั้น ๆ ได้ จะทำให้ข้อมูลค่อนข้างถูกต้องชัดเจนแก่การวิเคราะห์งานเพื่อนำไปพิจารณาค้นหาเป็นข้อมูลต่าง ๆ ของหลักสูตรฯ ต่อไป

3) ไปสังเกตการณ์ในอาชีพจริง ๆ หรืองานจริง วิธีนี้จะได้ข้อมูลจากการไปสังเกตการณ์ในอาชีพจริงว่าเขาทำงานกันอย่างไร ใช้เวลานานแค่ไหน ใช้เครื่องมืออะไรบ้าง เป็นต้น 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 จึงจำเป็นต้องมีการศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมจากเอกสาร ตำรา รายงาน หรืองานวิจัย เพื่อที่จะได้ข้อมูลที่ครบถ้วนและถูกต้องในการพิจารณาหลักสูตรต่อไป

2.3.2 แนวทางในการวิเคราะห์งาน

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

การทำงานควรแบ่งงาน (Job) ออกเป็นงานเล็ก ๆ อย่าเลือกงานที่ใหญ่เกินไป เพราะจะทำให้ยุ่งยากในการวิเคราะห์งานและทำให้เกิดความสับสนในขณะที่ทำการวิเคราะห์งานด้วย

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 ดูที่ความถนัดในการทำงานนั้น ๆ จากงานอาชีพจริง

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

2.3.4 การวิเคราะห์งานเพื่อหาวัตถุประสงค์ในการเรียนการสอน ถ้าเรามองที่การเรียนการสอนในระบบอาชีวศึกษาโดยทั่วไป จะพบว่าการจัดการเรียนการสอนมีองค์ประกอบที่สำคัญอยู่ 2 ส่วนคือครูและนักเรียน โดยครูทำหน้าที่เป็นผู้ชี้แนะแนวทางในการเรียนให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้ ซึ่งหมายถึง หลังจากการเรียนการสอนแล้วผู้เรียนจะมีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม สามารถที่จะทำอะไรตามที่ต้องการได้โดยที่เขาไม่เคยทำงานมาก่อน เช่น ทำงานเจาะได้ ทำงานบัดกรีเป็น ทำงานตรวจสอบระบบไฟฟ้าจุดระเบิดแบบ CDI ได้ ทำงานเดินสายไฟระบบแสงสว่างในอาคารได้ เป็นต้น

โดยประเด็นนี้ การจัดการเรียนการสอนจึงจำเป็นต้องมีวัตถุประสงค์การสอนเป็นตัวกำหนดเป้าหมายปลายทางว่าจะให้ผู้เรียนทำอะไร อย่างไรได้บ้าง หลังจากการเรียนการสอนจบแล้ว เช่น ถ้าต้องการให้ผู้เรียนทำงานเจาะได้ วัตถุประสงค์การสอนก็ต้องระบุถึงพฤติกรรมต่าง ๆ หลังจากการเรียนการสอนว่า จะให้ผู้เรียนมีความสามารถอย่างไรบ้าง ถึงจะทำงานเจาะได้ เป็นต้น อย่างไรก็ตาม ครูบางคนอาจเขียนวัตถุประสงค์การสอน กล่าวถึงงานอย่างกว้าง ๆ เอาไว้ เช่น หลังจากการเรียนการสอนแล้ว ผู้เรียนจะสามารถทำงานเจาะได้ เป็นต้น ปัญหาที่จะติดตามมาก็คือ ในการเรียนการสอนเพื่อให้ผู้เรียนทำงานเจาะได้นั้น ไม่ทราบว่าจะต้องให้ผู้เรียนเลือกคอก สว่านถูกต้องกับชนิดของวัสดุ

งานหรือไม่ จะต้องปรับความเร็วรอบเครื่องเจาะเป็นด้วยหรือเปล่า หรือจะต้องลับดอกสว่านเป็นด้วย จึงจะถือได้ว่าทำงานเจาะได้สมบูรณ์

ด้วยเหตุนี้ ก่อนที่จะเขียนวัตถุประสงค์สำหรับใช้ในการเรียนการสอน จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องแยก ถึงรายละเอียดของงานที่ต้องการสอน ต้องการดูว่า ถ้าจะให้ผู้เรียนทำงานนั้น ๆ ได้ โดยสมบูรณ์แล้ว เขาควรที่จะต้องมีคุณสมบัติอย่างไรบ้าง ซึ่งเราเรียกกระบวนการอันนี้ว่า การวิเคราะห์งาน เหมือนกันกับการวิเคราะห์ที่กล่าวมาแล้วข้างต้น โดยงานย่อยเหล่านี้จะประกอบกันจนเป็นอาชีพดังกล่าว แต่ถ้าจำนวนของงานย่อยมีมากพอจนทำให้เกิดปัญหาตามมาว่าจะรู้ได้อย่างไรว่างานไหนสำคัญ จำเป็นต้องมีการเรียนการสอน ผู้เรียนต้องรู้จริง ผู้เรียนต้องทำได้จริง หรืองานไหนต้องเรียนแต่ไม่จำเป็นต้องรู้จริง คือ แค่อูู้ ไม่ต้องรู้ทั้งหมด เป็นต้น

2.3.5 การตรวจสอบ Task ของงานต่าง ๆ การระบุความสามารถ (Task) ในการทำงานใดงานหนึ่ง โดยผู้ศึกษางานเพียงคนเดียวอาจ ได้ข้อมูลที่ไม่สมบูรณ์เพียงพอ ฉะนั้น การที่จะตรวจสอบว่า Task ต่าง ๆ ที่ระบุเอาไว้สำหรับงานหนึ่ง ๆ เพียงพร้อมสมบูรณ์หรือเป็นจริงมากน้อยเพียงใดหรือไม่ ควรเพิ่มเติมข้อมูลอะไรบ้าง 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 ซึ่งโดยปกติแล้วผู้เรียนจะมีความรู้ในตัวได้ 2 ลักษณะ คือ การจำและเข้าใจเนื้อหานั้น ๆ เช่น ความจำเกี่ยวกับชนิด/ประเภทของเครื่องมือต่าง ๆ ความเข้าใจเกี่ยวกับวิธีการใช้เครื่องมือต่าง ๆ เป็นต้น

2) ทักษะ (Skills) หมายถึง การใช้กล้ามเนื้อส่วนต่าง ๆ ของร่างกายทำงาน ประกอบกับเครื่องมือ อุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น ผู้เรียนมีทักษะในการตอกนาคูณย์แสดงว่าผู้เรียนใช้มือ จับคั้นจับด้าน ค้อนและจับค้อนนำคูณย์ ตอกค้อนลงบนค้อนนำคูณย์ได้อย่างถูกต้องได้ผลงานตามที่ต้องการ เป็นต้น

การสอนหรือการฝึกให้ผู้เรียนมีทักษะในการปฏิบัติงานตาม Task ต่าง ๆ โดย ปกติแล้วจะต้องอาศัยความรู้ประกอบด้วย แต่ว่าการสอนให้ผู้เรียนมีความรู้ อาจไม่จำเป็นต้องมี การฝึกทักษะก็ได้

2.3.6.2 แนวทางการวิเคราะห์ Knowledge/Skills การวิเคราะห์ Knowledge/Skills สำหรับ Task ใด Task หนึ่งนั้น จะต้องพิจารณาว่าถ้าจะให้ผู้เรียนมีพฤติกรรมตาม Task ที่ระบุไว้ นั้น เขาควรจะต้องมีความรู้และต้องฝึกทักษะอะไรบ้าง

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

1) การฟื้นคืนความรู้ (Recalled Knowledge) การฟื้นคืนความรู้ คือ การลอกเลียน ความรู้เก่าหรือความรู้เดิมจากที่ได้ศึกษามาแล้วออกมาใช้งานในลักษณะเดิมทุกอย่าง

2) การประยุกต์ความรู้ (Applied Knowledge) การประยุกต์ความรู้ คือ การนำเอา ความรู้ซึ่งได้ศึกษามาแล้วมาใช้แก้ปัญหาใหม่ในลักษณะเดิมซึ่งเคยมีประสบการณ์มาแล้ว

3) การส่งถ่ายความรู้ (Transferred Knowledge) การส่งถ่ายความรู้ คือ การนำเอา ความรู้ซึ่งได้ศึกษามาแล้วผนวกกับประสบการณ์เก่าบางอย่าง เกี่ยวข้องกับการนำมาใช้แก้ปัญหาใหม่ ซึ่งมีลักษณะแตกต่างไปจากสิ่งที่เคยมีประสบการณ์มาแล้ว

2.3.7 การวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

2.3.7.1 ความหมายของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (Behavioral Objectives) เป็น วัตถุประสงค์ที่ตั้งขึ้นเพื่อแสดงให้เห็นอย่างชัดเจนว่า หลังจากมีการ เรียนการสอนแล้ว ผู้เรียนจะสามารถแสดงพฤติกรรมที่วัดได้ สังเกตได้ออกมาอย่างไรบ้างภายในเงื่อนไขอย่างไร และต้องทำ ได้มากน้อยเพียงใด คำที่ประกอบขึ้นเป็นวัตถุประสงค์แบบนี้ ต้องเป็นคำกริยาที่ผู้เรียนแสดงออกเป็นการกระทำที่มองเห็นหรือสังเกต หรือวัดได้

2.3.7.2 ส่วนประกอบของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ประกอบด้วย ส่วนประกอบที่สำคัญ 3 ส่วน คือ

1) พฤติกรรมขั้นสุดท้ายหรือพฤติกรรมที่คาดหวัง (Terminal Behavior or Expected Behavior) หมายถึง พฤติกรรมที่คาดหวังว่าเมื่อสิ้นสุดการเรียนการสอนแล้วผู้เรียนจะต้องมีพฤติกรรม ใด ๆ และพฤติกรรมที่เกิดขึ้นนั้นจะต้องวัดได้ สังเกตได้ การเขียนพฤติกรรมที่คาดหวังต้องใช้คำกริยาที่บ่งถึงการกระทำ (Action Verb) เช่น บอก อธิบาย จำแนก สร้าง คำนวณ แก้ไข เป็นต้น ดังนั้น จึงกล่าวได้ว่าองค์ประกอบสิ่งแรกของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม คือพฤติกรรมที่ผู้เรียนแสดงออกใน

รูปของความสามารถหรือ Task นั้นเอง ตัวอย่างเช่น คำนวณ ค่ากระแสไฟฟ้าในวงจรไฟตรงได้อธิบายส่วนประกอบของวงจรหลอดฟลูออเรสเซนต์ได้

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

(1) เป็นส่วนหนึ่งของเนื้อหาบทเรียน หรือทำให้ผู้เรียนเกิดพฤติกรรมที่ต้องการในบทเรียนนั้น ๆ เช่น อธิบายหลักการการทำงานของเครื่องยนต์ดีเซล 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 เจียรระโนผิวโลหะขนาดพื้นที่ 10 ซม. ได้เรียบ สม่ำเสมอภายในเวลา 30 นาที สาธิตการต่อ โวลต์มิเตอร์และแอมป์มิเตอร์ในวงจรไฟสลบได้ภายในเวลา 5 นาที

(2) การกำหนดจำนวนต่ำสุด เช่น เหตุผลสำหรับการใช้ใบเลื่อยฟันละเอียด ในการเลื่อยชิ้นงานหน้าตัดได้อย่างน้อย 2 ข้อ บอกส่วนประกอบของหลอดไฟฟ้าแบบมีไส้ได้ ถูกต้อง 5 ข้อ

(3) การระบุเป็นเปอร์เซ็นต์ หรือสัดส่วน เช่น อ่านค่าความต้านทานจาก โคลด์สีได้ถูกต้อง 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 วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมต้องเป็น วัตถุประสงค์ที่บ่งถึงพฤติกรรมของผู้เรียน หลังจากที่มีการเรียนการสอนเรื่องนั้น ๆ ไปแล้ว ไม่ใช่พฤติกรรมที่เกิดขึ้นก่อนหรือเป็นพฤติกรรมที่เกิดขึ้นในระหว่างที่มีการเรียนการสอน

2.3.8.2 วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมจะต้องเกี่ยวข้องกับพฤติกรรมของผู้เรียน ไม่ใช่พฤติกรรมของผู้สอน

2.3.8.3 วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมต้องประกอบด้วยพฤติกรรมที่คาดหวังที่สังเกตได้ หรือ วัดได้ แสดงออกให้เห็นในรูปของความสามารถด้วยการใช้คำกิริยาระบุพฤติกรรมนั้น ๆ ไม่ใช่คำต่อไปนี้มีระบุพฤติกรรม เช่น รู้ เชื่อ เข้าใจ พอใจ ซาบซึ้ง ทราบ คำนึง จำ สนใจ ชอบ สำนึก ตระหนัก รู้คุณค่า

2.3.8.4 วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมในบทเรียนหนึ่ง ๆ ควรวัดทักษะให้ครบทุกด้าน ทั้งทางสมอง ทางกล้ามเนื้อและทางความรู้สึกรวมกันจะสมบูรณ์

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 เน้นให้ผู้เรียนมีพฤติกรรมในการเรียนรู้สูงถึงระดับไหน โดยใช้สัญลักษณ์แทนความสามารถทางสติปัญญาของผู้เรียน 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 สร้างขึ้นเพื่อวัดระดับพื้นฐานความรู้ ระดับนำความรู้ไปใช้งานทำได้ง่าย แต่การสร้างเพื่อวัดระดับส่งถ่ายความรู้ อาจทำได้ยาก จึงควรใช้ข้อสอบอัตนัย ซึ่งสามารถใช้วัดได้ตั้งแต่ระดับพื้นฐานความรู้ถึงระดับส่งถ่ายความรู้ได้ดี ดังนั้น ถ้าเราพิจารณาถึงรายละเอียดของวัตถุประสงค์การสอนดูแล้วเห็นว่า วัตถุประสงค์ระดับส่งถ่ายความรู้ข้อใดต้องอาศัยวัตถุประสงค์การสอนระดับอื่น ๆ เป็นพื้นฐาน หรือมีส่วนเกี่ยวข้องกันอยู่ก็อาจออกข้อสอบอัตนัยวัดผลก็ได้

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

2.4.3.3 จำนวนผู้เข้าสอบในครั้งนั้น ถ้าผู้เข้าสอบมีจำนวนน้อย และข้อสอบที่ใช้ นั้น ไม่ได้นำไปใช้กับผู้สอบกลุ่มอื่น ๆ อีกต่อไป ก็อาจใช้ข้อสอบอัตนัยวัด หรือถ้าผู้สอบมีจำนวนน้อย และเรื่องราวที่จะวัดมีน้อยก็อาจใช้การสัมภาษณ์ได้ หากผู้เข้าสอบมีจำนวนมากและข้อสอบที่ใช้ นั้น ต้องการนำไปใช้อีกต่อไป ข้อสอบที่ใช้วัดผลก็ควรเป็นแบบปรนัย เพราะผู้สอบจะจำข้อสอบปรนัย

จำนวนมากได้ยากกว่าการจำข้อสอบอัตนัยเพียง 4-5 ข้อ นอกจากนั้นผู้สร้างข้อสอบอาจต้อง คำนึงถึง สิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ ในการจัดทำข้อสอบ เช่น เครื่องพิมพ์ เครื่องอัดสำเนา เครื่องถ่ายเอกสาร และเครื่องมืออื่น ๆ ที่จำเป็นต้องใช้ในการทำข้อสอบเป็นต้น ข้อสอบที่จัดสร้าง ขึ้นควรอยู่ในวิสัยที่จะ สร้างด้วยเครื่องมือที่มีอยู่ได้ รวมถึงความสามารถต่าง ๆ ในการสร้างข้อสอบ ของตัวครูเอง ครูผู้ออก ข้อสอบบางคนอาจเห็นว่าข้อสอบบางชนิดสร้างง่ายและคิดใจอยู่กับการใช้ ข้อสอบชนิดนั้น ๆ ซึ่งโดย แท้จริงแล้วไม่ใช่วิธีการที่ถูกต้องนัก ครูควรออกข้อสอบได้ทุกชนิด ซึ่งวิธีการที่จะปรับปรุง ความสามารถในการออกข้อสอบให้ดีขึ้นทำได้โดยการเขียนและฝึกหัดสร้างข้อสอบทุกชนิดอยู่เสมอ ๆ ก็จะช่วยให้ครูออกข้อสอบได้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

2.4.3.4 ข้อพิจารณาในการสร้างข้อสอบการออกข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการเรียนของ ผู้เรียนในวิชาต่าง ๆ จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องสร้างข้อสอบจำนวนมาก เพื่อให้การออกข้อสอบ ละเอียดและง่ายขึ้น จึงควรที่จะออกข้อสอบแต่ละข้อแยกไว้ข้อละแผ่น พร้อมจัดเตรียมคำตอบเฉลย และการให้คะแนนเอาไว้ด้วย

2.4.4 ลักษณะของแบบทดสอบที่ดีเครื่องมือวัดผลทางการศึกษาหรือแบบทดสอบที่ครูจะสร้าง ขึ้นนั้นควรมีคุณภาพดี ซึ่งมีเกณฑ์พิจารณาดังกล่าวของ ประสงค์, (2544) กล่าวไว้ดังนี้

2.4.4.1 มีความเที่ยงตรง (Validity) ใช้วัดได้ตรงในสิ่งที่ต้องการวัด ความตรงนับว่า เป็น ลักษณะที่สำคัญที่สุดของแบบทดสอบ ความตรงของแบบทดสอบแบ่งออกเป็น 4 ชนิด คือ

1) ความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (Content Validity) คือ แบบทดสอบนั้นมีข้อความ สอดคล้องกัน หรือตรงตามเนื้อหาวิชาที่กำหนดไว้ในหลักสูตร

2) ความเที่ยงตรงตามสภาพ (Concurrent Validity) คือ แบบทดสอบที่เมื่อผู้สอบ โดย แบบทดสอบนั้น ไปแสดงพฤติกรรมปฏิบัติจริง จะสามารถแสดงพฤติกรรมนั้นได้สอดคล้องกับ ความสามารถที่ได้จากการทดสอบ เช่น นักเรียนคนหนึ่งสอบวิชาทศวรรษวิกรม เรื่องใดถูกต้อง หลังจากการสอบได้ให้คำนวณเรื่องในทำนองเดียวกัน นักเรียนผู้นั้นก็สามารถ คำนวณได้อย่างถูกต้อง แบบทดสอบเรื่องการคำนวณหาแรงในโครงสร้างนี้จึงถือว่ามีความตรงตามสภาพสูง

3) ความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์ (Predictive Validity) คือ ลักษณะของแบบทดสอบที่ สามารถพยากรณ์พฤติกรรมใด ๆ ที่เกี่ยวข้องับพฤติกรรมที่กำหนดไว้ในแบบทดสอบได้ เป็นการวัด ถึงความสอดคล้องกับข้อเท็จจริงในอนาคต

4) ความเที่ยงตรงตามโครงสร้าง (Construct Validity) คือ แบบทดสอบที่สามารถวัด สมรรถภาพทางด้านสมองด้านต่าง ๆ ได้ตรงตามที่กำหนดไว้ในหลักสูตร เช่น ด้านความรู้ ความจำ ความเข้าใจการนำไปใช้ เป็นต้น

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

1) คำถามต้องชัดเจน อย่าใช้คำถามที่กำกวม เพื่อให้ผู้สอบจะได้เข้าใจคำถามตรงกันกับความต้องการของผู้สร้างข้อสอบ

2) มีคำตอบที่แน่นอน นักเรียนที่ตอบได้จะตอบในขอบเขตเนื้อหาเดียวกัน

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

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) แบบทดสอบที่นี้นั้นควรมีความยากง่ายพอเหมาะ ถ้ายากหรือง่ายเกินไปจะทำให้มีผลต่อความเชื่อถือได้

2.4.4.6 มีค่าอำนาจจำแนกที่ดี (Discrimination) แบบทดสอบแต่ละข้อจะต้องสามารถแยกคนเก่งและคนไม่เก่งออกจากกัน กล่าวคือ คนเก่งจะต้องตอบถูก คนไม่เก่งจะตอบไม่ถูก

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

2.4.4.8 มีประสิทธิภาพสูง (Efficiency) แบบทดสอบที่ดีจะต้องสามารถสร้างข้อสอบให้ตรงตามเนื้อหา ตามวัตถุประสงค์และมีคุณค่ามากที่สุดโดยใช้เวลา แรงงาน และค่าใช้จ่ายน้อยที่สุดสามารถใช้ข้อสอบได้หลายครั้ง 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

กัญญา ลินทรต้นศิริกุล. (2546: 286) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหรือผลการเรียนรู้อ หมายถึง ความรู้หรือทักษะที่ได้จากการเรียนรู้ในรายวิชาที่กำหนดไว้ในหลักสูตร

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

มันทนา พักขาว. (2549: 36) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คุณลักษณะหรือความสามารถทางสมองของบุคคลที่พัฒนาขึ้น ทั้งทางด้านความรู้ ความจำ ทักษะความรู้สึกละและค่านิยม ซึ่งได้จากการเรียนรู้ประสบการณ์และสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ

จากแนวคิดดังกล่าวสรุปได้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง พฤติกรรมที่แสดงออกถึงความสามารถทางการเรียนรู้และคุณลักษณะทางการเรียนของผู้เรียนแต่ละบุคคลที่เกิดขึ้นจากการได้รับประสบการณ์ภายใต้สิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ที่ผู้สอนจัดขึ้นเพื่อให้เกิดการพัฒนาสมอง ด้านความรู้ ความจำ และทักษะปฏิบัติต่าง ๆ

2.5.2 ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

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

บรรพต สุวรรณประเสริฐ. (2544: 124) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดความก้าวหน้าของผู้เรียนในส่วนที่เป็นมโนคติทั้งหลาย ในเนื้อหาแบบทดสอบเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ จะเป็นแบบทดสอบเพื่อที่แสดงให้เห็นความสามารถของผู้เรียน

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

จากแนวคิดในการใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดังกล่าว ผู้วิจัยได้ใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สร้างขึ้น ใช้ทดสอบในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ และการสอบปลายภาค เพื่อใช้ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชางานจักรยานยนต์ รหัสวิชา 2101-2102 ของผู้เรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) วิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์ 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 แบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนทั่วไป ซึ่งสร้างโดยผู้เชี่ยวชาญ มีการวิเคราะห์และปรับปรุงอย่างดีจนมีคุณภาพ มีมาตรฐาน กล่าวคือ มีมาตรฐานในการดำเนินการสอบ วิธีการให้คะแนน และแปลความหมายของคะแนน

จากข้อความข้างต้นสรุปได้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ประกอบด้วยแบบทดสอบที่ผู้สอนสร้างขึ้น ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบอัตนัยและแบบปรนัย และเป็นแบบทดสอบมาตรฐานที่มีการพัฒนาคุณภาพมาเป็นอย่างดี

2.5.4 หลักในการเขียนข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์

สมนึก ภัททิยธนี. (2546: 67-71) ได้เสนอแนวคิดการเขียนแบบทดสอบโดยทั่วไปจะต้องคำนึงถึงสิ่งสำคัญต่อไปนี้

1) วัตถุประสงค์ของการสอบ ก่อนเขียนจะต้องกำหนดวัตถุประสงค์ในการสอบให้ชัดเจนว่าสอบไปทำไม และต้องการสอบอะไรบ้าง สิ่งที่ต้องการสอบนั้นจะต้องกำหนดในรูปของพฤติกรรมที่สามารถวัดได้

2) ความตรง (Validity) ข้อสอบที่ดีจะต้องสามารถวัดในสิ่งที่ต้องการจะวัด กล่าวคือ ถ้าตั้งวัตถุประสงค์ไว้อย่างไรข้อสอบที่สร้างขึ้นจะต้องวัดตามวัตถุประสงค์นั้น ๆ เท่านั้น เช่น ตั้งวัตถุประสงค์ไว้ว่า “ผู้เรียนสามารถบอกลักษณะที่ดีของข้อสอบแบบปรนัยได้” ข้อสอบจะต้องถามเฉพาะเรื่องลักษณะที่ดีของข้อสอบปรนัย มิใช่ถามเรื่องอื่น นอกจากนั้นยังต้องพิจารณาระดับของวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ เช่น ต้องการวัดความจำ ข้อสอบก็ต้องวัดเพียงความจำ หรือถ้าต้องการวัดการแก้ปัญหา ข้อสอบที่สร้างก็ต้องวัดการแก้ปัญหา เป็นต้น

3) ความเป็นปรนัย (Objectivity) ความเป็นปรนัยข้อสอบ หมายถึง

3.1) ความเป็นปรนัยในเรื่องของความถูกต้อง กล่าวคือ ผู้เชี่ยวชาญในสาขาวิชานั้นต้องยอมรับว่าถูกต้อง

3.2) ความเป็นปรนัยในการให้คะแนน จะต้องมีโอกาสการตรวจให้คะแนนที่แน่นอน ไม่ขึ้นอยู่กับอารมณ์ของผู้ตรวจ ซึ่งผู้ตรวจจะเป็นใครก็ตามจะตรวจให้คะแนนได้เหมือนกัน

3.3) ความเป็นปรนัยในด้านภาษา คือ ผู้เรียนอ่านแล้วเข้าใจความหมายของเนื้อความได้อย่างชัดเจน และถูกต้องกับวัตถุประสงค์ของผู้สอน เป็นความชัดเจนในการใช้ภาษาข้อสอบที่ดี ไม่ว่าใครอ่านข้อสอบนั้นก็ได้รับความหมายตรงกัน

3.4) ระดับความยาก (Difficulty index) ข้อสอบที่ดีควรมีระดับความยากพอเหมาะ คือ ไม่ยากไม่ง่ายเกินไป สำหรับผู้เรียน ถ้าข้อสอบยากเกินไปจะทำให้ผู้เรียนเดามากขึ้น ความยากของข้อสอบสำหรับข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ควรอยู่ระหว่าง 0.20- 0.80 ของข้อสอบทั้งหมด อย่างไรก็ตาม สำหรับข้อสอบชนิด Criteria Referenced Test ซึ่งถือการตีความของคะแนนเปรียบเทียบกับเกณฑ์กำหนด จะไม่คำนึงถึงความยากของข้อสอบที่ใช้

3.5) ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination power) ข้อสอบที่ดีจะต้องสามารถแยกแยะผู้เรียนเก่งและผู้เรียนที่เรียนอ่อนออกจากกันได้ ถูกต้องจะต้องขึ้นอยู่กับความรู้ในเรื่องนั้น มิใช่เป็นการบังเอิญหรือเดา โดยปกติข้อสอบที่มีอำนาจจำแนกจะเป็นข้อสอบที่ผู้เรียนเก่งตอบถูกมากกว่าผู้เรียนที่เรียนอ่อน ข้อสอบที่ผู้เรียนเก่งตอบถูกน้อยกว่าที่ผู้เรียนอ่อนจะเป็นข้อสอบที่ไม่ดี ไม่ควรนำมาใช้ในการสอบวัดอย่างยิ่ง ปกติระดับค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบที่มีคุณภาพ จะต้องมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป

3.6) ความเที่ยง และความตรงของแบบทดสอบ ซึ่งเป็นข้อสอบทั้งชุดนั้น หมายถึง ผลการสอบจะได้ผลคงที่แน่นอน จะใช้แบบทดสอบนั้นก็ครั้งกับผู้เรียนคนหนึ่ง 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 แพริตกุล อ้างถึงใน วันเพ็ญ วรรณโกมล. (2545: 203) กล่าวถึงคุณลักษณะของแบบทดสอบที่ดีไว้ดังนี้

- 1) เที่ยงตรง เป็นคำถามที่สามารถวัดสิ่งที่เราต้องการจะวัดได้อย่างถูกต้องครบถ้วน มีความมุ่งหมายที่เราต้องการหรือไม่และเที่ยงตรงในด้านใด
- 2) ยุติธรรม คำถามไม่เปิดช่องให้ผู้เรียนเก่งใช้ไหวพริบเดาถูกได้ ไม่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนอ่อนตอบได้ และไม่ช่วยเหลือผู้เรียนโศกคิเก็งข้อสอบได้
- 3) ถามลึก เป็นคำถามที่ไม่วัดแต่เพียงเนื้อความผิวเผิน ตามตำราและความจำ คำถามให้ผู้เรียนนำความรู้ไปวิเคราะห์ และนำไปใช้ในสถานการณ์จริง ๆ หรือที่คล้ายคลึงกัน
- 4) ยั่วเยว เป็นคำถามที่สามารถปลุกให้ผู้เรียนตื่นเต้น กระหายที่จะลองสอบ ลองสู้้อีกหรือไม่ 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 คำถามยั่วเยวต้องจำเพาะเจาะจง 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 แก้วกาฬี (2560 : 6) ความเป็นมาของการจำลองปัญหาในการจัดการเรียนการสอน ระบบไฟฟ้ารถยนต์ ไฟฟ้ายานยนต์ ระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ และอิเล็กทรอนิกส์ยานยนต์ จำเป็นต้องแบ่งเนื้อหาสาระการสอนออกเป็น 2 ส่วน คือ ภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ

ภาคทฤษฎี เป็นการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะทางสมองให้มีความรู้ความเข้าใจหลักการอย่างถ่องแท้ ในเรื่องนั้น ๆ โดยสิ่งที่จำเป็นอย่างยิ่งอีกเรื่องหนึ่งสำหรับผู้เรียน คือ ทักษะการแปลค่า แปลความหมายจากหลักการทางภาคทฤษฎีสู่ภาคปฏิบัติ เช่น อ่านวงจร, เขียนวงจรไฟฟ้าได้จะต้องส่งต่อไปยังการต่อวงจรไฟฟ้าได้

ภาคปฏิบัติ เป็นการฝึกทักษะทางกล้ามเนื้อเพื่อให้เกิดความชำนาญ ความเชี่ยวชาญ ไม่ใช่แค่เพียงรู้และเข้าใจ ว่าทำอะไร แต่ต้องทำได้ ปฏิบัติได้ ซึ่งแบ่งไว้หลายระดับ ตั้งแต่ขั้นทำตามแบบถึงขั้นทำด้วยความชำนาญ ทำได้โดยอัตโนมัติ ในส่วนของงานช่างยนต์นั้น สิ่งสำคัญสูงสุดที่ทุกคนต้องมี คือ

ทักษะการคิดวิเคราะห์และการแก้ไขข้อขัดข้องจะเกิดในตัวผู้เรียนได้อย่างไร

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

2.6.2 การจำลองปัญหาในงานการเรียนการสอน

หอมจันทร์ แก้วกาสิ (2560 : 7) การจำลองปัญหาเพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์เพื่อแก้ไขข้อขัดข้องนั้น ถือเป็นความสามารถขั้นสูงของครูผู้สอน โดยเฉพาะปัจจุบันเครื่องยนต์ เป็นเครื่องยนต์ที่ควบคุมการทำงานด้วยอิเล็กทรอนิกส์โดยสิ้นเชิงแล้ว

ครูผู้สอนจะต้องมีความรู้ ทักษะสูง ทั้งระบบกลไกเครื่องยนต์และระบบควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ จึงจะทำให้การจำลองปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นกับเครื่องยนต์เป็นไปอย่างมีคุณภาพ มีประสิทธิภาพ ให้ผู้เรียนอยากสืบค้น ทดวิเคราะห์และแก้ไขข้อขัดข้อง และสิ่งสำคัญจะต้องไม่เป็นอันตรายกับผู้เรียน และไม่เกิดความเสียหายกับระบบควบคุมเครื่องยนต์

องค์ประกอบของการจำลองปัญหาระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์สมัยใหม่ อย่างมีคุณภาพ

การจำลองปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพครูผู้สอนต้องมีความรู้ความเข้าใจและทักษะในสิ่งต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

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

ความหมายของข้อมูลดังกล่าว

เทคนิคการจำลองปัญหา

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

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

ดังนั้นจึงเป็นปัญหาให้ครูผู้สอนต้องขบคิดและศึกษาเทคนิควิธีการในการจำลองปัญหาให้มีประสิทธิภาพ ใกล้เคียงและเสมือนจริงมากที่สุด จึงเป็นที่มาของ โครงการอบรมเชิงปฏิบัติการ “สร้างชุดควบคุมเพื่อจำลองปัญหาในเครื่องยนต์ สั่งการจากสมาร์ทโฟน” นับว่าเป็นนวัตกรรมใหม่ที่

เหมาะสมกับยุคสมัย ก้าวทันเทคโนโลยี ที่เปลี่ยนไป ซึ่งคาดหวังว่าปัญหาที่ถูกจำลอง ด้วยหลักการทางเทคโนโลยีนี้จะใกล้เคียงและเสมือนปัญหาที่เกิดขึ้นจริงมากขึ้น ดีขึ้น สะดวกและรวดเร็วขึ้น สามารถนำไปพัฒนาการเรียนการสอนภาคปฏิบัติเครื่องยนตรบบชนิดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ พัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ปัญหาข้อขัดข้องของผู้เรียน ได้เป็นอย่างดี

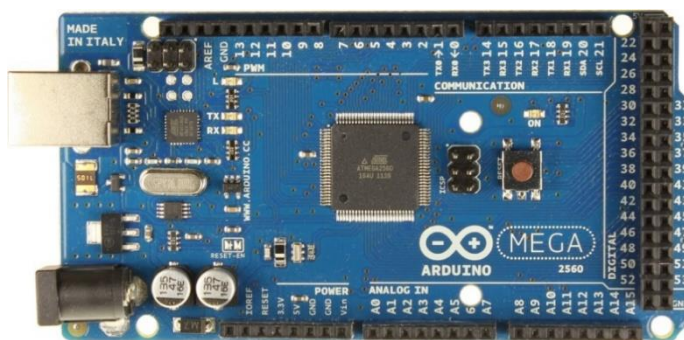
สรุป แนวคิดและเทคนิคในการจำลองปัญหาที่เกิดขึ้นในรถยนต์ หรือรถจักรยานยนต์ที่เป็นระบบชนิดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ ที่ใช้ระบบไฟฟ้ามาควบคุม สามารถจำลองปัญหาข้อขัดข้อง ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เป็นการพัฒนาสื่อการเรียนการสอนเพื่อเสริมทักษะ การคิดวิเคราะห์หาสาเหตุและแก้ไขข้อขัดข้องของระบบต่าง ๆ ในรถยนต์หรือรถจักรยานยนต์ให้กับผู้เรียนเป็นอย่างดี จากแนวคิดแบบนี้ ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดและออกแบบและสร้างชุดฝึกปฏิบัติระบบชนิดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์

2.7 การสร้างชุดควบคุมเพื่อจำลองปัญหาในรถจักรยานยนต์ สั่งการจากสมาร์ทโฟน

การสร้างชุดควบคุมเพื่อจำลองปัญหาชุดฝึกปฏิบัติระบบชนิดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ 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 คู่-เมีย 40 เส้น ยาว 30 cm

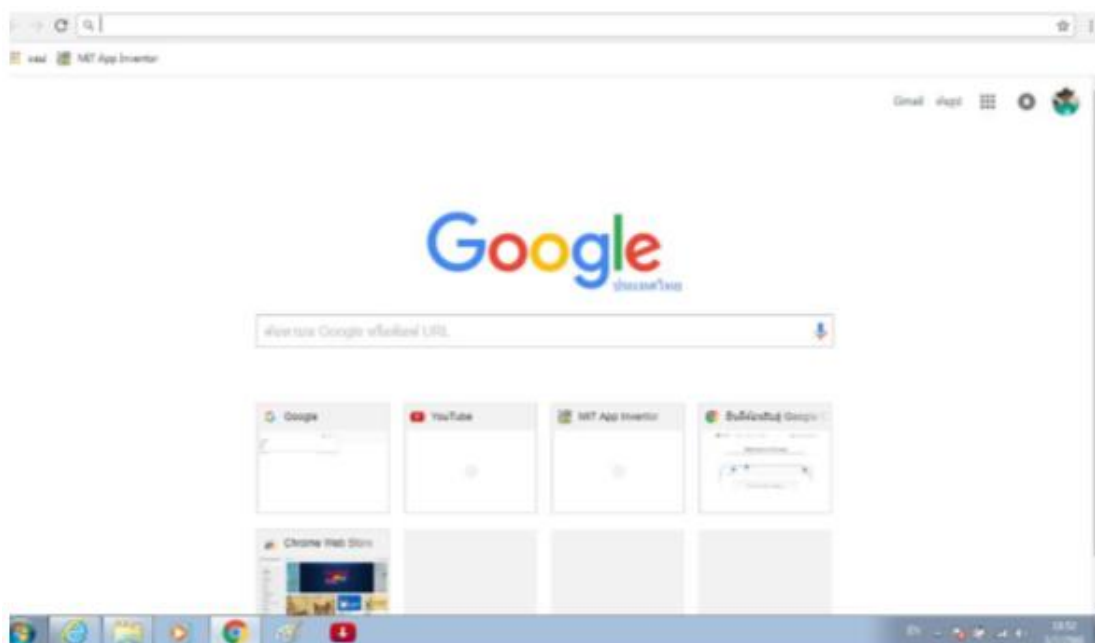


ภาพที่ 2-38 แสดงสายแพ คู่-เมีย 40 เส้น

2.7.2 การสร้าง App Android บนมือถือ

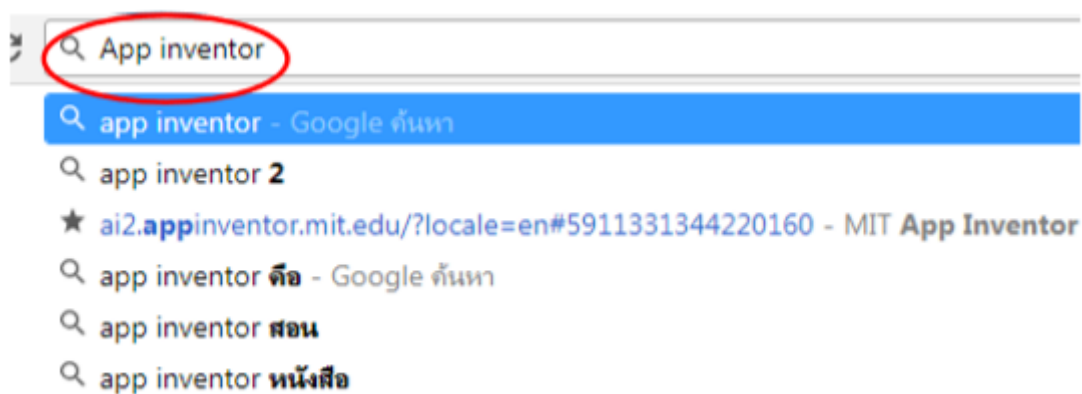
ขั้นตอน การเขียน APP Android บนมือถือ

1. เปิด Google ใน Google Chrome



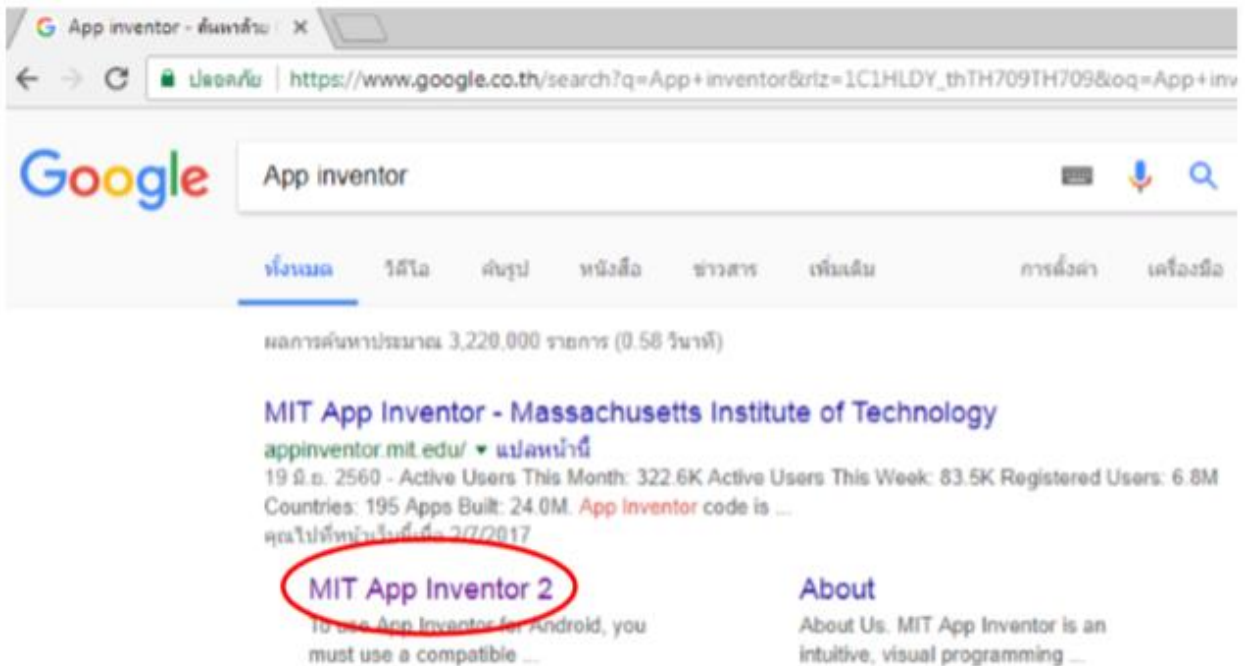
ภาพที่ 2-39 แสดงเปิด Google ใน Google Chrome

2. ค้นหาโดย พิมพ์ APP Inventor



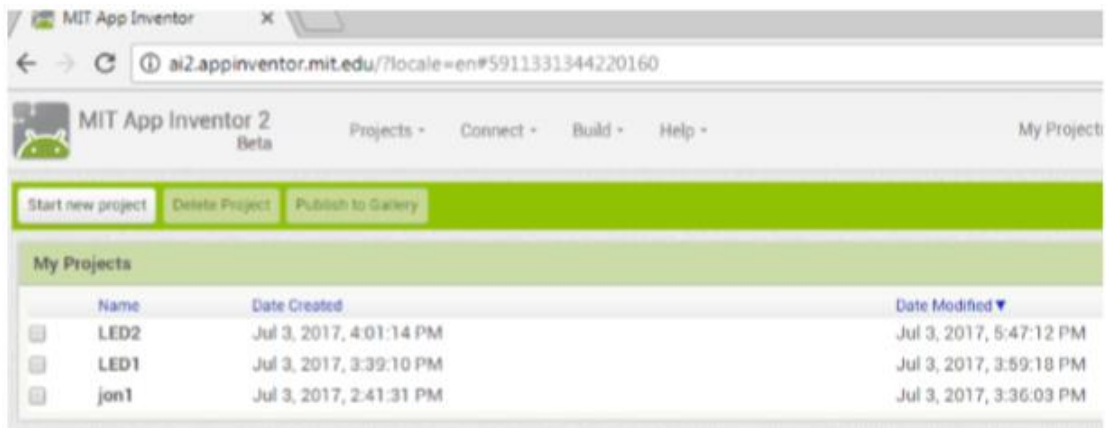
ภาพที่ 2-40 แสดงค้นหาโดย พิมพ์ APP Inventor

3. เลือก MIT App Inventor 2



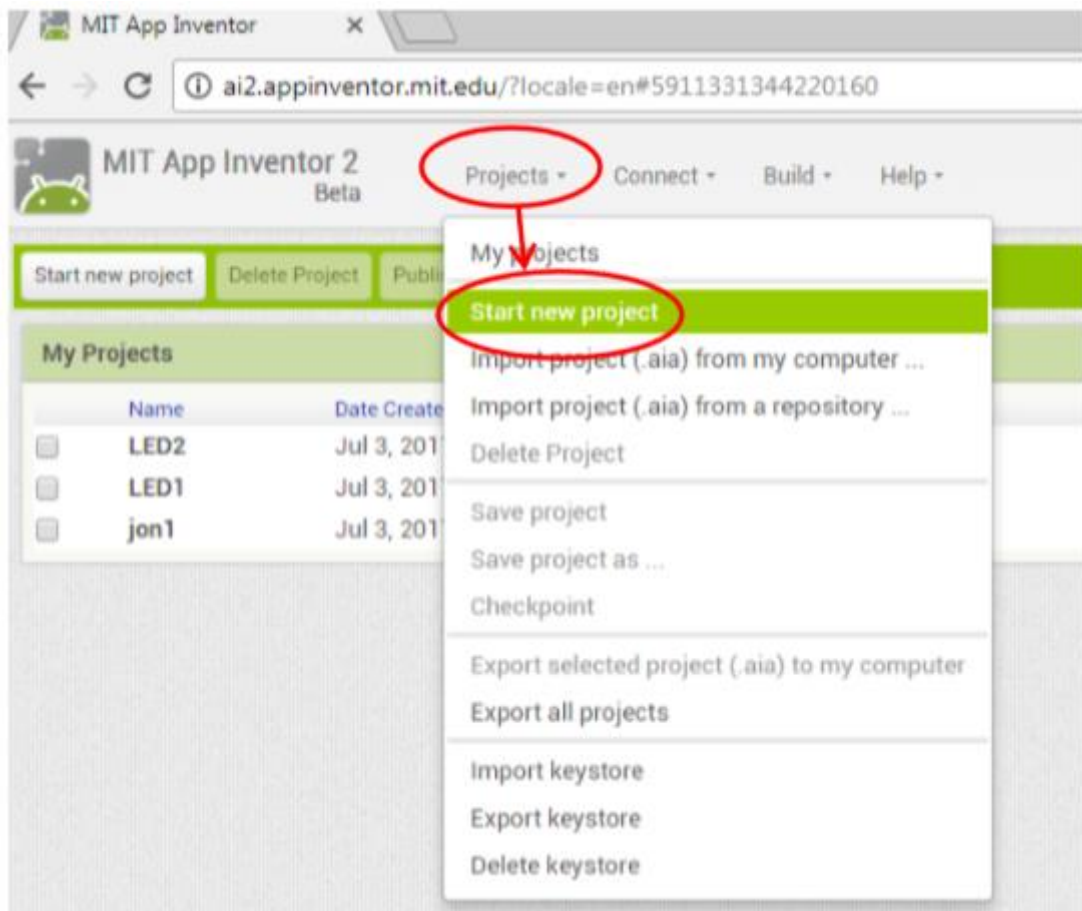
ภาพที่ 2-41 แสดงเลือก MIT App Inventor 2

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

Create new App Inventor project

Project name:

Cancel OK

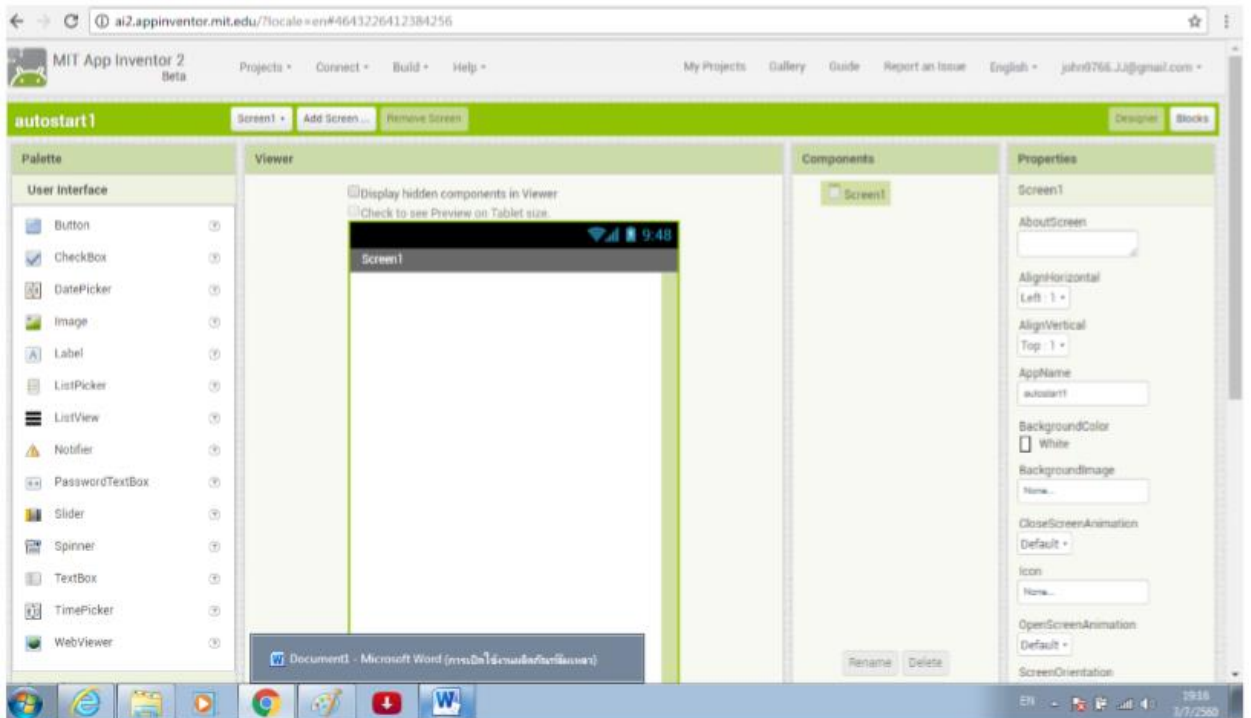
Start new project Delete Project Publish to Gallery

My Projects

	Name	Date Created
<input type="checkbox"/>	autostart1	Jul 3, 2017, 7:12:51 PM
<input type="checkbox"/>	LED2	Jul 3, 2017, 4:01:14 PM
<input type="checkbox"/>	LED1	Jul 3, 2017, 3:39:10 PM
<input type="checkbox"/>	jon1	Jul 3, 2017, 2:41:31 PM

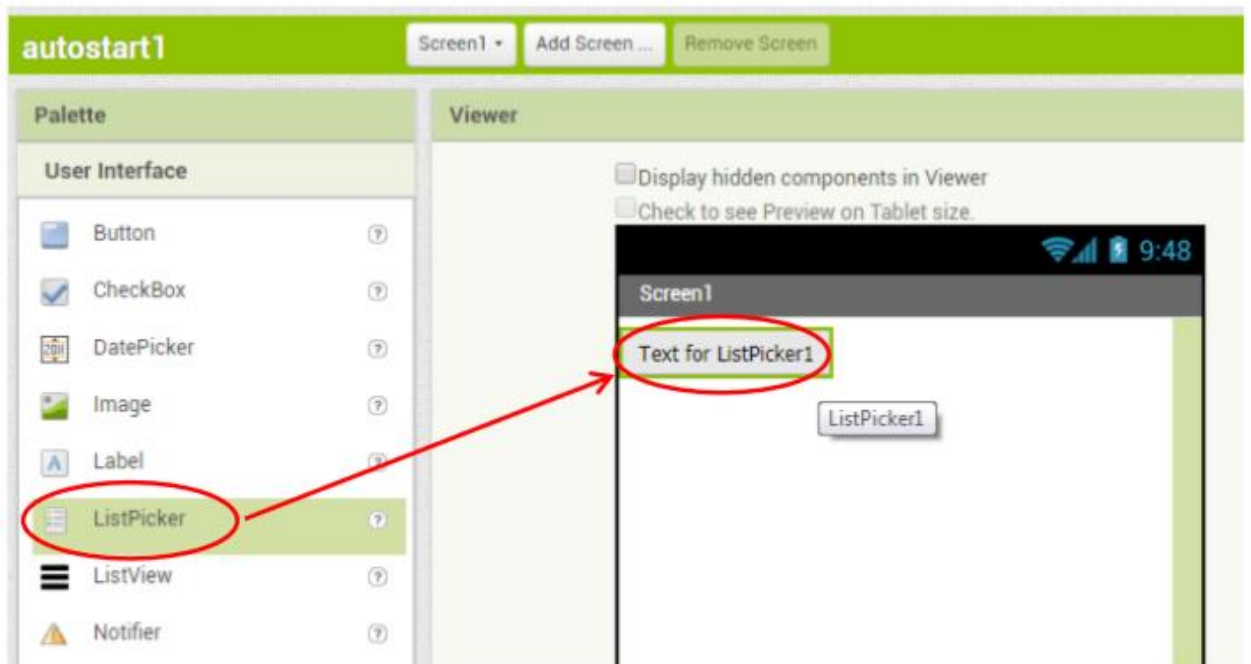
ภาพที่ 2-44 แสดงตั้งชื่อ App

7. Click ที่ ชื่อ project ที่ตั้งไว้ autostart1



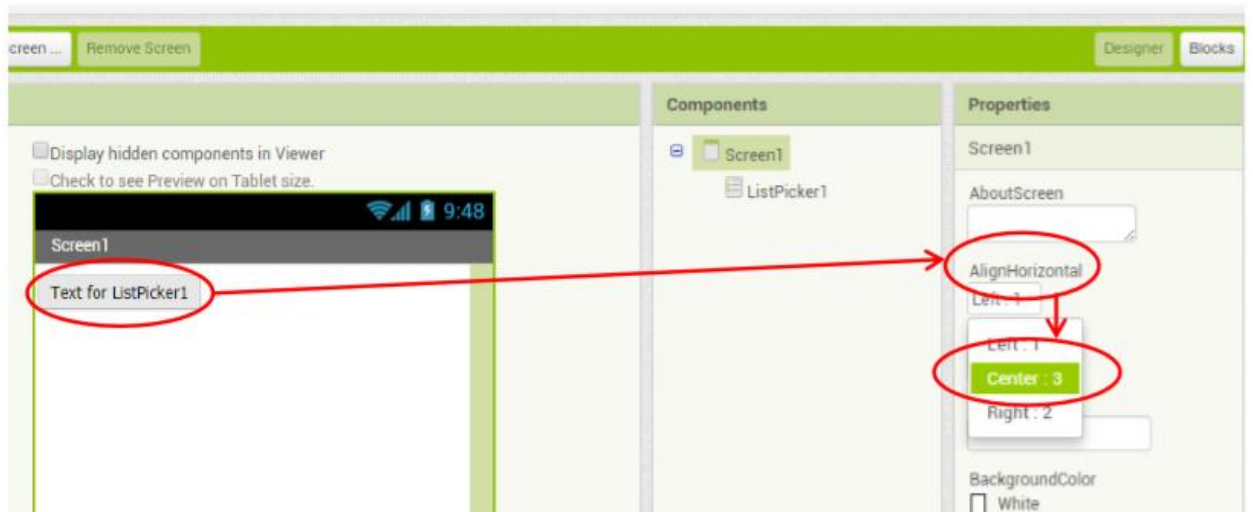
ภาพที่ 2-45 แสดง Click ที่ ชื่อ project ที่ตั้งไว้ auto start1

8. เลือก List Picker แล้วลากไปวางที่ Screen1



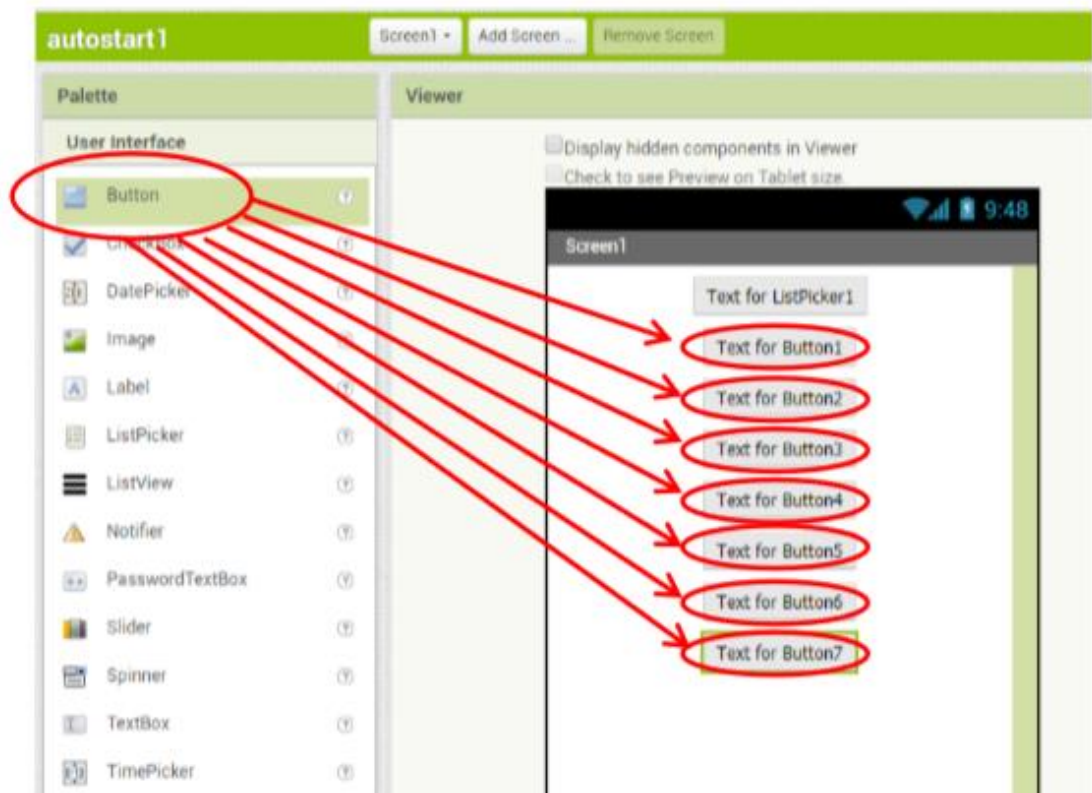
ภาพที่ 2-46 แสดง เลือก List Picker แล้วลากไปวางที่ Screen1

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



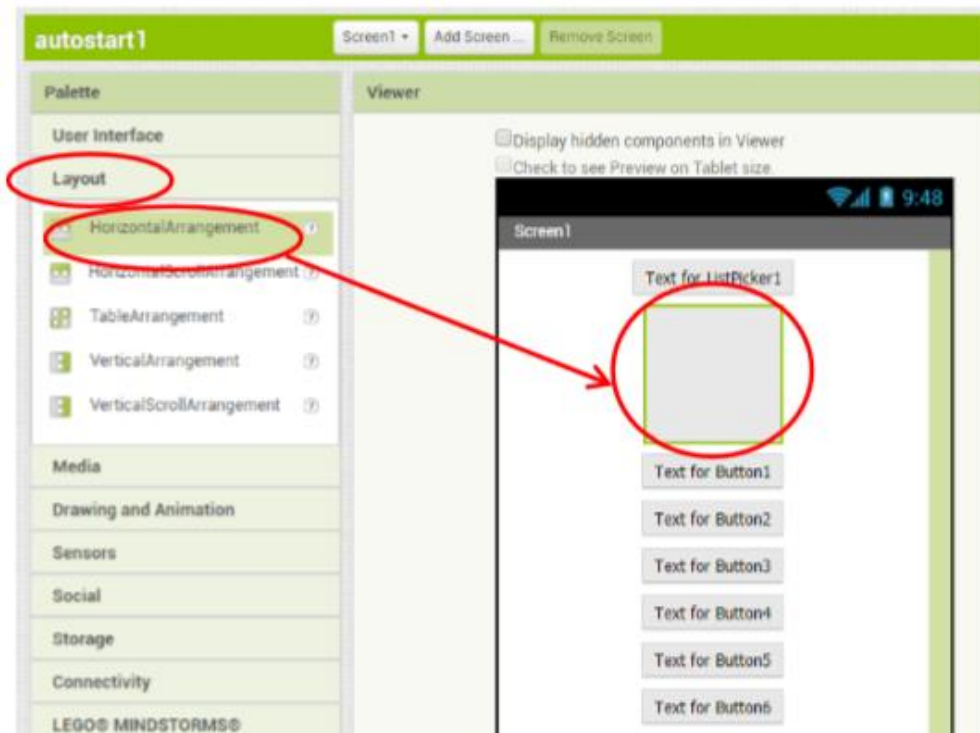
ภาพที่ 2-47 แสดง Click ที่ Text for List picker1

10. เลือก Button แล้วลากไปวางที่ screen1 ตามจำนวนที่ต้องการ



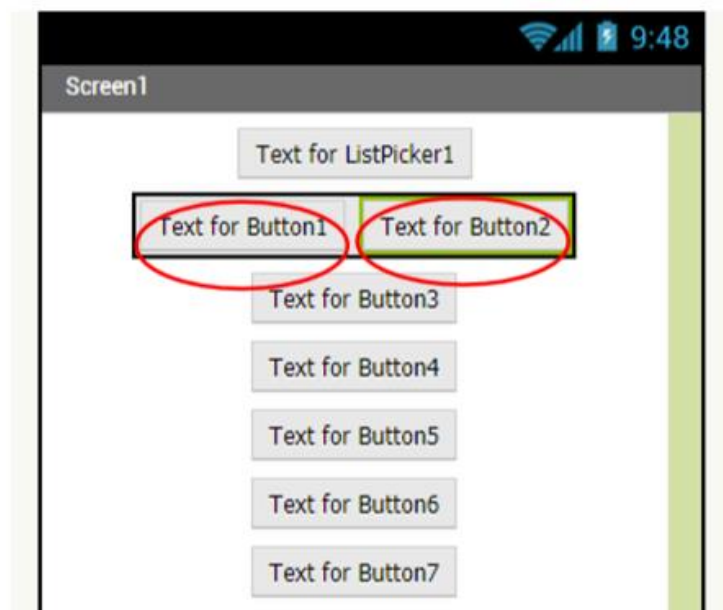
ภาพที่ 2-48 แสดงเลือก Button แล้วลากไปวางที่ screen1 ตามจำนวนที่ต้องการ

11. จัด icon หน้าจอ เลือก Layout → horizontal Arrangement → ลากไปวาง บน Screen1



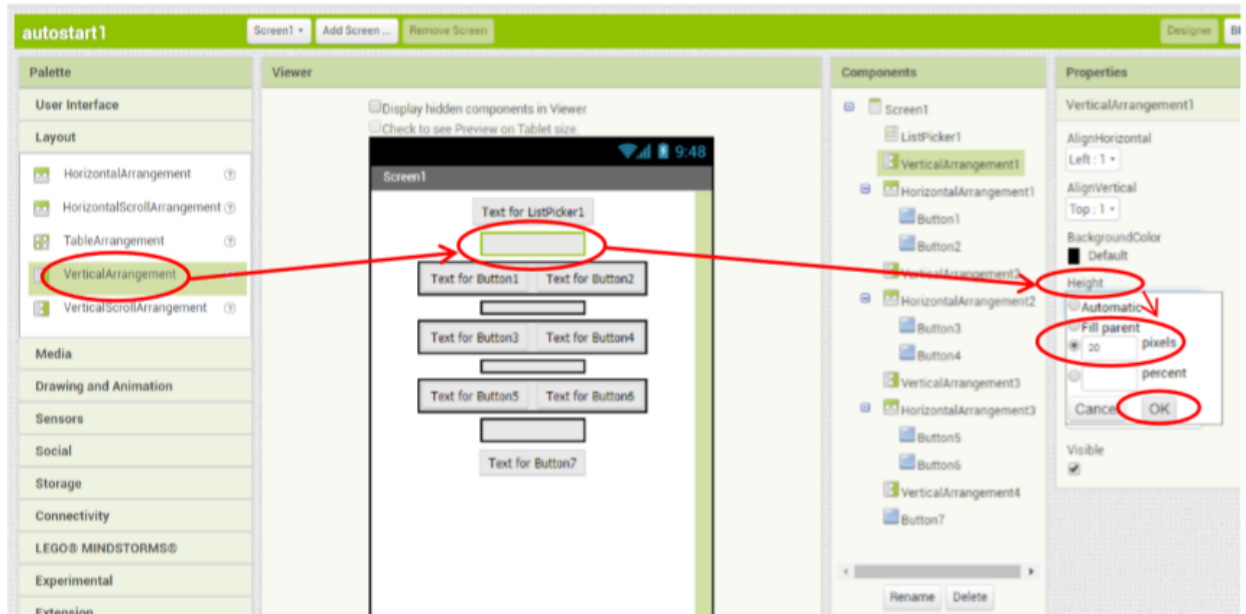
ภาพที่ 2-49 แสดงจัด icon หน้าจอ

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



ภาพที่ 2-50 แสดงลาก Button1 และ Button 2

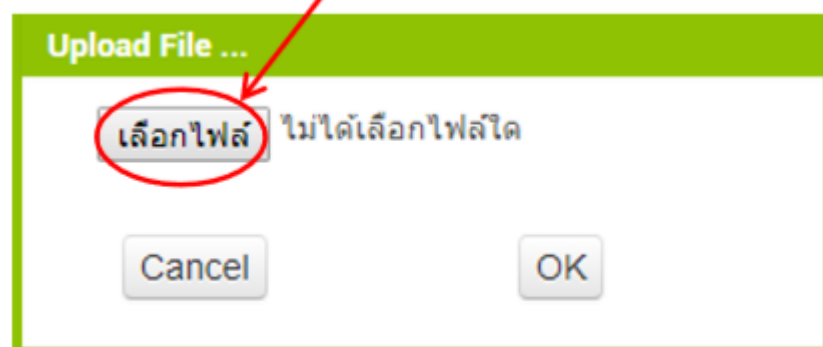
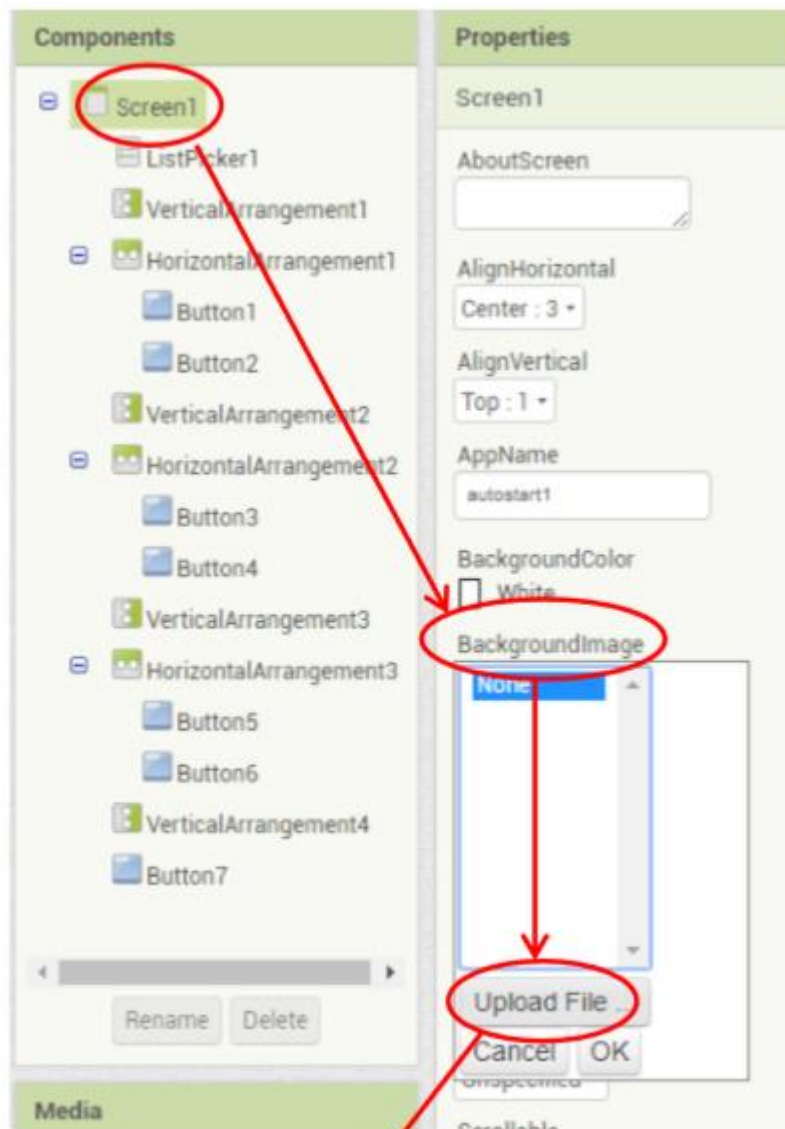
13. ปรับช่องว่างของ icon โดยเลือก vertical Arrangement วางบน screen1 → Height
เลือกขนาด 20 pixels กด OK ท ทุกช่องแบบเดียวกัน



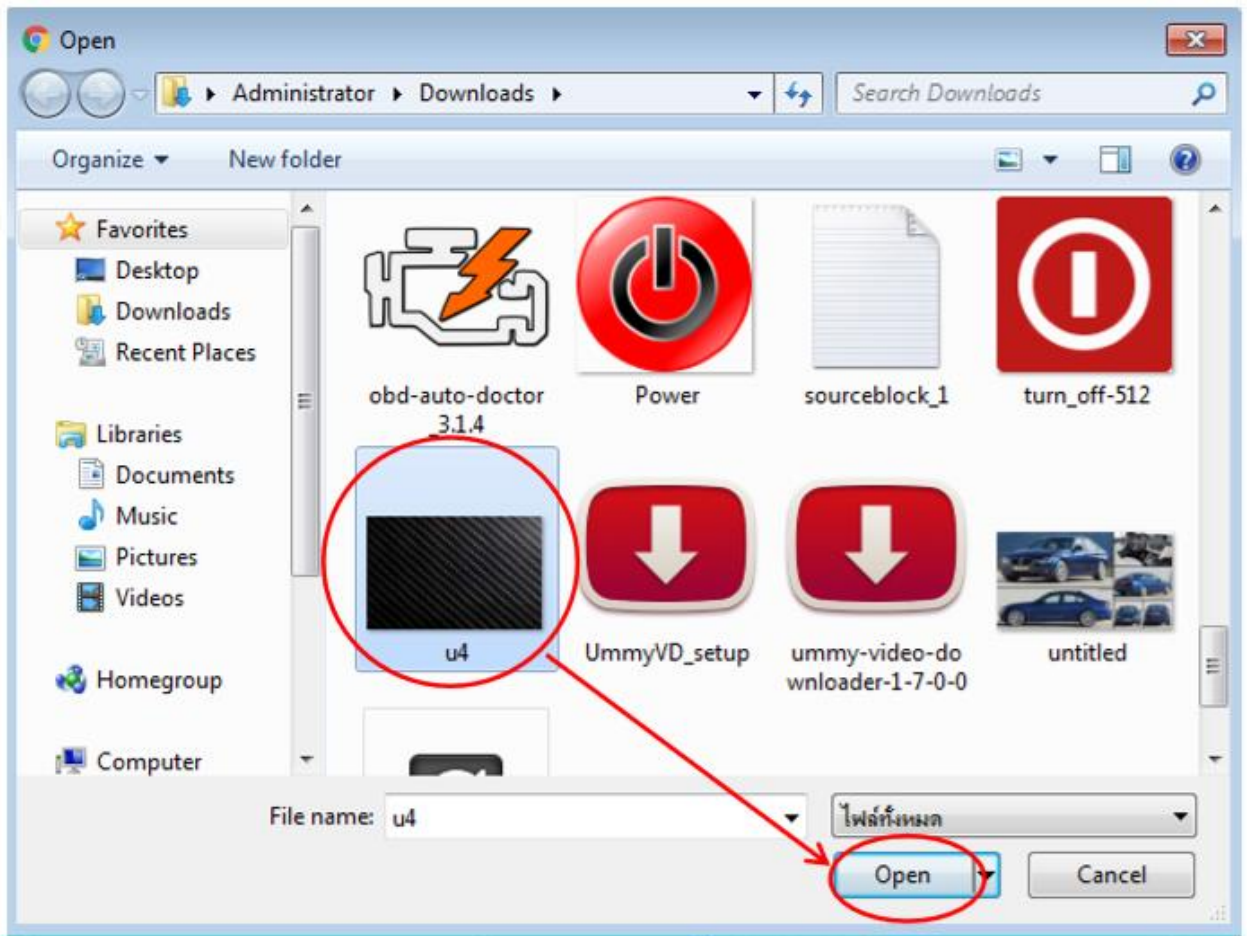
ภาพที่ 2-51 แสดงปรับช่องว่างของ icon

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

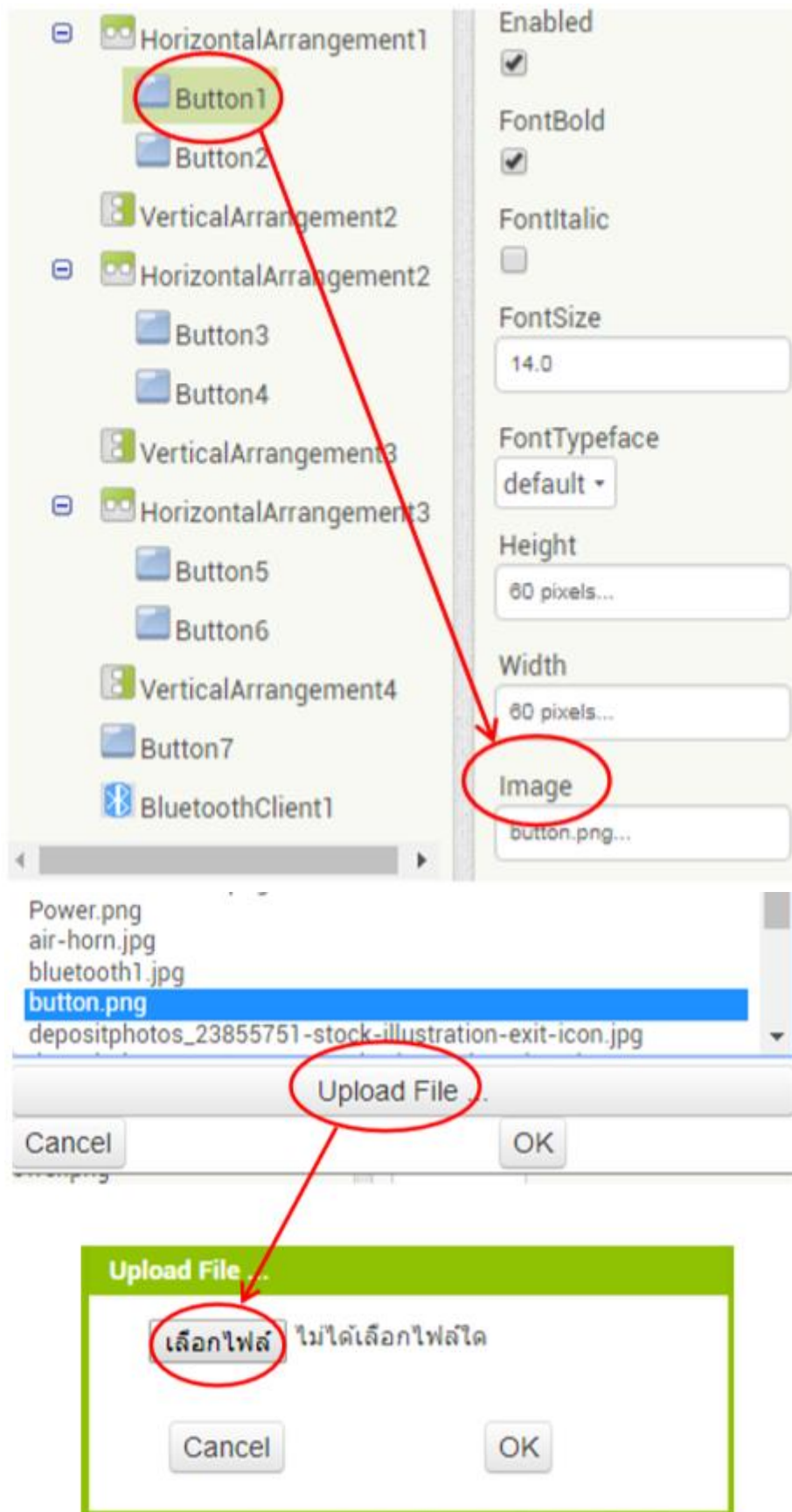
15. ปรับภาพ icon Button1

➡ เลือก Button1

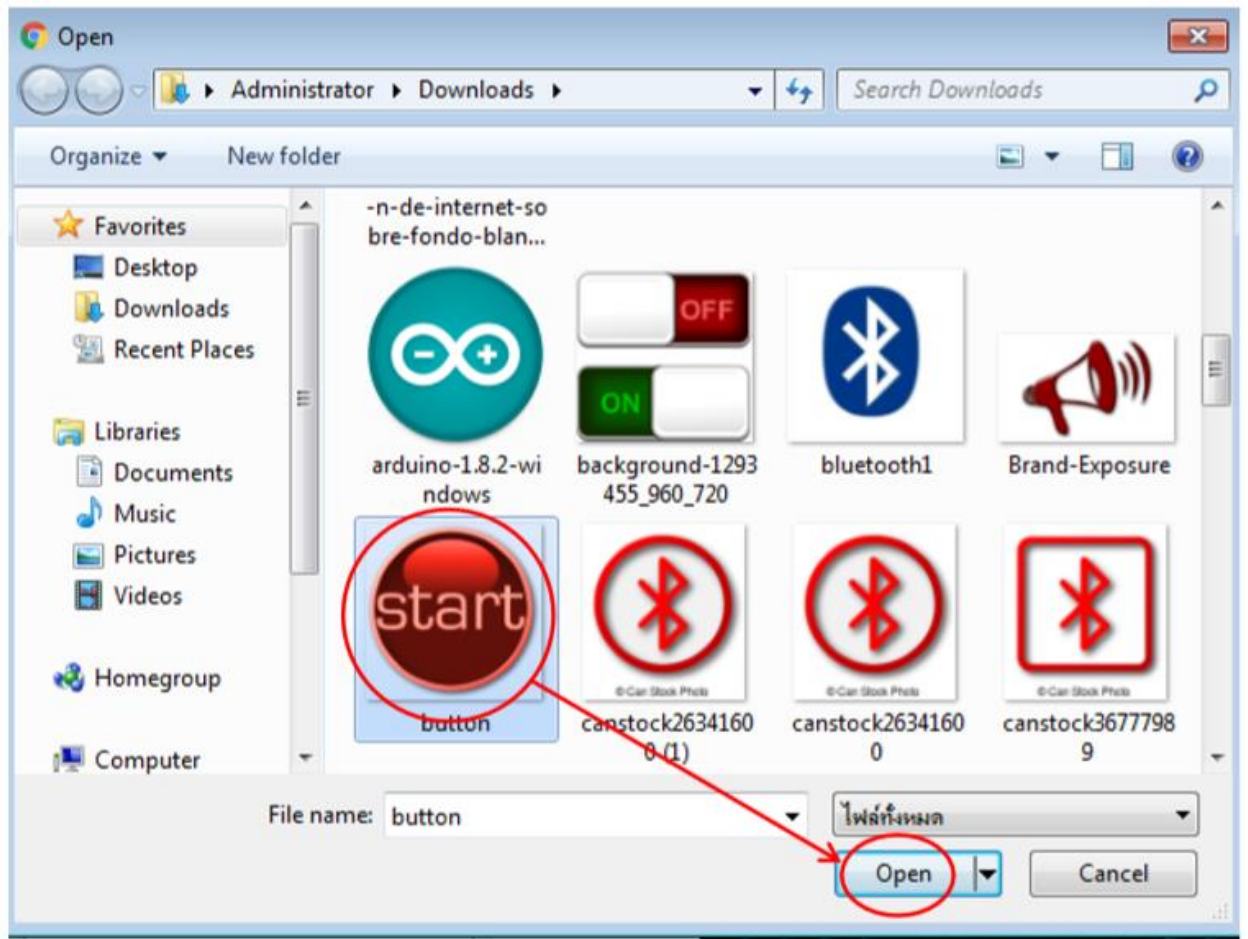
➡ เลือก Image

➡ UP Load File เลือกภาพที่ต้องการใน Folder ของ computer

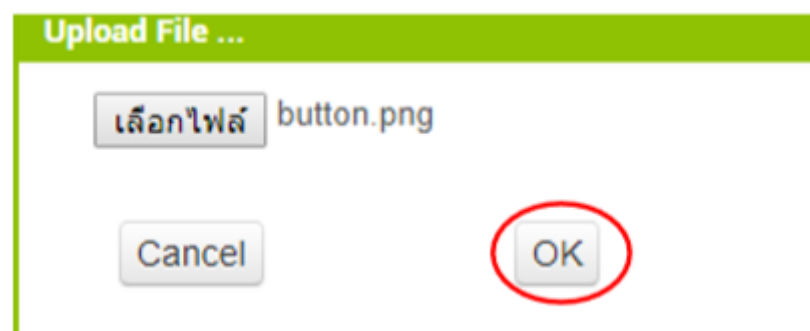
➡ กด OK



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

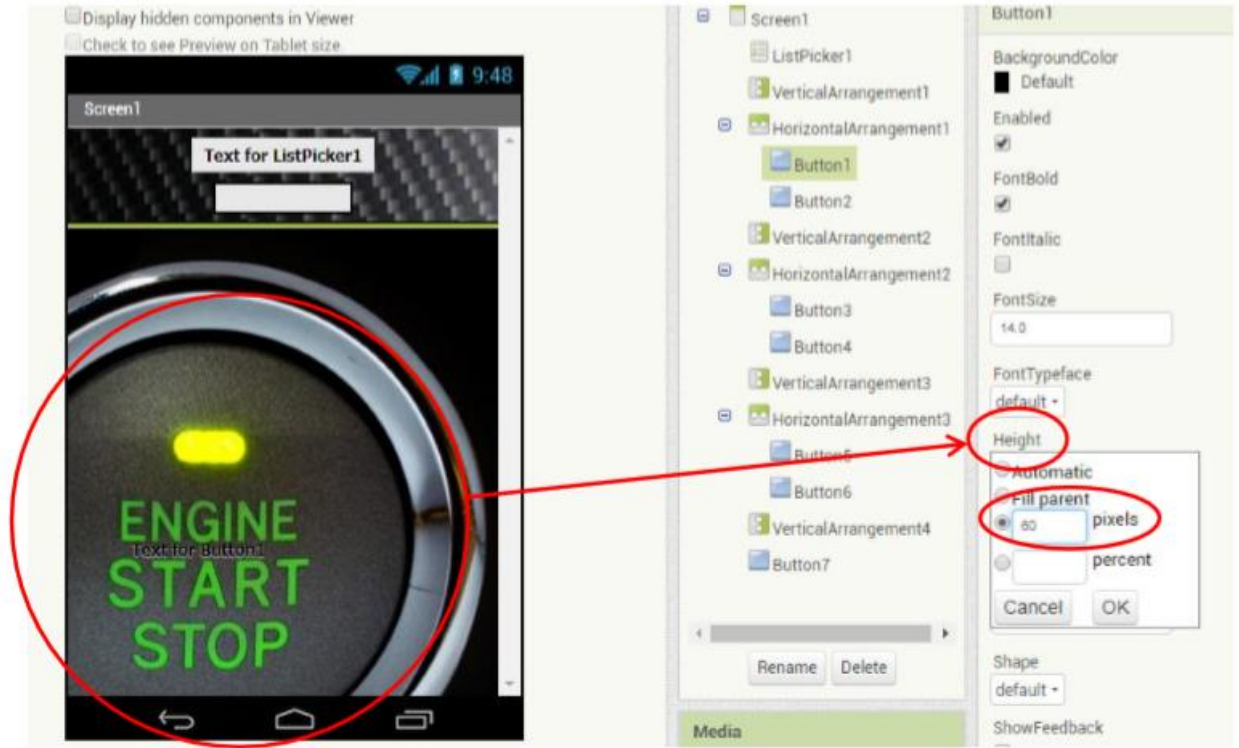


ภาพที่ 2-56 แสดงรูปภาพ icon Button1เลือกภาพที่ต้องการใน Folder ของ computer

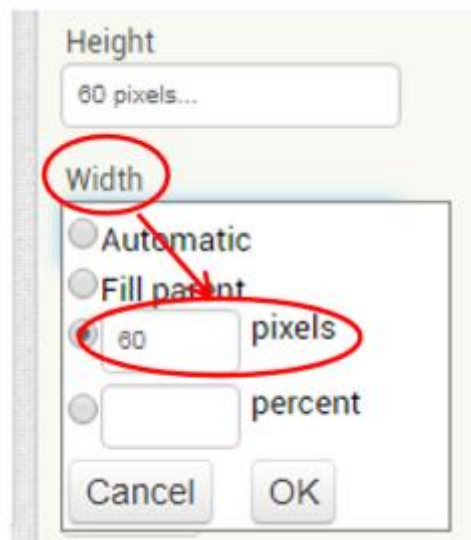


ภาพที่ 2-57 แสดงรูปภาพ icon Button1 กด OK

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



ภาพที่ 2-58 แสดงเลือกขนาด icon ให้เหมาะสม ขนาด 60 pixels



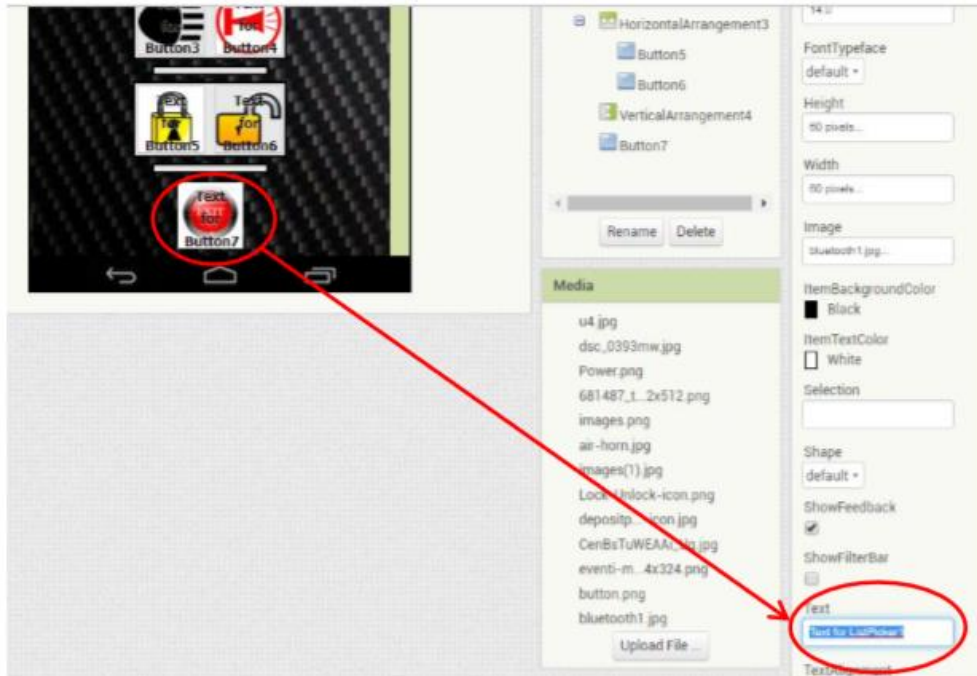
ภาพที่ 2-59 แสดงเลือกขนาด icon ให้เหมาะสม ขนาด 60 pixels กด OK

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

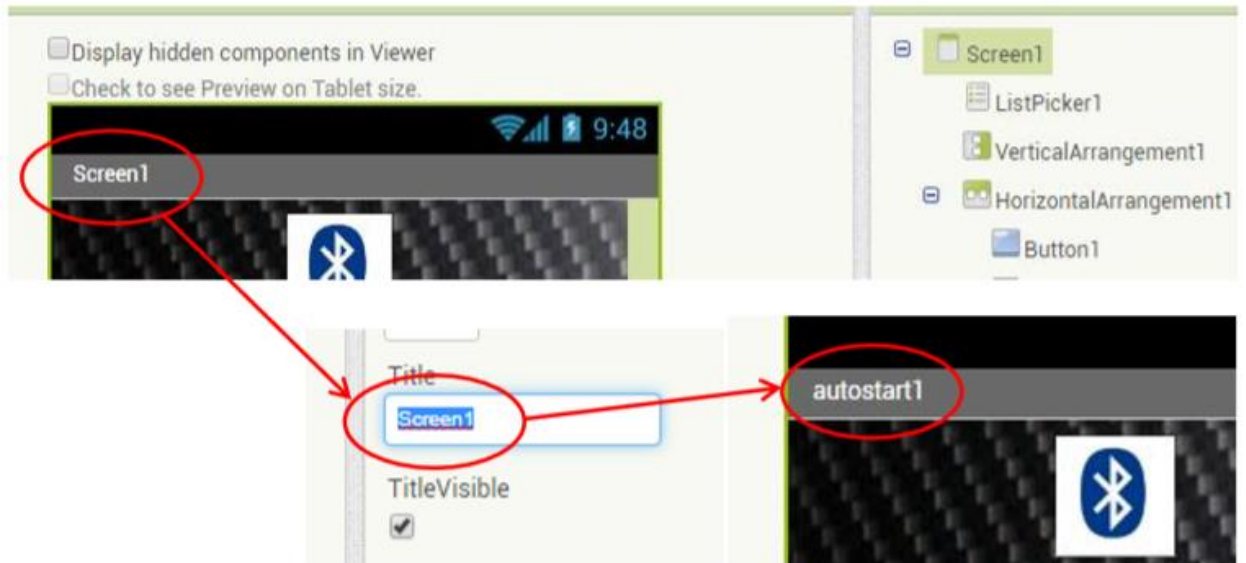


ภาพที่ 2-61 แสดงทำการลบ text ที่ icon ทั้งหมด โดย click



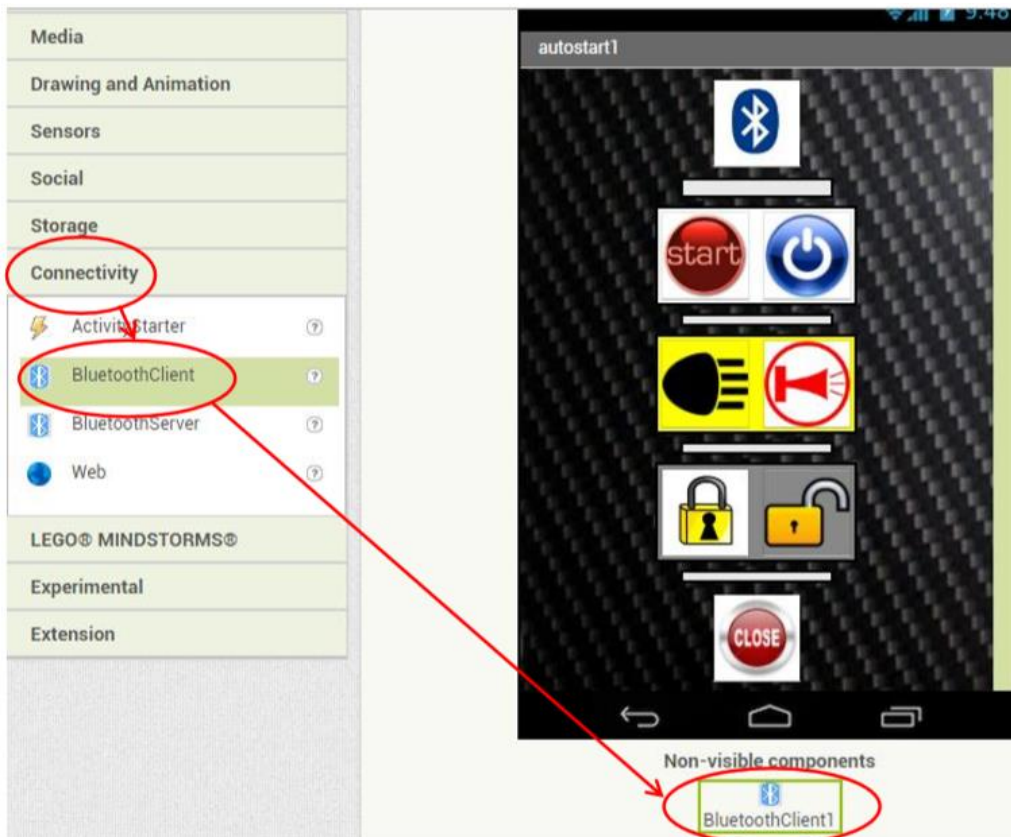
ภาพที่ 2-62 แสดงทำการลบข้อความที่ text ออก จะทำให้เหลือ แต่ icon

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 DOWNLOAD

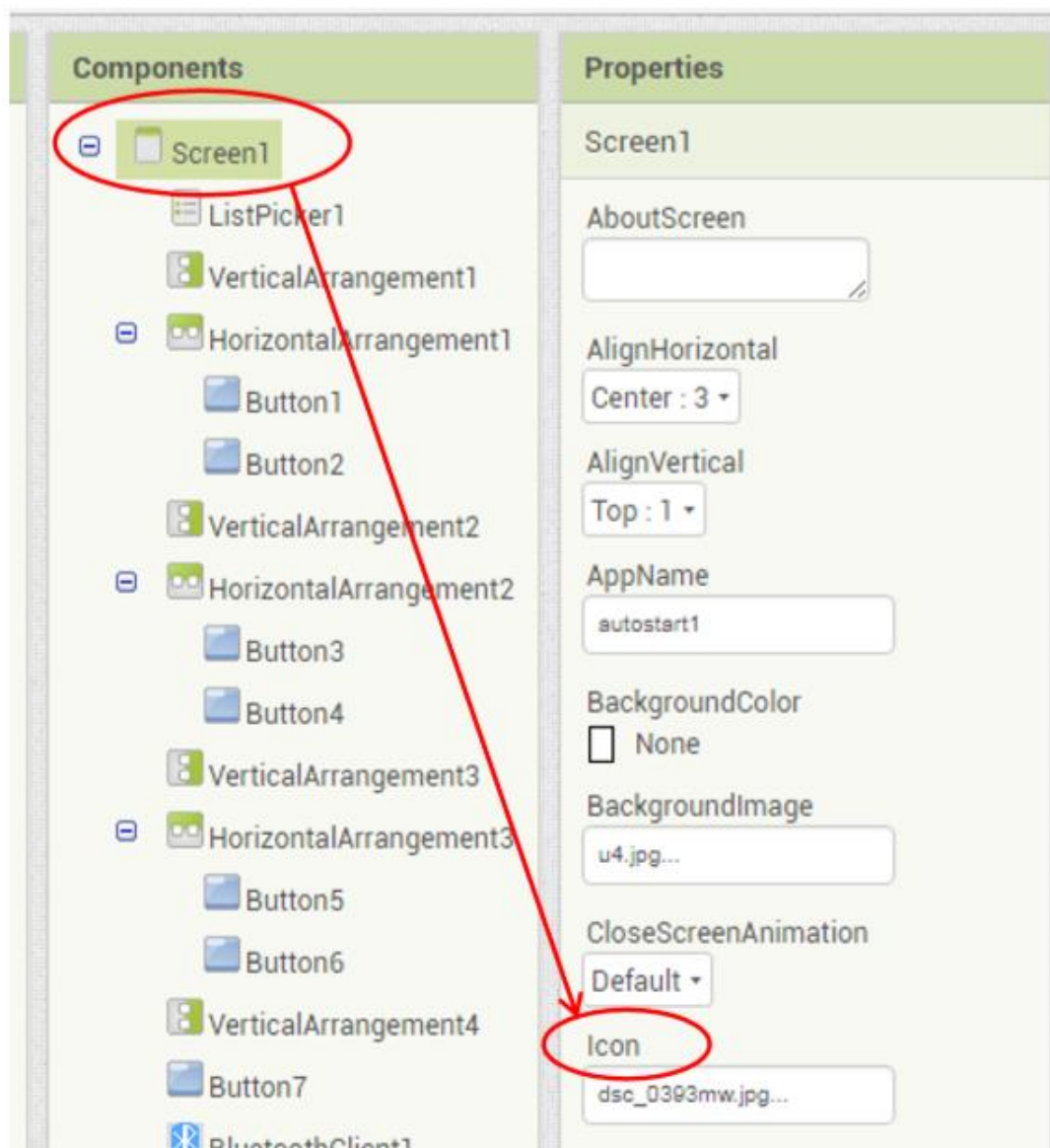
โดยเลือก screen1

เลือก icon

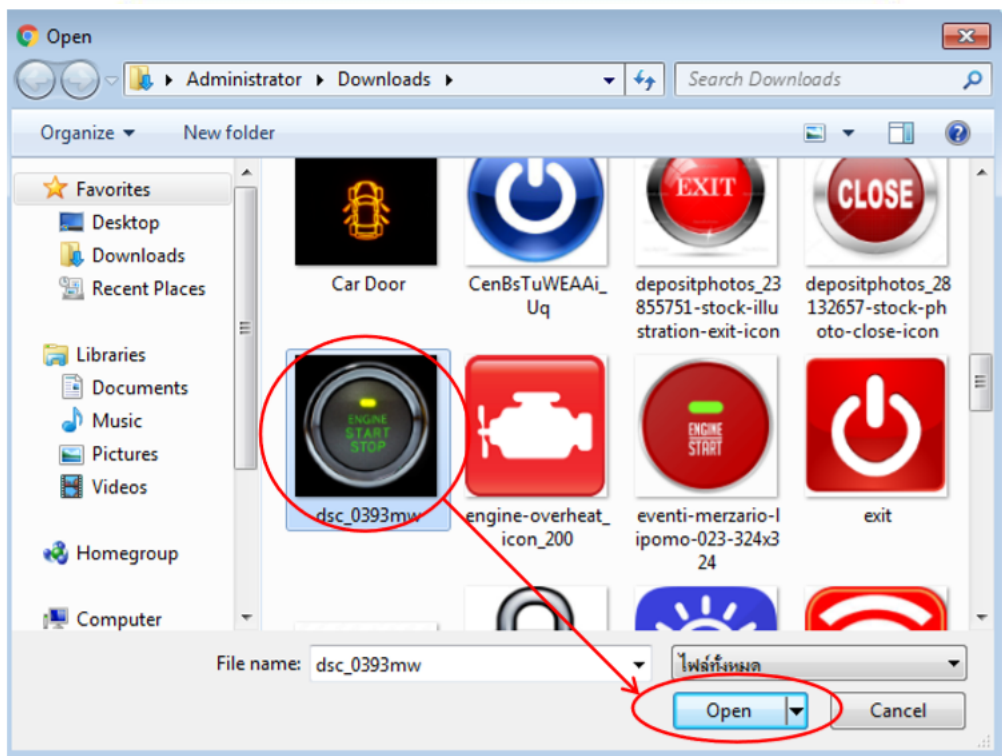
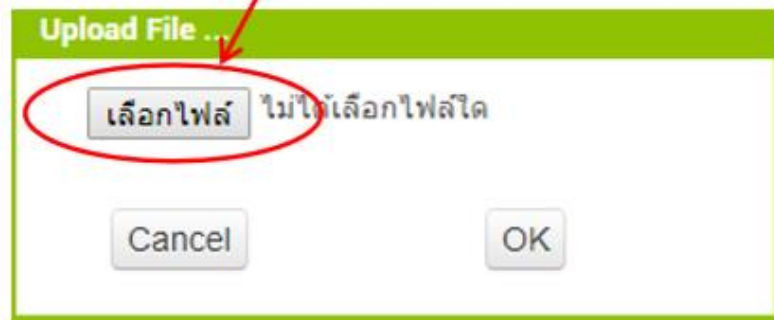
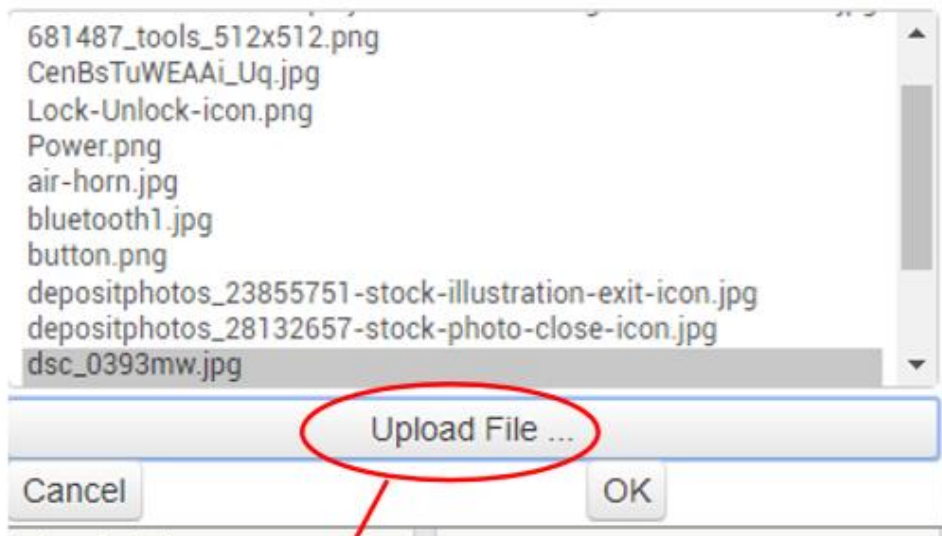
เลือก Upload file

เลือกภาพ ที่ต้องการ เลือก OK

จบการ ออกแบบ App autostart1



ภาพที่ 2-65 แสดงเลือก icon สำหรับ App

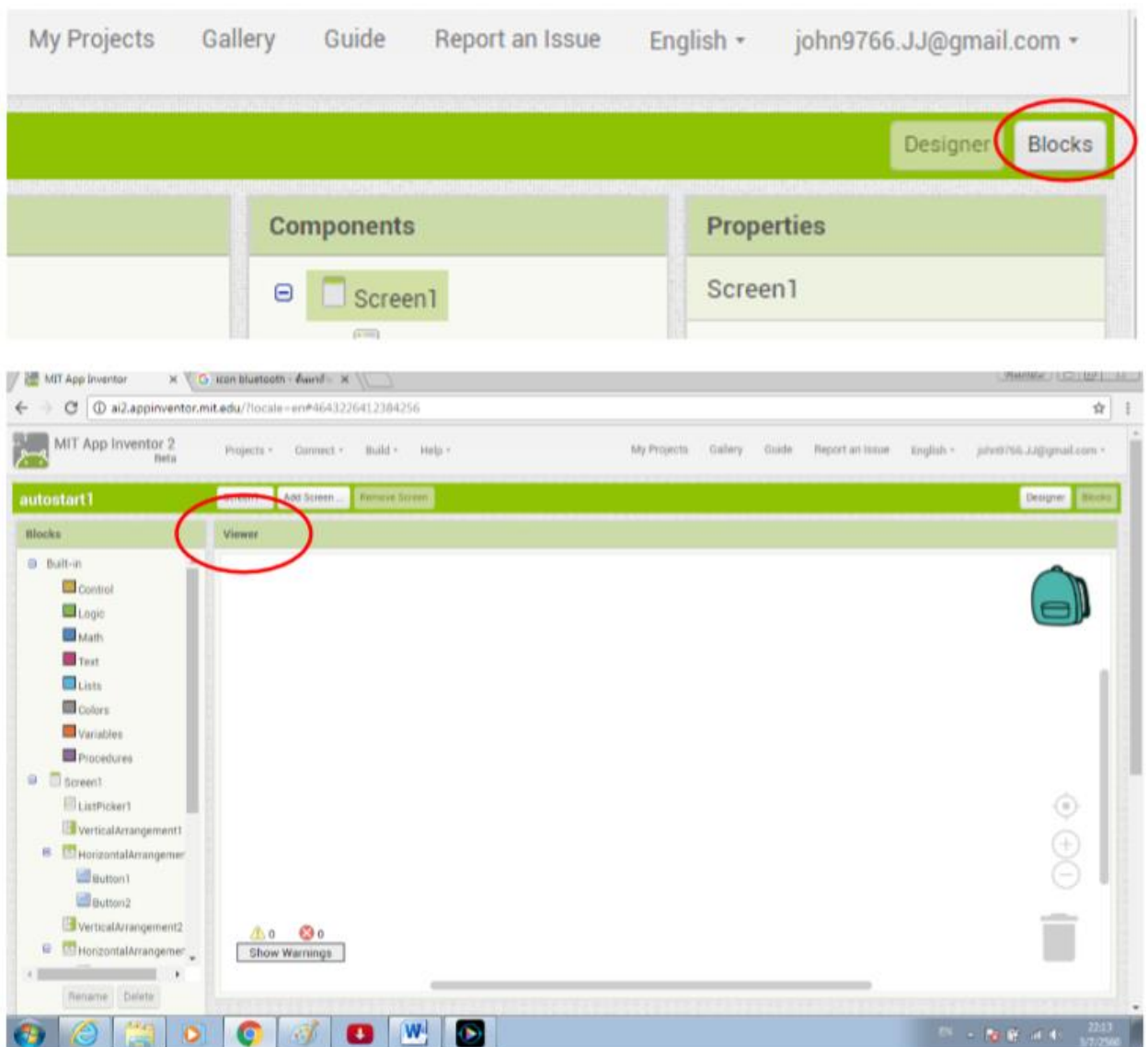


ภาพที่ 2-66 แสดงเลือก icon สำหรับ App ตอนที่ DOWNLOAD



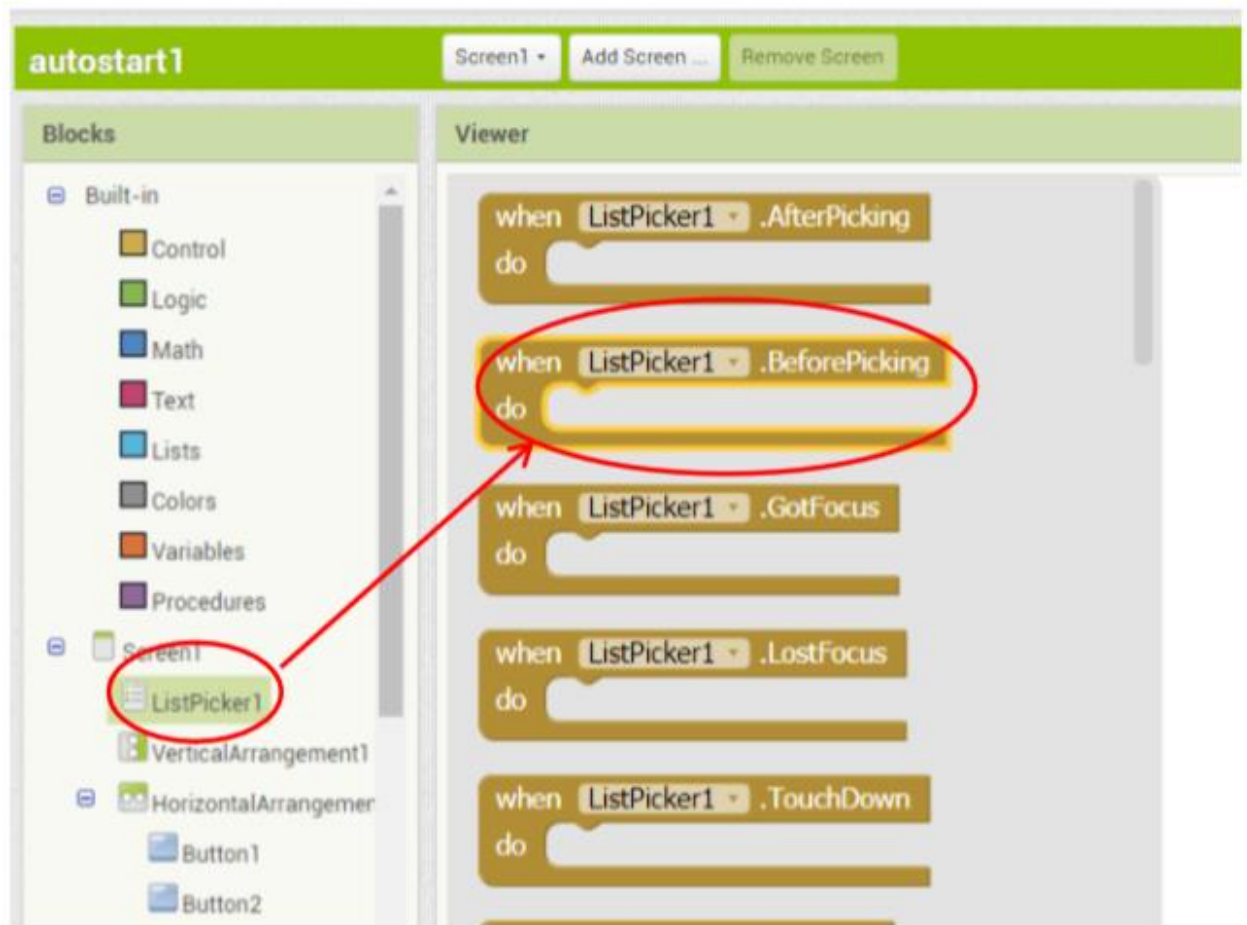
ภาพที่ 2-67 แสดงเลือกภาพ ที่ต้องการ เลือก OK

20. เปลี่ยนหน้าต่าง จาก Die signer เป็น blocks



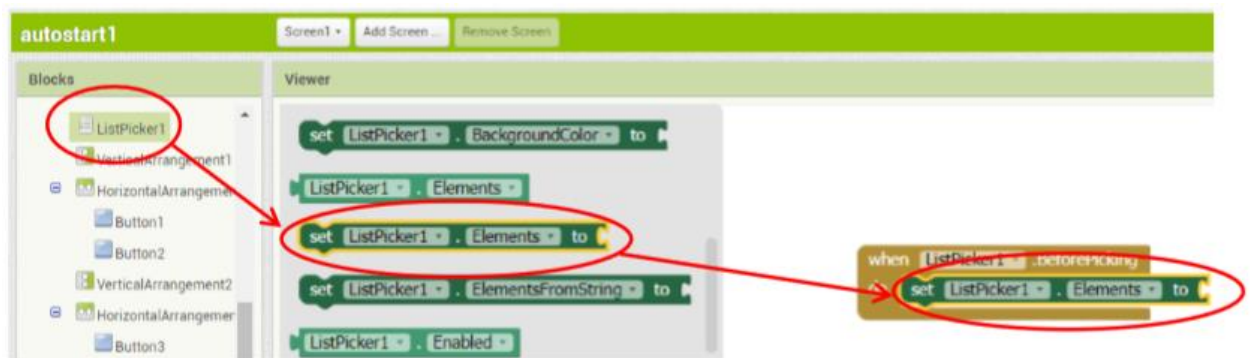
ภาพที่ 2-68 แสดงเปลี่ยนหน้าต่าง จาก Die signer เป็น blocks

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



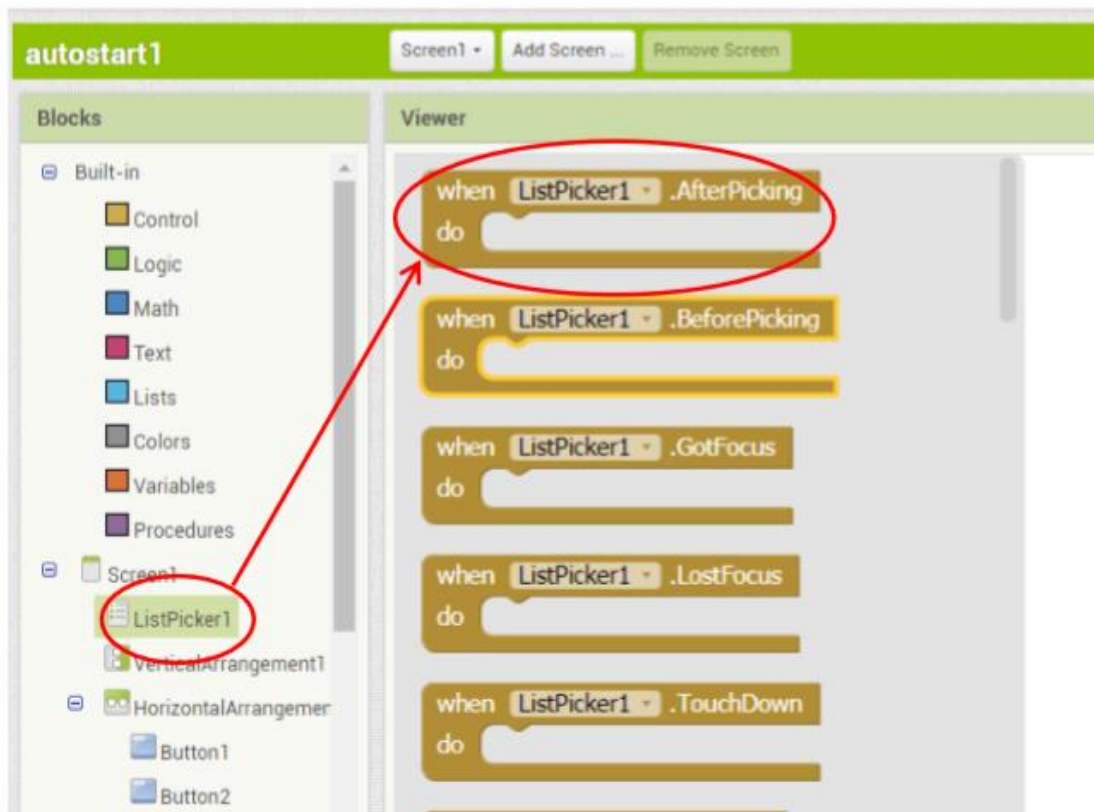
ภาพที่ 2-71 แสดงเลือก Bluetooth client เลือก address and name

23. เลือก listPicker1 เลือก After Picking วางบน viewer

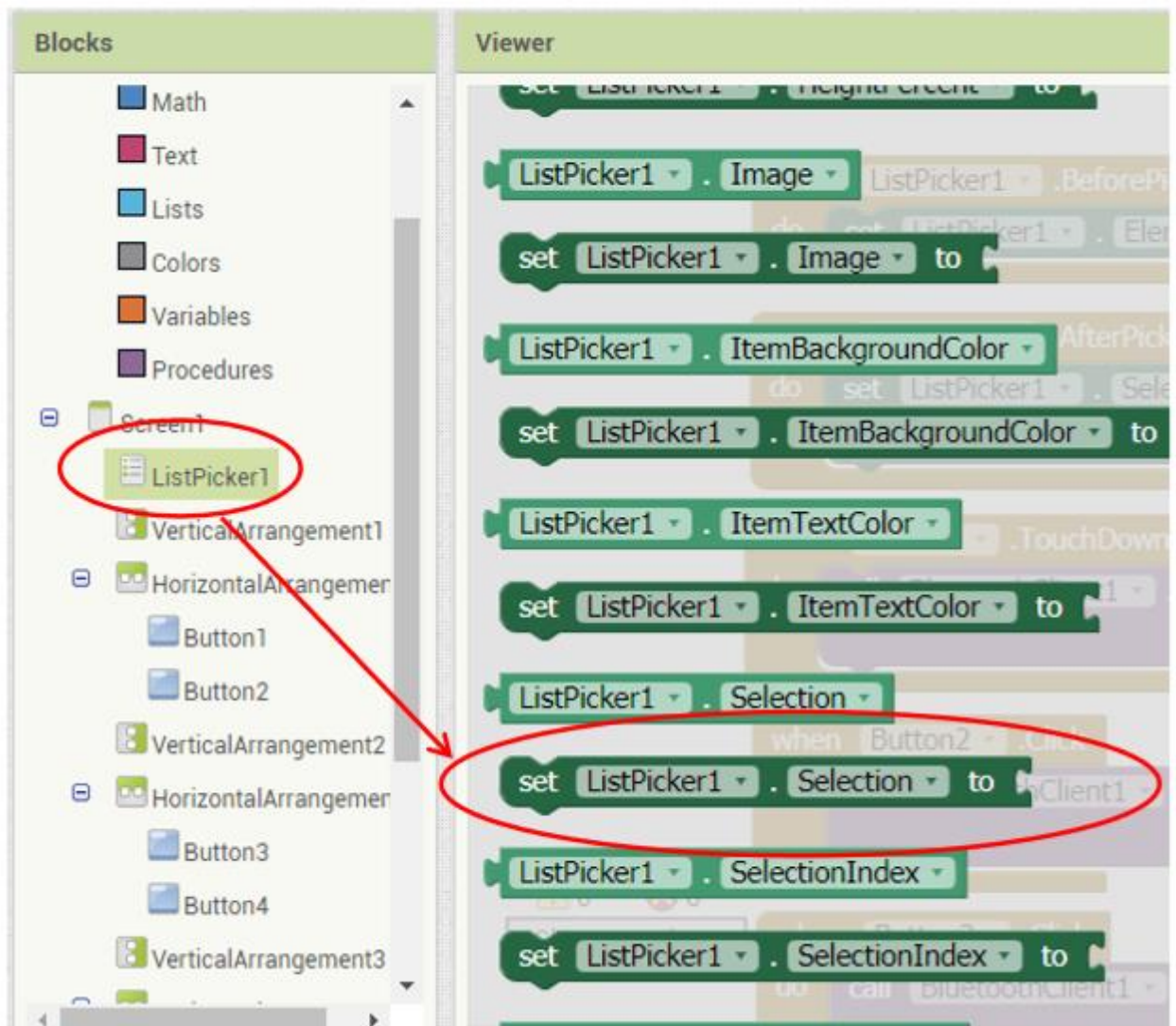
เลือก listPicker1 selection

เลือก call Bluetooth connect address

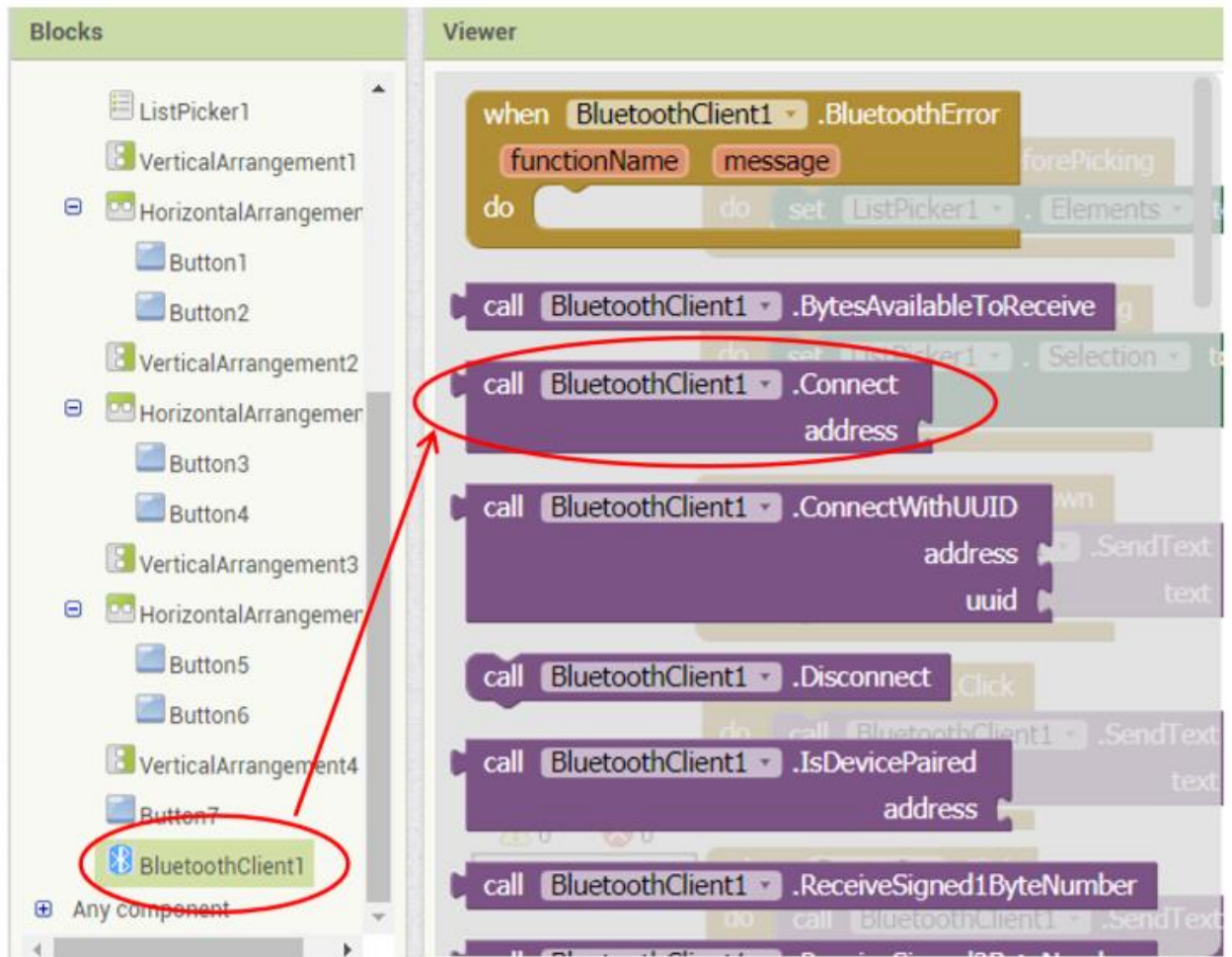
เลือก listPicker1 selection



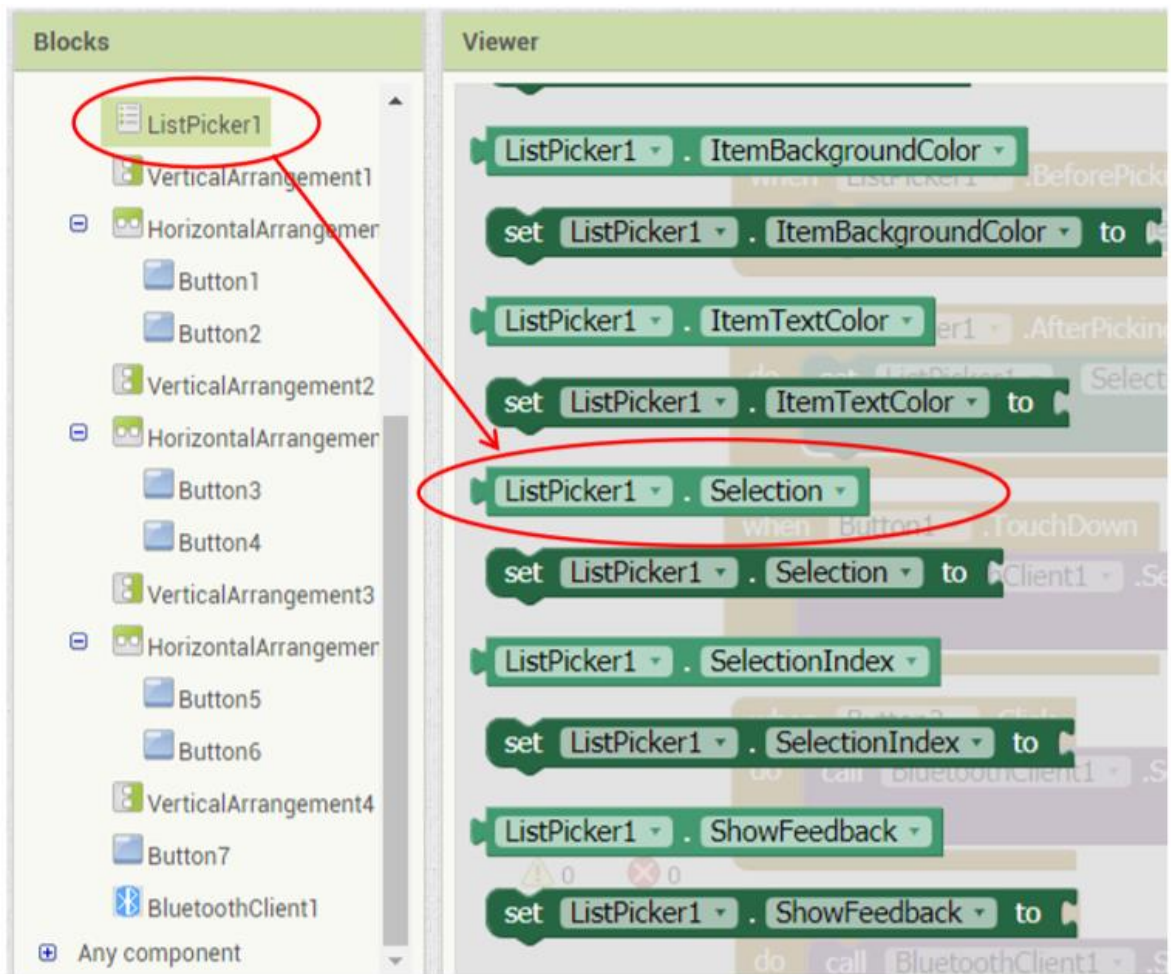
ภาพที่ 2-72 แสดงเลือก list Picker1 เลือก After Picking วางบน viewer



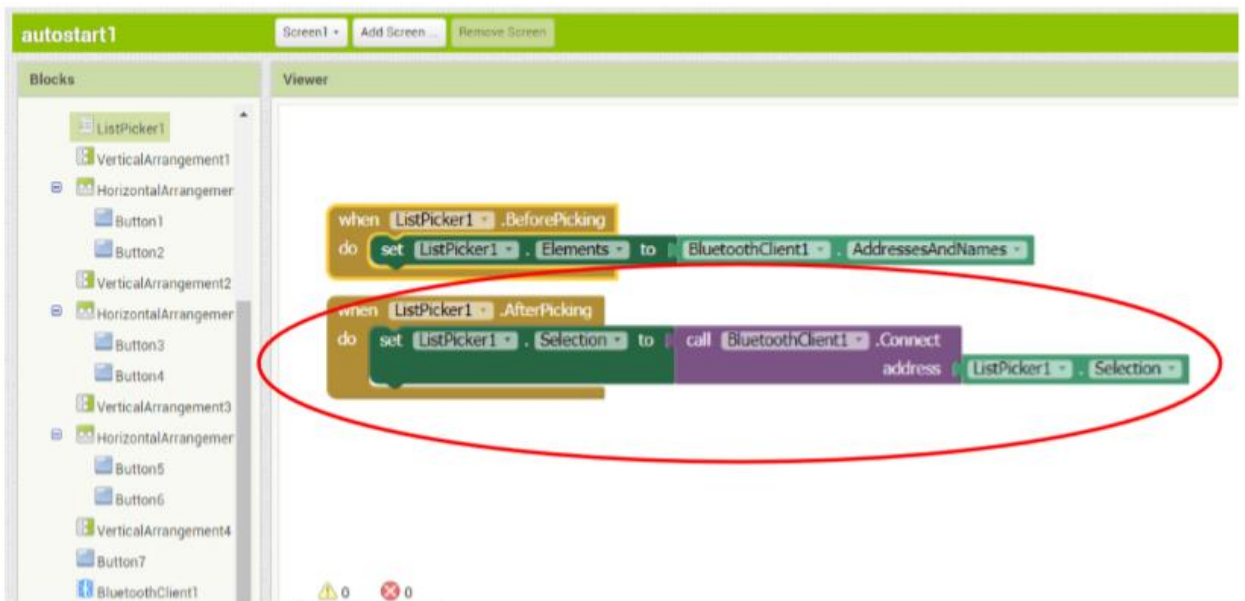
ภาพที่ 2-73 แสดงเลือก list Picker1 เลือก listPicker1 selection



ภาพที่ 2-74 แสดงเลือก list Picker1เลือก call Bluetooth connect address



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

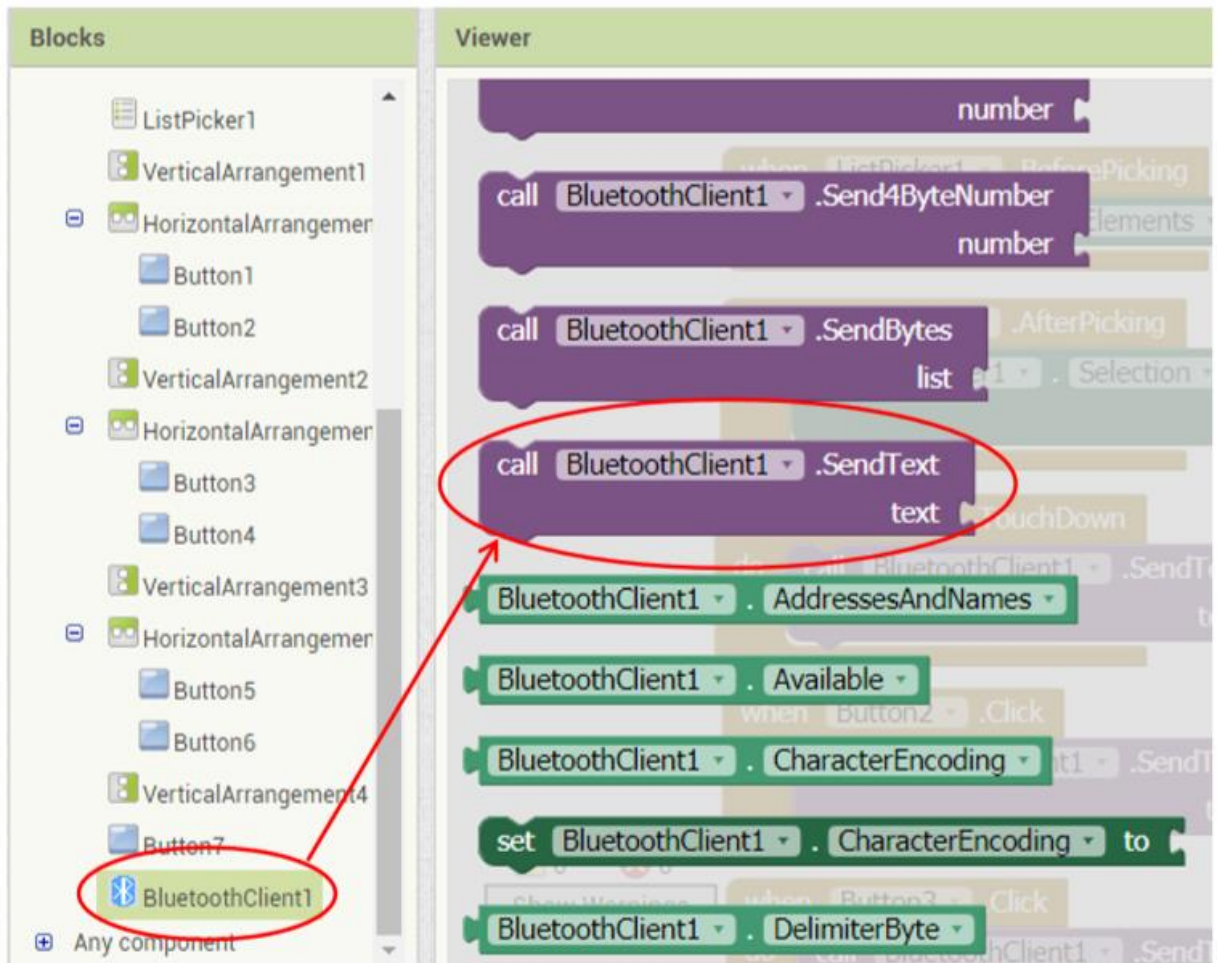


ภาพที่ 2-76 แสดงเลือก list Picker1 เลือก list Picker1 selection

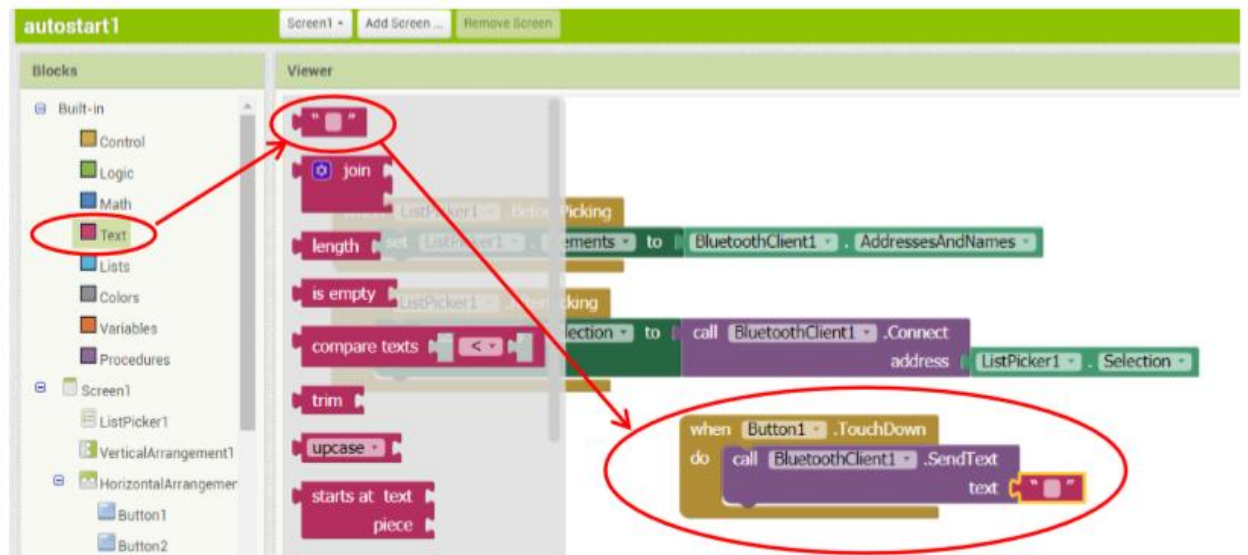
24. เลือก button1 เลือก Bluetooth client ..send Text เลือก Text เลือกช่องว่าง เพื่อ
เติมอักษร



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



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



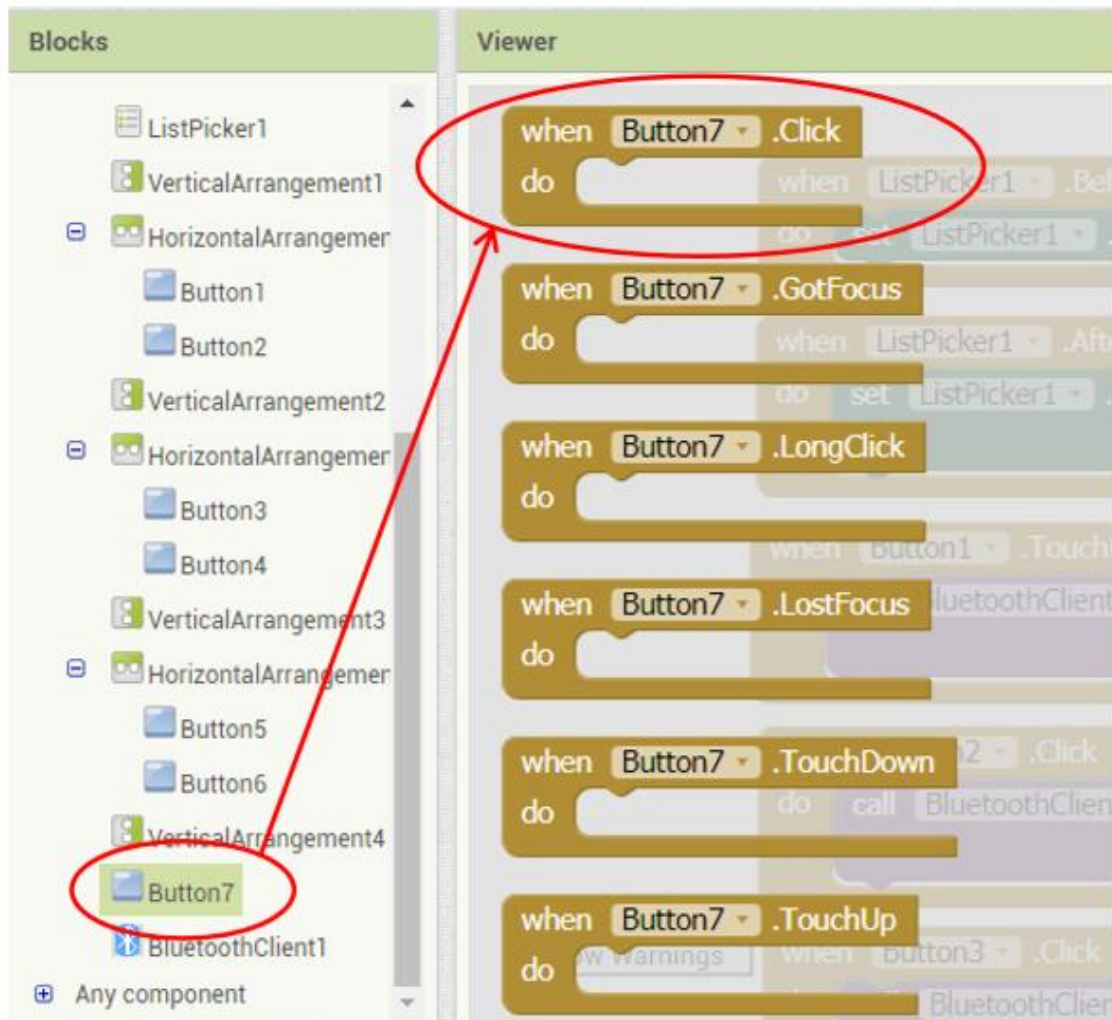
ภาพที่ 2-79 แสดงเลือกช่องว่าง เพื่อเติมอักษร

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

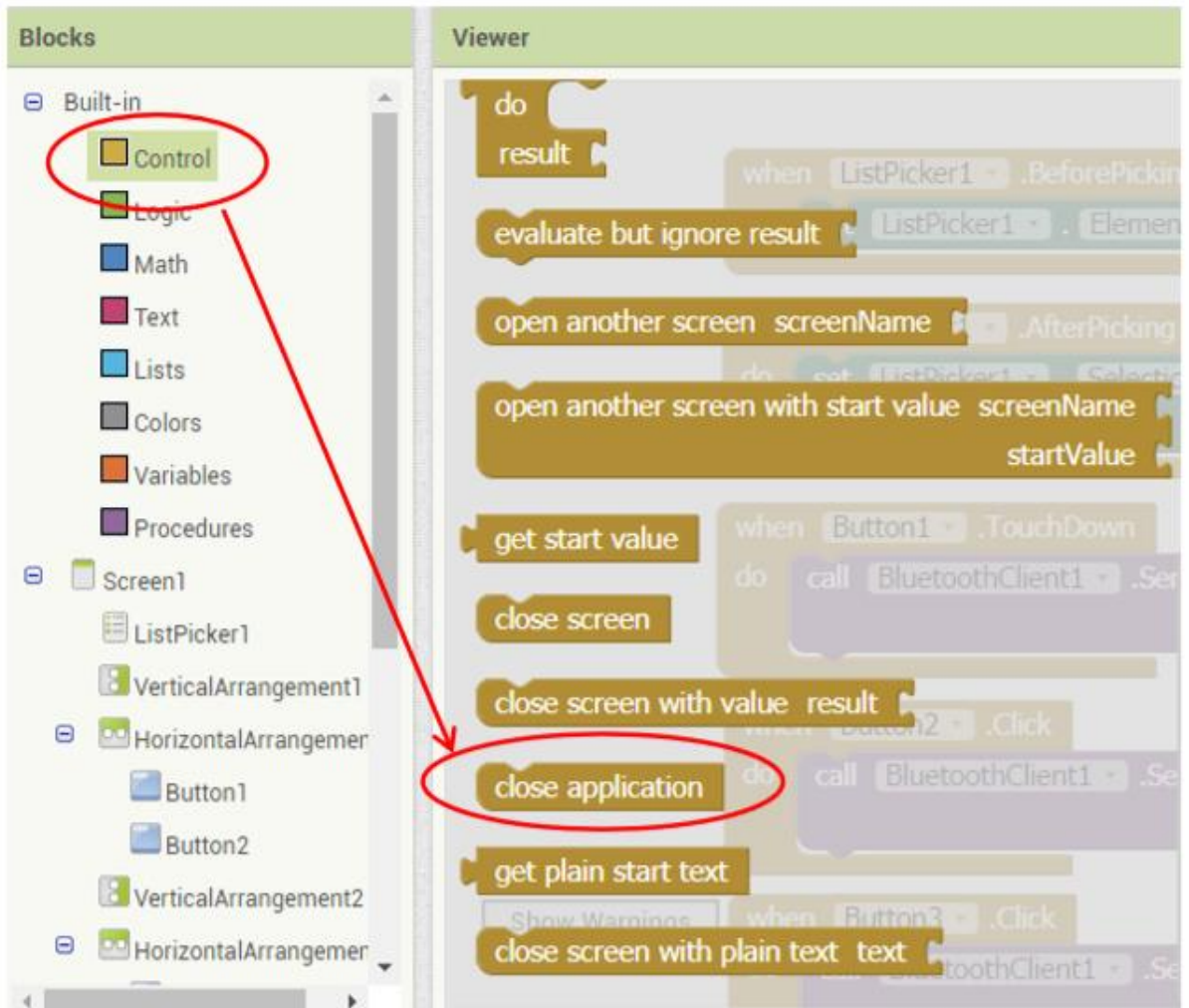


ภาพที่ 2-80 แสดงทำแบบนี้กับ icon ทุกตัว จำนวน 6 ตัว

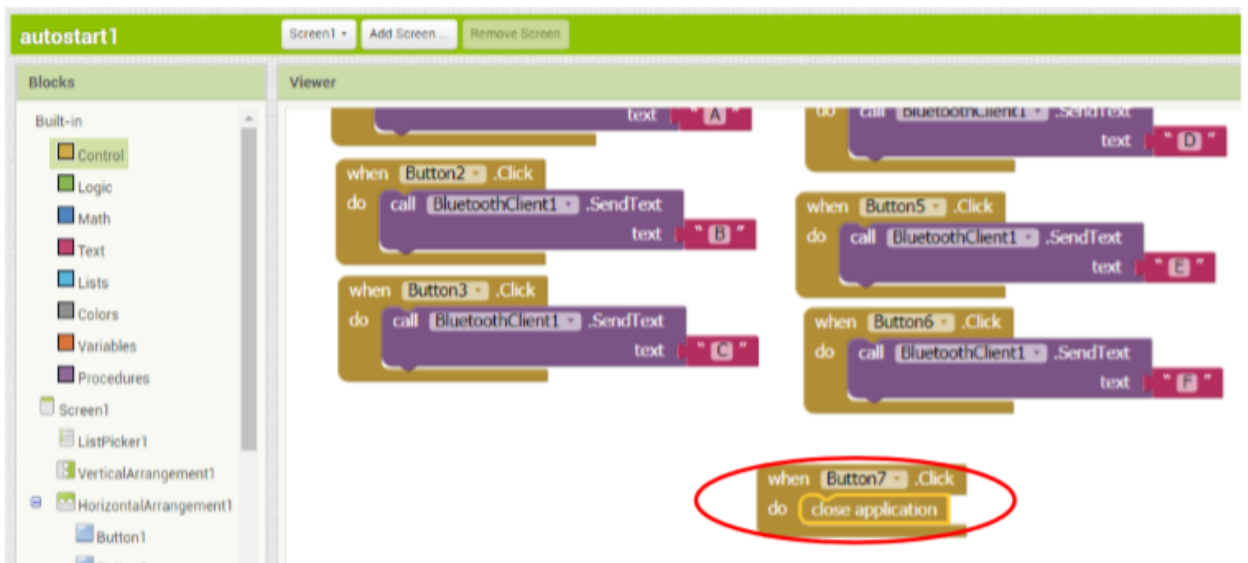
26. เลือก Button7 เลือก control เลือก close application



ภาพที่ 2-81 แสดงเลือก Button7 เลือก control เลือก close application

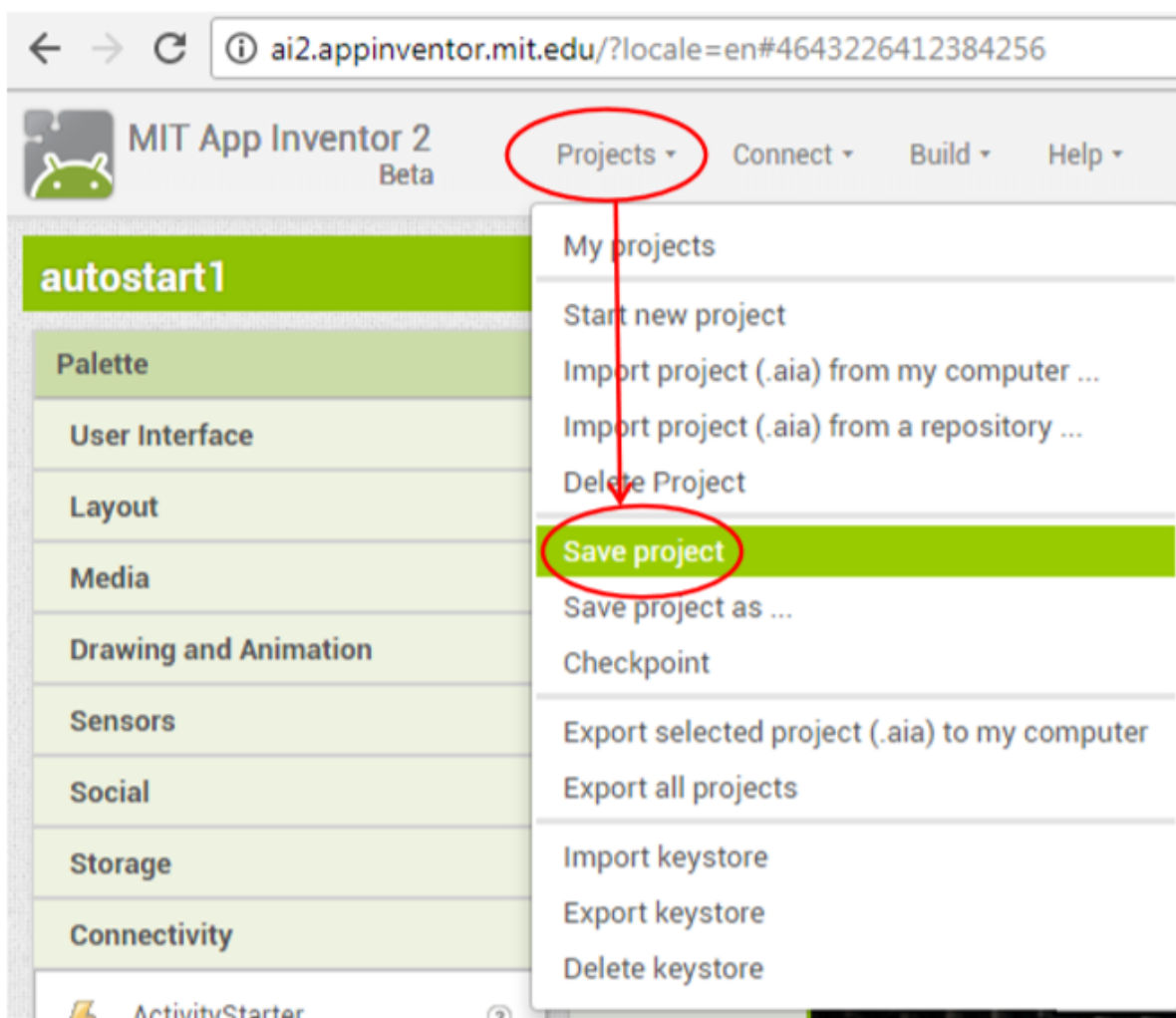


ภาพที่ 2-82 แสดงเลือก close application



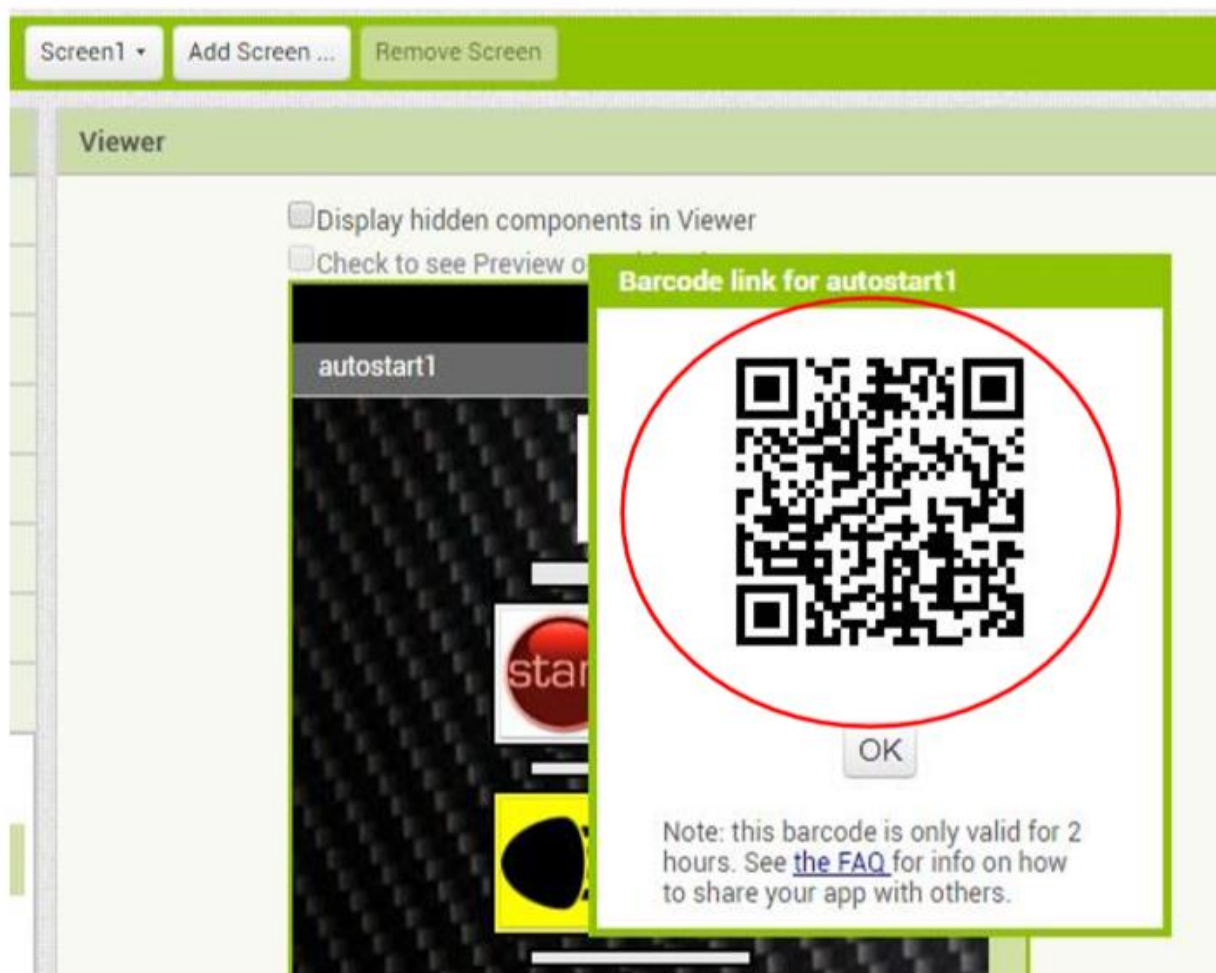
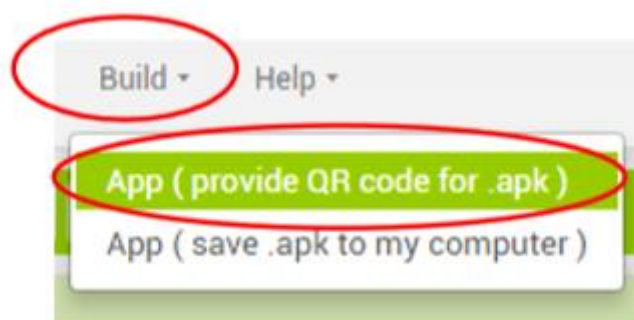
ภาพที่ 2-83 แสดงเลือก Button7 เลือก control เลือก close application

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. แสแกน QR code ด้วย App จาก play store ต้องโหลดมาก่อน

30. ติดตั้ง App autostart1 บนมือถือ

31. เสร็จสมบูรณ์

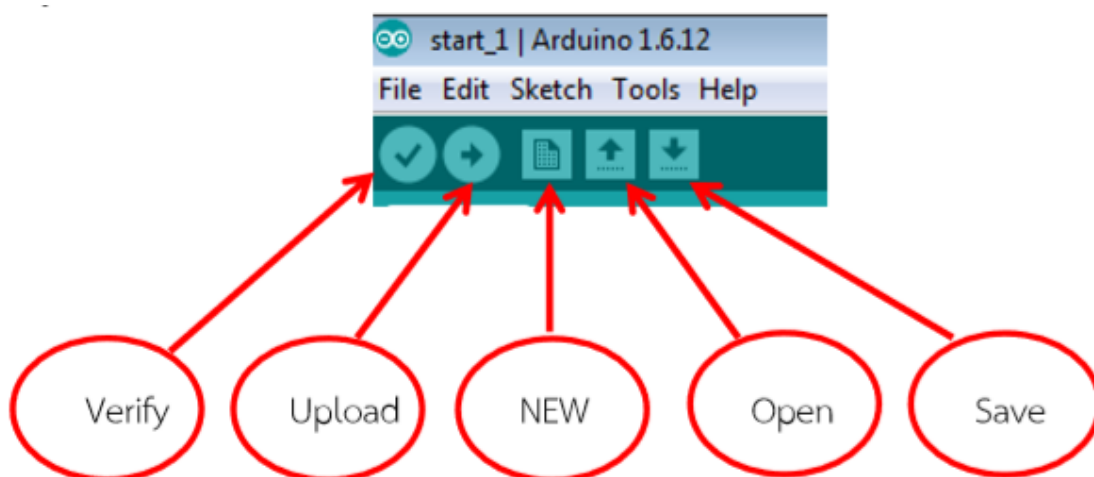
2.7.3 การเขียนคำสั่งด้วย App Android

1. เปิด โปรแกรม App Adriano

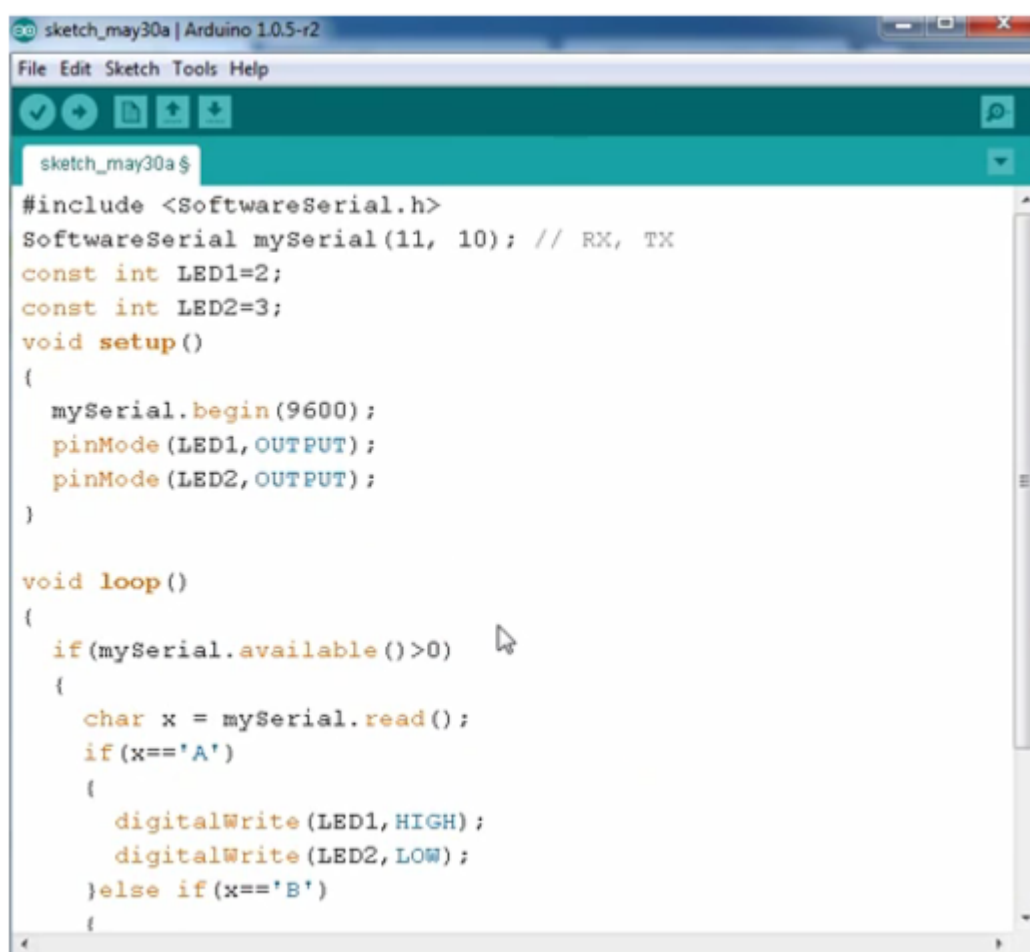


ภาพที่ 2-86 แสดงเปิด โปรแกรม App Adriano

2. เปิดเมนู ตามที่ต้องการ



ภาพที่ 2-87 แสดงเปิดเมนู ตามที่ต้องการ



```
sketch_may30a | Arduino 1.0.5-r2
File Edit Sketch Tools Help
sketch_may30a $
#include <SoftwareSerial.h>
SoftwareSerial mySerial(11, 10); // RX, TX
const int LED1=2;
const int LED2=3;
void setup()
{
  mySerial.begin(9600);
  pinMode(LED1, OUTPUT);
  pinMode(LED2, OUTPUT);
}

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

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



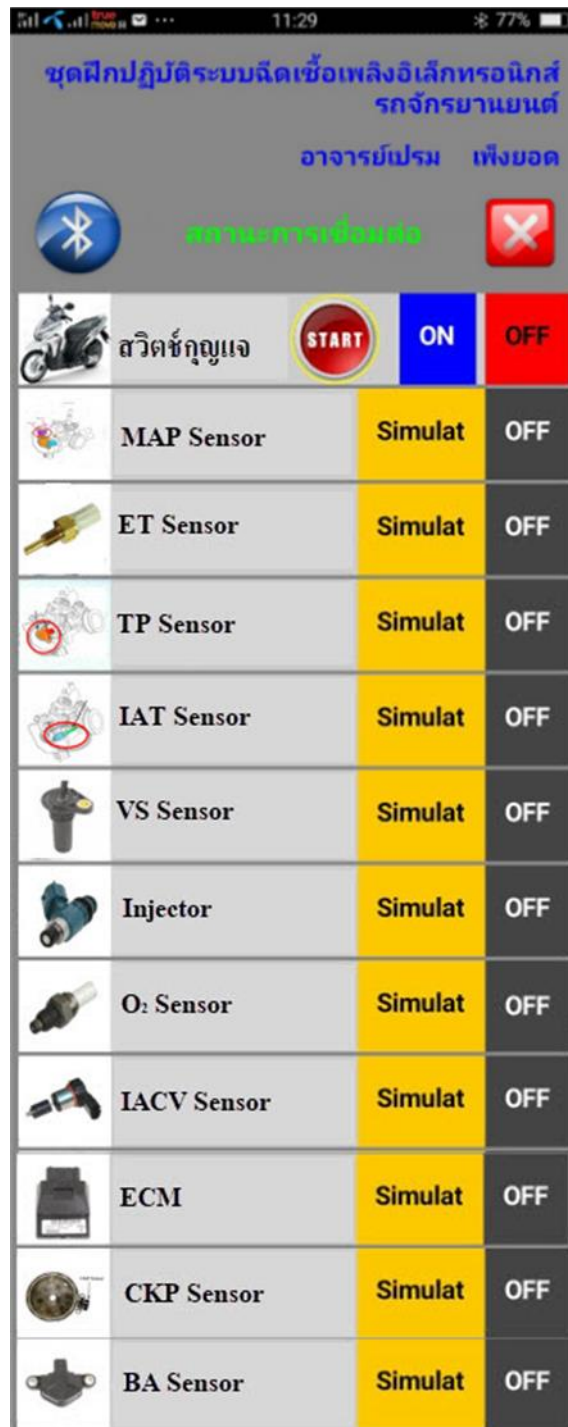
ภาพที่ 2-89 แสดงรถจักรยานยนต์ระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์

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

2.8 แนวคิดเกี่ยวกับความพึงพอใจ

การจัดกระบวนการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเกิดความสมดุล เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ทำให้ผู้เรียนมีความสุข มีความพึงพอใจ เป็นความรู้สึที่ดี ที่ชอบ หรือที่ประทับใจต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่สามารถตอบสนองความต้องการทั้งทางด้านร่างกายและจิตใจของผู้เรียน ก่อให้เกิดความสมดุลในกิจกรรมการเรียนรู้ มีความสนุกกับกิจกรรมการเรียนรู้ เกิดผลงานที่มีคุณภาพ และความสุขที่เกิดจากการร่วมกิจกรรมกับกลุ่มเพื่อน เป็นความสุขจากการช่วยเหลือและร่วมมือร่วมใจในการทำกิจกรรม ทำให้ผู้เรียนมีความสามารถในการจัดการจัดระบบโดยรวมมือกันรับผิดชอบในการปฏิบัติตามกฎระเบียบ ข้อตกลง เพื่อเสริมสร้างวินัยในการอยู่ร่วมกัน นำไปสู่การปรับตัว การรับและเลือกข้อมูลสารสนเทศ และเทคโนโลยีเพื่อการบริโภคด้วยการใช้วิธีแห่งปัญญา ผู้ศึกษาจึงได้ศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับความหมายของความพึงพอใจไว้ ดังนี้

2.8.1 ความหมายของความพึงพอใจ

จากการศึกษาความหมายของความพึงพอใจ ได้มีผู้ให้ความหมายของความพึงพอใจไว้มากมาย ดังต่อไปนี้

โสรจจ์ วิสุทธิแพทย์. (2544: 7) ให้ความหมายความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งซึ่งจะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อบุคคลนั้นได้รับการตอบสนองในสิ่งที่ตนต้องการ หรือตรงเป้าหมายที่วางไว้ หากบุคคลนั้น ๆ ไม่ได้ได้รับการตอบสนองหรือไม่ตรงกับเป้าหมายที่ตนตั้งไว้ ระดับความพึงพอใจก็จะลดลง

อุทัยพรรณสุคใจ. (2545: 7) ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกหรือทัศนคติของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งโดยอาจจะเป็นไปในเชิงประเมินค่าว่าความรู้สึกหรือทัศนคติต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใดนั้น เป็นไปในทางบวกหรือทางลบ

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 มาตรการวัดความพึงพอใจสามารถทำได้หลายวิธี ได้แก่

1) การใช้แบบสอบถาม โดยผู้สอบถามจะออกแบบสอบถาม เพื่อต้องการทราบความคิดเห็นซึ่งสามารถทำได้ในลักษณะที่กำหนดคำตอบให้เลือกหรือคำตอบอิสระ คำถามดังกล่าวอาจถามความพึงพอใจด้านต่าง ๆ เช่น การบริหาร การควบคุมงานและเงื่อนไขต่าง ๆ

2) การสัมภาษณ์ เป็นวิธีวัดความพึงพอใจทางตรงทางหนึ่ง ซึ่งต้องอาศัยเทคนิควิธีและวิธีการที่ดี จึงจะทำให้ได้ข้อมูลที่เป็นจริงได้

3) การสังเกต เป็นวิธีการวัดความพึงพอใจโดยสังเกตพฤติกรรมของบุคคลเป้าหมาย ไม่ว่าจะแสดงออกจากการพูด กิริยาท่าทางวิธีนี้จะต้องอาศัยการกระทำอย่างจริงจังและสังเกตอย่างมีระเบียบแบบแผน

แครทวูลและคณะ (Krahwolh et al. 1946: 130-132 อ้างถึงใน หนัยสุตา ทองอยู่. 2550: 30-32) กล่าวถึงการวัดความพึงพอใจ สรุปได้ว่า การวัดความพึงพอใจประกอบด้วย การระบุพฤติกรรมที่บ่งชี้ความพึงพอใจ และวิธีการบันทึกพฤติกรรมที่แสดงออกถึงความพอใจอย่างเป็นระบบ เนื่องจากความพึงพอใจเป็นพฤติกรรมภายใน บางครั้งไม่แสดงออกมาเป็นพฤติกรรมภายนอก และเพียงอย่างเดียวอาจมาจากพฤติกรรมภายในที่แตกต่างกัน เครื่องมือที่ใช้วัดพฤติกรรมที่ดีสามารถที่จะสังเกตพฤติกรรมภายในให้แสดงเป็นพฤติกรรมภายนอกได้บ้าง การวัดความพึงพอใจอาจใช้วิธีการวัด ดังนี้

1) การบอกเรื่องราวเกี่ยวกับความคิด ความเชื่อ การปฏิบัติและความพึงพอใจของตนเอง โดยใช้เครื่องมือต่อไปนี้

1.1) แบบตรวจสอบรายการ ซึ่งประกอบด้วยข้อความอธิบายเรื่องราว แล้วให้ผู้ตรวจสอบกับความคิด ความเชื่อ และการปฏิบัติของตนเอง

1.2) มาตรการส่วนประมาณค่า ประกอบด้วย ข้อความอธิบายเรื่องราวหรือคุณลักษณะ ที่ต้องการวัด ให้ผู้ตอบอ่านข้อความแล้วพิจารณาว่า ตนเองมีความรู้สึกอย่างไร ในระดับใด

1.3) แบบจับคู่ โดยการให้ผู้ตอบเลือกคำคุณศัพท์จากรายการ 3-4 คำ เขียนบรรยายความรู้สึกเมื่อทำกิจกรรมร่วมกับรายการของคำคุณศัพท์ที่ต้องการบรรยายปฏิกริยาทางอารมณ์ทางบวกและทางลบ โดยคำคุณศัพท์ที่ผู้เรียนเลือกสามารถแสดงออกถึงความพึงพอใจที่ผู้เรียนได้รับจากกิจกรรม

1.4) โปรเจกทีฟเทคนิค (Projective Techniques) สามารถใช้ประโยชน์ในการสำรวจการตอบสนองทางอารมณ์ได้เป็นอย่างดี มี 3 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 เป็นการสอบปากเปล่าเป็นรายบุคคล โดยให้ผู้เรียนพูดแสดงความรู้สึกหรือเรื่องให้ผู้สอนพูดให้เร็วที่สุด ปฏิกริยาจากการตอบสนองที่ผู้เรียนพูดออกมาสามารถ วิเคราะห์ความรู้สึก และเจตคติของผู้เรียนได้

ส่วนที่ 2 เป็นการสอบปากเปล่าเป็นรายบุคคล โดยการให้ผู้เรียนเล่าเรื่องจากรูปภาพ บรรยายความรู้สึกนึกคิดของตนเองอย่างอิสระ แล้วนำเรื่องให้ผู้เรียนเล่าไปวิเคราะห์หาคุณลักษณะของผู้เรียน

ส่วนที่ 3 เป็นการสอบแบบเขียนตอบ โดยการเติมประโยคให้สมบูรณ์ แล้วนำคำตอบที่ผู้เรียนเขียนเติมลงไปนั้น ไปวิเคราะห์หาคุณลักษณะของผู้เรียน

1.5) แบบสอบถามปลายเปิด

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

1.7) การสัมภาษณ์ เป็นวิธีการที่สามารถสำรวจความรู้สึกและความคิดเห็นที่แท้จริงได้แต่ผู้สัมภาษณ์ต้องเป็นผู้ที่มีประสบการณ์ อาจใช้การสัมภาษณ์เป็นกลุ่มหรือรายบุคคลและใช้เวลาไม่น้อยแตกต่างกันไป

1.8) การอภิปรายกลุ่ม

1.9) การเขียนบรรยายความคิดเห็นหรือความรู้สึก เป็นการให้ผู้เรียนเขียนบรรยายความรู้สึก ความคิดเห็น พร้อมทั้งเหตุผลที่ใช้ประกอบการตัดสินใจในเรื่องเกี่ยวกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ วิธีการเขียนบรรยายความรู้สึก เป็นวิธีการที่ดีมาก สามารถวัดความคิดเห็นและความรู้สึก

1.10) แบบเลือกตอบคงที่ มีลักษณะคล้ายมาตราส่วนประมาณค่า คือ มีตัวเลือกชุดหนึ่ง อาจประกอบไปด้วย 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 สามารถสังเกตพฤติกรรมผู้เรียนได้ที่หลายๆ คน โดยจัดสถานการณ์หรือจัดกิจกรรมต่าง ๆ ให้ผู้เรียนที่เราต้องการสังเกตได้ปฏิบัติ โดยให้ผู้เรียนแต่ละคนได้มีโอกาสเท่ากันที่จะเลือกกิจกรรมต่าง ๆ ได้อย่างอิสระจากพฤติกรรมการเลือกการ ไม่เลือกทำกิจกรรม หรือวิธีการปฏิบัติกิจกรรม ต่าง ๆ ที่ผู้เรียนทำ

ลิเคอร์ท (Likert) ให้ความหมายไว้ว่า การวัดความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกชอบ ความต้องการ ความพอใจ ความสุข เนื่องจากผลงานที่ได้รับผลสำเร็จตามความมุ่งหมาย วัดความพึงพอใจได้จากแบบวัดความพึงพอใจที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ซึ่งได้กำหนดค่าออกเป็น 5 ระดับ ตามวิธีของลิเคอร์ท (Likert) โดยพิจารณาเนื้อหา 3 ด้าน ดังนี้

1. ด้านปัจจัยนำเข้า

- 1.1 คำชี้แจงของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ชัดเจน อ่านแล้วเข้าใจง่าย
- 1.2 ชุดกิจกรรมการศึกษามีขนาดอักษรที่เหมาะสม
- 1.3 เนื้อหาที่กำหนดในกิจกรรมการเรียนเหมาะสมกับผู้เรียน
- 1.4 เวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนเพียงพอต่อการเรียน ในเนื้อหาแต่ละชุด
- 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 ปรับปรุงตนเองและยอมรับผู้อื่น

ตลอดจนเฝ้าหาความรู้อย่างต่อเนื่อง

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 ผู้วิจัยได้ใช้แบบวัดความพึงพอใจแต่ละด้านของผู้เรียนที่มีต่อชุดฝึกปฏิบัติระบบนิคเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์จักรยานยนต์ เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ซึ่งได้กำหนดค่าออกเป็น 5 ระดับ ตามวิธีของลิเคอร์ท (Likert) โดยพิจารณาเนื้อหา 3 ด้าน ดังนี้ ด้านปัจจัยนำเข้า ด้านกระบวนการ และด้านผลผลิต ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยมี

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 บุญชม 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 ด้วงาม. (2559). ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนาชุดฝึกปฏิบัติการต่อวงจรระบบสัญญาณไฟฟ้ารถยนต์ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขางานยานยนต์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดฝึกปฏิบัติการต่อวงจรระบบสัญญาณไฟฟ้ารถยนต์ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขางานยานยนต์ เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างนักเรียน ที่ใช้ชุดฝึกปฏิบัติการต่อวงจรระบบสัญญาณไฟฟ้ารถยนต์ กับนักเรียนที่เรียน

แบบปกติโดย ผลการวิจัยพบว่า ชุดฝึกปฏิบัติการต่อวงจรระบบสัญญาณไฟฟ้ารถยนต์มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 72.22 : 80.46 เป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดฝึกปฏิบัติการต่อวงจรระบบสัญญาณไฟฟ้ารถยนต์สูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ธวัชชัย 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 11 ท่าน 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 ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.63 คะแนน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.51 ซึ่งตรงตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ แสดงว่าชุดสาธิตระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงแบบอิเล็กทรอนิกส์ ที่สร้างขึ้นสามารถนำไปใช้ประกอบการเรียนการสอน ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

นภดล ยะชัน. (2557). ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรบระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรบระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของหลักสูตรฝึกอบรบระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ ผลการวิจัยพบว่า

การพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรบระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ มีเนื้อหาของหลักสูตร ได้แก่ โครงสร้างส่วนประกอบของระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ การทำงานของระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ การเรียกดูข้อมูลในหน่วยความจำของระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ การแปลงข้อมูลในหน่วยความจำของระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ การลบข้อมูลความผิดปกติในหน่วยความจำของระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ การตรวจสอบการทำงาน of ระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์รถจักรยานยนต์ การตรวจสอบอุปกรณ์ของระบบ

ฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์จักรยานยนต์ การปรับตั้งการทำงานของระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์จักรยานยนต์ การตรวจสอบการทำงานของระบบจุดระเบิด การตรวจสอบอุปกรณ์ของระบบจุดระเบิด และการแก้ไขปัญหาการทำงานของระบบจุดระเบิด

ผลการทดลองด้านประสิทธิภาพของการพัฒนาหลักสูตรพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์จักรยานยนต์ 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

การประเมินหลักสูตรฝึกอบรมระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์จักรยานยนต์ ภาพรวมของความพึงพอใจต่อการอบรมอยู่ในระดับดีมาก

บรรเจิด (2557) การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรมฉีดเชื้อเพลิงเครื่องยนต์ดีเซลแบบคอมมอนเรลควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ ผู้วิจัยได้นำชุดฝึกปฏิบัติที่สร้างขึ้น ไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 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 การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดจำลองปัญหาข้อขัดข้องระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์จักรยานยนต์ ผลการวิจัยพบว่า ทุกด้านมีค่าเฉลี่ยมากกว่า 4.51 อยู่ในเกณฑ์ระดับคุณภาพดีมาก ส่วนการหาประสิทธิภาพ พบว่ามีค่า E_1/E_2 เท่ากับ 92.96/91.50 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ 80/80

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

หลักสูตรพุทธศักราช 2545 สาขางานยานยนต์ คณะเครื่องกล วิทยาลัยสารพัดช่างอุบลราชธานี โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นทักษะกระบวนการทางวิชาชีพ ผลการศึกษา พบว่า

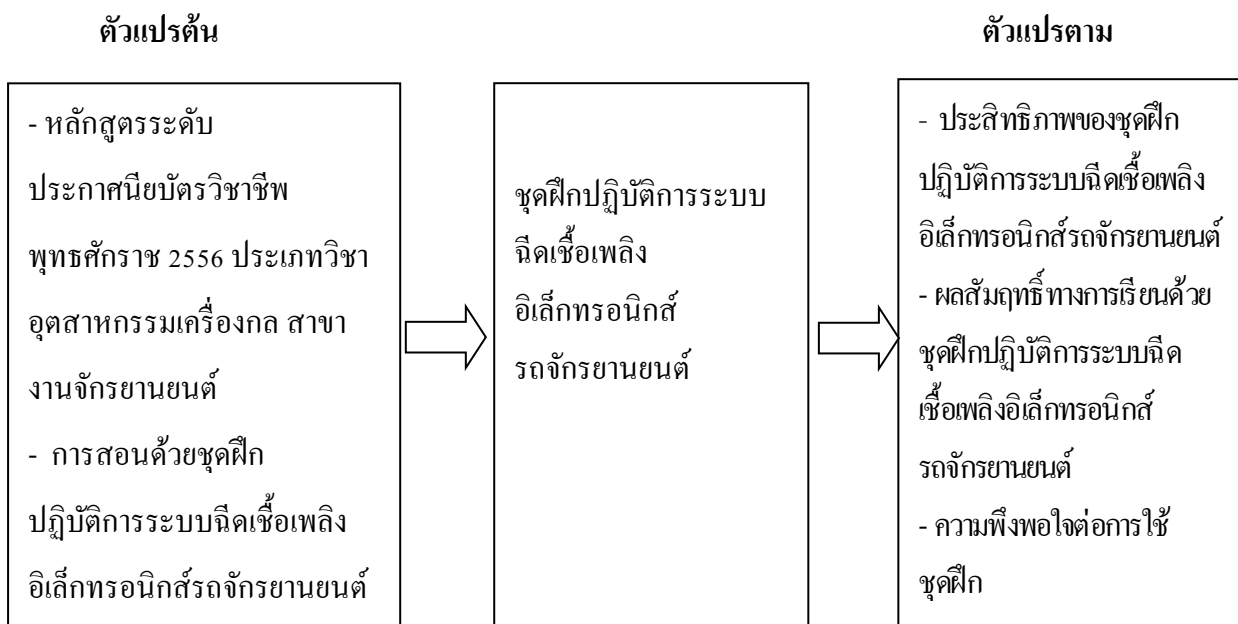
การวิจัยเชิงปฏิบัติการในครั้งนี้ผู้วิจัยได้แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการซ่อมระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้เทคนิคและวิธีการสอนวิชาชีพในรูปแบบแผนการจัดการเรียน MIAP โดยมีขั้นตอน 4 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นสนใจปัญหา 2) ขั้นศึกษาข้อมูล 3) ขั้นพยายาม 4) ขั้นสำเร็จผล ซึ่งนำมาใช้ควบคู่กับรูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการเพื่อพัฒนาทักษะการซ่อมระบบฉีดเชื้อ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

ผลการศึกษาพฤติกรรมนักเรียน 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 มีผลรวมของคะแนนก่อนเรียนสูงเนื่องจากการเก็บคะแนนหลายครั้ง E_2 เป็นผลรวมของคะแนนหลังเรียนจากการสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพียงครั้งเดียว โดยไม่มีผลกระทบกับเกณฑ์แต่อย่างใด และมีค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับร้อยละ 75 สูงกว่าเกณฑ์กำหนดร้อยละ 20

นันทชัย โลหะโรจนวิเชียร. (2551). ได้ศึกษาเรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรม เรื่องการทำงานและการติดตั้งระบบฉีดเชื้อเพลิงก๊าซแอลพีจี 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