



รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

อุปกรณ์แจ้งเตือนความผิดปกติของรถยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิง

ยืดหยุ่นหลากหลายชนิด

Warning Apparatus for Fault Detection of
Flexible Fuel Vehicles

รศ. ดร. ปิติเขต สุรักษา (หัวหน้าโครงการ)

ผศ. กฤดากร กล่อมการ

นายอนุรักษ์ จันทร์ศรี

โครงการวิจัยนี้ได้รับการอุดหนุนโดยเงินรายได้ประจำปี 2552

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อ

จากวิกฤตการณ์น้ำมันที่ผ่านมาทำให้ราคาน้ำมันสูงขึ้นเป็นอย่างมาก จึงเป็นแรงจูงใจให้มีผู้หันไปใช้เชื้อเพลิงทางเลือกมากขึ้น เช่นเปลี่ยนมาใช้เชื้อเพลิงจากก๊าซธรรมชาติ หรือ เชื้อเพลิงประเภท E-20 หรือ E-85 เพิ่มมากขึ้น ทว่า การดัดแปลงเครื่องยนต์ให้ใช้เชื้อเพลิงดังกล่าวข้างต้นไม่ได้ครอบคลุมระบบแจ้งเตือนเมื่อเครื่องยนต์หรืออุปกรณ์หลักที่สำคัญเกิดความผิดปกติขึ้น โครงการวิจัยนี้จึงมุ่งตอบโจทย์ดังกล่าว

คำสำคัญ: NGV, E-20, E-85, ระบบแจ้งเตือน

Abstract

The recent oil crisis affects to highly increase oil price. As a result, many people switch to use alternative fuel such as NGV, E-20, or E-85. Nevertheless, the modified engine has not yet covered the warning system in case of malfunction in major components. The aim of this research is to solve the aforementioned problem.

Keywords: NGV, E-20, E-85, warning system

RCH
TJ
223
.D4
๑๖๑๕๒

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....116913
วันที่.....16 ส.ค. 2554

๑๒๓๒๖๔๕๖
b.....
i.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ของหอสมุดกลางพระจอมเกล้าลาดกระบัง การใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ สำเร็จลงได้ด้วยเงินรายได้ พ.ศ. 2552 ขอขอบคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังที่ได้สนับสนุนเงินอุดหนุนวิจัยให้กับโครงการ

ขอขอบคุณ ผศ. ดร. สุธีรา พันธุ์ธีรานุรักษ์ ที่ช่วยเหลือเรื่องการสร้างฐานข้อมูล สำหรับเก็บผลการทดสอบ และขอขอบคุณนักศึกษาปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมสารสนเทศ ภายใต้การดูแลของคณะผู้วิจัยที่ได้ช่วยเหลืองานและเป็นกำลังสำคัญในภาคการสร้างฮาร์ดแวร์และช่วยทดสอบในภาคสนาม

ผู้วิจัยขอขอบคุณ บริษัทบางกอก เอ็น จี วี จำกัด และบริษัทลักกี้ มอเตอร์ จำกัด ที่ได้ให้ความเอื้อเฟื้อรถยนต์เพื่อทดสอบอุปกรณ์การแจ้งเตือนอันเป็นผลจากงานวิจัยนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนำ

สืบเนื่องมาจากความต้องการในการใช้น้ำมันที่เพิ่มขึ้นอย่างมากที่ผ่านมาในตลาดโลกซึ่งเป็นความต้องการจากผลพวงการเร่งพัฒนาประเทศของจีนและอินเดียที่มีประชากรสูงมากที่สุดในโลกตามลำดับ ประกอบกับการเก็งราคาในตลาดล่วงหน้า ทำให้ราคาน้ำมันสูงขึ้นเป็นอย่างมาก จึงเป็นแรงจูงใจให้มีผู้หันไปใช้เชื้อเพลิงทางเลือกมากขึ้น เช่นเปลี่ยนมาใช้เชื้อเพลิงจากก๊าซธรรมชาติ หรือเชื้อเพลิงประเภท E-20 หรือ E-85 เพิ่มมากขึ้น ทว่า การตัดแปลงเครื่องยนต์ให้ใช้เชื้อเพลิงดังกล่าวข้างต้นไม่ได้ครอบคลุมระบบแข็งเตอนเมื่อเครื่องยนต์หรืออุปกรณ์หลักที่สำคัญเกิดความผิดปกติขึ้น

โครงการวิจัยนี้จึงมุ่งตอบโจทย์ดังกล่าวข้างต้น โดยในเฟสของการวิจัยนี้ มุ่งศึกษาเชิงการศึกษาค้นคว้าเพื่อสร้างต้นแบบแนวคิดมากกว่าการผลิตในเชิงพาณิชย์ ผลการวิจัยที่ได้ยังคงต้องการปรับปรุงสู่ต้นแบบพร้อมผลิตอีกครั้งหนึ่ง ดังนั้น การใช้ประโยชน์จากงานวิจัยนี้ควรคำนึงถึงข้อจำกัดนี้ด้วย อย่างไรก็ตาม การศึกษานำร่องนี้น่าจะเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่สนใจ

ปิติเชต สุธีรักษา (หัวหน้าโครงการวิจัย)

ผศ. กฤดากร กล่อมการ

นายอนุรักษ์ จันทร์ศรี

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
3 วิธีดำเนินการวิจัยและผลการวิจัย	9
4 อภิปรายผลการวิจัยและวิจารณ์	22
5 สรุปและข้อเสนอแนะ	26
บรรณานุกรม	28
ภาคผนวก	30
กรอบแนวคิดการทดลองและ โปรแกรมแสดงผล	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

รูปที่

หน้า

2.1 ระบบรถยนต์ที่ใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิง.....	5
2.2 ระบบการเผาไหม้ภายในของเครื่องยนต์.....	7
3.1 เชื้อเพลิงส่วนต่างๆ.....	12
3.2 ไดอะแกรมส่วนผสมอากาศกับเชื้อเพลิงและเครื่องยนต์.....	14
3.3 ไดอะแกรมระบบอากาศ.....	16
3.4 ปริมาณมวลของอากาศที่เข้าสู่ห้องเผาไหม้ของเครื่องยนต์ 2000 ลบ.ซม.....	17
3.5 ปริมาณมวลของอากาศที่เข้าสู่ห้องเผาไหม้ของเครื่องยนต์ 1600 ลบ.ซม.....	17
3.6 วงจรภายในและวงจรใช้งานจริงของตัวตรวจจับ.....	18
3.7 วงจรควบคุมและแสดงผลทาง LCD ของค่าตรวจจับ.....	19
4.1 ไดอะแกรมระบบเชื้อเพลิงเพื่อการสังเกต.....	23
4.2 ผลการสังเกตความสัมพันธ์ระหว่าง มวลเชื้อเพลิง มวลอากาศ และองศาสิ้นเปลืองกรณีก๊าซธรรมชาติ.....	23
4.3 ความสัมพันธ์ระหว่าง มวลเชื้อเพลิง กับ มวลอากาศ.....	24
4.4 ผลการสังเกตความสัมพันธ์ระหว่าง มวลเชื้อเพลิง มวลอากาศ และองศาสิ้นเปลืองแก๊สโซฮอล์.....	24
4.5 ความสัมพันธ์ระหว่าง มวลเชื้อเพลิง กับ มวลอากาศ.....	25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1 ปริมาณมวลของอากาศที่เข้าสู่ห้องเผาไหม้ของเครื่องยนต์ 2000 ลบ.ซม.....	16
3.2 ปริมาณมวลของอากาศที่เข้าสู่ห้องเผาไหม้ของเครื่องยนต์ 1600 ลบ.ซม.....	16
3.3 การตรวจจับ LPG รั่วในห้องโดยสาร.....	20
3.4 ตรวจจับคาร์บอนไดออกไซด์โดยควันทูบ ที่ระยะห่าง 10 cm.....	20
3.5 การตรวจจับการระเหยของ Ethanol ที่ระยะห่าง 1 cm.....	21
3.6 ค่าแรงดันเอาต์พุทของตัวตรวจจับในสภาวะอากาศปกติและอุณหภูมิห้อง โดยสารที่ 26-27 องศาเซลเซียส.....	21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ผลกระทบจากราคาน้ำมันที่สูงขึ้น รัฐบาลได้ให้การส่งเสริมรถแท็กซี่เปลี่ยนจากการใช้ LPG มาเป็น NGV โดยมีเป้าหมายเพิ่มขึ้นอีก 50,000 คันภายในปี 2552 รวมทั้งเร่งส่งเสริมให้รถ ขสมก. และรถร่วม ขสมก. หันมาใช้ NGV ทั้งหมด ประกอบกับผู้บริโภคต่างให้การยอมรับในเรื่องความปลอดภัยของ NGV กันมากขึ้น ทำให้ปริมาณความต้องการใช้ NGV สูงขึ้นถึงวันละ 1,600 คัน ไม่เพียงแต่การใช้เชื้อเพลิงทางเลือกก๊าซธรรมชาติ เท่านั้น รัฐบาลยังส่งเสริมการใช้แก๊สโซฮอล์ E-20 และ E-85 อีกด้วย ซึ่งเครื่องยนต์ดัดแปลงให้ใช้เชื้อเพลิงทางเลือกหลายชนิดนั้นรวมเรียกว่า “เชื้อเพลิงยืดหยุ่นหลากชนิด (flexible fuel หรือ flex fuel)”

อย่างไรก็ตาม หลายฝ่ายยังเป็นกังวลเรื่องความปลอดภัยในการติดตั้งอุปกรณ์สำหรับเครื่องยนต์ดัดแปลงประเภทต่าง ๆ ซึ่งปัจจุบันมีอุปกรณ์นำเข้าจากต่างประเทศในรูปแบบ “ชุดคิท (kit)” หรือชุดสำเร็จพร้อมติดตั้งที่จำหน่ายต่อให้อู่ที่รับดัดแปลงรถ เพื่อนำไปติดตั้งกับรถดัดแปลงใช้เชื้อเพลิงยืดหยุ่นหลากชนิด ได้ทันที ทั้งนี้ชุดคิทนำเข้าจากประเทศสหรัฐอเมริกา แคนาดา อิตาลี และญี่ปุ่น ส่วนใหญ่จะมีราคาสูงแต่ให้ค่าความเที่ยงตรง และความคงทนดีกว่าของจีนซึ่งมีราคาถูกกว่า ส่วนสินค้าเกาหลีมีราคาและคุณภาพอยู่ประมาณกลางๆ

ด้วยเหตุนี้ทีมวิจัยจึงได้พัฒนาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ 2 ชนิด เพื่อแก้ปัญหาที่พบจากการใช้อุปกรณ์ที่มีอยู่ในท้องตลาดซึ่งออกแบบไม่ครอบคลุมย่านการใช้งานกับเชื้อเพลิงหลากชนิด ได้แก่ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์สำหรับตรวจจับความผิดปกติและแจ้งเตือน (Fault detection and warning system) ซึ่งจะแสดงสถานะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และสาเหตุความผิดปกติเพื่อซ่อมบำรุงและปรับสภาพจากระบบระบายความร้อน และเซ็นเซอร์ต่างๆ เช่น ออกซิเจน เซ็นเซอร์ การรื้อของก๊าซ หรือแอลกอฮอล์ ในห้องโดยสาร เป็นต้น

1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อสร้างต้นแบบแนวคิดระบบแจ้งเตือนความผิดปกติของรถยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิง ยืดหยุ่นหลากหลายชนิด

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

งานวิจัยนี้สร้างต้นแบบแนวคิดซึ่งศึกษาในแง่เชิงวิชาการเป็นส่วนใหญ่ และศึกษาเฉพาะเครื่องยนต์ 4 จังหวะเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทนำ

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

บทนี้กล่าวถึงการศึกษาทฤษฎีเครื่องยนต์เผาไหม้ภายใน เกี่ยวกับระบบอากาศ ระบบเชื้อเพลิง และระบบตรวจจับไอเสียหลังการเผาไหม้ของเครื่องยนต์แบบวัฏจักร 4 จังหวะ เพื่อสร้างความเข้าใจในการทำงานของเครื่องยนต์ให้เกิดความกระจ่างในการออกแบบอุปกรณ์การแจ้งเตือนให้ได้ค่าพารามิเตอร์ในย่านเหมาะสมสำหรับการใช้งาน

การศึกษาเริ่มจากรูปแบบสมการเชิงคณิตศาสตร์ พร้อมทั้งจำลองทั้งสามระบบด้วยคอมพิวเตอร์ เพื่อเป็นประโยชน์สำหรับการออกแบบระบบควบคุม ผลของการจำลองในส่วน of ระบบอากาศมีความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณอากาศที่เข้าสู่ห้องเผาไหม้กับรอบของเครื่องกับองศาสิ้นเร่งอย่างถูกต้อง ส่วนของระบบเชื้อเพลิงมีการเปลี่ยนปริมาณเชื้อเพลิงแบบแปรผันตรงกับปริมาณอากาศที่เข้าสู่ห้องเผาไหม้ สุดท้ายระบบตรวจจับไอเสียหลังการเผาไหม้เพื่อรู้ค่าอัตราส่วนระหว่างปริมาณอากาศต่อปริมาณเชื้อเพลิง

งานระบบควบคุมในที่นี้ อาจแบ่งได้เป็น 3 ส่วนหลักคือ ตัวควบคุม พลาเน็ต และผลการควบคุม ในรายงานนี้จะกล่าวถึงงานควบคุมการทำงานของเครื่องยนต์ที่ใช้หน่วยควบคุมอิเล็กทรอนิกส์เป็นตัวควบคุม โดยทั่วไปงานของหน่วยควบคุมอิเล็กทรอนิกส์คือ การควบคุมสถานะเริ่มติดเครื่อง การควบคุมสถานะเดินเบาที่มีรอบเครื่องยนต์ในช่วง 600-800 รอบต่อนาที การควบคุมสถานะขับปีปคิตที่มีรอบเครื่องยนต์ในช่วง 800-3000 รอบต่อนาที และการควบคุมสถานะเปลี่ยนความเร็วในช่วงเวลาอันสั้น อาทิเช่นเบรคกระทันหันเรียกว่าเป็นการลดความเร็ว หรือ เร่งเครื่องเต็มที่กระทันหันเรียกว่าเป็นการเพิ่มความเร็ว ทุกสถานะการทำงานที่กล่าวมาหน่วยควบคุมอิเล็กทรอนิกส์จำเป็นต้องควบคุมการผสมปริมาณอากาศกับ

ปริมาณเชื้อเพลิงที่เข้าสู่ห้องเผาไหม้เพื่อให้การเผาไหม้เป็นไปอย่างสมบูรณ์ และช่วงเวลาเดียวกันจำเป็นต้องควบคุมเวลาการจุดระเบิดของหัวเทียนให้ถูกต้อง เป็นไปตามวัฏจักร ดูด-อัด-ระเบิด-คาย ของเครื่องยนต์

จากงานต่างๆของหน่วยควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ บทนี้มุ่งเน้นอธิบายและจำลองผลทางคอมพิวเตอร์ ในส่วนงานควบคุมการผสมปริมาณอากาศกับปริมาณเชื้อเพลิงที่เข้าสู่ห้องเผาไหม้เพื่อให้การเผาไหม้เป็นไปอย่างสมบูรณ์ ในสภาวะขับซึ่งปกติ โดยส่วนต่างๆของตัวถูกควบคุมประกอบไปด้วย

ก.ระบบอากาศ อธิบายครอบคลุมเกี่ยวกับเรื่อง พื้นที่ช่องว่างอากาศไหลผ่านของ ลิ้นเร่ง ปริมาณมวลอากาศ ความดันของอากาศ อุณหภูมิของอากาศ ที่ผ่านเข้าไป ในท่อไอดีหลังลิ้นเร่ง และสุดท้ายคือปริมาณมวลอากาศจริงที่เข้าสู่ห้องเผาไหม้ โดยมีความสัมพันธ์ลักษณะแปรผัน โดยตรงกับองศาของลิ้นเร่ง อ้างอิงจาก [1][3][6][11][12][13]

ข.ระบบเชื้อเพลิง อธิบายครอบคลุมเกี่ยวกับเรื่อง ลักษณะหัวฉีด ปริมาณมวลเชื้อเพลิงที่ได้จากการฉีด ปริมาณมวลเชื้อเพลิงที่เกาะติดอยู่กับผนังท่อไอดี และ ปริมาณมวลเชื้อเพลิงที่เข้าสู่ห้องเผาไหม้จริง โดยมีความสัมพันธ์ลักษณะแปรผัน โดยตรงกับองศาของลิ้นเร่งและปริมาณมวลของอากาศเพื่ออัตราส่วนที่ถูกต้อง ส่งผลให้การเผาไหม้เป็นไปด้วยความสมบูรณ์ อ้างอิงจาก [3][4][5][8][9][10][14]

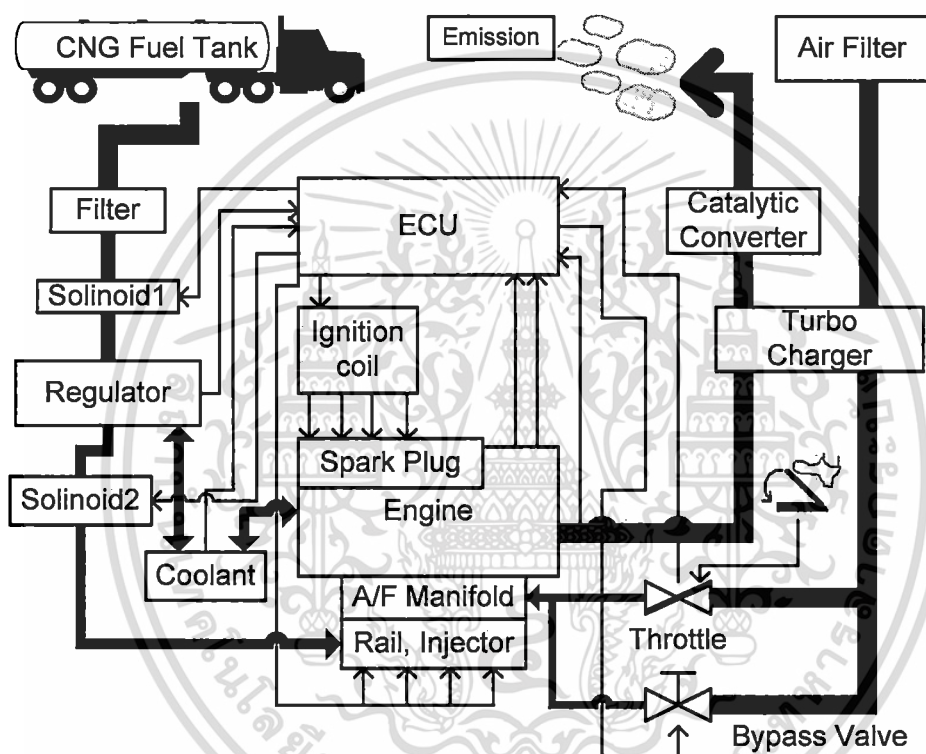
ค.ห้องเผาไหม้พร้อมด้วยระบบตรวจจับที่ให้ผลจากตัวถูกควบคุมอธิบาย ครอบคลุมเกี่ยวกับเรื่อง การเผาไหม้ที่สมบูรณ์ระหว่างสารสองชนิดคืออากาศที่ ประกอบด้วยไฮโดรเจนกับออกซิเจน และ เชื้อเพลิงที่ประกอบด้วยไฮโดรเจนกับ คาร์บอน ลักษณะช่วงเวลาการทำงานของเครื่องยนต์ ตามความเร็วรอบการทำงาน พร้อมด้วยผลตรวจจับที่บ่งบอกถึงปริมาณความความสมบูรณ์หลังการเผาไหม้ เรียกว่าค่าแลมด้า λ_m จะนำไปใช้ในการควบคุมระบบเชื้อเพลิงในรอบการทำงาน เครื่องยนต์ต่อไป อ้างอิงจาก[1][2][3][4][6][12]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.2 ระบบรถยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงทางเลือก

ระบบของเครื่องยนต์และระบบเชื้อเพลิงเป็นหัวใจหลักที่สำคัญมากต่อผู้ออกแบบหน่วยควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ฉะนั้นผู้ออกแบบจำเป็นต้องเข้าใจในระบบถึงลำดับการทำงาน รูปที่ 1 แสดงระบบเครื่องยนต์ดัดแปลงที่ใช้ก๊าซธรรมชาติ



รูปที่ 2.1. ระบบรถยนต์ที่ใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิง

อุปกรณ์ต่างๆของระบบในรูปที่ 1 มีดังต่อไปนี้

2.2.1.1 CNG Fuel Tank ถังบรรจุก๊าซธรรมชาติเชื้อเพลิงมีค่าทนต่อแรงดันประมาณ 3600 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว

2.2.1.2 Filter ตัวกรองสิ่งสกปรกจากก๊าซธรรมชาติ

2.2.1.3 Solinoid1 และ Solinoid2 วาล์วปิด-เปิดให้ก๊าซผ่านสั่งงานจากหน่วยควบคุมอิเล็กทรอนิกส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.2.1.4 Regulator อุปกรณ์ลดแรงดันก๊าซหรือเรียกว่าหม้อต้ม ลดแรงดันก๊าซให้เหลือประมาณ 20 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว มีการตรวจจับอุณหภูมิกลับสู่หน่วยควบคุมอิเล็กทรอนิกส์

2.2.1.5 Coolant หม้อน้ำช่วยลดอุณหภูมิของเครื่องยนต์และช่วยให้ความร้อนแก่หม้อต้ม

2.2.1.6 Rail injector รวบรวมก๊าซเพื่อให้ความดันคงที่ป้อนให้หัวฉีดก่อนส่งฉีดจากหน่วยควบคุมอิเล็กทรอนิกส์

2.2.1.7 A/F Manifold ท่อไอศมีอากาศและเชื้อเพลิงผสมอยู่ด้วยกันก่อนส่งเข้าห้องเผาไหม้

2.2.1.8 Engine เครื่องยนต์

2.2.1.9 Spark Plug ชุดหัวเทียนจุดประกายไฟในห้องเผาไหม้

2.2.1.10 Ignition Coil เพิ่มแรงดันไฟฟ้าเข้าสู่หัวเทียนส่งงานจากหน่วยควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ ตามจังหวะรอบเครื่องยนต์

2.2.1.11 Air Filter อุปกรณ์หม้อกรองอากาศกันฝุ่น สิ่งสกปรกหรือสิ่งอื่นๆขนาดเล็ก-ใหญ่เข้าเครื่องยนต์

2.2.1.12 Turbo Charger อุปกรณ์เสริมช่วยเพิ่มปริมาณอากาศ (มวลอากาศ) เข้าห้องเผาไหม้

2.2.1.13 Throttle อุปกรณ์วาล์วปีกผีเสื้อ เปิด-ปิด ทางเข้าของอากาศสู่เครื่องยนต์ ตอบสนองจากการกดจากคันเร่ง มีสัญญาณป้อนกลับไปยังหน่วยควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ 1- 5 โวลต์

2.2.1.14 By Pass Valve อุปกรณ์วาล์วปรับปริมาณอากาศที่เข้าสู่เครื่อง ในสถานะเดินเบาที่ไม่เหยียบคันเร่ง ควบคุมให้รอบเครื่องคงที่ส่งงานจากหน่วยควบคุมอิเล็กทรอนิกส์

2.2.1.15 Catalytic Converter อุปกรณ์ตัวกรองสารต่างๆที่เกิดจากการเผาไหม้ก่อนออกไปเป็นไอเสีย

2.2.1.16 ECU หน่วยควบคุมสั่งงานอุปกรณ์วาล์วต่างๆ สั่งจุดระเบิด สั่งอุปกรณ์หัวฉีด โดยรับข้อมูลจากตัวตรวจจับต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.3 ระบบการเผาไหม้ภายในของรถยนต์

ระบบการเผาไหม้ภายในของเครื่องยนต์จากรูปที่ 2.2 สามารถแบ่งเป็น 5 ส่วนสำหรับอธิบายขั้นตอนการงานดังนี้

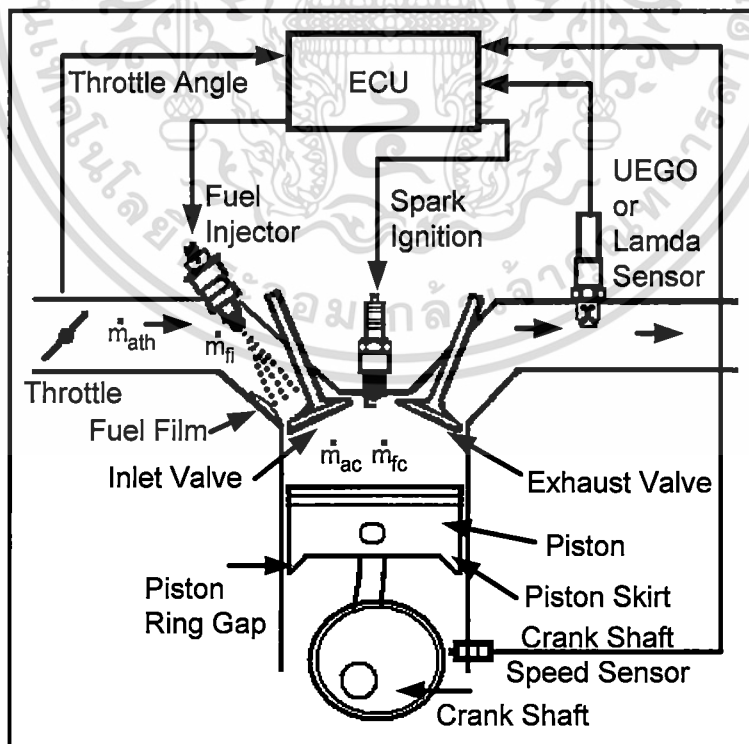
2.3.1 ระบบอากาศ จะเป็นอากาศปกติจากภายนอกหรือที่เรียกอีกอย่างว่า อากาศจากชั้นบรรยากาศโลก วิ่งผ่านอุปกรณ์วาล์วปีกผีเสื้อไปตามท่อไอดี เพื่อผสมกับละอองเชื้อเพลิงก่อนเข้าสู่ห้องเผาไหม้

2.3.2 ระบบเชื้อเพลิง การป้อนเชื้อเพลิงสู่ห้องเผาไหม้จะมีหัวใจเป็น อุปกรณ์หลัก โดยเชื้อเพลิงจะผสมกับอากาศก่อนเข้าสู่ห้องเผาไหม้

2.3.3 ระบบห้องเผาไหม้ ประกอบด้วยลิ้นไอดี ลิ้นไอเสีย หัวเทียน ลูกสูบ ข้อเหวี่ยง การทำงานเป็นไปตามวัฏจักรของเครื่องยนต์ ดูด-อัด-ระเบิด-คาย

2.3.4 ระบบตรวจจับ คืออุปกรณ์วัดปริมาณของออกซิเจนที่ปะปนมากับ ไอเสียหลังการเผาไหม้โดยค่าที่วัดได้จะนำไปใช้สำหรับการควบคุมสั่งงานการผสมเชื้อเพลิงและอากาศในรอบเครื่องต่อไป

2.3.5 ระบบตัวควบคุม คือ ECU การทำงานเป็นดังที่อธิบายใน 2.2.1.16 ข้างต้น



รูปที่ 2.2 ระบบการเผาไหม้ภายในของเครื่องยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์หรือที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการค้าเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จะเห็นได้ว่า ส่วนประกอบสำคัญของรถยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงชนิดใด ๆ จะมี ส่วนประกอบหลักดังแสดงในหัวข้อที่ผ่านมา บทต่อไปแสดงวิธีการศึกษาและ ผลการจำลองทดสอบการทำงานของรถยนต์ดังกล่าวเบื้องต้น เพื่อนำไปใช้ออกแบบและทดสอบความผิดปกติของอุปกรณ์หลักซึ่งจะแสดงในบทที่ 4



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัยและผลการวิจัย

3.1 แบบจำลองคณิตศาสตร์

3.1.1 พื้นที่ว่างลิ้นเร่ง (Throttle)

$$A_{th}(\alpha) = \frac{\pi D^2}{4} \left(1 - \frac{\cos \alpha}{\cos \alpha_0} \right) + \frac{D^2}{2} \left\{ \frac{k}{\cos \alpha} (\cos^2 \alpha - k^2 \cos^2 \alpha_0)^{1/2} - \frac{\cos \alpha}{\cos \alpha_0} \sin^{-1} \left(\frac{k \cos \alpha_0}{\cos \alpha} \right) - k(1 - k^2)^{1/2} + \sin^{-1} k \right\} \quad (1)$$

โดยที่กำหนดให้

$A_{th}(\alpha)$ = พื้นที่เปิดของลิ้นเร่ง (m^2)

D = เส้นผ่านศูนย์กลางรูเล็กลิ้นเร่ง (m)

α = มุมของแผ่นลิ้นเร่งเป็นองศา (*Radius*)

$k = d/D$ โดย d คือเส้นผ่านศูนย์กลางแกนลิ้นเร่ง (m)

3.1.2 มวลของอากาศหลังลิ้นเร่ง

$$\dot{m}_{ath} = \frac{C_d A_{th} p_0}{\sqrt{RT_0}} \left(\frac{2\gamma}{\gamma-1} \right)^{1/2} \left[\left(\frac{p_{th}}{p_0} \right)^{2/\gamma} - \left(\frac{p_{th}}{p_0} \right)^{(\gamma+1)/\gamma} \right]^{1/2} \quad (2)$$

โดยที่กำหนดให้

p_0, T_0 = ความดันและอุณหภูมิก่อนลิ้นเร่ง (*Pa, Kelvin*)

C_d = สัมประสิทธิ์อัตราไหล

R = ค่าคงตัวของแก๊ส

p_{th} = ความดันหลังลิ้นเร่ง (*Pa*)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\gamma = \text{อัตราส่วนความร้อนจำเพาะ} \frac{c_p}{c_v}$$

คุณสมบัติอากาศ

c_p ความร้อนจำเพาะที่ความดันคงตัว $kJ/(kg \cdot K)$

c_v ความร้อนจำเพาะที่ปริมาตรคงตัว $kJ/(kg \cdot K)$

3.1.3 ประสิทธิภาพปริมาตร

$$\eta_v = \left(\frac{M}{M_a} \right) \left(\frac{p_i}{p_{a,0}} \right) \left(\frac{T_{a,0}}{T_i} \right) \left(\frac{1}{1 + (F/A)} \right) \left\{ \frac{r_c}{r_{c-1}} - \frac{1}{\gamma(r_c - 1)} \left[\left(\frac{p_e}{p_i} \right) + (\gamma - 1) \right] \right\} \quad (3)$$

โดยที่กำหนดให้

M = น้ำหนักโมเลกุลของเชื้อเพลิง (Kg)

M_a = น้ำหนักโมเลกุลของอากาศ (Kg)

p_i = ความดันไอดี (Pa)

$p_{a,0}$ = ความดันอากาศปกติหน้าลิ้นเร่ง (Pa)

p_e = ความดันไอเสีย (Pa)

T_i = อุณหภูมิไอดี (Kelvin)

$T_{a,0}$ = อุณหภูมิอากาศปกติหน้าลิ้นเร่ง (Kelvin)

r_c = อัตราส่วนการอัดในกระบอกสูบ

3.1.4 ความหนาแน่นอากาศหน้าลิ้นไอดี

$$\rho_{ai} = \frac{p_m}{RT_m} \quad (4)$$

โดยที่กำหนดให้

p_m = ความดันในท่อไอดีโดยหาได้จากกฎแก๊สอุดมคติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
วิธีดำเนินการวิจัยและผลการวิจัย

$$p_m V_m = m_{a,m} R_m T_m \quad (5)$$

ได้เป็น

$$\dot{p}_m = \frac{R_m T_m}{V_m} \dot{m}_{ath} - \frac{\eta_v N V_d p_m}{120 V_m} \quad (6)$$

โดยที่กำหนดให้

p_m = ความดันในท่อไอดี (Pa)

V_m = ปริมาตรท่อไอดี (m^3)

3.1.5 มวลอากาศที่เข้าไปในห้องเผาไหม้

$$\dot{m}_{ac} = \frac{\eta_v N V_d \rho_{ai}}{2(60)} \quad (7)$$

โดยที่กำหนดให้

\dot{m}_{ac} = อัตราส่วนมวลอากาศต่อเวลาที่เข้าไปในห้องเผาไหม้ (Kg/sec)

η_v = ประสิทธิภาพปริมาตร

N = รอบเครื่องยนต์ (Cycle/Minute)

V_d = ปริมาตรเครื่องยนต์ (m^3)

ρ_{ai} = ความหนาแน่นอากาศหน้าลิ้นไอดี (Kg/m^2)

3.2. ระบบการไหลของเชื้อเพลิง

3.2.1 มวลเชื้อเพลิงจากหัวฉีด

ปริมาณมวลของเชื้อเพลิงที่ฉีดเข้าที่ไอดีเพื่อทำการผสมกับอากาศก่อนเข้าสู่ห้องเผาไหม้แต่ละรอบวัฏจักรเครื่องยนต์จะมีรูปแบบทางคณิตศาสตร์คือ

$$m_{fi} = K(t_{inj} - t_0) \quad (8)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีดำเนินการวิจัยและผลการวิจัย

โดยที่กำหนดให้

m_f = ปริมาณมวลเชื้อเพลิง (Kg)

K = ปริมาตรเชื้อเพลิง (Kg/sec)

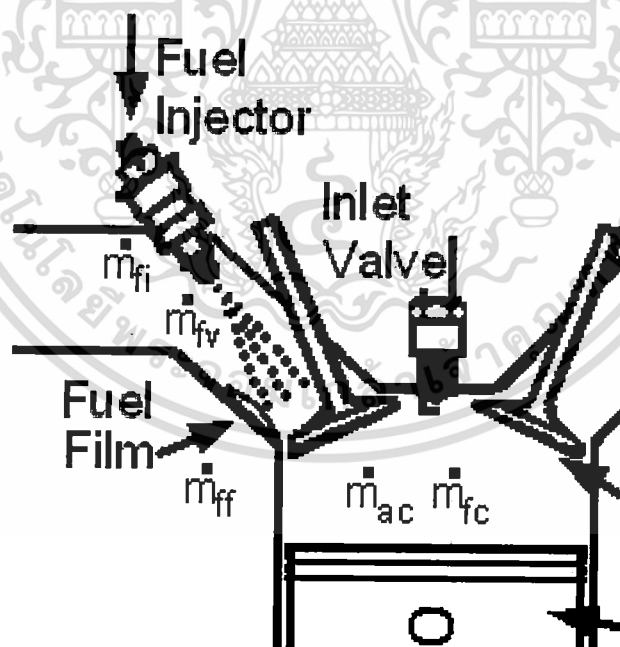
t_{mj} = เวลาในการเปิดหัวฉีด (sec)

t_0 = เวลาที่เสียช่วงแรกก่อนหัวฉีดเริ่มทำงานประมาณ 0.4

มิลลิวินาที

3.2.2 มวลเชื้อเพลิงที่เข้าห้องเผาไหม้

มวลเชื้อเพลิงที่ถูกฉีดออกจากหัวฉีดจะมีส่วนที่ฟุ้งกระจายอยู่ในท่อไอดี บริเวณหน้าช่องลิ้นไอดีและอีกส่วนจะเป็นของเหลวเคลือบแผ่นฟิล์มติดอยู่กับผิวท่อไอดีบริเวณหน้าช่องลิ้นไอดี จึงทำให้มวลเชื้อเพลิงที่เข้าสู่ห้องเผาไหม้จริงในแต่ละรอบการทำงานจึงหวนดูของเครื่องยนต์คือ มวลเชื้อเพลิงที่ฟุ้งอยู่ร่วมกับมวลของเหลวเคลือบแผ่นฟิล์มบางส่วนที่หลุดมาจากผิว ดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 เชื้อเพลิงส่วนต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
วิธีดำเนินการวิจัยและผลการวิจัย

ในรูปแบบของสมการผลต่าง (Difference Equation) จะได้สมการคณิตศาสตร์เชื่อเพลิงดังนี้

$$m_{ff}(k+1) = (1-fb)m_{ff}(k) + (1-fa)m_{fi}(k) \quad (9)$$

$$m_{fc}(k) = fb * m_{ff}(k) + fa * m_{fi}(k) \quad (10)$$

โดยที่กำหนดให้

m_{ff} = ปริมาณมวลเชื่อเพลิงแผ่นฟิล์มติดอยู่กับผิวท่อไอศบริเวณหน้าช่องลิ้นไอดี (กิโลกรัม)

m_{fc} = ปริมาณมวลเชื่อเพลิงที่เข้าห้องเผาไหม้ (กิโลกรัม)

fa = สัดส่วนเชื่อเพลิงจากหัวฉีดที่เข้าสู่ห้องเผาไหม้

fb = สัดส่วนเชื่อเพลิงจากผิวท่อไอดีที่เข้าสู่ห้องเผาไหม้

เราสามารถสังเกตการณ์ค่าปริมาณมวลเชื่อเพลิงที่ฉีดได้โดยมีความสัมพันธ์กับมวลของอากาศจากสมการคณิตศาสตร์ดังนี้

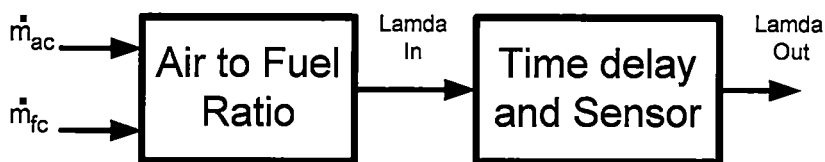
$$m_{fi}(k) = \frac{1}{fa} \left[\frac{m_{ac}(k)}{(A/F)_s} - fb * m_{ff}(k) \right] \quad (11)$$

และหาจำนวนเวลาในการเปิดหัวฉีดจากสมการคณิตศาสตร์ดังนี้

$$t_{inj}(k) = \frac{m_{fi}(k)}{K} + t_0 \quad (12)$$

3.3 ระบบห้องเผาไหม้และระบบตรวจจับ

จะเป็นการกล่าวถึงความสัมพันธ์ของวัฏจักรการทำงานของเครื่องยนต์แต่ละรอบกับการตรวจวัดค่าออกซิเจนของระบบตรวจจับ ดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 โดอะแกรมส่วนผสมอากาศกับเชื้อเพลิงและเครื่องยนต์

3.4 อัตราส่วนอากาศต่อเชื้อเพลิง

อัตราส่วนอากาศต่อเชื้อเพลิงจะใช้เพื่อหาค่าแลมด้าทางด้านขาเข้า λ_i ซึ่งเป็นอัตราส่วนระหว่างปริมาณมวลของอากาศกับปริมาณมวลของเชื้อเพลิงตามสมการคณิตศาสตร์ดังนี้

$$A/F = \frac{\dot{m}_{ac}}{\dot{m}_{fc}} \quad (13)$$

หาค่าแลมด้าขาเข้า λ_i ได้จาก

$$\lambda_i = \frac{A/F}{(A/F)_s} \quad (14)$$

โดย $(A/F)_s$ คืออัตราส่วนอากาศต่อเชื้อเพลิงที่เผาไหม้สมบูรณ์ (Stoichiometric) เช่น เครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงเป็นน้ำมันเบนซิน Gasoline (C₈H₁₈) มี

$$(A/F)_s = 14.7/1$$

เครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงเป็นก๊าซธรรมชาติ CNG (CH₄) มี

$$(A/F)_s = 17.21/1$$

เครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงเป็นก๊าซโซฮอล 20 E20 (0.8C₈H₁₈+0.2C₂H₆O) มี

$$(A/F)_s = 15.16/1$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีดำเนินการวิจัยและผลการวิจัย

สำหรับอัตราส่วนผสมระหว่างเชื้อเพลิงกับอากาศที่ใช้สำหรับการเผาไหม้ของ น้ำมันแก๊สโซฮอล์ E85 $(A/F)_s = 10:1$

หาค่าแลมด้าขาออก λ_m ได้จาก

$$\lambda_m = \frac{\lambda_i e^{-T_d S}}{T_s S + 1} \quad (15)$$

โดยกำหนดให้

λ_m = แลมด้าขาออก

T_d = เวลาในการปล่อยไอเสียแต่ละ 1 รอบการหมุนของเครื่อง

T_s = เวลาคงที่ของตัวตรวจจับ

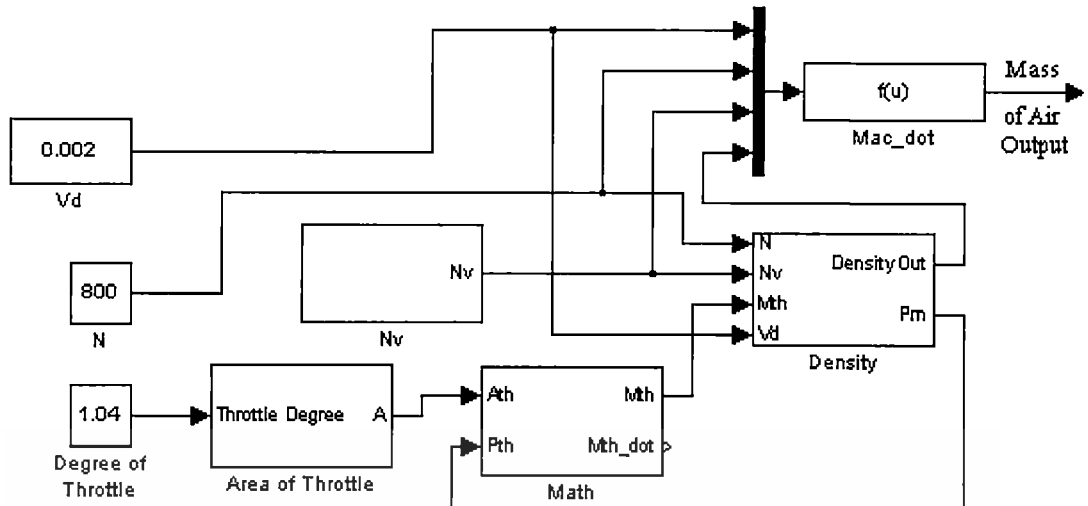
3.5 การจำลองด้วยคอมพิวเตอร์สำหรับระบบการไหลของอากาศ

เป็นการจำลองหาแนวโน้มของค่าปริมาณมวลอากาศที่เข้าสู่ห้องเผาไหม้ดังรูปที่

3.3 ให้สอดคล้องกับตารางอากาศในอ้างอิงที่[3] มีขั้นตอนการจำลองคือ

- จำลองเครื่องยนต์สองขนาดความจุ 2000 ลบ.ซม. และ 1600 ลบ.ซม.
- จำลองเครื่องยนต์ที่รอบเครื่อง 4 ระดับ 800 1000 1600 และ 2000 รอบต่อนาที
- จำลองเครื่องยนต์ที่ระดับการเร่ง 6 ระดับ 30 40 50 60 70 และ 80 องศา

โดยตัวจำลองสร้างจาก Simulink Tool ของโปรแกรม MATLAB ซึ่งปรับค่าเทียบกับผลการทดลองที่ได้ดังแสดงในภาคผนวก ผลที่ได้แสดงในตารางที่ 1 และ 2 รูปที่ 3.4 และ 3.5



รูปที่ 3.3 โค้ดระบบระบายอากาศ

ตารางที่ 3.1 ปริมาณมวลของอากาศที่เข้าสู่ห้องเผาไหม้ของเครื่องยนต์ 2000

ลบ.ชม.

รอบ/ นาที	30 องศา	40 องศา	50 องศา	60 องศา	70 องศา	80 องศา
800	0.42	1.043	1.5	1.5	1.5	1.5
1000	0.283	0.72	1.32	1.5	1.5	1.5
1600	0.127	0.3	0.615	1.054	1.294	1.144
2000	0.087	0.192	0.393	0.705	1.035	0.78

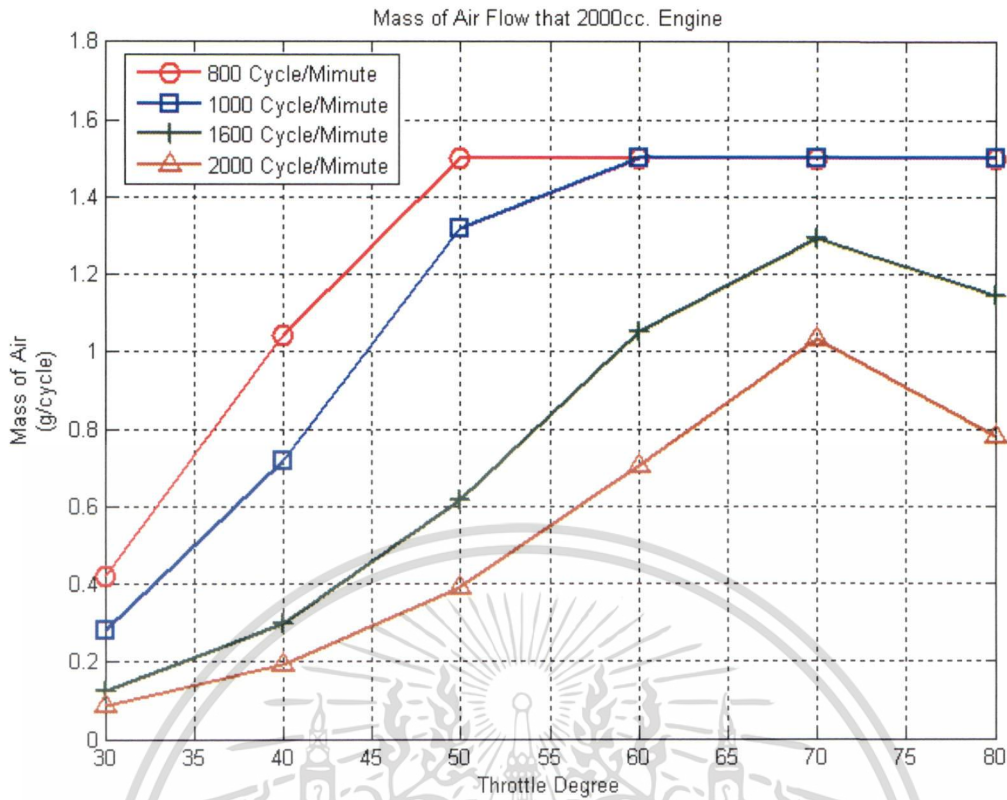
ตารางที่ 3.2 ปริมาณมวลของอากาศที่เข้าสู่ห้องเผาไหม้ของเครื่องยนต์ 1600

ลบ.ชม.

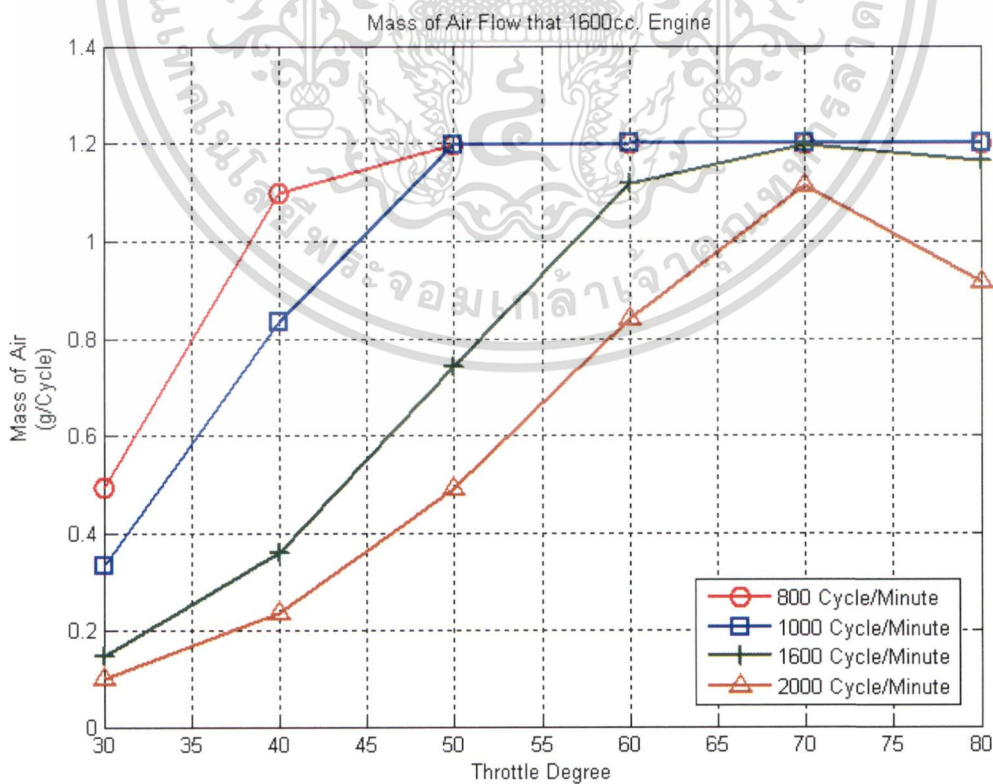
รอบ/ นาที	30 องศา	40 องศา	50 องศา	60 องศา	70 องศา	80 องศา
800	0.495	1.099	1.199	1.2	1.2	1.2
1000	0.336	0.835	1.199	1.2	1.2	1.2
1600	0.146	0.362	0.742	1.117	1.199	1.166
2000	0.101	0.235	0.492	0.843	1.116	0.918

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีดำเนินการวิจัยและผลการวิจัย



รูปที่ 3.4 ปริมาณมวลของอากาศที่เข้าสู่ห้องเผาไหม้ของเครื่องยนต์ 2000 ลบ.ซม.



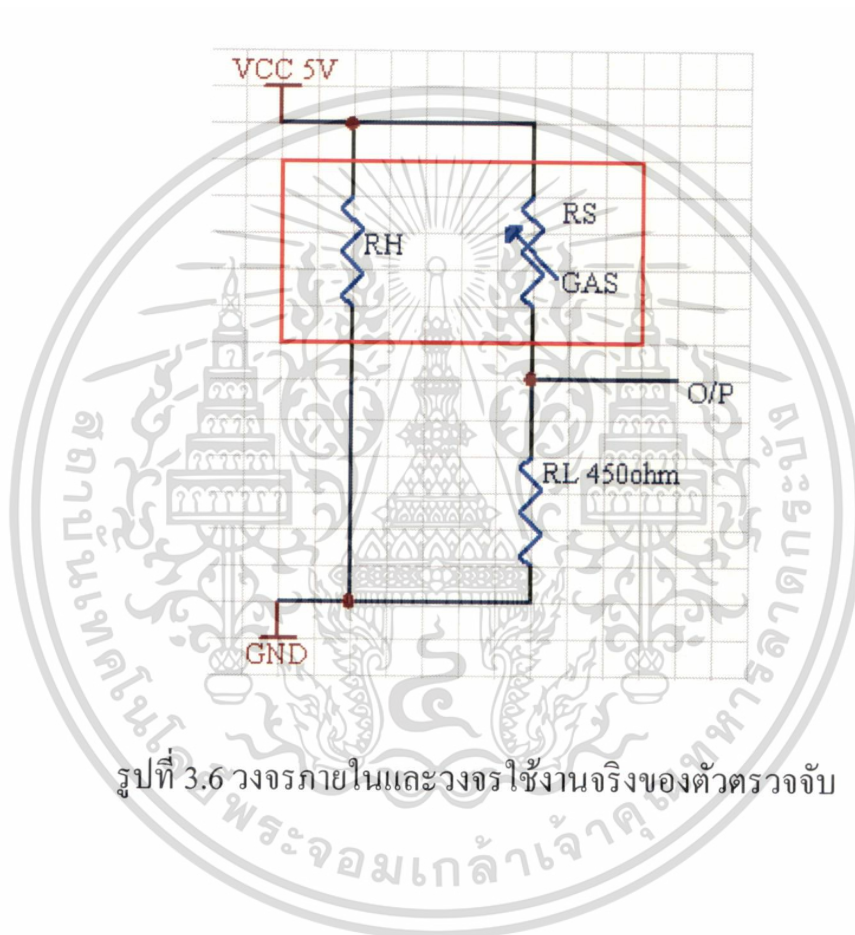
รูปที่ 3.5 ปริมาณมวลของอากาศที่เข้าสู่ห้องเผาไหม้ของเครื่องยนต์ 1600 ลบ.ซม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่ขึ้นด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีอารณาไปใช้

3.6 การทดลองตรวจสอบเชื้อเพลิงรั่วตู้ห้องโดยสารโดยใช้อุปกรณ์ ตรวจจับ 3 รุ่น (TGS2611, TGS2612, TGS2620)

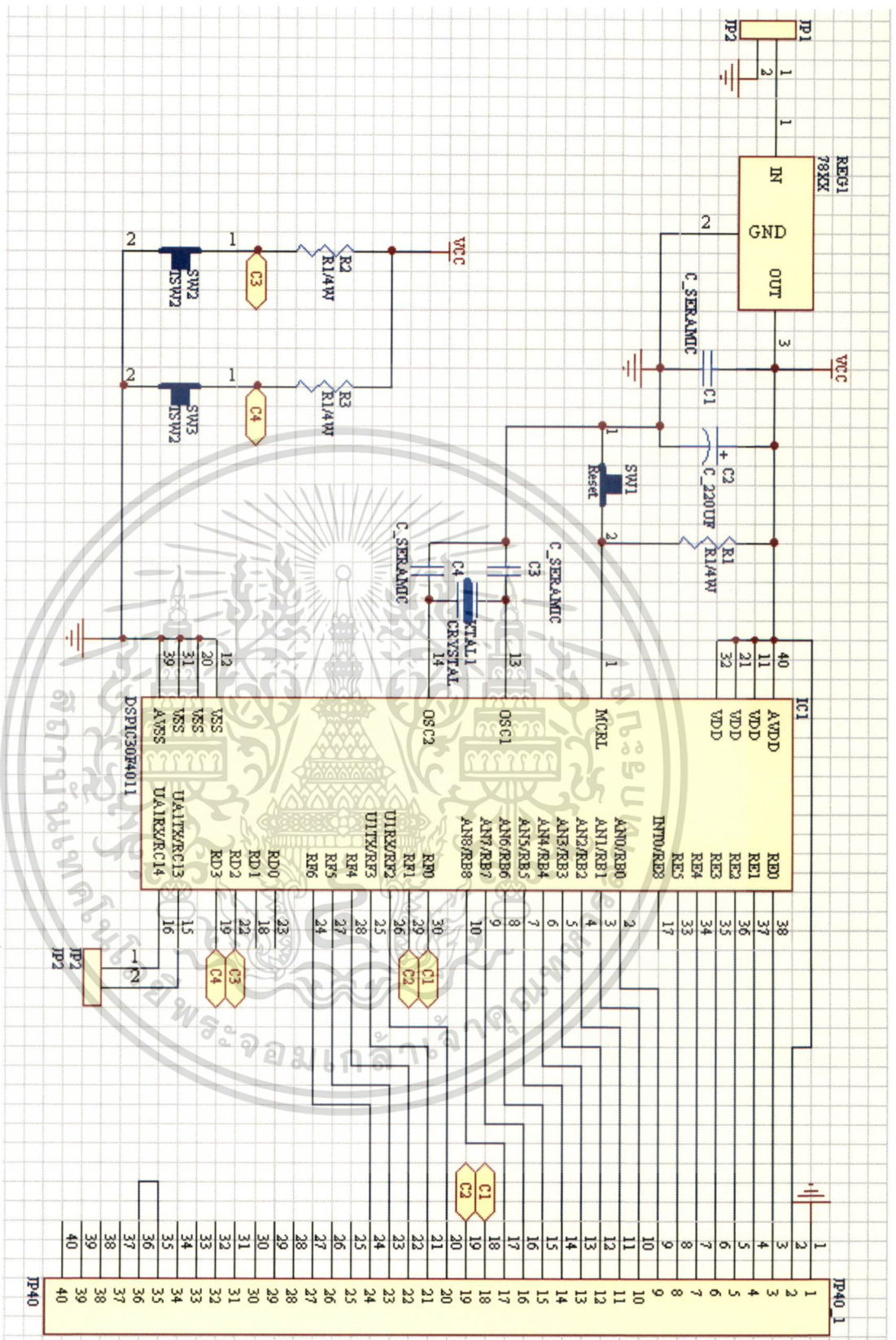
วงจรใช้งานของตัวตรวจจับแสดงในรูปที่ 3.6 โดยวงจรการแสดงผลของค่าตรวจ
นับแสดงในรูปที่ 3.7 ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 3.3 – 3.6



รูปที่ 3.6 วงจรภายในและวงจรใช้งานจริงของตัวตรวจจับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีดำเนินการวิจัยและผลการวิจัย



รูปที่ 3.7 วงจรควบคุมและแสดงผลทาง LCD ของคําตรวจจับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีดำเนินการวิจัยและผลการวิจัย

ตารางที่ 3.3 การตรวจจับ LPG รั่วในห้องโดยสาร

ระยะห่าง	ครั้งที่	TGS2611	TGS2612	TGS2620
2 cm	1	4.8 Volts	2.5 Volts	2.4 Volts
	2	4.8 Volts	3.0 Volts	2.1 Volts
	3	4.8 Volts	3.5 Volts	2.2 Volts
	4	4.7 Volts	2.0 Volts	2.2 Volts
	5	4.7 Volts	2.2 Volts	2.2 Volts
5 cm	1	2.2 Volts	0.8 Volts	1.4 Volts
	2	2.0 Volts	0.6 Volts	1.3 Volts
	3	1.8 Volts	0.8 Volts	1.3 Volts
	4	2.5 Volts	0.6 Volts	1.22 Volts
	5	1.5 Volts	0.5 Volts	1.35 Volts

หมายเหตุ อุปกรณ์ TGS2612 จะมีการตอบสนองที่ช้ากว่าแบบอื่นจะสามารถให้ค่าเอาต์พุตได้ถึง 4 Volts จะใช้เวลานาน

ตารางที่ 3.4 ตรวจจับคาร์บอนไดออกไซด์โดยควันทูบ ที่ระยะห่าง 10 cm.

รูป	TGS2611	TGS2612	TGS2620
1 ดอก	1.0 Volts	0.4 Volts	1.0 Volts
3 ดอก	1.3 Volts	0.6 Volts	1.3 Volts
5 ดอก	1.3 Volts	0.7 Volts	1.3 Volts
10 ดอก	1.5 Volts	0.7 Volts	1.5 Volts

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีดำเนินการวิจัยและผลการวิจัย

ตารางที่ 3.5 การตรวจจับการระเหยของ Ethanol ที่ระยะห่าง 1 cm

ครั้งที่	Ethanol 70			Ethanol 95		
	TGS2611	TGS2612	TGS2620	TGS2611	TGS2612	TGS2620
1	1.7 – 2.3	0.3	1.6 – 2.0	1.9 – 2.4	0.27	1.8 – 2.7
2	1.8 – 2.6	0.27	1.7 – 2.0	1.8 – 2.4	0.3	1.7 – 3.0
3	1.8 – 2.2	0.3	1.6 – 2.2	1.9 – 2.5	0.3	1.6 – 3.0
4	1.8 – 2.2	0.28	1.6 – 2.5	1.7 – 2.3	0.28	1.8 – 2.7
5	1.9 – 2.3	0.32	1.7 – 2.3	1.8 – 2.4	0.32	1.6 – 2.6

ตารางที่ 3.6 ค่าแรงดันเอาต์พุตของตัวตรวจจับในสภาวะอากาศปกติและอุณหภูมิห้องโดยสารที่ 26-27 องศาเซลเซียส

TGS2611	TGS2612	TGS2620
0.25 – 0.40 Volts	0.25 – 0.35 Volts	0.25 – 0.35 Volts

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีดำเนินการวิจัยและผลการวิจัย

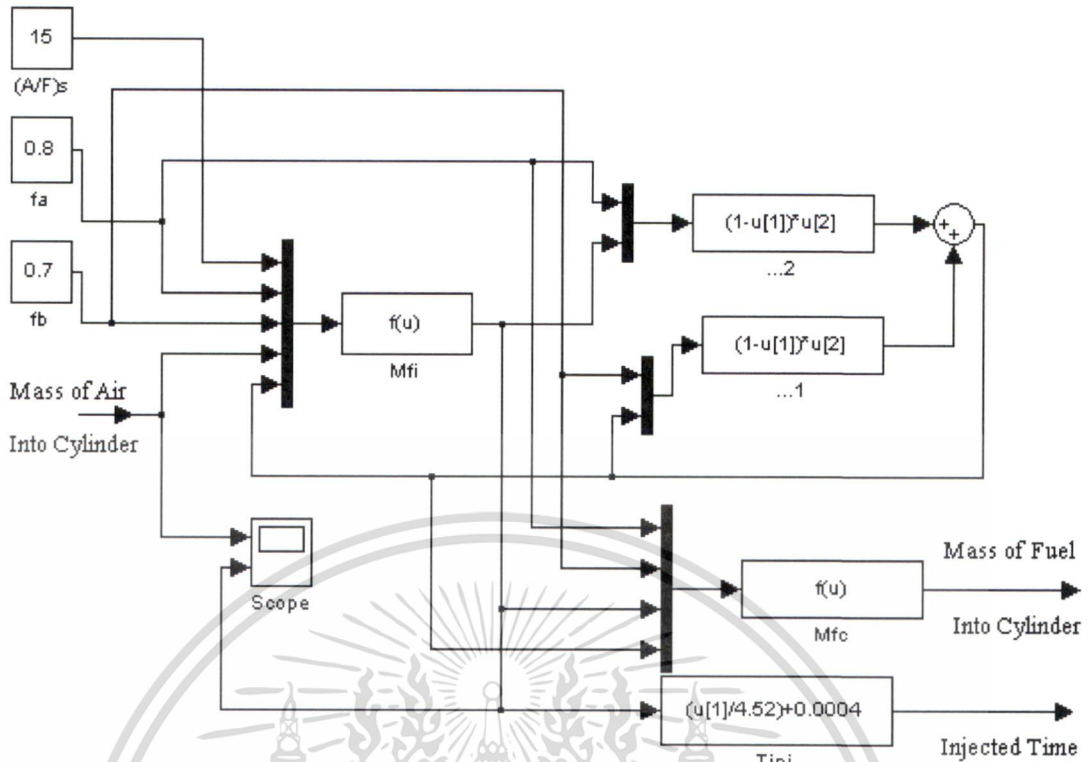
บทที่ 4

อภิปรายผลการวิจัยและวิจารณ์

จากผลการจำลองในบทที่ 3 สามารถนำมาเทียบกับผลการทดลองที่ได้จากการเก็บข้อมูลในภาคสนามซึ่งแสดงในภาคผนวก สามารถนำมาวิเคราะห์โดยการสังเกตปริมาณมวลเชื้อเพลิงจากการจำลองระบบได้ดังนี้

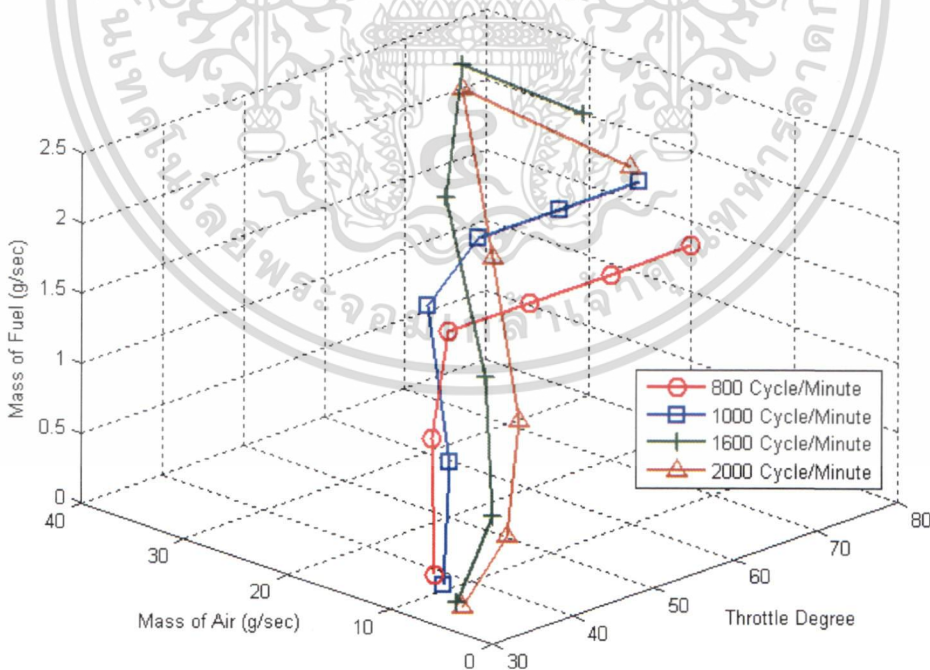
จากรูปที่ 4.1 และ รูปที่ 4.3 เป็นกราฟแสดงผลสังเกตค่าของมวลเชื้อเพลิง และ มวลอากาศ ที่เข้าสู่ห้องเผาไหม้ ตามการทดลองเปลี่ยนแปลงองศาของลิ้นเร่งที่ 30, 40, 50, 60, 70, 80 องศา โดยสมมติทดลองกับเครื่องยนต์ 2000 ลบ.ซม และ 1600 ลบ.ซม ตามลำดับรูป

จากรูปที่ 4.2 และ รูปที่ 4.4 เป็นกราฟแสดงผลการสังเกตค่าของมวลเชื้อเพลิง ที่เป็นไปตามมวลอากาศ เพื่อนำมาคำนวณหา อัตราส่วน อากาศต่อเชื้อเพลิงที่กำหนดไว้ ซึ่งการทดลองนี้ได้กำหนดให้ มวลอากาศต่อมวลเชื้อเพลิงอยู่ที่ 15:1 (A/F Ratio) ซึ่งเป็นย่านของเชื้อเพลิง E-20



รูปที่ 4.1. โค้ดแกรมระบบเชื้อเพลิงเพื่อการสังเกต

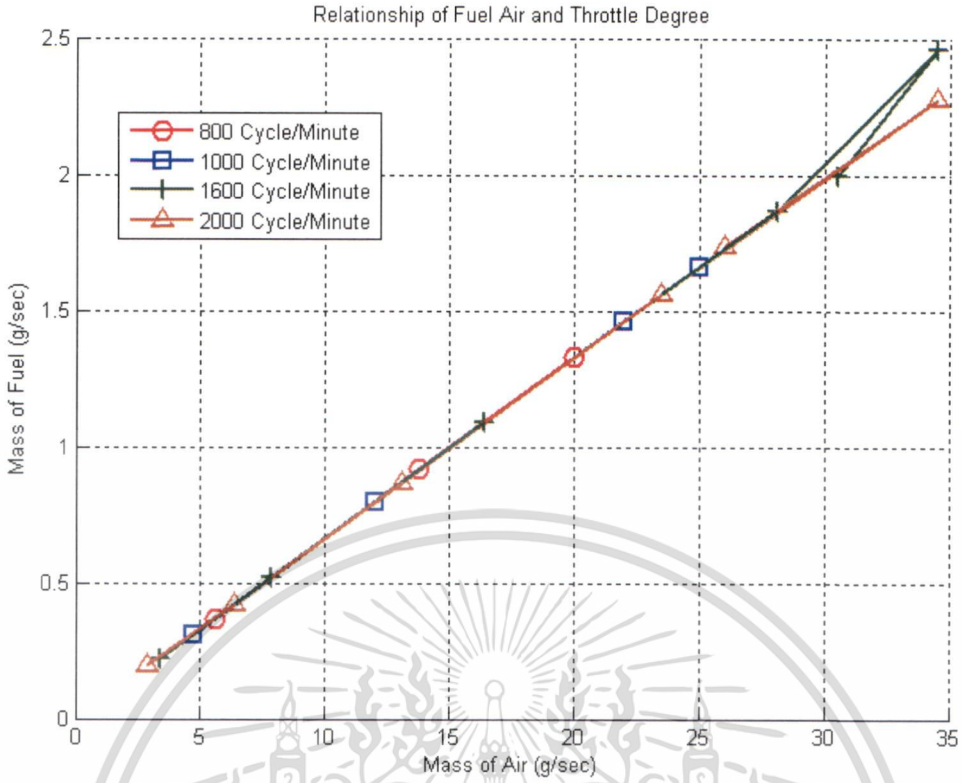
Relationship of Fuel Air and Throttle Degree that 2000 cc.



รูปที่ 4.2 ผลการสังเกตความสัมพันธ์ระหว่าง มวลเชื้อเพลิง มวลอากาศ และองศาลิ้นเร่ง

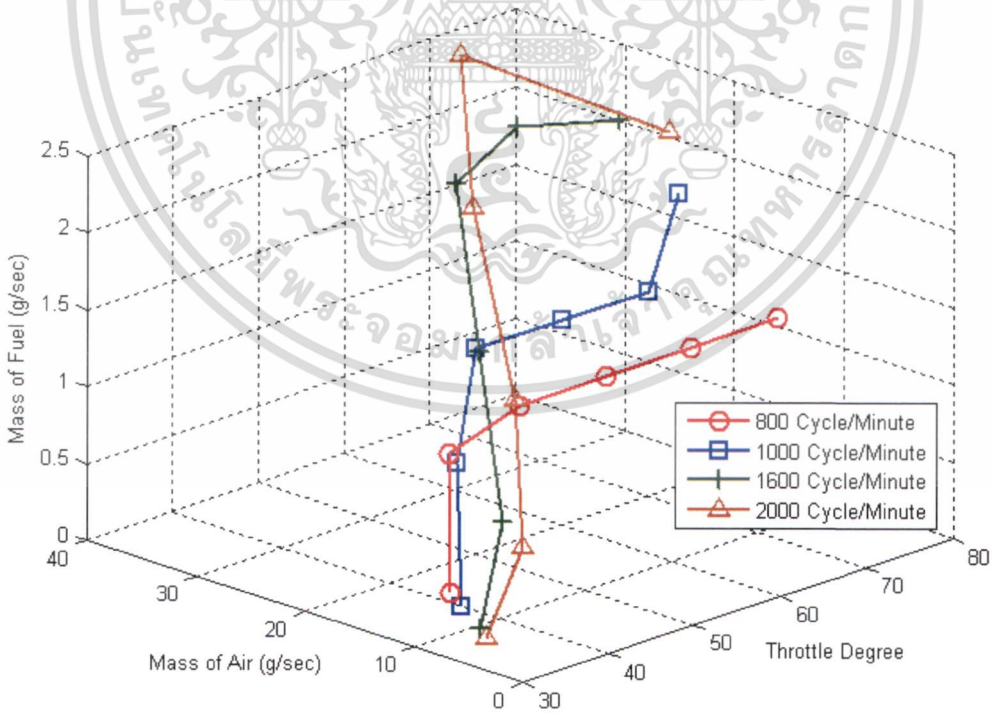
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อภิปรายผลการวิจัยและวิจารณ์



รูปที่ 4.3 ความสัมพันธ์ระหว่าง มวลเชื้อเพลิง กับ มวลอากาศ

Relationship of Fuel Air and Throttle Degree that 1600 cc.

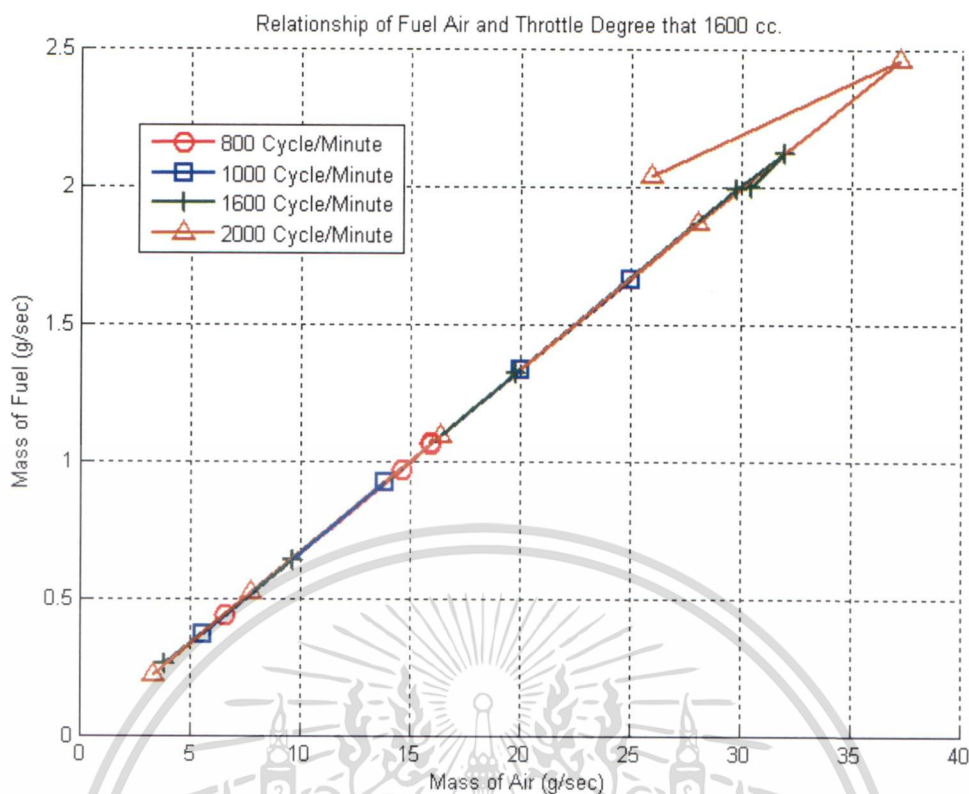


รูปที่ 4.4 ผลการสังเกตความสัมพันธ์ระหว่าง มวลเชื้อเพลิง มวลอากาศ

และองศาลิ้นเร่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ของงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อภิปรายผลการวิจัยและวิจารณ์



รูปที่ 4.5 ความสัมพันธ์ระหว่าง มวลเชื้อเพลิง กับ มวลอากาศ

จากการจำลองหาแนวโน้มของค่าปริมาณมวลอากาศในบทที่ 3 ได้ผลที่มีแนวโน้มไปในทางเดียวกันกับตารางภาคของเอกสารอ้างอิงที่ [3] สังเกตได้จากตารางที่ 3.1 กับรูปที่ 3.6 เป็นผลของเครื่องยนต์ 2000 ลบ.ชม. และ สังเกตได้จากตารางที่ 3.2 กับรูปที่ 3.7 เป็นผลของเครื่องยนต์ 1600 ลบ.ชม. คือเมื่อความเร็วรอบต่ำอากาศจะสามารถเข้าสู่ห้องเผาไหม้ได้มากกว่าความเร็วรอบสูงเพราะช่วงเวลาของการเปิดช่องไอดีของลิ้นไอดีมีมาก และ ปริมาณอากาศที่ใช้จะแปรผันตรงกับปริมาตรของเครื่องยนต์หรือที่เรียกว่าปริมาณความจุของเครื่องยนต์ ผลที่ได้ให้ความตรง (Validity) ต่อการสังเกตให้ความเชื่อมั่นว่าระบบแจ้งเตือนจะสามารถตรวจสอบความผิดปกติได้จากการอ้างอิงตามแบบจำลองที่ใช้เทียบในการออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อภิปรายผลการวิจัยและวิจารณ์

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

จากการอภิปรายผลและวิจารณ์ในบทที่ 4 ได้ข้อสรุปและข้อเสนอแนะ ดังนี้

1. งานวิจัยในเฟสนี้มีข้อจำกัดในการพิจารณาออกแบบอุปกรณ์แจ้งเตือนระบบความผิดปกติของรถยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงยืดหยุ่นหลากหลายชนิดที่จำกัดชนิดเครื่องยนต์เป็นแบบสี่จังหวะเท่านั้น
2. แบบจำลองคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นจากงานวิจัยนี้ มีความใกล้เคียงกับผลการทดลองที่ได้ในภาคสนาม ดังแสดงจากการจำลองด้วยคอมพิวเตอร์พบว่าได้ผลในขนาดสัญญาณวิศวกรรมในขนาดที่เทียบเท่ากัน
3. การตรวจจับสารระเหยที่เป็นก๊าซธรรมชาติและแอลกอฮอล์ในห้องผู้โดยสารจะต้องปรับค่าเซนเซอร์เทียบค่ากับค่ามาตรฐาน ไม่อาจเชื่อถือค่าที่ตั้งมาจากโรงงานได้ เนื่องจากความผิดพลาดที่เกิดขึ้นเมื่ออุณหภูมิใช้งานมีการเปลี่ยนแปลง จากประสบการณ์ในการใช้งานพบว่าควรใช้งานจนค่าที่ได้ไม่มีการเปลี่ยนแปลงแล้วจึงทำการปรับแต่งค่าจากจุดที่ค่าที่วัดได้เริ่มนิ่ง ควรทำการสร้างสมการถดถอย (regression) เพื่อปรับค่าให้เกิดความแม่นยำและให้ค่าความเที่ยง (reliability) และทำการตรวจสอบซ้ำเพื่อตรวจสอบค่าความตรง (validity)
4. ในส่วนของฟังก์ชันการใช้งานในส่วนผู้ใช้ (user interface) ควรแสดงให้เข้าใจง่ายและไม่จำเป็นต้องแสดงค่าทุกค่าพร้อม ๆ กัน อาจให้ฟังก์ชันที่มีการตรวจจับความผิดปกติแสดงค่าเฉพาะทันทีที่สามารถตรวจจับความผิดปกติเฉพาะที่และแสดงแจ้งเตือนด้วยเสียงหรือการกระพริบแจ้งเตือนที่สามารถสังเกตได้โดยง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ในส่วนของการวางแผนการบำรุงรักษา สามารถปรับปรุงในรุ่นต่อไป โดยการส่งผ่านข้อมูลแจ้งเตือนความผิดปกตินั้น ไปยังศูนย์ที่ดูแลเพื่อเตรียมทำการแก้ไข (Corrective maintenance) หรืออาจส่งสัญญาณวางแผนป้องกันก่อนเมื่อมีสัญญาณผิดปกติเบื้องต้นเตือนขึ้น เพื่อที่จะได้ปรับแต่งสภาพของเครื่องยนต์และอุปกรณ์หลักให้พร้อมใช้ตลอดเวลา (maximized availability)
6. ในการติดตั้งควรใช้โค้ดสีระบุความเชื่อมโยงระหว่างคู่ฮาร์ดแวร์ สัญญาณระหว่างอุปกรณ์แจ้งเตือนถึงเซนเซอร์ในแต่ละอุปกรณ์เพื่อป้องกันความสับสนของช่างผู้ติดตั้งในกรณีที่จะดำเนินการปรับปรุงจนถึงต้นแบบพร้อมผลิต ซึ่งเป็นเฟสที่ต่อยอดไปจากต้นแบบแนวคิดในรายงานการวิจัยนี้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทสรุป

บรรณานุกรม

- [1] J. B. Heywood, *International Combustion Engine Fundamentals*. New York: McGraw-Hill, 1988.
- [2] C. R. Ferguson and A. T. Kirkpatrick, *International Combustion Engines Applied Thermosciences*. New York: John Wiley & Sons, 2001.
- [3] S. B. Choi and J. K. Hendrick, "An Observer-Based Design Method for Improving Air/Fuel Characteristics of Spark Ignition Engines", *IEEE Transactions on Control Systems Technology*, Vol.6, No.3, May 1998, pp.325-333.
- [4] C. F. Chang, N. P. Fekete, A. Amstutz and J. D. Powell, "Air-Fuel Ratio Control Spark-Ignition Engines Using Estimation Theory", *IEEE Transactions on Control Systems Technology*, Vol.3, No.1, March 1995, pp.22-30.
- [5] V. K. Jones, B. A. Ault, F. Franklin and J. D. Powell, "Identification and Air-Fuel Ratio Control of a Spark Ignition Engine", *IEEE Transactions on Control Systems Technology*, Vol.3, No.1, March 1995, pp.22-30.
- [6] J. K. Piper, R. Mehrotra, "Air/Fuel Ratio Control Using Sliding Mode Methods", *Proceedings of the American Control Conference*, San Diego, California, June 1999, pp.1027-1031.
- [7] G. Gnanam, S. R. Habibi, R. T. Burton and M. T. Sulatisky, "Neural Network Control of Air-to-Fuel Ratio in Bi-Fuel Engine", *IEEE Transactions on System, Man, and Cybernetics*, Vol.36, No.5, September 2006, pp.656-667.
- [8] S. W. Wang and D. L. Yu, "Adaptive RBF Network for Parameter Estimation and Stable Air-Fuel Ratio Control", *Neural Networks*, Vol.21, 2008, pp.102-112.
- [9] S. W. Wang, D. L. Yu, J. B. Gomm, G. F. Page and S. S. Douglas,

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

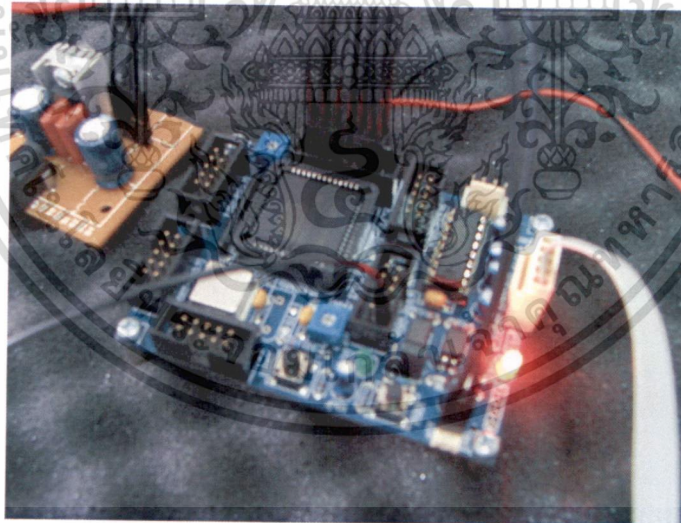
- “Adaptive Neural Network Model Based Predictive Control for Air-Fuel Ratio of SI Engines”, *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, Vol.19, 2006, pp.189-200.
- [10] S. W. Wang and D. L. Yu, “Adaptive Air-Fuel Ratio Control with MLP Network”, *International Journal of Automation and Computing* 2, 2005, pp.125-133.
- [11] Y. Cao, W. Teng and H. Zhang, “Dynamic Modeling and Hardware-in-the-Loop Simulation Testing for LPG Engine”, *Proceedings of the 2007 IEEE International Conference on Mechatronics and Automation*, Harbin, China, August 2007, pp.2093-2098.
- [12] P. Zeng and D. N. Assanis, “The Development of A Computer-Based Teaching Tool for Internal Combustion Engine Courses”, *Proceedings of IMECE 2004 ASME International Mechanical Engineering Congress and RD&D Expo*, Anaheim, California, USA, November 2004, pp.1-7.
- [13] P. Yoon and M. Sunwoo, “An Adaptive sliding Mode controller for Air-Fuel Ratio Control of Spark Ignition Engines” *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part E*, Vol.215, 2001, pp.305-315.
- [14] L. Mianzo, H. Peng and I. Haskara, “Transient Air-Fuel Ratio H_{∞} Preview Control of a Drive-By-Wire Internal Combustion Engine”, *Proceedings of the American Control Conference*, Arlington, VA, June 2001, pp.2867-2871.

ภาคผนวก

กรอบแนวคิดการทดลองและโปรแกรมแสดงผล

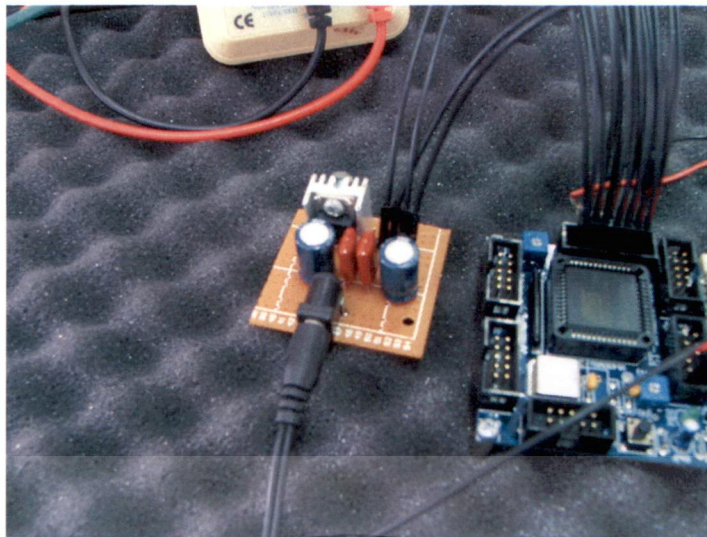
ก. การทดลองการใช้งาน ADC

ADC (Analog to Digital Converter) คือ การแปลงข้อมูลที่อยู่ในรูปของแรงดันไฟฟ้าให้อยู่ในรูปของข้อมูลบิต ซึ่งการทดลองนี้เป็นการทดสอบระบบ ADC ที่เป็นฟังก์ชันหนึ่งของไมโครคอนโทรลเลอร์ ดังรูป ก. 1-2 ซึ่งในใช้ทั้งตระกูล MSC และ PIC โดยในภาคผนวกนี้แสดงการทดลองเบื้องต้น โดยอาศัย MSC51



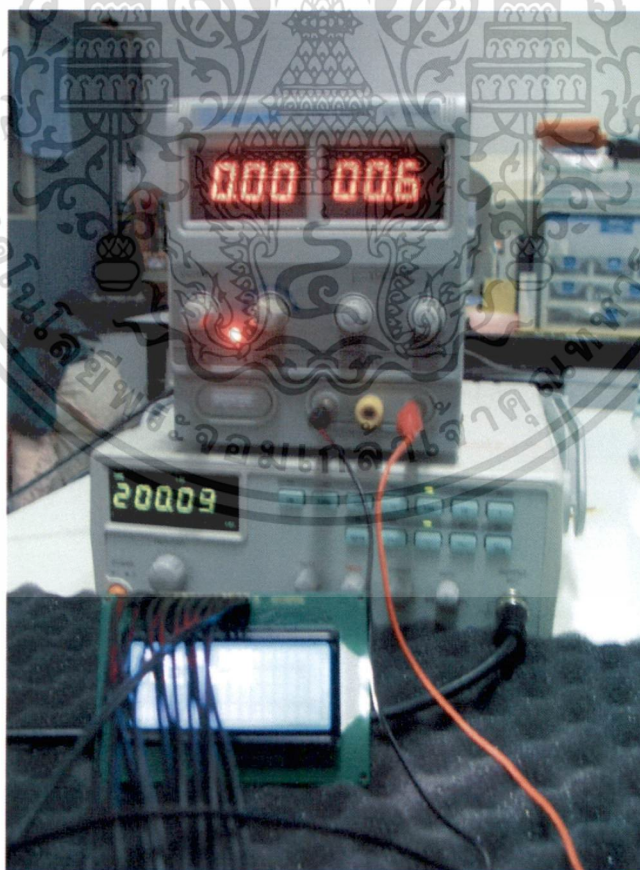
รูปที่ ก.1 MCS-51 AT89C51AC3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.2 วงจรจ่ายไฟ

ในการทดลองเราใช้ DC Power Supply จำลองเซ็นเซอร์วัดปริมาณก๊าซ LPG แล้ว
 จ่ายให้กับ ADC ของไมโครคอนโทรลเลอร์ ดังรูปที่ ก. 3



รูปที่ ก.3 การทดลองระบบ ADC ของไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
ภาคผนวก

จากการทดลองดังแสดงในตาราง ก. 1 พบว่า สเกลของค่า ADC ขนาด 10 bit ที่วัดได้มีค่าประมาณ 60 ค่าต่อการเพิ่มขึ้น 0.1 VDC โดยค่าทางเอาต์พุต หมายถึงการนำค่าลอจิกมาแปลงเป็นเลขฐานสิบ ซึ่ง $V_{ref} = 1.6$ โวลต์ สามารถคำนวณค่าทางเอาต์พุตได้จาก

$$\text{Digital output code} = (V_{in} \times 1023) / V_{ref}$$

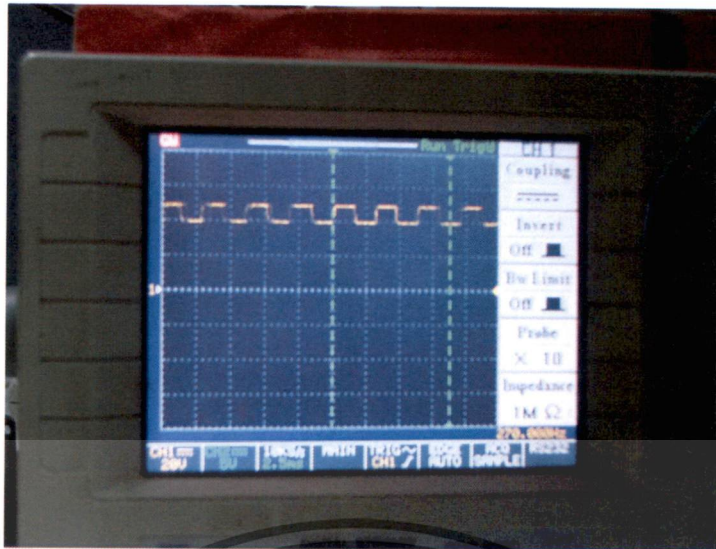
ตาราง ก.1 ผลการทดลองระบบ ADC ของไมโครคอนโทรลเลอร์

แรงดันอินพุต	ค่าลอจิกเอาต์พุต	ค่าทางเอาต์พุต
0.7	110101100	428
0.8	111101000	488
0.9	1000100010	546
1.0	1001100001	609
1.1	1010011110	670
1.2	1011011010	730
1.3	1100011000	792
1.4	1101010101	853
1.5	1110010001	913
1.6	1111001100	972
1.7	1111111111	1023

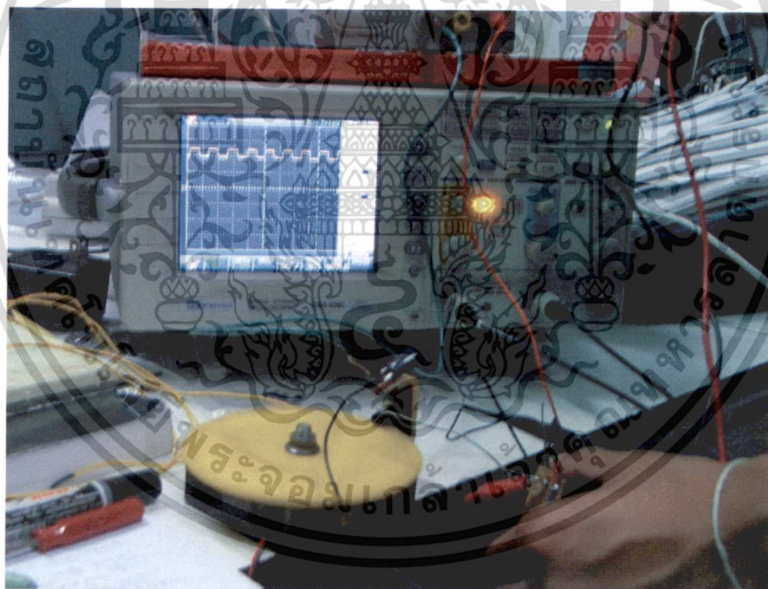
ข. การทดลองวัดรูปสัญญาณ OPTO COUPLER

การทดลองทำโดยต่อวงจร OPTO COUPLER แล้วใช้สื่อนำแสงรูดผ่าน OPTO COUPLER จากนั้นจับสัญญาณเอาต์พุต ที่ออกจาก OPTO COUPLER จะได้เอาต์พุต ดังรูปที่ ข. 1-3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

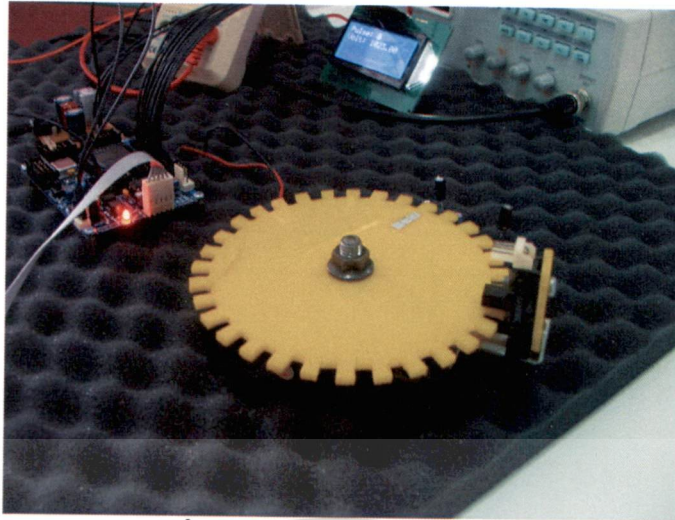


รูปที่ ข.1 สัญญาณเอาต์พุตจาก OPTO COUPLER



รูปที่ ข.2 การทดลองวัดรูปสัญญาณ OPTO COUPLER

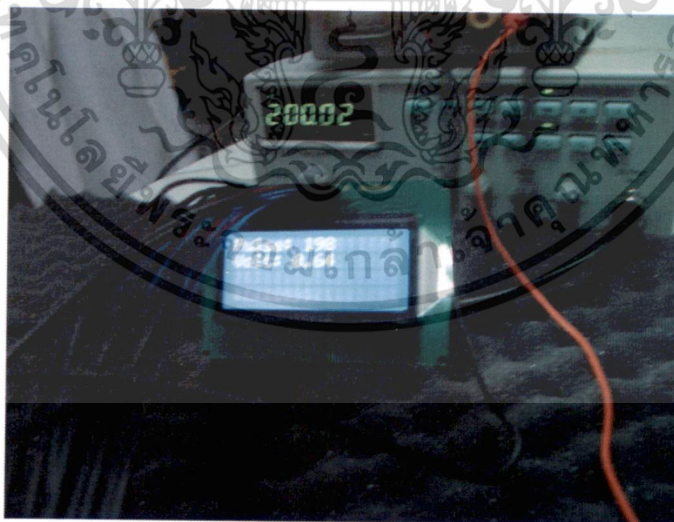
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.3 ล้อกำเนิดสัญญาณพัลส์

ค. การนับค่าพัลส์ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์

เริ่มต้นจะใช้ Function Generator กำเนิดสัญญาณพัลส์เพื่อใช้เป็นตัวเปรียบเทียบค่าที่ถูกต้องให้กับ ไมโครคอนโทรลเลอร์ แล้วจึงนำไปนับสัญญาณพัลส์ที่เกิดจาก OPTO COUPLER ดังรูปที่ ค. 1



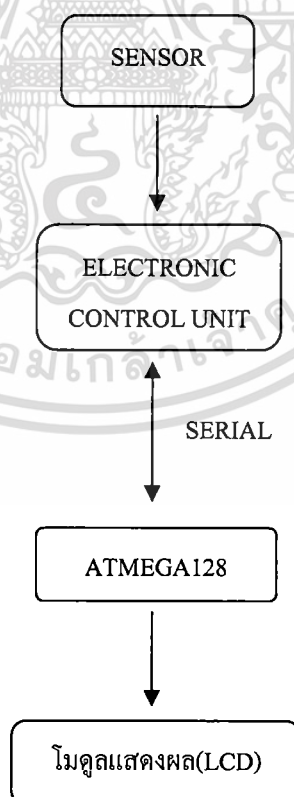
รูปที่ ค. 1 ค่าสัญญาณพัลส์ที่ไมโครคอนโทรลเลอร์นับได้เมื่อเทียบกับ

Function Generator

จากรูปที่ ค. 1 ค่าที่ไมโครคอนโทรลเลอร์นับสัญญาณพัลส์ได้เท่ากับ 198 Hz ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับ Function Generator ที่ 200Hz ยาน่าเท่านั้น ไม่นอนุญาติให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ง. แนวคิดรวบยอดการสร้างและออกแบบระบบ

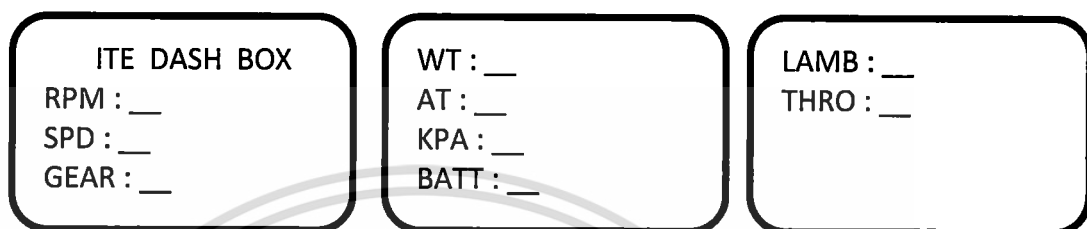
รูป ง. 1 แสดงโครงสร้างการทำงานของระบบโดยรวม โดยมี Electronic Control Unit (ECU) เป็นตัวรับค่าข้อมูลสถานะต่างๆของเครื่องยนต์จาก Sensor และไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ของระบบ ทำหน้าที่ติดต่อและรับข้อมูลจาก ECU โดยผ่าน Serial Port ซึ่งข้อมูลสถานะต่างๆจาก ECU จะอยู่ในรูปแบบเลขฐานสิบหก (Hex code) จากนั้นไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำการแปลความหมายของข้อมูลและแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบเลขฐานสิบ (Dec code) แล้วทำการเทียบค่าข้อมูลจากโปรแกรม DTAWin ซึ่งเป็นซอฟต์แวร์ใช้ปรับแต่งและตรวจเช็คกล่อง โดยค่าสถานะต่างๆของเครื่องยนต์ ได้แก่ ความเร็วรอบเครื่อง (RPM), อุณหภูมิน้ำ (Water Temp), อุณหภูมิอากาศ (Air Temp), แบตเตอรี่ (Volt), แรงดันไอดี (Manifold Pressure), อัตราส่วนผสมระหว่างน้ำมันเชื้อเพลิงกับอากาศ (Lambda), เปอร์เซ็นต์การเปิดลิ้นเร่ง (% Throttle), ค่าความเร็วของรถยนต์(Speed)



รูปที่ ง.1 บล็อกไดอะแกรมการทำงานของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากนั้นแสดงผลผ่านจอแสดงผล(LCD) และเนื่องจากเป็นจอแสดงผลแบบ 16x4 ตัวอักษรจึงไม่สามารถแสดงข้อมูลทั้งหมดได้ภายในหนึ่งหน้าจอ ผู้ออกแบบจึงแบ่งฟังก์ชันการแสดงผลออกเป็น 3 ฟังก์ชัน ดังรูปที่ ง.2



ฟังก์ชันที่ 1

ฟังก์ชันที่ 2

ฟังก์ชันที่ 3

รูปที่ ง.2 ฟังก์ชันแสดงผล

จ. โปรแกรมการแสดงผลการแจ้งเตือน

```
// Dash Box P8PRO
```

```
#include <mega128.h>
```

```
#include <delay.h>
```

```
#include <stdio.h>
```

```
#include<string.h>
```

```
/* LCD*/
```

```
char lcdbuf[16+1]; // LCD Display Buffer
```

```
void init_lcd(void); // Initial Character LCD(4-Bit Interface)
```

```
void gotolcd(unsigned char); // Set Cursor LCD
```

```
void write_ins(unsigned char); // Write Instruction LCD
```

```
void write_data(unsigned char); // Write Data LCD
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
void printlcd(void);
```

```
char string[16];
```

```
/*-----*/
```

```
#define RXB8 1
```

```
#define TXB8 0
```

```
#define UPE 2
```

```
#define OVR 3
```

```
#define FE 4
```

```
#define UDRE 5
```

```
#define RXC 7
```

```
#define FRAMING_ERROR (1<<FE)
```

```
#define PARITY_ERROR (1<<UPE)
```

```
#define DATA_OVERRUN (1<<OVR)
```

```
#define DATA_REGISTER_EMPTY (1<<UDRE)
```

```
#define RX_COMPLETE (1<<RXC)
```

```
// USART0 Receiver buffer
```

```
#define RX_BUFFER_SIZE0 27
```

```
char rx_buffer0[RX_BUFFER_SIZE0];
```

```
#if RX_BUFFER_SIZE0<256
```

```
unsigned char rx_wr_index0,rx_rd_index0,rx_counter0;
```

```
#else
```

```
unsigned int rx_wr_index0,rx_rd_index0,rx_counter0;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

#endif

// This flag is set on USART0 Receiver buffer overflow
bit rx_buffer_overflow0;

char packet[27];
int flag=0;

// USART0 Receiver interrupt service routine
interrupt [USART0_RXC] void usart0_rx_isr(void)
{
char status,data;
status=UCSR0A;
data=UDR0;

if ((status & (FRAMING_ERROR | PARITY_ERROR |
DATA_OVERRUN))==0 )
{
if(data==0xAA) flag=1;

if (flag==1){
rx_buffer0[rx_wr_index0]=data;
if(++rx_wr_index0 == RX_BUFFER_SIZE0) rx_wr_index0=0;
if(++rx_counter0 == RX_BUFFER_SIZE0)
{
rx_counter0=0;
rx_buffer_overflow0=1;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

    flag=0;
};

}

};

}

#ifdef _DEBUG_TERMINAL_IO_
// Get a character from the USART0 Receiver buffer
#define _ALTERNATE_GETCHAR_
#pragma used+
char getchar(void)
{
char data;
while (rx_counter0==0);
data=rx_buffer0[rx_rd_index0];
if (++rx_rd_index0 == RX_BUFFER_SIZE0) rx_rd_index0=0;
#asm("cli")
--rx_counter0;
#asm("sei")
return data;
}
#pragma used-
#endif

// Standard Input/Output functions
#include <stdio.h>

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

unsigned char duerpm=0;

// Declare your global variables here

unsigned int rpm=0;

void function1(void){

    gotoLCD(0); // Set Cursor Line-1
    sprintf(lcdbuf," ITE DASH BOX "); // Display Line-1
    printLCD();
    gotoLCD(0x40);
    sprintf(lcdbuf,"RPM:"); // Display Line-2
    printLCD();

    if(duerpm==0){
        gotoLCD(0x44);

        rpm=(int)rx_buffer0[5]*0xFF+rx_buffer0[5]+rx_buffer0[4];

        sprintf(lcdbuf,"%d ",rpm); // Display Line-2
        printLCD();

        duerpm=1;
    }else{
        duerpm=0;
    }
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

gotolcd(0x10); // Set Cursor Line-2
sprintf(lcdbuf,"Speed: %d ",rx_buffer0[18]); // Display Line-2
printlcd();

gotolcd(0x50); // Set Cursor Line-2
sprintf(lcdbuf,"Gear: "); // Display Line-2
printlcd();

}

void function2(void){

gotolcd(0);
sprintf(lcdbuf,"WT: %d C ",rx_buffer0[8]); //Line 1
printlcd();

gotolcd(0x40);
sprintf(lcdbuf,"AT: %d C",rx_buffer0[10]); //Line 2
printlcd();

gotolcd(0x10);
sprintf(lcdbuf,"KPA: %d ",rx_buffer0[12]); //Line 3
printlcd();

gotolcd(0x50);
sprintf(lcdbuf,"BATT: %d.%d V",rx_buffer0[16]/10,rx_buffer0[16]%10);
//Line 4

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

    printlcd();

}

void function3(void){

    gotolcd(0);
    sprintf(lcdbuf,"Thro: %d ",rx_buffer0[6]); // Display Line-2
    printlcd();

    gotolcd(0x40);
    sprintf(lcdbuf,"Ana1: %d ",rx_buffer0[20]); //Line 2
    printlcd();

    gotolcd(0x10);
    sprintf(lcdbuf,"Ana2: %d ",rx_buffer0[22]); //Line 3
    printlcd();

    gotolcd(0x50);
    sprintf(lcdbuf,"Ana3: %d ",rx_buffer0[24]); //Line 4
    printlcd();

}

void checklimit(void){
    // Limit Water Temp
    if (rx_buffer0[8]>80){
        PORTB.1=1;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

    }else{
        PORTB.1=0;
    }

    // Limit Air Temp
    if (rx_buffer0[10]>40){
        PORTB.2=1;
    }else{
        PORTB.2=0;
    }

}
char select=0; //Variable Select Function
void main(void)
{

PORTA=0x00;
DDRA=0x00;

PORTB=0x01;
DDRB=0x06;

PORTC=0x00;
DDRC=0x00;

PORTD=0x00;
DDRD=0xFF;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
PORTE=0x00;
```

```
DDRE=0x00;
```

```
PORTF=0x00;
```

```
DDRF=0x00;
```

```
PORTG=0x00;
```

```
DDRG=0xFF;
```

```
// Timer/Counter 0 initialization
```

```
// Clock source: System Clock
```

```
// Clock value: Timer 0 Stopped
```

```
// Mode: Normal top=FFh
```

```
// OC0 output: Disconnected
```

```
ASSR=0x00;
```

```
TCCR0=0x00;
```

```
TCNT0=0x00;
```

```
OCR0=0x00;
```

```
// Timer/Counter 1 initialization
```

```
// Clock source: System Clock
```

```
// Clock value: Timer 1 Stopped
```

```
// Mode: Normal top=FFFFh
```

```
// OC1A output: Discon.
```

```
// OC1B output: Discon.
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
// OC1C output: Discon.
// Noise Canceler: Off
// Input Capture on Falling Edge
// Timer 1 Overflow Interrupt: Off
// Input Capture Interrupt: Off
// Compare A Match Interrupt: Off
// Compare B Match Interrupt: Off
// Compare C Match Interrupt: Off
```

```
TCCR1A=0x00;
```

```
TCCR1B=0x00;
```

```
TCNT1H=0x00;
```

```
TCNT1L=0x00;
```

```
ICR1H=0x00;
```

```
ICR1L=0x00;
```

```
OCR1AH=0x00;
```

```
OCR1AL=0x00;
```

```
OCR1BH=0x00;
```

```
OCR1BL=0x00;
```

```
OCR1CH=0x00;
```

```
OCR1CL=0x00;
```

```
// Timer/Counter 2 initialization
```

```
// Clock source: System Clock
```

```
// Clock value: Timer 2 Stopped
```

```
// Mode: Normal top=FFh
```

```
// OC2 output: Disconnected
```

```
TCCR2=0x00;
```

```
TCNT2=0x00;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

OCR2=0x00;

// Timer/Counter 3 initialization
// Clock source: System Clock
// Clock value: Timer 3 Stopped
// Mode: Normal top=FFFFh
// Noise Canceler: Off
// Input Capture on Falling Edge
// OC3A output: Discon.
// OC3B output: Discon.
// OC3C output: Discon.
// Timer 3 Overflow Interrupt: Off
// Input Capture Interrupt: Off
// Compare A Match Interrupt: Off
// Compare B Match Interrupt: Off
// Compare C Match Interrupt: Off
TCCR3A=0x00;
TCCR3B=0x00;
TCNT3H=0x00;
TCNT3L=0x00;
ICR3H=0x00;
ICR3L=0x00;
OCR3AH=0x00;
OCR3AL=0x00;
OCR3BH=0x00;
OCR3BL=0x00;
OCR3CH=0x00;
OCR3CL=0x00;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

// External Interrupt(s) initialization
// INT0: Off
// INT1: Off
// INT2: Off
// INT3: Off
// INT4: Off
// INT5: Off
// INT6: Off
// INT7: Off
EICRA=0x00;
EICRB=0x00;
EIMSK=0x00;

// Timer(s)/Counter(s) Interrupt(s) initialization
TIMSK=0x00;
ETIMSK=0x00;

// USART0 initialization
// Communication Parameters: 8 Data, 1 Stop, No Parity
// USART0 Receiver: On
// USART0 Transmitter: Off
// USART0 Mode: Asynchronous
// USART0 Baud rate: 9600
UCSR0A=0x00;
UCSR0B=0x90;
UCSR0C=0x06;
UBRR0H=0x00;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
UBRR0L=0x67;
```

```
// Analog Comparator initialization
```

```
// Analog Comparator: Off
```

```
// Analog Comparator Input Capture by Timer/Counter 1: Off
```

```
ACSR=0x80;
```

```
SFIOR=0x00;
```

```
// Global enable interrupts
```

```
#asm("sei")
```

```
delay_ms(30);
```

```
// Power-on
```

```
Delay
```

```
init_lcd();
```

```
while (1)
```

```
{
```

```
// Check switch
```

```
if(PINB.0==0){
```

```
delay_ms(20);
```

```
if(PINB.0==0){
```

```
select++;
```

```
if(select>2){
```

```
select=0;
```

```
}
```

```
}
```

```
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

```

// select display
switch(select) {
    case 0 : function1();
    break;
    case 1 : function2();
    break;
    case 2 : function3();
    break;
}

checklimit();

};
}

/*****/
/* Initial LCD 4-Bit Interface */
/*****/

void init_lcd(void)
{
    PORTD &= 0b01111111;           // Start LCD Control  EN=0
    (PD7)

    delay_ms(1);                   // Wait LCD Ready

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

write_ins(0x33);           // Initial (Set DL=1 3 Time, Reset DL=0 1
Time)
write_ins(0x32);
write_ins(0x28);           // Function Set (DL=0 4-Bit,N=1 2
Line,F=0 5X7)
write_ins(0x0C);           // Display on/off Control (Entry
Display,Cursor off,Cursor not Blink)
write_ins(0x06);           // Entry Mode Set (I/D=1 Increment,S=0
Cursor Shift)
write_ins(0x01);           // Clear Display (Clear Display,Set DD
RAM Address=0)
delay_ms(1);               // Wait Initial Complete
return;
}

/*****/
/* Set LCD Cursor */
/*****/
void gotolcd(unsigned char i)
{
i |= 0x80;                 // Set DD-RAM Address Command
write_ins(i);
return;
}

/*****/
/* Write Instruction to LCD */
/*****/

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

void write_ins(unsigned char i)
{
    PORTG &= 0b11101111;           // Instruction Select RS=0(PG4)

    PORTG &= 0xF0;                 // Clear old LCD Data (Bit[3..0])
    PORTG |= (i>>4) & 0x0F;       // Strobe High Nibble Command
    PORTD |= 0b10000000;          // Enable ON  EN=1(PD7)
    delay_ms(1);

    PORTD &= 0b01111111;          // Enable OFF  EN=0(PD7)

    PORTG &= 0xF0;                 // Clear old LCD Data (Bit[3..0])
    PORTG |= i & 0x0F;            // Strobe Low Nibble Command
    PORTD |= 0b10000000;          // Enable ON  EN=1(PD7)
    delay_ms(1);
    PORTD &= 0b01111111;          // Enable OFF  EN=0(PD7)
    delay_ms(1);                  // Wait LCD Busy

    return;
}

/*****/
/* Write Data(ASCII) to LCD */
/*****/

void write_data(unsigned char i)
{
    PORTG |= 0b00010000;          // Instruction Select RS=1(PG4)

```

```

PORTG &= 0xF0; // Clear old LCD Data (Bit[3..0])
PORTG |= (i>>4) & 0x0F; // Strobe High Nibble Command
PORTD |= 0b10000000; // Enable ON EN=1(PD7)
delay_ms(1);
PORTD &= 0b01111111; // Enable OFF EN=0(PD7)

PORTG &= 0xF0; // Clear old LCD Data (Bit[3..0])
PORTG |= i & 0x0F; // Strobe Low Nibble Command
PORTD |= 0b10000000; // Enable ON EN=1(PD7)
delay_ms(1);
PORTD &= 0b01111111; // Enable OFF EN=0(PD7)
delay_ms(1); // Wait LCD Busy

return;
}

/*****
/* Print Data(ASCII) to LCD */
*****/

void printlcd(void)
{
char *p;

p = lcdbuf;

do // Get ASCII & Write to LCD Until null
{

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

write_data(*p);           // Write ASCII to LCD
p++;                     // Next ASCII
}
while(*p != '\0');       // End of ASCII (null)

return;
}

```



หนังสือเป็นสมบัติของท่าน
โปรดช่วยกันรักษา

www.lib.kmitl.ac.th

สำนักหอสมุดกลาง โทร. 0 2739 2221

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก