สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

เครื่องควบคุมอัตราส่วนผสมอากาศและเชื้อเพลิงแบบอัตโนมัติ

AUTOMATIC AIR/FUEL CONTROL

โดย

นาย เทวฤทธิ์ เจริญมี

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....82930
วัน,เดือน,ปี.....29 ก.ค. 2551

ล.1195745
i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมสารสนเทศ
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AUTOMATIC AIR/FUEL CONTROL

BY

Mr. Teawarit Ja-rernme

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF
THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
BACHELOR IN THE DEPARTMENT OF INFORMATION
ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
2007

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	เครื่องควบคุมอัตราส่วนผสมอากาศและเชื้อเพลิงแบบอัตโนมัติ
ชื่อนักศึกษา	นายเทวฤทธิ์ เจริญมี รหัสประจำตัว 48015620
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ อุทัย ศรีธีระวิโรจน์
	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ บุณย์ชนะ ภู่ระหงษ์
ระดับการศึกษา	ปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต
	สาขาวิศวกรรมสารสนเทศ
ภาควิชา	วิศวกรรมสารสนเทศ
ปีการศึกษา	2550

หัวข้อปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้รับการอนุมัติเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

.....

(ผศ.อุทัย ศรีธีระวิโรจน์)

อาจารย์ที่ปรึกษา

.....

(ผศ.บุณย์ชนะ ภู่ระหงษ์)

อาจารย์ที่ปรึกษา

ลิขสิทธิ์ของคณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	เครื่องควบคุมอัตราส่วนผสมอากาศและเชื้อเพลิงแบบอัตโนมัติ
ชื่อนักศึกษา	นายเทวฤทธิ์ เจริญมี รหัสประจำตัว 48015620
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ. อุทัย ศรีธีระวิโรจน์
	ผศ.บุญย์ชนะ ภู่ระหงษ์
ระดับการศึกษา	ปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต
	สาขาวิศวกรรมสารสนเทศ
ภาควิชา	วิศวกรรมสารสนเทศ
ปีการศึกษา	2550

บทคัดย่อ

โครงงานนี้เป็นการใช้ทฤษฎีของความต้องการเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ ที่ใช้แก๊ซโซลีนเปลี่ยนมาใช้เชื้อเพลิงประเภทก๊าซ (*LPG*) มาประยุกต์เข้ากับเทคโนโลยีไมโครคอนโทรลเลอร์ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ และ หน่วยควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ในการควบคุมและประมวลผลในเครื่องยนต์ นำมาประยุกต์ใช้กับเทคโนโลยีไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพให้การทำงานของเครื่องยนต์ ให้ทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ ประหยัดพลังงาน ลดมลพิษที่ก่อให้เกิดอันตรายกับมนุษย์ และใช้เชื้อเพลิงให้เกิดคุณค่ามากที่สุด ในส่วนของฮาร์ดแวร์สามารถแสดงผลค่าของอัตราส่วนผสมอากาศและเชื้อเพลิงในสภาวะการทำงานของเครื่องยนต์นั้นๆ ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	**AUTOMATIC AIR/FUEL CONTROL**
Student	***Mr. Teawarit Ja - rernme***
Advisor	**Asst. Prof. Uthai Sritheeravirojana**
	Asst. Prof. Boonchana Purahong
Graduate Level	***Bachelor Degree of Information Engineering***
Department	**Information Engineering**
Academic Year	**2007**

ABSTRACT

This project uses the theory of the engine's fuel requirement in automotive (Change to LPG). It applies the technology of microcontroller, electronic equipment, and electronic control unit. Electronic control unit controls and processes fuel in the engine. It also increases the performance of the engine. Electronic control unit saves energy and reduces air pollution which is very dangerous for human health. This AUTOMATIC AIR/FUEL CONTROL project can display fuel ratio and show the status of the engine.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีต้องขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ซึ่งเป็นที่รักและเคารพยิ่งของข้าพเจ้าที่เหน็จเหนื่อยทำงานหนักหารายได้เพื่อส่งให้ข้าพเจ้าเรียนจนจบการศึกษา ขอขอบพระคุณครูบาอาจารย์ทุกท่านที่ประสิทธิ์ประสานวิชาให้ข้าพเจ้ามาตั้งแต่เล็กจนโต ขอขอบพระคุณผศ.อุทัย ศรีธีระวิโรชน์ และผศ.บุณย์ชนะ ภู่ระหงษ์ อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ ที่คอยช่วยเหลือชี้แนะแนวทางให้คำปรึกษาในการทำงานต่างๆจนสำเร็จ ขอบพระคุณสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังที่ทำให้เราสำเร็จการศึกษาเป็นบัณฑิตที่ดีมีคุณภาพ เพื่อรับใช้สังคม และเป็นคนดีของประเทศชาติต่อไป และที่ขาดไม่ได้ก็คือเพื่อนๆ พี่ๆ น้องๆ ต่อเนื่อง ITE 05 และหลักสูตร 4 ปี ทั้งภาคสารสนเทศ และภาคเครื่องกล ทุกท่านที่คอยให้คำปรึกษาให้ข้อมูล ให้ความห่วงใย รวมไปถึงให้ยืมอุปกรณ์ต่างๆ มาทดลองในโครงงาน และขอบคุณทุกท่านที่ไม่ได้กล่าวถึงในที่นี้ ที่ได้ให้ความช่วยเหลือในด้านต่างๆ ในการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จ

ผู้จัดทำ

เทวฤทธิ์ เจริญมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญรูป	ฉ
สารบัญตาราง	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 แนวคิดและที่มาของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบเขตของโครงงาน	2
1.4 ขั้นตอนการดำเนินโครงงาน	2
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 ก๊าซปิโตรเลียมเหลว	3
2.1.1 แหล่งที่มาของก๊าซปิโตรเลียมเหลว	3
2.1.2 คุณสมบัติทางเคมี	5
2.1.3 คุณสมบัติทางกายภาพ	6
2.1.4 คุณสมบัติทางกายภาพของก๊าซปิโตรเลียมเหลว เมื่ออยู่ในสถานะเป็นก๊าซ	9
2.2 ความต้องการน้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์	11
2.2.1 อัตราส่วนผสมของอากาศและเชื้อเพลิงตามทฤษฎี	12
2.2.2 ส่วนผสมหนาและบาง	13
2.2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนผสมของเชื้อเพลิง ต่อความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงและกำลังเครื่องยนต์	13
2.2.4 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนผสมของเชื้อเพลิงต่อส่วนประกอบของไอเสีย	14
2.3 ระบบควบคุมอิเล็กทรอนิกส์	15
2.3.1 ส่วนประกอบของระบบควบคุมอิเล็กทรอนิกส์	15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
2.3.2 ตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่ง	15
2.3.2.1. แบบหน้าสัมผัสปิด - เปิด (ON-OFF TYPE)	16
2.3.2.2 แบบเชิงเส้น (Linear Type)	17
2.3.3 ตัวตรวจจับปริมาณออกซิเจน	20
2.3.3.1 การทำงานของตัวตรวจจับปริมาณออกซิเจน	21
2.3.3.2 เนโรว์แบน ออกซิเจน เซ็นเซอร์ (Narrowband oxygen sensor)	23
2.3.3.3 ไวด์แบนท์ ออกซิเจน เซนเซอร์ (Wideband oxygen sensor)	24
2.4 สเต็ปเปอร์มอเตอร์	25
2.4.1 โครงสร้างทั่วไปของสเต็ปเปอร์มอเตอร์แบบ BIPOLAR	25
2.4.2 การทำงานของสเต็ปเปอร์มอเตอร์	26
2.5 รายละเอียดเกี่ยวกับโมดูล LCD	28
2.5.1 โครงสร้างภายในตัวควบคุมโมดูล LCD	29
2.5.2 โมดูล LCD ขนาด 16 ตัวอักษร 2 บรรทัด (LCD 16x2)	30
2.5.3 คำสั่งควบคุมโมดูล LCD	31
2.5.4 การเขียนคำสั่งและข้อมูลให้แก่โมดูล LCD	34
2.5.5 จังหวะการทำงานของ LCD โมดูล	35
2.6 ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR	35
2.6.1 คุณสมบัติและขาต่อใช้งานของไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR AT mega 128	36
2.6.2 โครงสร้างภายนอกและตำแหน่งขา	37
2.6.3 รายละเอียดของขาสัญญาณและการใช้งาน	37
บทที่ 3 การออกแบบโครงงาน	39
3.1 การออกแบบระบบที่จะใช้ในโครงงาน	39
3.2 การออกแบบในส่วนของไมโครคอนโทรเลอร์	39
3.2.1 การออกแบบวงจรควบคุม	43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
บทที่ 4 ผลการทดลอง	49
4.1 การทดลองนำค่าแรงดันไฟฟ้าจากตัวตรวจจับต่างที่ใช้ในโครงงาน	49
4.2 ผลที่ได้จากการทดลอง	51
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง	54
5.1 สรุปปัญหาจากการทดลอง	54
5.2 สรุปการทดลอง	54
บรรณานุกรม	55
ภาคผนวก	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

รูป	หน้า
รูปที่ 2.1 กระบวนการกลั่นน้ำมันดิบในโรงกลั่นน้ำมัน	4
รูปที่ 2.2 กระบวนการแยกก๊าซธรรมชาติ	5
รูปที่ 2.3 อัตราส่วนผสมของอากาศและเชื้อเพลิงตามทฤษฎี	12
รูปที่ 2.4 อัตราส่วนผสมของอากาศและเชื้อเพลิงตามทฤษฎีของเชื้อเพลิงชนิดต่างๆ	13
รูปที่ 2.5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนผสมของเชื้อเพลิง ต่อความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงและกำลังงานของเครื่องยนต์	14
รูปที่ 2.6 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนผสมของเชื้อเพลิงต่อส่วนประกอบของไอเสีย	14
รูปที่ 2.7 ตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่ง	15
รูปที่ 2.8 ตำแหน่งของหน้าคอนแทคของตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่ง	16
รูปที่ 2.9 วงจรไฟฟ้าของตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่งแบบ เปิด – ปิด	16
รูปที่ 2.10 ตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่งแบบเชิงเส้น	17
รูปที่ 2.11 ส่วนประกอบของตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่งแบบเชิงเส้น	18
รูปที่ 2.12 วงจรไฟฟ้าของตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่งแบบเชิงเส้น	19
รูปที่ 2.13 กราฟแสดงค่าแรงดันไฟฟ้าที่แปรผันตามมุมการเปิดของลิ้นเร่ง	20
รูปที่ 2.14 ส่วนประกอบของตัวตรวจจับปริมาณออกซิเจน	21
รูปที่ 2.15 ส่วนประกอบภายในตัวจรวจจับปริมาณออกซิเจน	22
รูปที่ 2.16 ตัวตรวจจับปริมาณออกซิเจนชนิด เนโรว์แบน ออกซิเจน เซ็นเซอร์ (Narrowband oxygen sensor)	23
รูปที่ 2.17 กราฟแสดงค่าแรงดันไฟฟ้าของตัวตรวจจับปริมาณออกซิเจน ชนิด เนโรว์แบน ออกซิเจน เซ็นเซอร์ (Narrowband oxygen sensor)	23
รูปที่ 2.18 ตัวตรวจจับปริมาณออกซิเจนชนิดไวท์แบน ออกซิเจน เซนเซอร์ (Wideband oxygen sensor)	24
รูปที่ 2.19 กราฟแสดงค่าแรงดันไฟฟ้าของตัวตรวจจับปริมาณออกซิเจน ชนิด ไวท์แบน ออกซิเจน เซนเซอร์ (Wideband oxygen sensor)	24
รูปที่ 2.20 โครงสร้างของ ไบโพลาร์เสต็บมอเตอร์ (30 องศา ต่อเสต็บ)	25
รูปที่ 2.21 ระยะการเคลื่อนที่และมุมเสต็บ	26
รูปที่ 2.22 วิธีการกระตุ้นเฟสแบบต่าง ๆ	27
รูปที่ 2.23 รูปร่างและการจัดขาโมดูล LCD แบบอักขระ	30
รูปที่ 2.24 โครงสร้างภายนอกและตำแหน่งขา	37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ(ต่อ)

รูป	หน้า
รูปที่ 3.1 บลอคไดอะแกรม อธิบายการทำงานโดยรวมของระบบ	39
รูปที่ 3.2 บลอคไดอะแกรม อธิบายการหาตำแหน่งลิ้นปีกผีเสื้อและปริมาณออกซิเจน	40
รูปที่ 3.3 Block Diagram อธิบายการทำงานของการหาค่าเสต็บปิงค์มอเตอร์ (Stepping motor)	41
รูปที่ 3.4 โฟลว์ชาร์ตแสดงขั้นตอนการทำงานของระบบ	42
รูปที่ 3.5 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์สำเร็จรูปที่นำมาใช้ในการทดลอง	43
รูปที่ 3.6 วงจรขับเสต็บปิงค์มอเตอร์ (Stepping motor)	43
รูปที่ 3.7 เสต็บปิงค์มอเตอร์ (Stepping motor)	44
รูปที่ 3.8 ส่วนแสดงผล LCD	44
รูปที่ 3.9 วงจร Input สัญญาณ O2 TPS	45
รูปที่ 3.10 ออกแบบโดย PCB โดยโปรแกรม	45
รูปที่ 3.11 ลาย PCB ด้านบนและล่าง	46
รูปที่ 3.12 ฮาร์ดแวร์ของโครงงาน	46
รูปที่ 3.13 วงจรที่ออกแบบโดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์	47
รูปที่ 3.14 ลายวงจรที่ออกแบบโดยคอมพิวเตอร์	48
รูปที่ 3.15 ฮาร์ดแวร์ที่ทำการประกอบเรียบร้อย	48
รูปที่ 4.1 นำสัญญาณ TPS และ O2 sensor เข้าบอร์ดทดลอง	49
รูปที่ 4.2 เสต็บมอเตอร์ เริ่มขัดตำแหน่ง	50
รูปที่ 4.3 ค่าที่ได้เข้าใกล้ค่าที่กำหนดไว้	50
รูปที่ 4.4 วาล์วแก๊ซสำเร็จรูปที่ควบคุมการ เปิด - ปิด ด้วยใบโพล่าเสต็บมอเตอร์	51
รูปที่ 4.5 รถยนต์ที่ใช้ในการทดลอง	52
รูปที่ 4.6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ที่ระหว่างแรงดันและรอบเครื่องยนต์ได้จากการทดลอง	52
รูปที่ 4.7 กราฟแสดงความสัมพันธ์ที่ระหว่างองศาของลิ้นปีกผีเสื้อและรอบเครื่องยนต์ได้จากการทดลอง	53
รูปที่ 4.8 กราฟแสดงความสัมพันธ์ที่ระหว่างเสต็บการเปิดวาล์วและรอบเครื่องยนต์ได้จากการทดลอง	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
ตารางที่2.1 การขับสเต็ปเปอร์มอเตอร์ฟูลสเต็ปแบบ 1 เฟส	27
ตารางที่ 2.2 การขับสเต็ปเปอร์มอเตอร์ฟูลสเต็ปแบบ 2 เฟส	28
ตารางที่ 2.3 การขับสเต็ปเปอร์มอเตอร์แบบฮาล์ฟสเต็ป	28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่1
บทนำ

1.1แนวคิดและที่มาของปัญหา

ปัจจุบันความต้องการใช้พลังงานเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง การใช้น้ำมันเชื้อเพลิงยังคงเป็นปัจจัยหลัก ไม่ว่าจะเป็นการใช้กับยานพาหนะส่วนตัว ด้านขนส่ง มวลชน หรือขนส่งอุตสาหกรรม ประกอบกับสถานการณ์ราคาน้ำมันดิบที่สูงขึ้น และปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงเกิดภาวะโลกร้อน ประเทศต่างๆ จึงมีความตื่นตัวในเรื่องของการพัฒนาน้ำมันเชื้อเพลิง และพัฒนาพลังงานทางเลือกต่างๆ ที่จะมาใช้แทนน้ำมันเชื้อเพลิง โดยมุ่งเน้นไปที่การประหยัด และลดมลพิษ โดยเฉพาะก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

พลังงานทางเลือกประเภทหนึ่งที่ได้รับความนิยมในปัจจุบันในประเทศไทยคือ ก๊าซ LPG ลิค-ควิดไฟร์ดพิทโรเลียมแก๊ซ (Liquefied Petroleum Gas) เป็นพลังงานประเภทหนึ่ง ที่นำมาใช้กับรถยนต์ ซึ่งมีมานานแล้วแต่ไม่ได้รับความนิยมเพราะสมัยนั้น พลังงานทางเลือกอีกประเภทหนึ่งก็คือก๊าซ NGV แนจเริลแก๊ซฟอวีฮิเคิล (Natural Gas for Vehicle) เนื่องด้วยยังมีข้อจำกัดในเรื่องของอุปกรณ์ที่ใช้ร่วมกับเครื่องยนต์ หรือถังบรรจุก๊าซ ยังมีราคาสูง จึงไม่มีผู้นิยมเท่า LPG

การประหยัดและลดมลพิษสามารถทำได้โดยพัฒนาระบบอิเล็กทรอนิกส์มาควบคุมการทำงานของเครื่องยนต์ ซึ่งปัจจุบันมีการนำระบบอิเล็กทรอนิกส์เข้ามาใช้ในการควบคุมกลไกของรถยนต์มากมาย ระบบที่นำมาใช้มากก็คือ ระบบที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัย เช่น ระบบเบรกเอบีเอส(ABS) แต่ระบบควบคุมที่มีความสำคัญประเภทหนึ่งในปัจจุบันก็คือ ระบบควบคุมที่ใช้ในการเผาผลาญเชื้อเพลิงให้มีประสิทธิภาพมากที่สุดและปล่อยมลพิษน้อยที่สุด จึงนำแนวคิดที่จะทำอย่างไรที่จะให้เครื่องยนต์ที่ใช้ LPG ลิค-ควิดไฟร์ดพิทโรเลียมแก๊ซ (Liquefied Petroleum Gas) เป็นเชื้อเพลิงเผาผลาญเชื้อเพลิงให้มีประสิทธิภาพมากที่สุดมลพิษน้อยที่สุดอ้างอิงจากทฤษฎีของความต้องการเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาคุณลักษณะของอัตราส่วนของความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์โดยการวัดและเปรียบเทียบค่าจากอัตราส่วนผสมอากาศและเชื้อเพลิงตามทฤษฎี

2 เพื่อศึกษาและสร้างตัวควบคุมและแสดงผลของอัตราส่วนอากาศต่อเชื้อเพลิงแบบอัตโนมัต โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์

3. วิเคราะห์และคำนวณหาค่าส่วนผสมระหว่างอากาศและเชื้อเพลิงว่าอัตราเท่าใด เมื่อเครื่องยนต์เผาไหม้แล้วมีประสิทธิภาพมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

สามารถแสดงผลอัตราส่วนผสมอากาศต่อเชื้อเพลิงในช่วงเวลาที่เครื่องยนต์ทำงานตามสภาวะนั้นๆได้รวมถึง สามารถควบคุมให้อัตราส่วนผสมอากาศต่อเชื้อเพลิงให้มีปริมาณที่เหมาะสมและเกิดประโยชน์สูงสุด กล่าวคือ เมื่อเครื่องยนต์มีการเผาผลาญเชื้อเพลิงในห้องเผาไหม้แล้ว ส่วนผสมของอากาศและเชื้อเพลิงที่ถูกเผาผลานนั้นสามารถแปรเปลี่ยนมาเป็นค่ากำลังงานของเครื่องยนต์และส่งผลให้เครื่องยนต์มีประสิทธิภาพมากที่สุดและมลพิษน้อยที่สุด

1.4 ขั้นตอนการดำเนินโครงงาน

1. ศึกษาทฤษฎีต่างๆที่เกี่ยวข้องกับระบบควบคุมเครื่องยนต์
2. ศึกษาทฤษฎีเกี่ยวกับไมโครคอนโทรเลอร์ AVR เบอร์ ATmega128
3. จัดทำในส่วนของเอกสารต่างๆที่ประกอบการใช้งานและนำเสนอโครงงาน
4. ทดลองการทำงานในส่วนของตัวตรวจจับต่างๆที่มีความเกี่ยวข้องกับโครงงาน
5. เขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์
6. ทดลองการทำงานในส่วนของไมโครคอนโทรลเลอร์
7. ทดลองผลที่ได้เมื่อนำไปใช้กับรถยนต์
8. ออกแบบส่วนของระบบฮาร์ดแวร์
9. ทดลองระบบทั้งหมดและต่อใช้งานจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ก๊าซปิโตรเลียมเหลว

ก๊าซปิโตรเลียมเหลว หมายถึง "ก๊าซไฮโดรคาร์บอนเหลวคือ โปรเปน โปรปิลีน ไอโซบิวเทน นอร์มัลบิวเทน หรือบิวทีลีน อย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่าง ผสมกันเป็นส่วนใหญ่" โดยทั่วไปมักเรียกก๊าซปิโตรเลียมเหลวนี้ว่า ก๊าซ แก๊ส แก๊สเหลว หรือแก๊สหุงต้ม ส่วนในวงการค้าและอุตสาหกรรม ชื่อที่รู้จักกันดี คือ แอล พี แก๊ส (LP GAS) หรือ แอล พี จี (LPG) ซึ่งเป็นอักษรย่อ มาจาก ลิค-ควิดไฟร์ดพิทโรเลียมแก๊ซ (Liquefied Petroleum Gas) ก๊าซปิโตรเลียมเหลวมีสภาพเป็นก๊าซที่อุณหภูมิและความดันบรรยากาศ โดยมีน้ำหนักประมาณ 1.5-2 เท่าของอากาศ การที่ได้ชื่อว่าปิโตรเลียมเหลวเนื่องจากก๊าซจะถูกอัดให้อยู่ในสภาพของเหลวภายใต้ความดันเพื่อสะดวกต่อการเก็บและการขนส่ง เมื่อลดความดันก๊าซเหลวนี้จะกลายเป็นไอ สามารถนำไปใช้งานได้

ก๊าซปิโตรเลียมเหลวเป็นเชื้อเพลิงที่มีความสำคัญในปัจจุบัน ใช้กันอย่างแพร่หลาย ทั้งในครัวเรือน ร้านอาหาร ภัตตาคาร พาณิชยกรรม อุตสาหกรรม และในรถยนต์ เนื่องจากเป็นเชื้อเพลิงที่ขนส่งสะดวก ไม่เปลืองเนื้อที่เก็บ และที่สำคัญคือ เผาไหม้แล้วเกิดเขม่าน้อยกว่าเชื้อเพลิงชนิดอื่น

2.1.1 แหล่งที่มาของก๊าซปิโตรเลียมเหลว

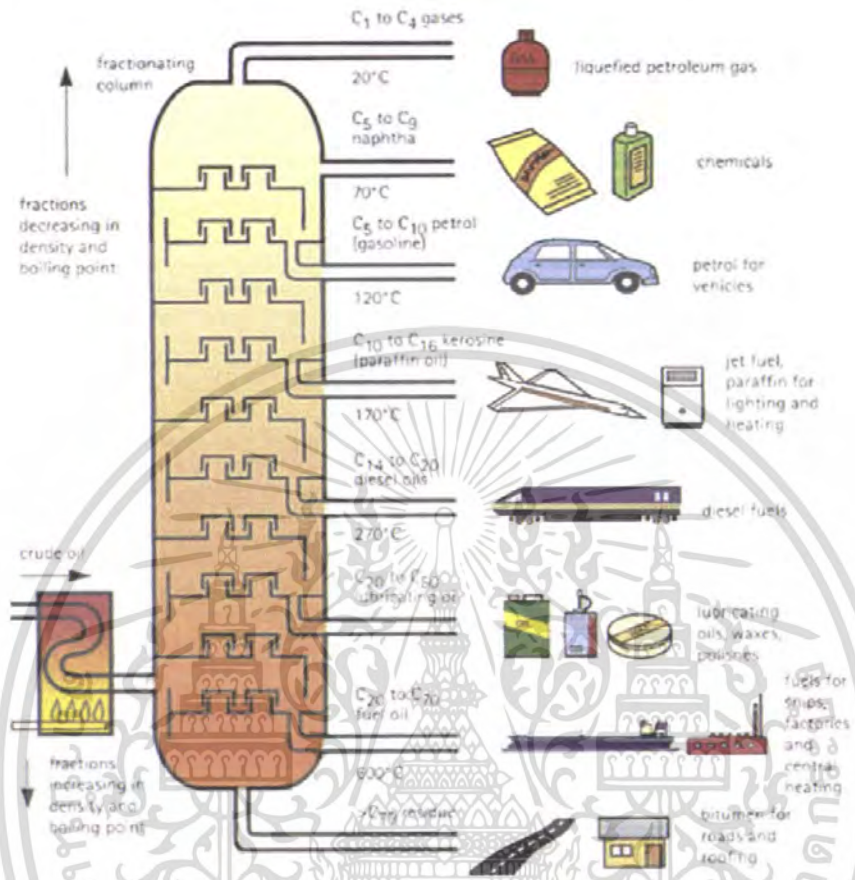
แหล่งที่มาของก๊าซมี 2 แหล่ง ได้แก่

1. ได้จากกระบวนการกลั่นน้ำมันดิบในโรงกลั่นน้ำมัน ซึ่งจะได้ก๊าซโปรเปนและบิวเทนประมาณ 1-2% แต่ก่อนที่จะนำ น้ำมันดิบเข้ากลั่น ต้องแยกน้ำและเกลือแร่ที่ปนอยู่ออกเสียก่อน หลักจากนั้นนำน้ำมันดิบมาให้ความร้อนจนมีอุณหภูมิประมาณ 340-400 °C จากนั้นจะถูกส่งเข้าสู่หอกลั่น ซึ่งภายในประกอบด้วยถาดเป็นชั้น ๆ หลายสิบชั้น ไอร้อนที่ลอยขึ้นไป เมื่อเย็นตัวลงจะกลั่นตัวเป็น ของเหลวบนถาดตามชั้นต่าง ๆ และจะอยู่ชั้นใดขึ้นอยู่กับช่วงจุดเดือดต่ำจะลอยขึ้นสู่เบื้องบนของหอกลั่นคือไฮโดรคาร์บอนที่มีสถานะเป็นก๊าซ (LPG รวมอยู่ในส่วนนี้ด้วย) ส่วนไฮโดรคาร์บอนที่มีจุดเดือดปานกลางและสูงก็จะแยกตัวออกมาทางตอนกลางและตอนล่างของหอกลั่น ซึ่งได้แก่แนพทา (naphtha) น้ำมันก๊าด น้ำมันดีเซล และน้ำมันเตา ตามลำดับ

ไฮโดรคาร์บอนที่มีสถานะเป็นก๊าซที่ออกจากด้านบนของหอกลั่นรวมเรียกว่า "ก๊าซปิโตรเลียม" ซึ่งประกอบด้วยส่วนผสมของ ก๊าซไฮโดรคาร์บอนที่มีคาร์บอน 1 อะตอม ถึง 4 อะตอม และมีก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ไนโตรเจน (N_2) ไฮโดรเจน (H_2) และอื่น ๆ ปนอยู่ จำเป็นต้องกำจัดหรือแยกออกโดยนำก๊าซปิโตรเลียมผ่านเข้าหน่วยแยกก๊าซแอลพีจี แก๊ซ รีโคเวอร์ ยูนิท (gas recovery unit) เพื่อแยกเอาโปรเปนและบิวแทน (หรือแอลพีจี) ออกมา จากนั้นแอลพีจีจะถูกส่งเข้าหน่วยฟอก ซึ่งใช้โซดาไฟ เพื่อแยกเอากรด เช่น ไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ออก หลังจากนั้นแอลพีจีจะถูกส่งไปเก็บในถังเก็บและมีสภาพเป็นของเหลวภายใต้ความดัน



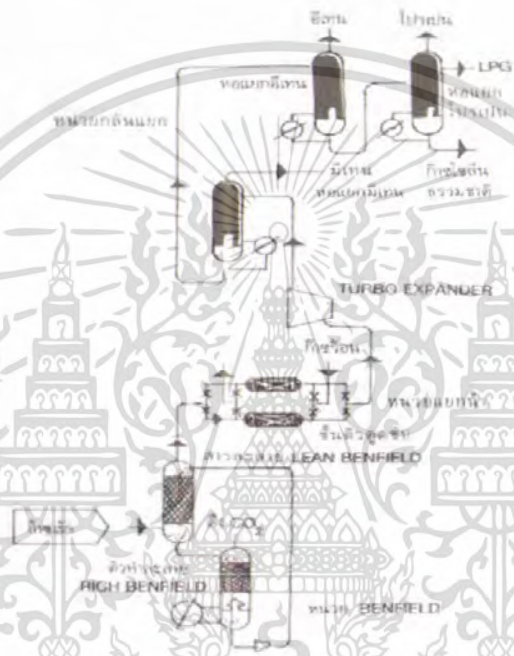
รูปที่ 2.1 กระบวนการกลั่นน้ำมันดิบในโรงกลั่นน้ำมัน

2. ได้จากกระบวนการแยกก๊าซธรรมชาติ ซึ่งจะมีก๊าซโปรเปนและบิวเทนในก๊าซธรรมชาติประมาณ 6-10% ก๊าซธรรมชาติ ที่นำขึ้นมาจะส่งเข้าสู่โรงแยกก๊าซ เพื่อทำการแยกเอาสารไฮโดรคาร์บอนที่มีอยู่ในก๊าซธรรมชาติ ออกเป็นผลิตภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ คือ มีเทน (methane) อีเทน (ethane) โปรเปน (propane) บิวเทน (butane) แอลพีจี (liquefied petroleum gas) และก๊าซไซลีนธรรมชาติ เนฉเริลแก๊ซไซลีน (Natural Gasoline, NGL)

กระบวนการแยกก๊าซธรรมชาติ เริ่มต้นด้วยการกำจัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) และน้ำที่เจือปน อยู่ในก๊าซธรรมชาติออกก่อน โดยกระบวนการ Ben field ซึ่งใช้โปตัสเซียมคาร์บอเนต (K_2CO_3) เป็นตัวจับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และกระบวนการดูดซับโดยใช้สารจำพวกซึ่งมีลักษณะเป็นรูพรุน ทำหน้าที่ดูดซับน้ำ ก๊าซธรรมชาติที่แห้งจากหน่วยนี้จะผ่านเข้าไปในเทอร์โบอิดซแพน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอด์ turbo-expander เพื่อลดอุณหภูมิจาก 250 K เป็น 170 K และลดความดันลงจาก 43 บาร์ เป็น 16 บาร์ก่อนแล้วจึงเข้าสู่หอแยกมีเทน มีเทนจะถูกกลั่นแยกออกไป และส่วนที่เหลือคือส่วนผสมของก๊าซไฮโดรคาร์บอนที่มีคาร์บอนตั้งแต่ 2 อะตอมขึ้นไป ซึ่งอยู่ในสถานะของเหลวและจะออกทางส่วนล่างของหอ ผลิตภัณฑ์ที่เป็นของเหลวหอดังกล่าวจะถูกนำเข้าสู่หอแยกอีเทน และหอแยกโปรเปน เพื่อแยกอีเทนและโปรเปนออกตามลำดับต่อไป ในหอแยกโปรเปนนี้ โปรเปนจะถูกแยกออกทางด้านบนของหอ ส่วนแอลพีจี ซึ่งเป็นส่วนผสมของโปรเปนและบิวเทนจะถูกแยกออกมาจากส่วนกลางของหอ และส่วนผลิตภัณฑ์ที่ออกจากหอทางด้านล่างคือ ก๊าซโซลีนธรรมชาติ



รูปที่ 2.2 กระบวนการแยกก๊าซธรรมชาติ

2.1.2 คุณสมบัติทางเคมี

ก๊าซปิโตรเลียมเหลว (LPG) ประกอบด้วยไฮโดรคาร์บอน ที่มีส่วนประกอบของคาร์บอน (C) 3 อะตอม และคาร์บอน (C) 4 อะตอม ใน 1 โมเลกุล ไฮโดรคาร์บอนกลุ่มนี้ประกอบด้วย

โปรเปน (Propane) = C_3H_8

โปรปีลิน (porpylene) = C_3H_6

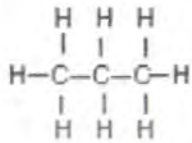
บิวเทน (Butane) = C_4H_{10}

บิวทิลีน (butylene) = C_4H_8

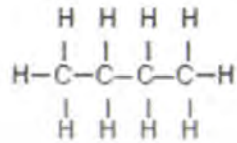
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่ปรากฏอยู่ในส่วนผสมของก๊าซปิโตรเลียมเหลว อาจแบ่งเป็น 2 กลุ่มใหญ่ คือ พวกไฮโดรคาร์บอนอิ่มตัวและไฮโดรคาร์บอนไม่อิ่มตัว

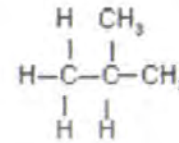
- **กลุ่มไฮโดรคาร์บอนอิ่มตัว (saturated hydrocarbon)** ได้แก่ โปรเปน (propane) นอร์มัลบิวเทน (n-butane) ไอโซบิวเทน (iso-butane)



Propane

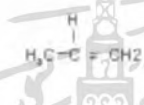


n-butane

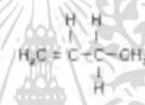


iso-butane

- **กลุ่มไฮโดรคาร์บอนไม่อิ่มตัว (Unsaturated hydrocarbon)** ได้แก่ โปรปีลีน (propylene) นอร์มัลบิวทีลีน (n-butylene) ไอโซบิวทีลีน (iso-butylene)



Propylene



n-butylene (butene-1)

Butylene-2 (mixture of cis and trans isomers)

iso-butylene (2 methylpropane) (iso-butene)

ก๊าซปิโตรเลียมเหลวที่ได้มาจากกระบวนการแยกก๊าซธรรมชาติจะประกอบด้วยโปรเปน (Propane) เป็นส่วนใหญ่ สัดส่วนของ C3 และ C4 ขึ้นอยู่กับแหล่งของก๊าซธรรมชาติ หากได้จากกระบวนการกลั่นน้ำมันดิบ จะประกอบด้วยบิวเทน (butane) เป็นส่วนใหญ่ และอาจมีการผสม C3 และ C4 ในรูปของไฮโดรคาร์บอนไม่อิ่มตัว (un-saturated hydrocarbon) ซึ่งมักประกอบด้วยโปรปีลีน (propylene) นอร์มัลบิวทีลีน (n-butylene) ไอโซบิวทีลีน (iso-butylene) และ (butylene-2)

2.1.3 คุณสมบัติทางกายภาพ

ก๊าซปิโตรเลียมเหลวที่ใช้กันอยู่มี 2 สถานะ คือ ของเหลวและก๊าซ ดังนั้น จำเป็นต้องทราบถึงคุณสมบัติทางกายภาพของก๊าซปิโตรเลียมเหลวทั้งสองสถานะ ดังนี้

ก๊าซปิโตรเลียมเหลวเมื่ออยู่ในสถานะเป็นของเหลว

- **จุดเดือด และสภาวะวิกฤติ**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากแอลพีจีมีจุดเดือดต่ำมาก คือ โปรเปน มีจุดเดือด เท่ากับ –42 องศาเซลเซียส นอร์มัลบิวเทนเท่ากับ -0.5 องศาเซลเซียส ไอโซบิวเทนเท่ากับ – 11.7 องศาเซสเซียส ดังนั้น แอลพีจี มีสถานะเป็นก๊าซที่อุณหภูมิปกติและความดันบรรยากาศเว้นเสียแต่จะถูกอัดให้เป็นของเหลวอยู่ในถังภายใต้ความดันหรือนำถังไปแช่เย็นเอาไว้ค่าความดันที่ทำให้แอลพีจีเป็นของเหลว คือ ค่าความดันไอเช่น ที่อุณหภูมิ 15 องศาเซสเซียส ความดันไอของโปรเปนเท่ากับ 7.3 บรรยากาศ และที่อุณหภูมิสูงขึ้น ค่าความดันไอก็จะสูงขึ้นด้วย โปรเปนที่อุณหภูมิ 96.67 องศาเซลเซียส ความดันที่ใช้อัดเท่ากับ 41.94 บรรยากาศ เมื่ออุณหภูมิสูงกว่านี้โปรเปนจะไม่เป็นของเหลว แม้ว่าจะอัดด้วยความดันมากกว่า 41.94 บรรยากาศก็ตาม อุณหภูมิ 96.67 องศาเซลเซียส และความดัน 41.94 บรรยากาศ ก็คือ สภาวะวิกฤติสำหรับโปรเปน

- ความหนาแน่น ปริมาตรจำเพาะและความถ่วงจำเพาะ

ความหนาแน่น คือ อัตราส่วนของน้ำหนักต่อหนึ่งหน่วยปริมาตรเช่น ที่อุณหภูมิ 15.5 องศาเซสเซียสความหนาแน่นของโปรเปนมีค่าเท่ากับ 507 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร สำหรับส่วนกลับของความหนาแน่นก็คือ ปริมาตรจำเพาะ โปรเปนมีค่าปริมาตรจำเพาะเท่ากับ 2 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน ดังนั้นถ้าต้องการเก็บโปรเปนไว้ใช้ 10 วัน โดยในแต่ละวันมีความต้องการ 0.5 ตัน จะต้องใช้ถังที่มีขนาดความจุอย่างน้อยที่สุด 10 ลูกบาศก์เมตร

สำหรับค่าความถ่วงจำเพาะจะแสดงถึงอัตราส่วนของความหนาแน่นระหว่างก๊าซปิโตรเลียมเหลวที่อุณหภูมิใด อุณหภูมิหนึ่งกับน้ำที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส อย่างเช่น ค่าความถ่วงจำเพาะของโปรเปนเหลวที่อุณหภูมิ 15°C มีค่าเท่ากับ 0.5077 ส่วนนอร์มัลบิวเทน เท่ากับ 0.5844 และ ไอโซบิวเทนเท่ากับ 0.5631

ดังนั้นก๊าซปิโตรเลียมเหลวในสถานะที่เป็นของเหลวจะเบากว่าน้ำ ถ้าเกิดมีก๊าซรั่วขึ้นในขณะที่อุณหภูมิโดยรอบในขณะนั้นต่ำมาก และก๊าซปิโตรเลียมเหลวเกิดไหลลงไปในรางระบายน้ำคูคลอง ก๊าซปิโตรเลียมเหลวก็จะลอยไปกับน้ำ ซึ่งอาจจะทำให้เกิดอัคคีภัยในท้องที่ห่างไกลจากบริเวณที่ก๊าซปิโตรเลียมเหลวรั่วออกไปได้

นอกจากนี้อุณหภูมิยังมีผลต่อค่าความหนาแน่น คือ เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น ความหนาแน่นของสารเมื่ออยู่ในสถานะของเหลวจะลดลง

- ความหนืด

ความหนืด (ความข้นใส) คือ ความสามารถในการต้านทานการไหลของของไหล (ของเหลวหรือก๊าซ) ที่มีต่อภาชนะหรือท่อ ของไหลต่างชนิดกันจะมีความหนืดแตกต่างกัน จะเห็นได้ว่า ก๊าซปิโตรเลียมเหลวในสภาพของเหลวจะมีความหนืดน้อยมาก (ความหนืดของน้ำเท่ากับ 1 เซนติพอยส์) จากคุณสมบัติอันนี้ ทำให้ก๊าซเหลวรั่วซึมได้ง่ายกว่าของเหลวชนิดอื่น และนอกจากนี้ก๊าซปิโตรเลียมเหลวไม่มีคุณสมบัติในการหล่อลื่น เนื่องจากมีความหนืดต่ำ อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง เช่น ปั๊ม จึงมีการสึกหรอสูง เพราะฉะนั้นอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับก๊าซปิโตรเลียมเหลว จึงต้องออกแบบให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เหมาะสมทนต่อการสึกหรอและแรงดันสูงได้ ความหนืด ก๊าซปิโตรเลียมเหลวในสถานะของก๊าซจะมีความหนืดสูงขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น

อนึ่ง อุณหภูมิจะมีผลต่อความหนืดของของไหล กล่าวคือ ของไหลที่มีสถานะเป็นของเหลวเมื่ออุณหภูมิ สูงขึ้น ค่าความหนืดจะลดลง แต่ถ้าเป็นก๊าซเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นค่าความหนืดก็สูงขึ้นด้วย

- ความดันไอ

ก๊าซแอลพีจีเมื่อถูกบรรจุอยู่ในภาชนะปิดภายใต้ความดันจะมีสถานะเป็นของเหลว แอลพีจีเหลวจะระเหยเป็นไอเต็มช่องว่างที่อยู่เหนือระดับส่วนที่เป็นของเหลวจนกระทั่งถึงจุดอิ่มตัว จึงจะหยุดระเหย ค่าความดันของก๊าซแอลพีจีที่จุดอิ่มตัวนี้เรียกว่า "ค่าความดันไออิ่มตัว" ค่าความดันไออิ่มตัวเป็นตัวบ่งบอกคุณสมบัติการระเหยของสาร กล่าวคือ ถ้าสารใดมีความดันไอสูง แสดงว่าสารนั้นสามารถระเหยได้เร็ว และเป็นค่าที่ขึ้นกับอุณหภูมิโดยตรง กล่าวคือ ถ้าอุณหภูมิสูง ค่าความดันไออิ่มตัวก็สูงขึ้นด้วย

- ความร้อนแฝงในการระเหย

ความร้อนแฝงในการระเหย คือ ปริมาณความร้อนที่ต้องใช้ในการระเหยต่อหน่วยน้ำหนักของสาร เพื่อเปลี่ยนสถานะจากของเหลวเป็นก๊าซที่จุดเดือดปกติ (ณ ความดันบรรยากาศ) หรือปริมาณความร้อนที่ต้องถูกดึงออกต่อหน่วยน้ำหนักของสาร เพื่อให้ได้กลั่นตัวเป็นของเหลวที่ความดันบรรยากาศ และค่าความร้อนแฝงจะมีค่าลดลงเมื่ออุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งก๊าซปิโตรเลียมเหลวมีค่าความร้อนแฝงน้อยกว่าน้ำมาก

ดังนั้น เมื่อก๊าซถูกปล่อยออกจากภาชนะเก็บ ก๊าซเหลวจะระเหย การที่ก๊าซเหลวระเหยได้ต้องได้รับความร้อนหรือดึงความร้อนจากบริเวณใกล้เคียงซึ่งจะทำให้บริเวณที่ถูกดึงความร้อนไปจะมีความเย็นจัด เพราะฉะนั้นถ้าก๊าซเหลวรั่วมาถูกผิวหนังหรือส่วนหนึ่งส่วนใดของร่างกายจะทำให้ผิวหนังหรือส่วนของร่างกายนั้นได้รับความเย็นจัด จนถึงกับไหม้

- ความร้อนจำเพาะ

ค่าความร้อนจำเพาะ คือ ปริมาณความร้อนที่ทำให้วัตถุหนึ่งหน่วยน้ำหนักมีอุณหภูมิสูงขึ้นหนึ่งองศา มีหน่วยเป็นกิโลแคลอรี่/กิโลกรัม/องศาเซลเซียส หรือ บีทียู/ปอนด์/องศาฟาเรนไฮต์ เช่น เมื่ออยู่ในสถานะของเหลว ความดันคงที่ 1 บรรยากาศ อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ค่าความร้อนจำเพาะของโปรเปนเท่ากับ 0.6023 นอร์มัลบิวเทนเท่ากับ 0.5748 ไอโซบิวเทนเท่ากับ 0.5824 คอมเมอร์คลอ โปรเพนเท่ากับ 0.60 และ คอมเมอร์คลอบิวเทน เท่ากับ 0.57

- สัมประสิทธิ์การขยายตัว

ก๊าซปิโตรเลียมเหลวมีสัมประสิทธิ์การขยายตัวที่ 15 องศาเซลเซียส ประมาณ 0.300/°C สำหรับโปรเปน และ 0.0020/°C สำหรับบิวเทนอุณหภูมิยิ่งสูงการขยายตัวยิ่งมาก ตัวเลขนี้จำเป็นอย่างยิ่งใช้ในการคำนวณปริมาตรสูงสุดที่สามารถจะบรรจุก๊าซลงภาชนะหรือถังเก็บได้ใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สภาพอุณหภูมิต่าง ๆ กัน ดังนั้น การบรรจุก๊าซปิโตรเลียมเหลวลงในถังจะต้องเหลือที่ว่างเหนือก๊าซเหลวไว้ โดยในส่วนของช่องว่างนี้จะมีไอก๊าซอยู่ ทั้งนี้เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดความดันที่เกิดการขยายตัวของของเหลวในกรณีที่ก๊าซได้รับความร้อนผิดปกติ นอกจากนี้ระบบท่อส่งต่าง ๆ ที่ส่งก๊าซปิโตรเลียมเหลวจำเป็นต้องมีกลอุปกรณ์นิรภัยแบบระบาย ไว้ในระบบด้วย ซึ่งเป็นอุปกรณ์สำคัญตัวหนึ่ง

2.1.4 คุณสมบัติทางกายภาพของก๊าซปิโตรเลียมเหลว เมื่ออยู่ในสถานะเป็นก๊าซ

1. ความหนาแน่น ปริมาตรจำเพาะและความถ่วงจำเพาะ

ค่าความถ่วงจำเพาะของก๊าซปิโตรเลียมเหลวเมื่อเป็นก๊าซจะแสดงถึงอัตราส่วนของความหนาแน่นระหว่างก๊าซกับอากาศที่อุณหภูมิและความดันเดียวกัน หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งว่าเป็นตัวเลขที่ชี้ให้เห็นว่าก๊าซปิโตรเลียมเหลว เมื่อเป็นก๊าซจะหนักเป็นกี่เท่าของอากาศ (เมื่อความหนาแน่นของอากาศ = 1)

ที่อุณหภูมิ 15.50C (600F) ณ ความดันบรรยากาศ
โปรเปน มีค่าความถ่วงจำเพาะเมื่อเป็นก๊าซ เท่ากับ 1.5
บิวเทน มีค่าความถ่วงจำเพาะเมื่อเป็นก๊าซ เท่ากับ 2.0

ดังนั้น ก๊าซปิโตรเลียมเหลวในสถานะที่เป็นก๊าซจะหนักกว่าอากาศ เมื่อเกิดการรั่วไหลขึ้นก๊าซจะไปรวมตัวอยู่ในที่ต่ำและถ้าบริเวณที่ต่ำนั้นเป็นรางระบายน้ำหรือคูคลอง ก๊าซอาจจะไหลตามน้ำไป ทำให้เกิดอุบัติเหตุไฟไหม้ ณ จุดซึ่งห่างไกลจากบริเวณที่ก๊าซรั่วได้

2. ความสามารถในการอัดตัวของก๊าซแอลพีจี

สำหรับก๊าซอุดมคติ ความสัมพันธ์ของอุณหภูมิ ความดันและปริมาตรสามารถแสดงโดย สมการสภาวะ คือ PV = nRT (P = ความดัน, V = ปริมาตร, n = จำนวนโมล, R = gas constant T = อุณหภูมิ) แต่สำหรับก๊าซแอลพีจีจะมีลักษณะเบี่ยงเบนไปจากก๊าซอุดมคติ ดังนั้นเพื่อให้สามารถใช้สมการสภาวะได้ จึงจำเป็นต้องเพิ่มค่าความสามารถในการอัดตัวของก๊าซเข้าไปในสมการคือ PV = ZnRT สำหรับก๊าซไม่อุดมคติ โดยที่ Z จะมีค่าน้อยกว่า 1 คือที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส ณ ความดันบรรยากาศ โปรเปน นอร์มัลบิวเทน และไอโซบิวเทน มีค่า Z = 0.984, 0.969 และ 0.971 ตามลำดับ

3. ช่วงการลุกไหม้

ก๊าซที่สันดาปได้จะมีช่วงส่วนผสมกับอากาศเพียงช่วงเดียวที่จุดไฟแล้วลุกไหม้ได้ เพราะมีอากาศผสมอยู่ในปริมาณที่พอเหมาะ ช่วงการลุกไหม้ได้จะแสดงค่าเป็นอัตราส่วนร้อยละ (%) ปริมาตรก๊าซต่ออากาศ ค่าทางด้านความเข้มข้นสูงของช่วงการลุกไหม้ เรียกว่าค่าขอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บน ส่วนทางด้านต่ำเรียกว่าค่าขอบล่าง ก๊าซแอลพีจีจะสามารถลุกไหม้หรือติดไฟได้ก็ต่อเมื่อมีก๊าซผสมอยู่ในอากาศ 2-9% คือถ้ามีก๊าซแอลพีจีต่ำกว่า 2 ส่วนหรือมากกว่า 9 ส่วนในส่วนผสมของก๊าซกับอากาศกับอากาศ 100 ส่วน ส่วนผสมนั้นก็จะไม่ติดไฟ

4. อุณหภูมิของจุดติดไฟ

เมื่อค่อยๆเพิ่มอุณหภูมิให้กับเชื้อเพลิงจนเลยอุณหภูมิค่าหนึ่งแล้วเชื้อเพลิงก็จะเริ่มลุกไหม้เอง แม้จะไม่มีประกายไฟหรือสาเหตุของการติดไฟ อุณหภูมิต่ำสุดที่เริ่มเกิดการลุกไหม้ตามธรรมชาตินี้เรียกว่าอุณหภูมิของจุดติดไฟ อิคนิกชั่น แทมเพอเรเจอร์ (Ignition Temperature) เนื่องจากอุณหภูมิจุดติดไฟของโปรเปน คือ 460-580 องศาเซลเซียส และของบิวเทน คือ 410-550 องศาเซลเซียส ดังนั้น ก๊าซปิโตรเลียมเหลวจึงติดไฟได้ยากกว่าเมื่อเทียบกับน้ำมันเบนซินซึ่งมีจุดติดไฟ280-430 องศาเซลเซียส และน้ำมันดีเซล 250-340 องศาเซลเซียส ดังนั้นเกี่ยวกับเรื่องนี้จึงกล่าวได้ว่าก๊าซปิโตรเลียมเหลวมีความปลอดภัยสูงกว่า

5. อุณหภูมิของเปลวไฟ

อุณหภูมิของเปลวไฟที่ได้จากการเผาไหม้ของแอลพีจีสูงมากพอที่จะหลอมโลหะต่าง ๆ ได้ เช่น หลอมเหล็ก ทองเหลือง อลูมิเนียม และแก้ว เป็นต้น โดยโปรเปน มีอุณหภูมิของเปลวไฟในอากาศ 1,930 องศาเซลเซียส และบิวเทน 1,900 องศาเซลเซียส ดังนั้นจึงเหมาะสำหรับงานอุตสาหกรรมหลอมโลหะ นอกจากนี้ยังสามารถนำไปใช้ในการอบเครื่องเคลือบดินเผา อบสี ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

6. ค่าอ๊อกเทน (Octane Number)

ก๊าซแอลพีจีมีค่าอ๊อกเทนสูง ประมาณ 95-110 ซึ่งสูงกว่าค่าอ๊อกเทนของน้ำมันเบนซิน จึงเหมาะกับการใช้เป็นเชื้อเพลิงของรถยนต์มาก

7. อัตราส่วนปริมาตรของเหลว/ก๊าซ

แอลพีจีเหลวเมื่อระเหยและเปลี่ยนสถานะไปเป็นก๊าซ ปริมาตรจะเปลี่ยนแปลงไปอย่างมาก กล่าวคือที่อุณหภูมิ 15.5 องศาเซลเซียส (60°F) โปรเปนเหลว 1 หน่วยปริมาตร เมื่อกลายเป็นก๊าซจะมีปริมาตรเป็น 274 หน่วย ส่วนบิวเทนเหลว 1 หน่วยปริมาตร เมื่อกลายเป็นก๊าซจะมีปริมาตรเป็น 233 หน่วย

ดังนั้น แอลพีจีในสถานะที่เป็นของเหลว ถ้ารั่วออกมาจะมีอันตรายมากกว่าที่เป็นก๊าซ เพราะจำนวนที่ออกมาเป็นของเหลว เมื่อกลายเป็นก๊าซจะเพิ่มปริมาตรมากขึ้น ปริมาณก๊าซมากอันตรายและความรุนแรงก็ย่อมมีมาก

8. ปริมาณอากาศที่ใช้ในการเผาไหม้

ก๊าซออกซิเจนเป็นก๊าซที่มีส่วนผสมอยู่ในอากาศ 21 % โดยปริมาตรและเป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยให้เกิดการเผาไหม้ ดังนั้นปริมาณอากาศที่ป้อนเข้าไปในห้องเผาไหม้จะต้องมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณที่แน่นอนในกรณีที่ก๊าซแอลพีจีเผาไหม้อย่างสมบูรณ์ทั้งหมดก็จะกลายเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำและการเปลี่ยนแปลงนี้เขียนเป็นสมการเคมีได้ดังต่อไปนี้

โปรเปน $C_3H_8 + 5O_2 \longrightarrow 3CO_2 + 4H_2O$

บิวเทน $C_4H_{10} + 6.5O_2 \longrightarrow 4CO_2 + 5H_2O$

ดังจะเห็นได้จากสมการเหล่านี้ ปริมาณออกซิเจนที่จำเป็นต่อการเผาไหม้อย่างสมบูรณ์จะเป็น 5 เท่าในกรณีของโปรเปน และ 6.5 เท่าในกรณีของบิวเทน เนื่องจากปริมาณออกซิเจนในอากาศมีประมาณ 21% ฉะนั้นในการเผาไหม้โปรเปนอย่างสมบูรณ์ 1 ลูกบาศก์เมตร จะต้องใช้อากาศ 24 ลูกบาศก์เมตร ส่วนบิวเทน 1 ลูกบาศก์เมตร จะใช้อากาศ 31 ลูกบาศก์เมตร ดังนั้นเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันเบนซินแล้ว แอลพีจีต้องการปริมาณอากาศมากกว่าเล็กน้อย

9. ค่าความร้อนของการเผาไหม้

ค่าความร้อนของการเผาไหม้ของก๊าซแอลพีจี หมายถึงค่าปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นจากการนำเอาก๊าซแอลพีจีหนึ่งหน่วยน้ำหนัก หรือหนึ่งหน่วยปริมาตรมาเผาไหม้ที่ความดันบรรยากาศและอุณหภูมิปกติ (25 องศาเซลเซียส) ค่าความร้อนของการเผาไหม้เป็นค่าที่บ่งบอกถึงคุณสมบัติของเชื้อเพลิง และใช้ในการคำนวณหาประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเครื่องจักร

10. สี กลิ่น และการละลาย

แอลพีจีบริสุทธ์ ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น ดังนั้น บริษัท ผู้ผลิตก๊าซแอลพีจีจึงต้องเติมสารประกอบที่มีกลิ่นเหม็นลงไปด้วย เพื่อให้ผู้ใช้รู้ตัวเมื่อก๊าซแอลพีจีเกิดรั่ว หรือผู้ใช้ลืมปิดวาล์วใช้ก๊าซสารประกอบที่เติมลงไปเพื่อทำให้ก๊าซแอลพีจีมีกลิ่นเหม็นเป็นสารพวกเมอร์แคบแทน (mercaptan) นอกจากนี้ก๊าซแอลพีจี มีคุณสมบัติเป็นตัวทำละลายเช่นเดียวกับพวกน้ำมันระเหย จึงสามารถละลายหรือทำให้อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ทำมาจากยางธรรมชาติเสียคุณสมบัติได้ เช่น ปะเก็น หรือซีลต่าง ๆ ดังนั้นอุปกรณ์ที่นำมาใช้กับถังที่บรรจุก๊าซแอลพีจี ควรใช้วัสดุอื่นที่ไม่ได้ทำมาจากยางธรรมชาติ เช่น ยางสังเคราะห์ เป็นต้น

2.2 ความต้องการน้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์

ปัจจุบันเครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงแบบต่างๆได้ถูกพัฒนาให้มีประสิทธิภาพสูงมากยิ่งขึ้น คือนอกจากจะพยายามทำให้ได้กำลังสูงที่สุดแล้ว ยังต้องมีความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงและเกิดมลภาวะเป็นพิษจากแก๊ซไอเสียน้อยที่สุดอีกด้วย ซึ่งประสิทธิภาพของเครื่องยนต์นี้จะขึ้นอยู่กับองค์ประกอบที่สำคัญหลายประการ คือ

1.) อัตราส่วนการอัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.) ขบวนการในการเผาไหม้

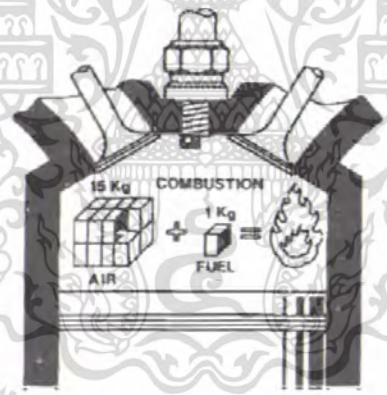
3.) อัตราส่วนผสมของอากาศและเชื้อเพลิงที่ป้อนเข้ากระบอกสูบ

4.) การออกแบบชิ้นส่วนต่างๆของเครื่องยนต์

อัตราส่วนผสมของอากาศและเชื้อเพลิง นับเป็นสิ่งที่มีความสำคัญมากอย่างหนึ่งที่จะมีผลต่อประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ หากอัตราส่วนผสมที่ป้อนเข้ากระบอกสูบไม่เหมาะสม จะเป็นเหตุให้เครื่องยนต์มีกำลังต่ำ สิ้นเปลืองเชื้อเพลิง และเกิดแก๊ซคาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO) มาก ซึ่งจะเป็นอันตรายต่อร่างกายของมนุษย์

2.2.1 อัตราส่วนผสมของอากาศและเชื้อเพลิงตามทฤษฎี

อัตราส่วนผสมของอากาศและเชื้อเพลิงตามทฤษฎี หมายถึงอัตราส่วนผสมของอากาศและเชื้อเพลิงที่จำเป็นสำหรับการเผาไหม้อย่างสมบรูณ์ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 14.7 : 1 สำหรับเชื้อเพลิงชนิดแก๊ซโซลีน ส่วนก๊าซปิโตเลียมเหลว (LPG) การเผาไหม้อย่างสมบรูณ์ จะมีค่าเท่ากับ 15.7: 1 เมื่อคิดโดยน้ำหนักกล่าวคือ จะต้องใช้อากาศหนัก 15 Kg ต่อเชื้อเพลิง 1 Kg หรือถ้าคิดโดยปริมาณ จะต้องใช้อากาศจำนวน 15000 ลิตรต่อเชื้อเพลิง 1 ลิตร



รูปที่ 2.3 อัตราส่วนผสมของอากาศและเชื้อเพลิงตามทฤษฎี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Air/Fuel Ratio Equivalents					
Lambda	Gasoline	Propane	Methanol	Ethanol	Diesel
0.70	10.3	11.0	4.5	6.3	10.2
0.75	11.0	11.8	4.9	6.8	10.9
0.80	11.8	12.5	5.2	7.2	11.6
0.85	12.5	13.3	5.5	7.7	12.3
0.90	13.2	14.1	5.8	8.1	13.1
0.95	14.0	14.9	6.1	8.6	13.8
1.00	14.7	15.7	6.5	9.0	14.5
1.05	15.4	16.5	6.8	9.5	15.2
1.10	16.2	17.2	7.1	9.9	16.0
1.15	16.9	18.0	7.4	10.4	16.7
1.20	17.6	18.8	7.8	10.8	17.4
1.25	18.4	19.6	8.1	11.3	18.1
1.30	19.1	20.4	8.4	11.7	18.9

รูปที่ 2.4 อัตราส่วนผสมของอากาศและเชื้อเพลิงตามทฤษฎีของเชื้อเพลิงชนิดต่างๆ

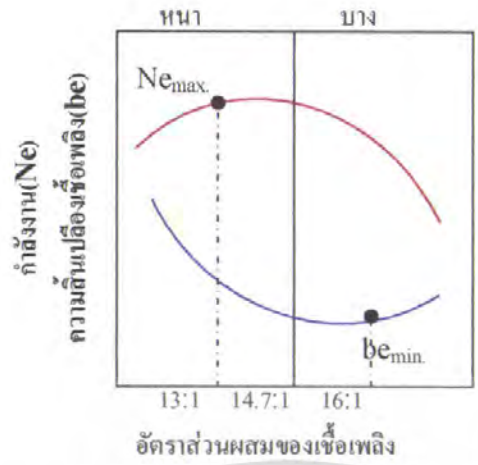
2.2.2 ส่วนผสมหนาและบาง

อัตราส่วนผสมของอากาศและเชื้อเพลิงตามทฤษฎี ถือว่าเป็นอัตราส่วนผสมที่พอดีสำหรับการเผาไหม้อย่างสมบูรณ์ ถ้าอัตราส่วนผสมมากกว่า 14.7:1 เช่น 16:1 ซึ่งเป็นส่วนผสมที่ใช้อากาศมากกว่าทฤษฎี จะเรียกว่าส่วนผสมบาง ลีนมิกซ์เชอร์(Lean mixture) และในตรงกันข้าม หากส่วนผสมน้อยกว่า 14.7:1 เช่น 13:1 ซึ่งเป็นส่วนผสมที่ใช้อากาศน้อยกว่าทฤษฎี จะเรียกว่า ส่วนผสมหนา ริทมิกซ์เชอร์ (Rich mixture)

2.2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนผสมของเชื้อเพลิงต่อความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงและกำลังเครื่องยนต์

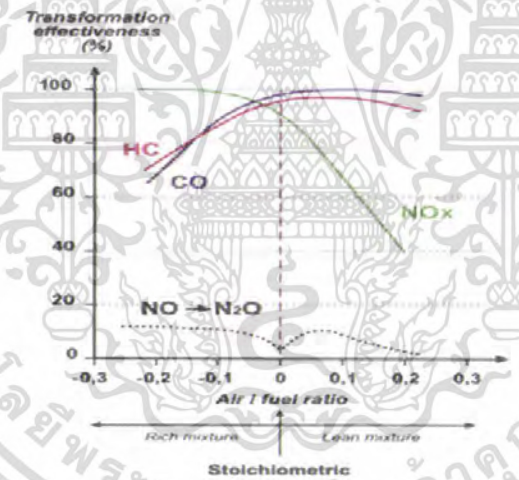
จากกราฟ อัตราส่วนผสมของเชื้อเพลิงที่ประมาณ 16: 1 (be_{min}) เป็นอัตราส่วนผสมที่มีความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงน้อยที่สุด และที่อัตราส่วนผสมของเชื้อเพลิงประมาณ 12-13:1 (Ne_{max}) จะเป็นอัตราส่วนผสมที่ให้กำลังสูงสุด และในช่วงอัตราส่วนผสมที่หนากว่าอัตราส่วนผสมตามทฤษฎี (14.7:1) จะเป็นช่วงที่ให้อัตราการเร่งดีเนื่องจากกราฟกำลังงานพุ่งขึ้นสู่ค่าสูงสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนผสมของเชื้อเพลิงต่อความสิ้นเปลือง เชื้อเพลิงและกำลังงานของเครื่องยนต์ [หนังสือ เครื่องยนต์หัวฉีด EFI]

2.2.4 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนผสมของเชื้อเพลิงต่อส่วนประกอบของไอเสีย



รูปที่ 2.6 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนผสมของเชื้อเพลิงต่อส่วนประกอบของไอเสีย [หนังสือ เครื่องยนต์หัวฉีด EFI]

HC : ไฮโดรคาร์บอน (Hydro carbons)

CO : คาร์บอนมอนอกไซด์ (Carbon monoxide)

NO_x : ออกไซด์ของไนโตรเจน (Oxide of Nitrogen) เช่น NO, NO_2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในแก๊ซไอเสียของเครื่องยนต์ จะประกอบด้วยสารประกอบต่างๆที่เป็นพิษต่อร่างกายของมนุษย์ คือ HC, CO และ NOx จากกราฟเป็นการแสดงถึงปริมาณของ HC, CO และ NOx ที่อัตราส่วนผสมต่างๆจะเห็นได้ว่าที่อัตราส่วนผสมหนา แก๊ซไอเสียจะมี HC, CO มาก

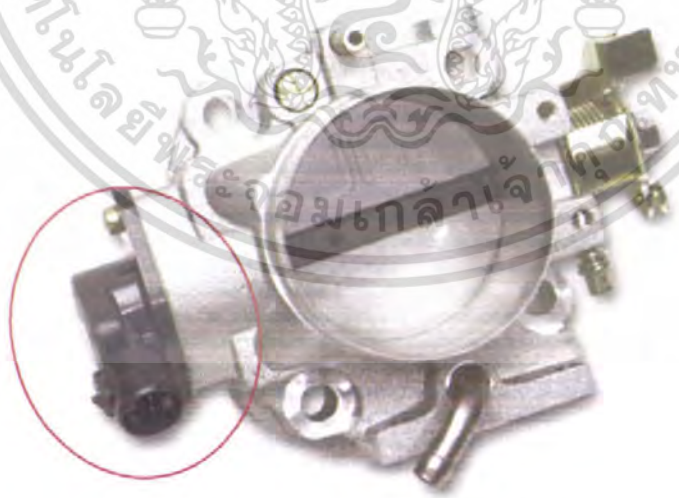
2.3 ระบบควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ (อีเล็กทรอนิกส์คอนโทรลซิสเท็ม [Electronic Control System])

2.3.1 ส่วนประกอบของระบบควบคุมอิเล็กทรอนิกส์

ระบบควบคุมอิเล็กทรอนิกส์จะประกอบด้วยอุปกรณ์ต่างๆที่สำคัญคือ ตัวตรวจจับอุณหภูมิน้ำ (Water thermo sensor) ตัวตรวจจับอุณหภูมิอากาศ (Air thermo sensor) ตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่ง (Throttle position Sensor) ตัวตรวจจับปริมาณออกซิเจน (Oxygen sensor) ตัวตรวจจับสุญญากาศ (Vacuum sensor) ตัวตรวจจับการไหลของอากาศ (Air flow sensor) สวิตช์ความร้อน-เวลา (Thermo-time switch) หรือสวิตช์ควบคุมเวลาการฉีดของหัวฉีดสตาร์ทเย็นและหน่วยควบคุมอิเล็กทอรนิกส์ (Electronic Control Unit : ECU) ในที่นี้จะกล่าวถึงตัวตรวจจับที่ใช้ร่วมกับโครงงานนี้เท่านั่นได้แก่

- ตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่ง (Throttle position Sensor : TPS)
- ตัวตรวจับปริมาณออกซิเจน (Oxygen sensor or Lambda sensor)

2.3.2 ตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่ง (Throttle position sensor: TPS) คือ Sensor บอกตำแหน่งของลิ้นเร่ง ซึ่งสามารถบอกสภาวะการรับภาระของเครื่องยนต์ได้ โดยจะส่งสัญญาณไฟฟ้า (Signal) เข้ากล่องควบคุม (ECU) เพื่อเพิ่มการฉีดเชื้อเพลิงให้มากขึ้นหรือตัดการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงของหัวฉีด



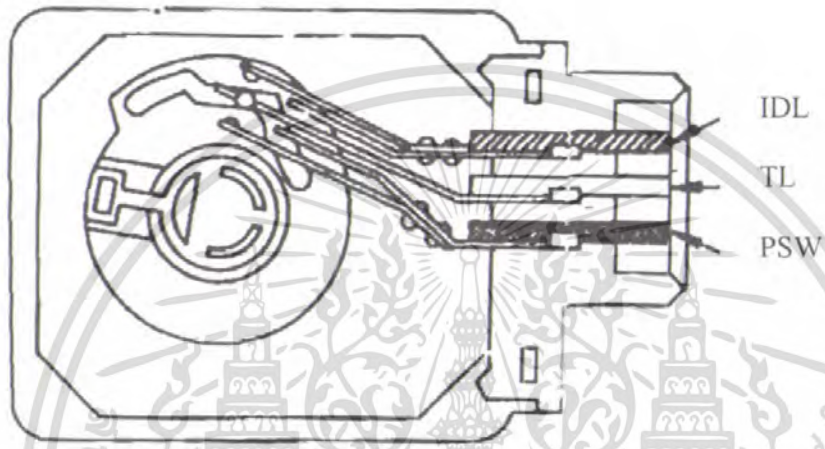
รูปที่ 2.7 ตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

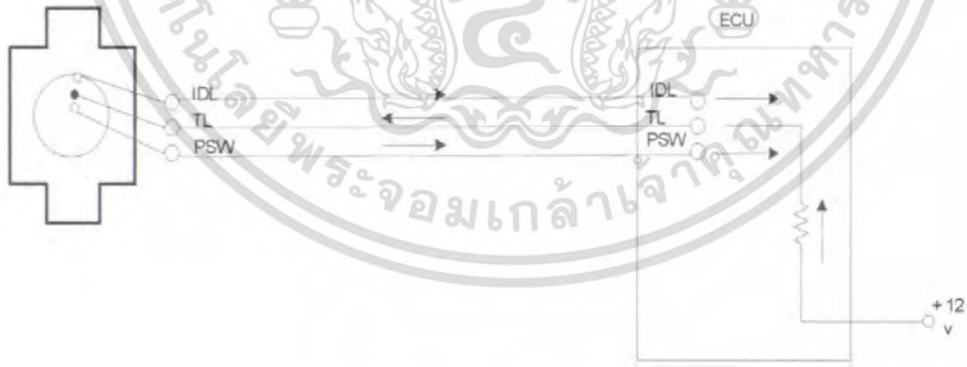
ตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่ง จะมีด้วยกันหลายแบบโดยแตกต่างกันที่รูปร่างภายนอกและโครงสร้างภายในตามแต่บริษัทผู้ผลิต แต่การทำงานโดยทั่วไปนั้นคล้ายคลึงกัน ในส่วนนี้จะยกตัวอย่างชนิดของ TPS sensor ซึ่งมีการทำงานจะมีอยู่ด้วยกัน 2 แบบ คือ

- แบบหน้าสัมผัสปิด - เปิด (ON-OFF Type)
- แบบเชิงเส้น (Linear Type)

2.3.2.1. แบบหน้าสัมผัสปิด - เปิด (ON-OFF Type)



รูปที่ 2.8 ตำแหน่งของหน้าคอนแทคของตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่ง



รูปที่ 2.9 วงจรไฟฟ้าของตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่งแบบ เปิด - ปิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การทำงานของตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่งแบบหน้าสัมผัสปิด-เปิด ตำแหน่งเดินเบา ลิ้นเร่งจะปิดหรือเปิดเพียงเล็กน้อยหน้าคอนแทคตำแหน่งเดินเบา (Idle point) จะสัมผัสกัน แรงดันไฟฟ้า TL จะไหลผ่านไปยังขั้ว IDL เข้าสู่กล่องควบคุม (ECU) และกล่องควบคุมจะควมการจ่ายเชื้อเพลิงตามสภาวะนั้นๆต่อไป

ตำแหน่งใช้งานตามปกติ (Part load) ลิ้นเร่งเปิดกว้างขึ้นแต่ยังไม่เต็มที่ ในสภาวะนี้จะไม่มีการต่อกันของหน้าคอนแทคตำแหน่งเดินเบาหรือคอนแทคตำแหน่งรับภาระสูงสุด (Power point) ดังนั้นในตำแหน่งนี้จะไม่มีสัญญาณไฟฟ้าป้อนเข้ากล่องควบคุม

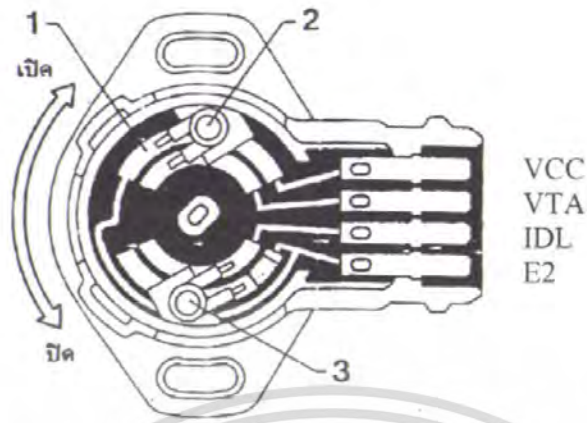
ตำแหน่งรับภาระสูงสุด (Full load) ลิ้นเร่งจะเปิดประมาณ 50°- 60° จากตำแหน่งปิด หน้าคอนแทคตำแหน่งรับภาระสูงสุดจะสัมผัสกัน ทำให้แรงดันไฟฟ้าจากขั้วTL ไหลผ่านไปยังขั้ว PSW ป้อนเข้ากล่องควบคุมเพื่อบอกตำแหน่งรับภาระสูงสุดของเครื่อยนต์ เพื่อให้กล่องควบคุมสั่งการจ่ายเชื้อเพลิงให้มีปริมาณมากนั้น หรือหนาขึ้นตามความต้องการของเครื่องยนต์

2.3.2.2 แบบเชิงเส้น (Linear Type)

รูปที่ 2.10 ตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่งแบบเชิงเส้น

82930
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนประกอบของตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่งแบบเชิงเส้น



รูปที่ 2.11 ส่วนประกอบของตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่งแบบเชิงเส้น

1.ตัวความต้านทาน

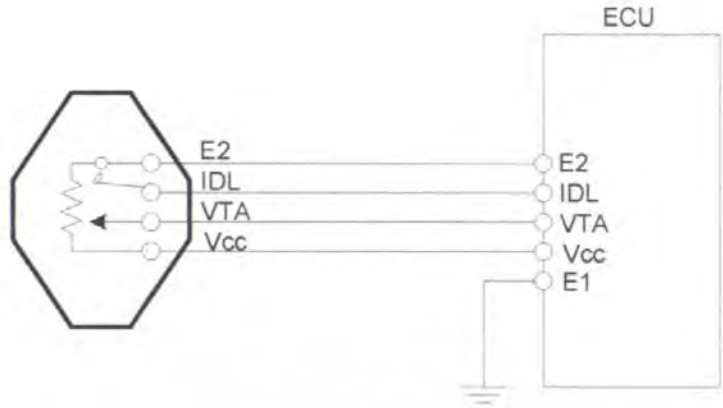
2.หน้าสัมผัสสำหรับสัญญาณการเปิดของลิ้นเร่ง

3.หน้าสัมผัสสำหรับสัญญาณเดินเบา

การทำงานของตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่งแบบเชิงเส้น

ตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่งแบบนี้จะประกอบไปด้วยแผ่นเลื่อน2ตัว (หน้าสัมผัสสำหรับสัญญาณเดินเบา และสัญญาณมุมการเปิดของลิ้นเร่ง) แผ่นเลื่อน 2 ตัวนี้จะหมุนเคลื่อนไปพร้อมกับลิ้นเร่ง โดยแผ่นหมายเลข 2 จะสัมผัสไปบนตัวความต้านทานที่ต่อระหว่างขั้ว VCC และ E2 เมื่อลิ้นเร่งเปิด แผ่นเลื่อนจะหมุนเคลื่อนที่ไปในทิศทางตามเข็มนาฬิกา แสดงตามรูปที่ 2.10 ซึ่งเป็นผลให้ค่าความต้านทานระหว่างขั้ว VCC และขั้ว VTA เปลี่ยนแปลงไป (ลดลง) จากการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานระหว่างขั้ว VCC และ VTA ของตัวตรวจจับลิ้นเร่งนี้จะถูกนำไปใช้ในการส่งสัญญาณไฟฟ้าบอกตำแหน่งลิ้นเร่งให้กับกล่องควบคุม สำหรับแผ่นเลื่อนหมายเลข 3 (หน้าสัมผัสสำหรับรอบเดินเบา) ในขณะเครื่องยนต์เดินเบา (ลิ้นเร่งปิด) แผ่นเลื่อนจะต่อวงจรระหว่างขั้ว IDL และ E2 เมื่อเร่งเครื่องยนต์ขึ้นเล็กน้อย แผ่นเลื่อนจะหมุนเคลื่อนที่ไปในทิศทางตามเข็มนาฬิกาทำให้ขั้ว IDL และ E2 ไม่ต่อถึงกัน ทั้งนี้เนื่องจากแผ่นวงจรที่ขั้ว IDL ถูกทำให้ close circuit อยู่ เมื่อแผ่นเลื่อนหมุนเลยไป ขั้ว IDL และ E2 ก็จะโอเพนเซอร์กิต (open circuit) แต่พอเครื่องยนต์กลับมาสู่สภาวะเดินเบา แผ่นเลื่อนก็จะกลับมาโคลสเซอร์กิต(close circuit) ตามเดิม จากการตัดต่อวงจรนั้นจะนำไปใช้สำหรับบอกสภาวะเดินเบาของเครื่องยนต์ให้กับกล่องควบคุมเพื่อเพิ่มหรือลดอัตราการจ่ายเชื้อเพลิงให้กับเครื่องยนต์

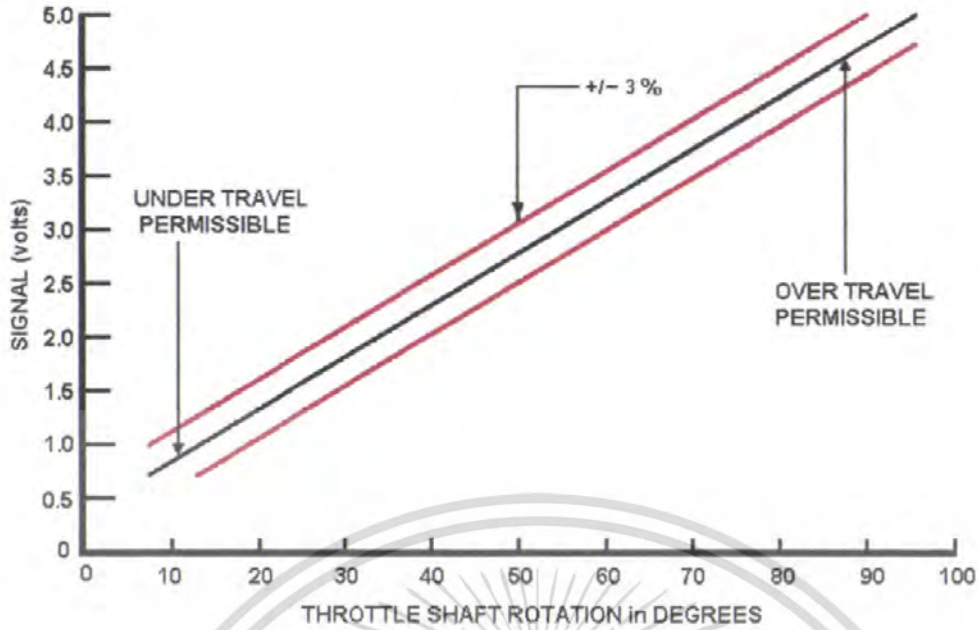
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.12 วงจรไฟฟ้าของตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่งแบบเชิงเส้น

จากวงจรไฟฟ้าในรูปที่ 2.12 แรงดันไฟฟ้าประมาณ 5 V จากกล่องควบคุม จะป้อนเข้าที่ขั้ว VCC และ IDL ของตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่ง ในตำแหน่งเครื่องยนต์เดินเบา ลิ้นเร่งปิดหน้าสัมผัสสัญญาณเดินเบาจะถูก close circuit ทำให้ไฟฟ้าจากขั้ว IDL ลงกราวที่ขั้ว E2 ในสภาวะนี้ จะบอกถึงตำแหน่งเดินเบาของเครื่องยนต์ให้กับกล่องควบคุม สำหรับขั้ว VTA ในตำแหน่งเดินเบาจะมีแรงดันไฟฟ้าออกจากขั้วนี้เพียงเล็กน้อย (ประมาณ 0.1 – 0.5 V) และเมื่อทำการเร่งเครื่องยนต์ หน้าคอนแทคสัญญาณเดินเบาจะเข้าสู่สภาวะ open circuit ไฟฟ้าที่ขั้ว IDL จะไม่ลงกราวด์ที่ขั้ว E2 ทำให้กล่องควบคุมทราบว่าเครื่องยนต์ไม่ได้อยู่สภาวะเดินเบา ส่วนหน้าคอนแทคสัญญาณการเปิดของลิ้นเร่งจะหมุนเลื่อนไปบนแผ่นความต้านทาน ทำให้ค่าความต้านทานระหว่างขั้ว VCC และ VTA มีค่าลดลง กล่าวคือ เมื่อมุมการเปิดของลิ้นเร่ง จากประมาณ 0.5 V ขณะลิ้นเร่งปิด จนถึงประมาณ 4.5 V เมื่อลิ้นเร่งเปิดเต็มที่แรงดันที่ขั้ว VTA นี้ จะถูกใช้เป็นข้อมูลให้กล่องควบคุมเพิ่มการจ่ายเชื้อเพลิงให้เหมาะสมกับสภาวะการเร่งเครื่องยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.13 กราฟแสดงค่าแรงดันไฟฟ้าที่แปรผันตามมุมการเปิดของลิ้นเร่ง

2.3.3 ตัวตรวจจับปริมาณออกซิเจน (ออกซิเจนเซ็นเซอร์ Oxygen sensor)

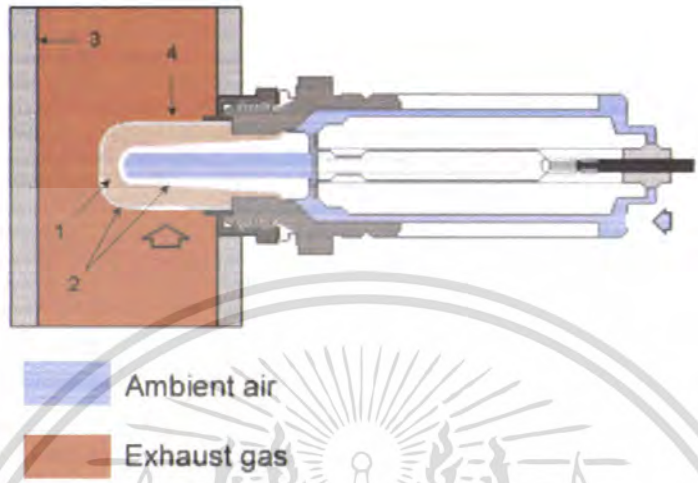
ตัวตรวจจับปริมาณออกซิเจน เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับตรวจวัดปริมาณออกซิเจน (O_2) ในแก๊ซไอเสียของเครื่องยนต์ และส่งสัญญาณไฟฟ้าที่ได้จากการวัดป้อนเข้ากล่องควบคุมให้ปรับระยะเวลาในการจ่ายเชื้อเพลิงให้ได้อัตราส่วนผสมของอากาศและเชื้อเพลิงตามทฤษฎี (14.7:1)

ในขณะเครื่องยนต์ทำงานอยู่ในสภาวะปกติ เครื่องยนต์จะต้องการอัตราส่วนผสมของอากาศและเชื้อเพลิงตามหลักทฤษฎี ซึ่งเป็นอัตราส่วนผสมที่สมบูรณ์ กล่องควบคุมจะทำการกำหนดระยะเวลาในการจ่ายเชื้อเพลิง โดยรับข้อมูลทางไฟฟ้ามาจากตัวตรวจจับสภาวะการทำงาน (Sensor) ต่างๆ แต่อย่างไรก็ตาม อัตราส่วนที่ได้จากการควบคุมของกล่องควบคุมนี้ อาจมีการเบี่ยงเบนไปจากค่า 14.7:1 ได้ เนื่องจากสาเหตุความพกพร่องหรือความคลาดเคลื่อนในการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆในระบบ การเบี่ยงเบนไปของอัตราส่วนผสมนี้ สามารถตรวจสอบได้โดยการวัดปริมาณของออกซิเจนในแก๊ซไอเสียที่เกิดจากเผาไหม้ ออกมาเป็นอัตราส่วนผสม หนา – บาง ตามอัตราส่วนตามทฤษฎี

ตัวตรวจจับปริมาณออกซิเจน จะมีส่วนประกอบที่สำคัญคือ เซอรามิคชนิดพิเศษที่ทำจากเซอโคเนียมไดออกไซด์ (Zirconium Dioxide) ฉาบด้วยแผ่นพลาสตินัม (Platinum plate) ที่มีลักษณะเป็นรูพรุนไว้ทั้งด้านนอกและด้านใน ดังแสดงในรูปที่ 2.14 ตัวตรวจจับปริมาณออกซิเจนจะถูกติดตั้งยื่นเข้าไปในท่อร่วมไอเสียของเครื่องยนต์โดยให้แผ่นพลาตินัมที่ฉาบอยู่ด้านนอกของเซอรามิคได้สัมผัสกับแก๊ซไอเสีย ส่วนแผ่นพลาตินัมทางด้านในของเซอรามิคจะต่อกับบรรยากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภายนอก สำหรับปลอกป้องกันตัวเซอรามิค จะเป็นท่อโลหะที่มีช่องให้แก๊ซไอเสียผ่านไปยังแผ่นพลาตินั่มได้ ปลอกนี้จะทำหน้าที่ป้องกันสิ่งแปลกปลอมชิ้นเล็กๆที่ปนอยู่ในแก๊ซไอเสียกระทบกับตัวเซอรามิค



รูปที่ 2.14 ส่วนประกอบของตัวตรวจจับปริมาณออกซิเจน

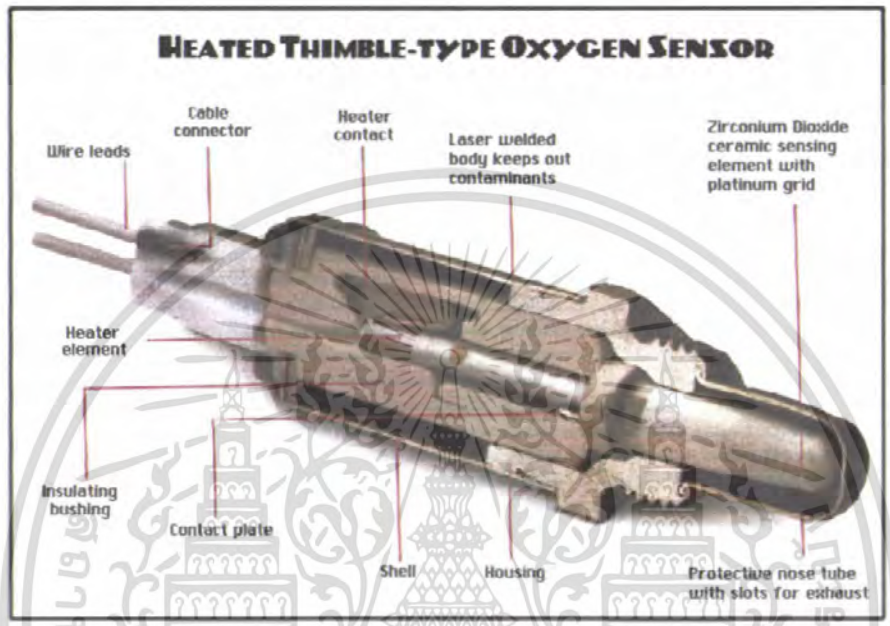
1. เซอรามิค
2. แผ่นพลาตินั่ม
3. ท่อไอเสีย
4. ปลอกป้องกันเซอรามิค

2.3.3.1 การทำงานของตัวตรวจจับปริมาณออกซิเจน

ตัวตรวจจับปริมาณออกซิเจนจะเปรียบเสมือนแบตเตอรี่ขนาดเล็กที่มีการจ่ายแรงดันไฟฟ้าเปลี่ยนแปลงไปตามปริมาณของออกซิเจนที่ได้รับจากแก๊ซไอเสีย ในการทำงานของตัวตรวจจับปริมาณออกซิเจน จะอาศัยความแตกต่างของจำนวนอิเล็กตรอนระหว่างแผ่นพลาตินัมที่ฉาบไว้ทั้งสองด้านของเซอรามิค และการเป็นตัวนำทางไฟฟ้าของเซอรามิค เมื่อตัวตรวจจับปริมาณออกซิเจนได้รับออกซิเจนจากแก๊ซไอเสีย แผ่นพลาตินัมจะมีอิเล็กตรอนเกิดขึ้นมาก ส่วนแผ่นพลาตินั่มที่สัมผัสกับแก๊ซไอเสียจะได้รับออกซิเจนน้อยกว่าก็จะมีอิเล็กตรอนเกิดขึ้นน้อย สำหรับเซอรามิคนั้นเมื่อได้รับออกซิเจนและความร้อนจากแก๊ซไอเสียจะมีคุณสมบัติเป็นตัวนำไฟฟ้า ทำให้มีการถ่ายเทของอิเล็กตรอนที่เกิดขึ้นในแผ่นพลาตินัมทั้งสอง ดังนั้น ถ้าหากมีการต่อแผ่นพลาตินั่มทั้งสองเข้าด้วยกันเป็นวงจรก็จะทำให้มีกระแสไฟฟ้าไหลออกมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการทำงานดังกล่าวจะมีแรงดันไฟฟ้าเกิดขึ้นที่ตัวตรวจจับออกซิเจน โดยแปรผันตามปริมาณออกซิเจนในแก๊สไอเสีย ซึ่งมีผลมาจากค่าอัตราส่วนผสมของอากาศและเชื้อเพลิงที่ป้อนเข้ากระบอกสูบค่าแรงดันไฟฟ้าจากตัวตรวจจับปริมาณออกซิเจนนี้จะเชื่อถือได้ต่อเมื่อมีอุณหภูมิสูงถึง 350°C เนื่องจากเซอรามิคมีค่าความต้านทานสูงเมื่ออุณหภูมิต่ำ จากค่าแรงดันไฟฟ้านี้ จะถูกใช้เป็นข้อมูลป้อนเข้ากล่องควบคุมเพื่อคำนวณระยะการจ่ายเชื้อเพลิงให้เครื่องยนต์ต่อไป



รูปที่ 2.15 ส่วนประกอบภายในตัวตรวจจับปริมาณออกซิเจน

[อ้างอิงจาก http://www.aa1car.com/library/o2sensor.htm]

ในปัจจุบันตัวตรวจจับปริมาณออกซิเจนที่ใช้อยู่ใช้อยู่อย่างแพร่หลาย สามารถแบ่งชนิดของตัวตรวจจับนี้ได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ

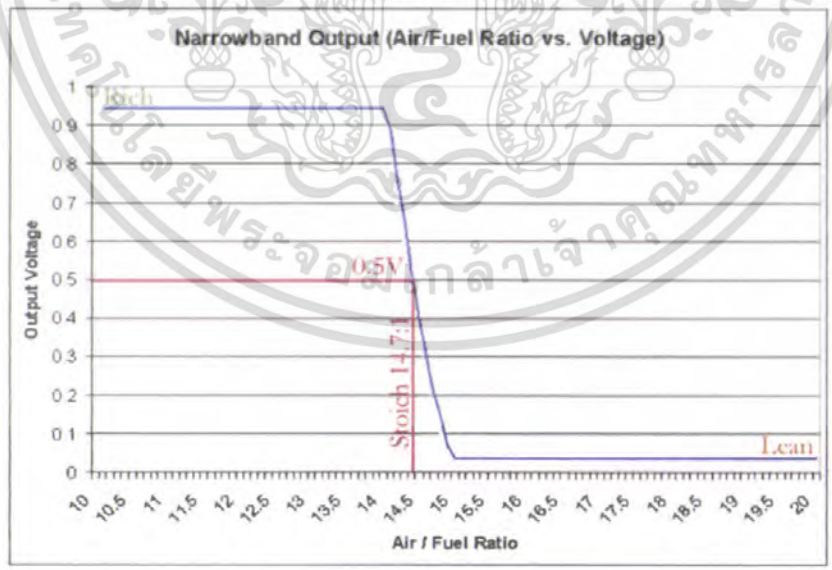
- Narrowband oxygen sensor (NB)
- Wideband oxygen sensor (WB)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3.2 Narrowband oxygen sensor (NB)

รูปที่ 2.16 ตัวตรวจจับปริมาณออกซิเจนชนิด Narrowband (NB)

Narrowband oxygen sensor เป็น sensor ที่ใช้งานในเครื่องยนต์ในปัจจุบัน เนื่องด้วยมีอายุการใช้งานได้ยาวกนาน และมีราคาค่อนข้างต่ำ ตัว sensor นี้จะมีแรงดันไฟฟ้าเกิดขึ้น ประมาณ 100 – 900 mV โดยแปรผันไปตามปริมาณออกซิเจนในแก๊สไอเสีย หากส่วนผสมของอากาศและเชื้อเพลิงมากขึ้น (หนาขึ้น) แรงดันไฟฟ้าจะเข้าใกล้ 900 mV และจะลดต่ำลงเข้าใกล้ 100 mV เมื่อส่วนผสมน้อยลง (บางลง) ดังรูปที่ 2.17



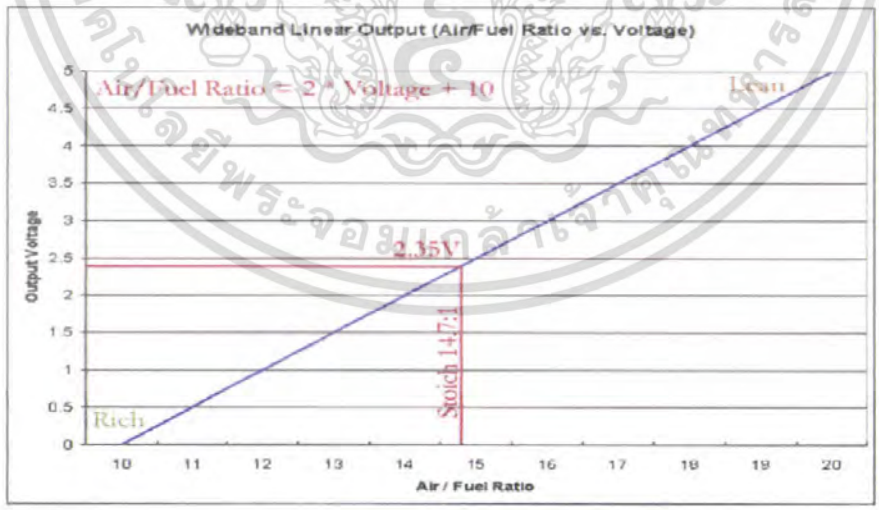
รูปที่ 2.17 กราฟแสดงค่าแรงดันไฟฟ้าของตัวตรวจจับปริมาณออกซิเจนชนิด Narrowband (NB)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3.3 ไวน์แบน ออกซิเจน เซ้นเซอร์ (Wideband oxygen sensor)

รูปที่ 2.18 ตัวตรวจจับปริมาณออกซิเจนชนิด Wideband oxygen sensor (WB)

ไวน์แบน ออกซิเจน เซ้นเซอร์ (Wideband oxygen sensor) ไม่สามารถนำมาใช้กับเครื่องยนต์ทั่วไปได้เพราะอายุการใช้งานที่ต่ำและมีราคามีแพงมาก การทำงานของ WB sensor จะต้องร้อนอยู่ในช่วงอุณหภูมิทำงานเท่านั้น ประมาณ 600-700c คือ ถ้าหากร้อนน้อยหรือมากกว่าช่วงนี้ ค่าที่ได้ออกมาก็จะไม่เที่ยงตรง จึงต้องมีวงจรคุม Heater และ Heater นี้ สามารถแปรผันได้ตามความร้อนของแก๊ซไอเสีย WB sensor จะมีแรงดันไฟฟ้าเกิดขึ้นประมาณ 0.5 – 5V และแปรผันตามแก๊ซไอเสียเช่นเดียวกัน แสดงดังรูปที่ 2.19



รูปที่ 2.19 กราฟแสดงค่าแรงดันไฟฟ้าของตัวตรวจจับปริมาณออกซิเจนชนิด Wideband (WB)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 Stepping Motor

เสต็บปิ้งค์มอเตอร์ (Stepping Motor) เป็นมอเตอร์ไฟฟ้าชนิดหนึ่ง ซึ่งมีอินพุตเป็นกลุ่มของ Binary Voltage และเอาต์พุตการเคลื่อนที่ในเชิงมุม (หมุน) แกนหมุน (Shaft) เป็น Step โดย Resolution ของ สเต็ปเปอร์มอเตอร์อยู่ในช่วงตั้งแต่ 0.1- 30 องศาซึ่งขึ้นอยู่กับโครงสร้างของสเต็ปเปอร์มอเตอร์หรือบอกเป็นจำนวน Step ต่อ 1 รอบสเต็ปเปอร์มอเตอร์สามารถควบคุมตำแหน่งการหมุนได้ ซึ่งจะมีความละเอียดของมุมในการหมุนและ Step ที่แตกต่างกันออกไป ทั้งนี้ก็ขึ้นอยู่กับชนิดของมอเตอร์และลักษณะการส่งสัญญาณไปควบคุมมอเตอร์ ทำให้สเต็ปเปอร์มอเตอร์มีความยืดหยุ่นในการนำมาใช้งาน ทำให้สามารถนำมาประยุกต์ใช้งานได้หลายรูปแบบ เนื่องจากมีความแม่นยำในการควบคุมตำแหน่งสูง ในโครงงานนี้จะกล่าวถึงสเต็ปเปอร์มอเตอร์ชนิดไบโพลาร์ bipolar

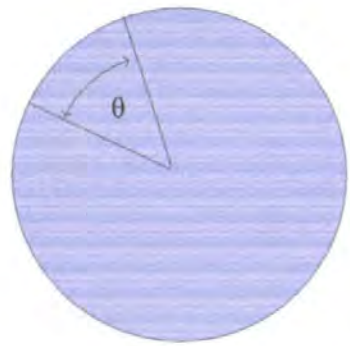
2.4.1 โครงสร้างทั่วไปของสเต็ปเปอร์มอเตอร์แบบไบโพลาร์ (BIPOLAR)

สเต็ปเปอร์มอเตอร์แบบ BIPOLAR มีโครงสร้างและวงจรดังรูปที่ 2.20 การทำให้เกิดสนามแม่เหล็กที่ขดลวดสเตเตอร์โรเตอร์ของมอเตอร์จะหมุนไปเป็นมุมคงที่ หรือเรียกว่า มุม Step (θ)

รูปที่ 2.20 โครงสร้างของ Bipolar Stepping Motor (30 องศา ต่อ Step)

ระยะทางที่มอเตอร์เคลื่อนที่ใน 1 Step (ดังรูปที่ 2.21) สามารถคำนวณด้วยสมการที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.21 ระยะการเคลื่อนที่และ มุม Step

$$L = r\theta \quad (1)$$

เมื่อ r คือ รัศมีเฟืองขับของ Stepping Motor (mm)

θ คือ มุมที่ใช้ในการเคลื่อนที่ใน 1 Step (radian)

L คือ ระยะทางที่เคลื่อนที่ใน 1 Step (mm)

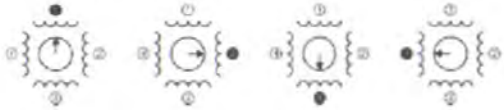
2.4.2 การทำงานของสเต็ปเปอร์มอเตอร์

การทำงานของสเต็ปเปอร์มอเตอร์จำทำงานได้โดยการกระตุ้นขดลวดในแต่ละขดบนสเตเตอร์เพื่อให้มอเตอร์เพื่อให้มอเตอร์หมุนและในการกระตุ้นขดลวดนี้ต้องป้อนกระแสไฟแบบต่อเนื่อง ในรูปแบบที่ถูกต้องจึงจะสามารถขับสเต็บเบอร์มอเตอร์ให้หมุนได้ตามต้องการ สำหรับการกระตุ้นการหมุนของสเต็ปเปอร์มอเตอร์แบ่งออกเป็น 3 รูปแบบคือ

1. ฟูลสเต็ปแบบ 1 เฟส (Full step 1 phase)
2. ฟูลสเต็ปแบบ 2 เฟส (Full step 2 phase)
3. ฮาล์ฟสเต็ป (half step)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Full Step, Low Torque



Full Step, High Torque (standard application)

Half Step (best precision):

รูปที่ 2.22 วิธีการกระตุ้นเฟสแบบต่าง ๆ

การขับสเต็ปเปอร์มอเตอร์ฟูลสเต็ปแบบ 1 เฟส

การขับสเต็ปเปอร์มอเตอร์ฟูลสเต็ป แบบหนึ่งเฟส เป็นการขับสเต็ปมอเตอร์แบบที่ง่ายที่สุด โดยการป้อนกระแสไฟกระตุ้นการทำงานของขดลวดทีละขด เรียงลำดับกันไป แบบนี้จะกินกระแสไฟน้อยที่สุด และให้แรงบิดน้อย ลักษณะการขับสเต็ปมอเตอร์แบบหนึ่งเฟส แสดงดังตารางที่ 2.1

ตารางที่2.1 การขับสเต็ปเปอร์มอเตอร์ฟูลสเต็ปแบบ 1 เฟส

เสต็ปที่	เฟสที่ 1	เฟสที่ 2	เฟสที่ 3	เฟสที่ 4
1	ON	-	-	-
2	-	ON	-	-
3	-	-	ON	-
4	-	-	-	ON

หมายเหตุ เครื่องหมาย "-" แสดงสภาวะ OFF

การขับสเต็ปเปอร์มอเตอร์ฟูลสเต็ปแบบ 2 เฟส

การขับสเต็ปเปอร์มอเตอร์ฟูลสเต็ปสองเฟส จะเป็นการขับสเต็ปมอเตอร์ที่จ่ายกระแสไฟให้กับขดลวดสองขดพร้อมกัน จะกินกระแสไฟมากกว่าแบบหนึ่งเฟส แต่ให้แรงบิดที่มากขึ้น ลักษณะการขับสเต็ปมอเตอร์แบบสองเฟส แสดงดังตารางที่ 2.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 การขับสเต็ปเปอร์มอเตอร์ฟูลสเต็ปแบบ 2 เฟส

เสต็ปที่	เฟสที่ 1	เฟสที่ 2	เฟสที่ 3	เฟสที่ 4
1	ON	ON	-	-
2	-	ON	ON	-
3	-	-	ON	ON
4	ON	-	-	ON

หมายเหตุ เครื่องหมาย "-" แสดงสภาวะ OFF

การขับสเต็ปเปอร์มอเตอร์แบบฮาล์ฟสเต็ป

การขับสเต็ปเปอร์มอเตอร์แบบฮาล์ฟสเต็ปหรือครึ่งจังหวะ เป็นการนำรูปแบบการขับสเต็ปมอเตอร์สองแบบแรกมารวมกัน ทำให้จำนวนสเต็ปของมอเตอร์เพิ่มขึ้นมาอีกหนึ่งเท่าตัว แสดงดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 การขับสเต็ปเปอร์มอเตอร์แบบฮาล์ฟสเต็ป

เสต็ปที่	เฟสที่ 1	เฟสที่ 2	เฟสที่ 3	เฟสที่ 4
1	ON	-	-	-
2	ON	ON	-	-
3	-	ON	-	-
4	-	ON	ON	-
5	-	-	ON	-
6	-	-	ON	ON
7	-	-	-	ON
8	ON	-	-	ON

หมายเหตุ เครื่องหมาย "-" แสดงสภาวะ OFF

การขับสเต็ปมอเตอร์ ในงานไมโครคอนโทรลเลอร์จะใช้ไอซีขับสเต็ปเปอร์มอเตอร์ได้หลายเบอร์ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของไอซีนั้นๆ ยกตัวอย่างไอซี เบอร์ ULN2003 ซึ่งมีเอาต์พุตแบบคอลเล็กเตอร์เปิด (open collector) และสามารถขับกระแสได้สูงสุดถึง 500 mA โดยสามารถเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ได้โดยตรง

2.5 รายละเอียดเกี่ยวกับโมดูล LCD

ในโมดูล LCD จะมีส่วนประกอบหลัก ๆ 3 ส่วน ดังนี้

ตัวแสดงผล (display) ภายในเป็นผลึกเหลวที่สามารถแสดงผลให้เห็น โดยอาศัยแสงจากภายนอก ดังนั้นจึงต้องมีมุมในการมองข้อมูลที่แสดงผลบนจอ LCD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวควบคุม (controller) เป็นตัวรับข้อมูลจากอุปกรณ์ภายนอกมาควบคุมการทำงานของโมดูล LCD เช่น ลบจอภาพ แสดงตัวอักษร หรือเลื่อนเคอร์เซอร์ เป็นต้น ตัวควบคุมนี้ใช้ชิปควบคุมโดยเฉพาะ ชิปที่นิยมใช้คือ เบอร์ HD44780 และ HD61830 โดย HD44780 จะใช้ควบคุม LCD แบบอักขระ ส่วน HD61830 ใช้ควบคุม LCD แบบกราฟิก

ตัวนับ (driver) เป็นตัวรับสัญญาณจากตัวควบคุมมาขับให้ตัวแสดงผลแสดงข้อมูลที่กำหนดชิปที่ใช้ทำหน้าที่เป็นตัวขับนี้ได้แก่ เบอร์ HD44100H และ MSM5259 เป็นต้น

2.5.1 โครงสร้างภายในตัวควบคุมโมดูล LCD

ในการใช้งานโมดูล LCD จำเป็นต้องทำความเข้าใจเกี่ยวกับโครงสร้างและคำสั่งที่ใช้ในการควบคุม บล็อกไดอะแกรมภายในของชิปควบคุม LCD เบอร์ HD44780 แสดงภายในภาคผนวกซึ่งใช้ในโมดูล LCD แบบอักขระประกอบด้วย

บัฟเฟอร์อินพุตเอาต์พุต เป็นส่วนที่ใช้ในการรับส่งข้อมูลกับอุปกรณ์ภายนอก เพื่อที่จะถ่ายทอดข้อมูลเข้าออกภายในตัวควบคุม

รีจีสเตอร์คำสั่ง (Instruction Register : IR) เป็นรีจีสเตอร์ใช้รับข้อมูลคำสั่งจากอุปกรณ์ภายนอก เพื่อนำไปควบคุมการแสดงผล

รีจีสเตอร์ข้อมูล (Data Register : IS) เป็นรีจีสเตอร์ใช้รับข้อมูลจากอุปกรณ์ภายนอกเพื่อถ่ายทอดต่อไปยังหน่วยความจำที่ทำหน้าที่เก็บข้อมูลแสดงผล หรือนำข้อมูลไปสร้างตัวอักษรเพื่อเติมในแรมเก็บตัวอักษร

แรมเก็บข้อมูลแสดงผล (Display Data RAM : DDRAM) เป็นหน่วยความจำแรมทำหน้าที่เก็บข้อมูลที่มาจากรีจีสเตอร์ DR ตัวควบคุมจะนำข้อมูลใน DDRAM นี้ไปเปิดตาราง (Look up-lable) ของตัวอักษรที่เก็บไว้ในหน่วยความจำรอมและแรมเก็บอักษร เพื่อนำไปแสดงที่ตัวแสดงผล

รอมเก็บตัวอักษร (Character Generator ROM : CGROM) เป็นหน่วยความจำรอมที่ใช้เก็บข้อมูลตัวอักษรหรือสัญลักษณ์ที่สามารถอ่านออกไปแสดงที่ตัวแสดงผลได้ มีขนาด 7,200 บิต โดยจะถูกอ่านด้วยค่าของข้อมูล DDRAM

แรมเก็บตัวอักษร (Character Generator RAM : CGRAM) เป็นหน่วยความจำที่ใช้เก็บอักษรที่มีการสร้างเพิ่มเติมขึ้นใหม่ ในกรณีที่ตัวอักษรใน CGROM ไม่เพียงพอ มีขนาด 512 บิต การเขียนและอ่านค่าไปใช้นั้นทำได้เช่นเดียวกับ CGROM คือ เขียนข้อมูลลงใน DDRAM แล้วตัวควบคุมจะมาอ่านค่าจาก CGRAM เอง

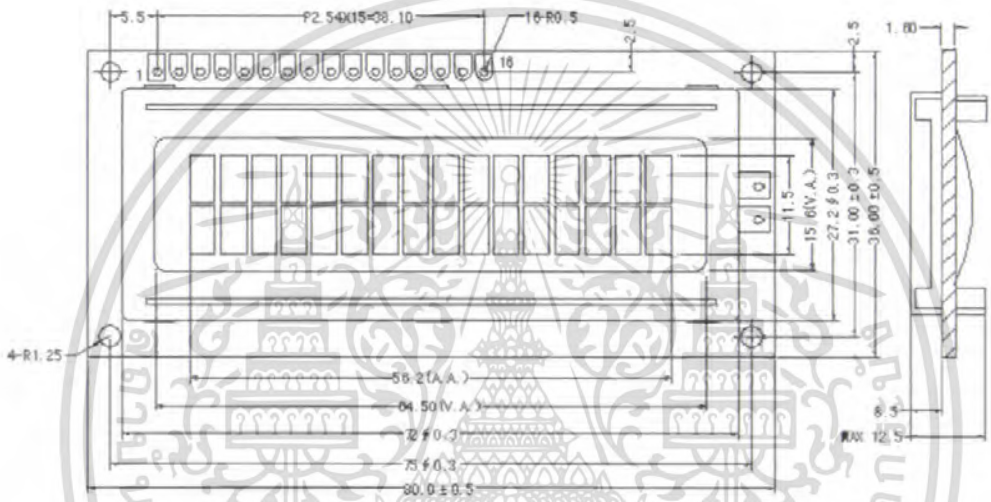
แฟลก BUSY เป็นส่วนที่ทำหน้าที่แจ้งสถานะการทำงานของตัควบคุมให้อุปกรณ์ภายนอกทราบว่า ตัวควบคุมพร้อมที่รับข้อมูลหรือคำสั่งหรือไม่ ดังนั้นก่อนการส่งข้อมูลหรือคำสั่งมายังตัวควบคุมต้องตรวจสอบสถานะของแฟลก BUSY นี้เสียก่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.2 โมดูล LCD ขนาด 16 ตัวอักษร 2 บรรทัด (LCD 16x2)

สำหรับโมดูล LCD ที่นำมาใช้เป็นขนาด 16 ตัวอักษร 2 บรรทัด เนื่องจากราคาถูกหาง่าย และเป็นโมดูล LCD ที่มีโครงสร้างเป็นมาตรฐาน มีผู้ผลิตหลายราย และมีการระบุเบอร์แตกต่างกันออกไปตามผู้ผลิต อาทิ LMO20L ของฮิตาชิ, DMC-16117A ของคอปเทร็กซ์ (Optrex) เป็นต้น แต่อย่างไรก็ตามคอนโทรเลอร์ที่ใช้คือเบอร์เดียวกันนั่นคือเบอร์ HD44750 ของฮิตาชิ

โมดูล LCD ขนาด 16 x 2 มีขาต่อใช้งานทั้งสิ้น 14 ขา มีการจัดขาดังในรูปที่ 2-6 สำหรับรายละเอียดการทำงานของแต่ละขามีดังนี้



รูปที่ 2.23 รูปร่างและการจัดขาโมดูล LCD แบบอักขระ

V_{SS} (ขา 1) : ต่อกราวด์

V_{DD} (ขา 2) : ต่อไฟเลี้ยง +5 โวลต์

V_O (ขา 3) : เป็นขาอินพุตรับแรงดันเพื่อปรับความเข้มของการแสดงผล

RS (ขา 4) : เป็นขาอินพุตใช้ในการแยกชนิดของข้อมูลที่ทำการประมวลผลในขณะนั้นว่าเป็นคำสั่งสำหรับรีจีสเตอร์ IR หรือเป็นข้อมูลสำหรับรีจีสเตอร์ DR โดยถ้าขานี้เป็น "0" ข้อมูลที่ส่งมาจะเป็นคำสั่ง แต่ถ้าขานี้เป็น "1" ข้อมูลที่ส่งมาจะเป็นข้อมูลสำหรับการแสดงผล

$R/\overline{W}$ (ขา 5) : เป็นขาที่ใช้เลือกการอ่านหรือเขียนข้อมูลกับ LCD ถ้าเป็น "0" เป็นการกำหนดให้เขียนข้อมูล แต่ถ้าเป็น "1" จะเป็นการอ่านข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

E (ขา 6): เป็นขาอีนาเบิล LCD ให้ทำงาน

D0-D7 (ขา 7-14): เป็นขาที่ใช้เป็นทางผ่านของข้อมูลระหว่าง LCD ของอุปกรณ์ภายนอก ขนาด 8 บิต

2.5.3 คำสั่งควบคุมโมดูล LCD

ในการเขียนคำสั่งลงในตัวควบคุม แน่นอนว่าต้องกำหนดให้ขา RS และ R/W เป็น "0" แล้วเขียนคำสั่งตามไป คำสั่งควบคุมโมดูล LCD ของชิปควบคุม HD44780 ที่สำคัญมี 10 คำสั่ง ดังนี้

1. คำสั่งเคลียร์ตัวแสดงผล (Clear display)

มีข้อมูลคำสั่งเป็น 01H เป็นคำสั่งที่ใช้เขียนข้อมูลช่องว่าง หรือ space เข้าไปใน DDRAM ทั้งหมด เมื่อตัวควบคุมเอ็กซ์คิวคำสั่งนี้ จะทำการกำหนดแอดเดรสของ DDRAM เป็น 0 เคอร์เซอร์จะกลับไปอยู่ที่ตำแหน่งซ้ายมือสุดของจอแสดงผล แล้วเซตบิต I/D ให้เป็น "1"

2. คำสั่ง Return home

ต้องกำหนดให้บิต 1 ของข้อมูลเป็น "1" เป็นคำสั่งให้เคอร์เซอร์เคลื่อนที่กลับไปยังตำแหน่งซ้ายสุดของจอแสดงผลแต่ข้อมูลบนจอแสดงผลไม่เปลี่ยนแปลงนั่นคือ ข้อมูลคำสั่งของคำสั่งนี้จะเป็น 02H หรือ 03H ก็ได้

3. คำสั่งเลือกโหมดการป้อนข้อมูล (Entry Mode Set)

มีรายละเอียดของรูปแบบข้อมูลคำสั่งดังนี้

บิต 7	บิต 6	บิต 5	บิต 4	บิต 3	บิต 2	บิต 1	บิต 0
0	0	0	0	0	1	I/D	S

บิต S เป็นบิตที่ใช้ในการกำหนดลักษณะของการแสดงผล เมื่อมีการป้อนข้อมูล ถ้าหากบิต S เป็น "1" เมื่อเกิดข้อมูลใหม่บนตัวแสดงผล ตัวเคอร์เซอร์จะอยู่กับที่ แต่ตัวอักษรข้อมูลเดิมจะถูกดันไปทางซ้าย แต่ถ้าหากบิตนี้เป็น "0" เมื่อเกิดข้อมูลใหม่ตัวเคอร์เซอร์จะเลื่อนไปทางขวามือ

บิต I/D เป็นบิตที่ใช้ในการกำหนดว่า เมื่อเขียนหรืออ่านข้อมูลแล้ว ทำให้แอสเดรสของ DDRAM เพิ่มขึ้นหรือลดลงหนึ่งแอสเดรส โดยถ้าบิตนี้เป็น "1" แอสเดรสของ DDRAM จะเพิ่มขึ้นแต่ถ้าเป็น "0" แอสเดรสจะลดลง

ดังนั้น ข้อมูลคำสั่งที่เกิดขึ้นสำหรับคำสั่งนี้ได้แก่ 04H-07H (4 ข้อมูลคำสั่ง) และที่ใช้บ่อยคือ 06H หมายถึง กำหนดให้เมื่อเกิดข้อมูลใหม่ เคอร์เซอร์จะเลื่อนไปทางขวามือ และแอสเดรสของ DDRAM เพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. คำสั่งควบคุมการแสดงผล

มีรายละเอียดของรูปแบบข้อมูลคำสั่งดังนี้

บิต 7	บิต 6	บิต 5	บิต 4	บิต 3	บิต 2	บิต 1	บิต 0
0	0	0	0	1	D	C	B

บิต D ใช้ควบคุมการเปิดปิดจอแสดงผล ถ้าบิตนี้เป็น "1" จะเป็นการเปิดจอแสดงผล ถ้าเป็น "0" จะเป็นการปิดจอแสดงผล

บิต C ใช้ควบคุมการแสดงตัวเคอร์เซอร์บนจอแสดงผล ถ้าต้องการให้มีเคอร์เซอร์แสดงผลบนจอแสดงผล ต้องกำหนดให้บิตนี้เป็น "1" ถ้ากำหนดให้เป็น "0" จะเป็นการปิดเคอร์เซอร์ หรือไม่แสดงเคอร์เซอร์

บิต B ใช้ควบคุมการกระพริบของเคอร์เซอร์ ถ้าบิตนี้เป็น "1" เคอร์เซอร์จะกระพริบ

ดังนั้นจะมีข้อมูลคำสั่งได้ตั้งแต่ 08H-0FH (8 รูปแบบคำสั่ง) ที่ใช้บ่อยคือ 0CH เป็นการสั่งให้เปิดจอแสดงผล แต่ไม่แสดงเคอร์เซอร์ และ OFH เป็นคำสั่งให้เปิดจอแสดงผล แสดงเคอร์เซอร์ และสั่งให้เคอร์เซอร์กระพริบ

5. คำสั่งควบคุมการเลื่อนเคอร์เซอร์และข้อมูลตัวอักษร

มีรายละเอียดของรูปแบบข้อมูลคำสั่งดังนี้

บิต 7	บิต 6	บิต 5	บิต 4	บิต 3	บิต 2	บิต 1	บิต 0
0	0	0	1	S/C	R/L	*	*

การควบคุมการเลื่อนเคอร์เซอร์และตัวอักษรบนจอแสดงผลขึ้นอยู่กับการกำหนดบิตS/C และ R/L ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

S/C	R/L	ลักษณะการเลื่อน	ข้อมูลคำสั่ง
0	0	เลื่อนเคอร์เซอร์ไปทางซ้าย	10H-13H
0	1	เลื่อนเคอร์เซอร์ไปทางขวา	14H-17H
1	0	เลื่อนตัวอักษรใหม่ไปทางซ้าย	18H-1BH
1	1	เลื่อนตัวอักษรใหม่ไปทางขวา	1CH-1FH

6. คำสั่งกำหนดฟังก์ชั่นการทำงาน

มีรายละเอียดของรูปแบบข้อมูลคำสั่งดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บิต 7	บิต 6	บิต 5	บิต 4	บิต 3	บิต 2	บิต 1	บิต 0
0	0	1	DL	N	F	*	*

บิต DL ใช้กำหนดจำนวนบิตที่ใช้ติดต่อส่งผ่านข้อมูล ถ้าบิตนี้เป็น "0" จะเป็นการติดต่อแบบ 4 บิต แต่ถ้าเป็น "1" จะเป็นแบบ 8 บิต

บิต N ใช้กำหนดจำนวนบรรทัดของการแสดงผล ถ้าเป็น "0" จะแสดงผล 1 บรรทัด ถ้าเป็น "1" จะแสดง 2 บรรทัด ในกรณีที่จอแสดงผลสามารถแสดงได้มากกว่า 2 บรรทัด และต้องการให้แสดงผลมากกว่า 2 บรรทัด ก็กำหนดบิต N ให้เป็น "1"

บิต F ใช้เลือกความละเอียดของตัวอักษรให้แสดงผล ถ้าบิตนี้เป็น "0" จะเป็นการแสดงผลแบบ 5 x 7 จุด และถ้าเป็น "1" จะแสดงผลเป็นแบบ 5 x 10 จุด

ข้อมูลคำสั่งที่ใช้บ่อยคือ 38H เป็นการกำหนดให้โมดูล LCD ทำงานในแบบ 8 บิต แสดงผล 2 บรรทัด และเลือกความละเอียดเป็น 5 x 7 จุด

จุดที่น่าสังเกตคือ โมดูล LCD แบบ 16 ตัวอักษร 1 บรรทัด แม้จะมีบรรทัดการแสดงผลเพียง 1 บรรทัด แต่จะต้องกำหนด N ให้เป็น "1" เนื่องจากแอสเดรสของ DDRAM แบ่งเป็น 2 ช่วง คือ 00H และ 40H

7. คำสั่งแอสเดรสของ CGRAM

เมื่อต้องการกำหนดแอสเดรสของ CGRAM ต้องกำหนดให้บิต 7 เป็น "0" บิต 6 เป็น "1" ส่วนอีก 6 บิตที่เหลือจะแทนด้วยค่าแอสเดรสของ CGRAM จะต้องทำการกำหนดแอสเดรสด้วยคำสั่งนี้ก่อนที่จะอ่านหรือเขียนข้อมูลให้ CGRAM โดยแอสเดรสของ CGRAM อยู่ระหว่าง 00H-3FH

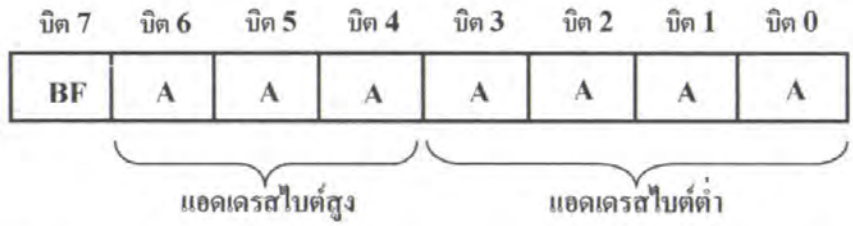
8. คำสั่งแอสเดรสของ DDRAM

ใช้ในการเลือกแอสเดรสของ DDRAM ก่อนที่จะทำการอ่านหรือเขียนข้อมูล โดยบิต 7 ต้องเป็น "1" และข้อมูลอีก 7 บิตที่เหลือจะเป็นค่าแอสเดรสของ DDRAM ซึ่งแอสเดรสของ DDRAM จะอยู่ระหว่าง 8CH-0FFH ทั้งนี้จำนวนแอสเดรสยังขึ้นอยู่กับการกำหนดสถานะที่บิต N ด้วย หากบิต N เป็น "0" แอสเดรสของ DDRAM จะอยู่ระหว่าง 80H-0CFH และถ้าบิต N เป็น "1" แอสเดรสของ DDRAM จะมี 2 ช่วงคือ 8CH-87H และ 0C0H-0C7H

9. คำสั่งอ่านแฟลก BUSY และแอสเดรส

มีรายละเอียดของรูปแบบข้อมูลคำสั่งดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เป็นคำสั่งที่ใช้อ่านแฟลก BUSY (BF) โดยแฟลกนี้จะเป็นตัวบอกสถานะของตัวควบคุม LCD ว่าพร้อมที่จะรับข้อมูลอยู่หรือไม่ ถ้าหากบิต BF เป็น "0" แสดงว่าตัวควบคุม LCD พร้อมรับข้อมูลหรือคำสั่ง แต่ถ้าเป็น "1" แสดงว่า ขณะนี้ตัวควบคุม LCD ยังอยู่ในกระบวนการทำงานภายในหรือกำลังประมวลผลข้อมูลอยู่ ยังไม่พร้อมรับข้อมูลหรือคำสั่ง

เมื่อต้องการอ่านแฟลกต้องกำหนดให้ขา $R/\overline{W}$ เป็น "1" ด้วย แต่สัญญาณที่ RS ยังต้องเป็น "0" อยู่เพราะข้อมูลนี้เป็นข้อมูลคำสั่ง

นอกจากนี้ยังใช้คำสั่งอ่านข้อมูลแอสเดรสของ CGRAM และ DDRAM ด้วย โดยบิต 0 บิต 6 เป็นค่าข้อมูลของแอสเดรสที่ต้องการอ่าน

2.5.4 การเขียนคำสั่งและข้อมูลให้แก่โมดูล LCD

ในการเขียนข้อมูลเพื่อควบคุมให้โมดูล LCD แสดงผลตามที่ผู้ใช้งานต้องการต้องส่งคำสั่ง (instruction) แล้วกำหนดโหมดการทำงานให้แก่โมดูล LCD ก่อน จากนั้นจึงส่งข้อมูล (data) ที่ต้องการแสดงผลเนื่องจากบัสข้อมูลของโมดูล LCD มี 8 เส้นคือ D0-D7 และใช้เป็นทางผ่านของทั้งคำสั่งและข้อมูล ดังนั้นในการส่งคำสั่งและข้อมูลจึงต้องอาศัยการกำหนดลอจิกที่ขา RS ถ้าหากที่ขา RS ได้ลอจิก "0" หมายความว่า ข้อมูลที่ป้อนให้แก่โมดูล LCD ขณะนั้นเป็นคำสั่ง ในทางตรงข้าม หากขา RS ได้รับลอจิก "1" ข้อมูลที่ป้อนให้ในขณะนั้นเป็นข้อมูลที่ใช้ในการแสดงผล

เมื่อต้องการเขียนหรืออ่านข้อมูลใน CGRAM และ DDRAM เริ่มต้นต้องกำหนดแอสเดรสที่ต้องการอ่านหรือเขียนก่อน โดยใช้คำสั่งเลือกแอสเดรส จากนั้นกำหนดให้ขา RS เป็น "1" เพื่อแจ้งให้ตัวควบคุมภายในโมดูล LCD ทราบว่าข้อมูลที่ปรากฏต่อไปนี้เป็นข้อมูลปกติไม่ใช่คำสั่ง

ในกรณีที่ต้องการอ่านข้อมูลกำหนดให้ขา $R/\overline{W}$ เป็น "1" ข้อมูลขนาด 8 บิต (หรือ 4 บิต) ก็จะปรากฏบนบัสข้อมูล โดยข้อมูลที่อ่านออกมาได้จะเป็นข้อมูลจากแอสเดรสของ CGRAM หรือ DDRAM ตามที่ต้องการ

ในกรณีที่ต้องการเขียนข้อมูล เมื่อกำหนดแอสเดรสและป้อนลอจิก "1" ให้ขา RS แล้วแล้วต้องกำหนดให้ขา $R/\overline{W}$ เป็น "0" ข้อมูลที่อยู่บนบัสของข้อมูลจะถูกเขียนลงในรีจิสเตอร์ DR จากนั้นจึงถ่ายทอดลงใน DDRAM ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.5 จังหวะการทำงานของ LCD โมดูล

ในการติดต่อกับโมดูล LCD จะต้องมีการหน่วงเวลาหลังจากที่ทำการส่งรหัสคำสั่งหรือข้อมูล เนื่องจากต้องรอให้คอนโทรเลอร์ภายใน LCD โมดูล แปลความหมายของรหัสคำสั่งและการทำงานตามคำสั่งให้เรียบร้อยก่อน จากนั้นจะรับข้อมูลหรือคำเนินการต่อไป

ดังนั้น ในการใช้งานโมดูล LCD ผู้เขียนโปรแกรมจะต้องมีโปรแกรมเพื่อหน่วงเวลารอให้โมดูล LCD พร้อมทำงานด้วย โดยเมื่อเริ่มจ่ายไฟให้แก่โมดูล LCD ต้องรอประมาณ 10 มิลลิวินาที เพื่อให้โมดูล LCD ทำการเตรียมความพร้อมหรืออีนีเซียล (initial) หลังจากนั้นก็จะกำหนดลอจิกให้แก่ขา RS ของโมดูล LCD แล้วต้องหน่วงเวลาอีกประมาณ 2 มิลลิวินาที เพื่อให้คอนโทรเลอร์ใน LCD โมดูลแปลความหมายของลอจิกที่ขา RS ว่า ข้อมูลต่อไปที่จะได้รับนั้นเป็นรหัสคำสั่งหรือเป็นข้อมูลที่ต้องการแสดงผล จากนั้นจะเป็นการส่งข้อมูลมารอที่บัสข้อมูล D0-D7 (กรณีทำงานในโหมด 8 บิต) ขั้นตอนต่อไปจะเป็นการส่งสัญญาณพัลส์ไปที่ขา E เพื่ออีนาเบิลโมดูล LCD ให้รับข้อมูลจากบัสข้อมูลเข้าไปโดยพัลส์ที่ป้อนเข้าที่ขา E ของโมดูล LCD ต้องเป็นพัลส์ของขานั้น จากนั้นทำการหน่วงเวลา 2 มิลลิวินาที

ทั้งหมดที่กล่าวมาคือขั้นตอนและจังหวะในการทำงาน 1 รอบของโมดูล LCD จะเห็นว่ามีโปรแกรมย่อยที่สำคัญอยู่ 3 โปรแกรมย่อยคือ โปรแกรมอินนีเซีย LCD, โปรแกรมหน่วงเวลา และโปรแกรมย่อยการส่งพัลส์เพื่ออีนาเบิลโมดูล LCD

2.6 ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR

AVR เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ (MCU) ที่ได้รวบรวมอุปกรณ์สนับสนุนการทำงานของ CPU ไว้มากมาย อาทิเช่น Analog to Digital , SPI , UART , Timer , Counter , PWM ซึ่งอุปกรณ์สนับสนุนการทำงานเหล่านี้ทำให้ MCU สามารถทำงานได้กว้างและใช้อุปกรณ์ต่อร่วมจากภายนอกน้อยมาก และสามารถประมวลคำสั่งได้ภายใน 1 clock ซึ่งในส่วนนี้จะนำเสนอข้อมูลที่เป็นการทำงานภายในของ AVR - MCU แนะนำคุณสมบัติและขาต่อใช้งานของไมโครคอนโทรลเลอร์ สถาปัตยกรรมภายในและรีจิสเตอร์ใช้งานทั่วไป ตำแหน่ง I/O รีจิสเตอร์สถานะและการใช้งาน EEPROM การรีเซตและการอินเตอร์รัพท์ การสื่อสารอนุกรม การเปรียบเทียบสัญญาณอนาลอกและการแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอล การทำงานของพอร์ตอินพุต/เอาท์พุตการทำงานของTimer / Counter & Watch dog และการใช้กลุ่มคำสั่งต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.1 คุณสมบัติและขาต่อใช้งานของไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR AT mega 128

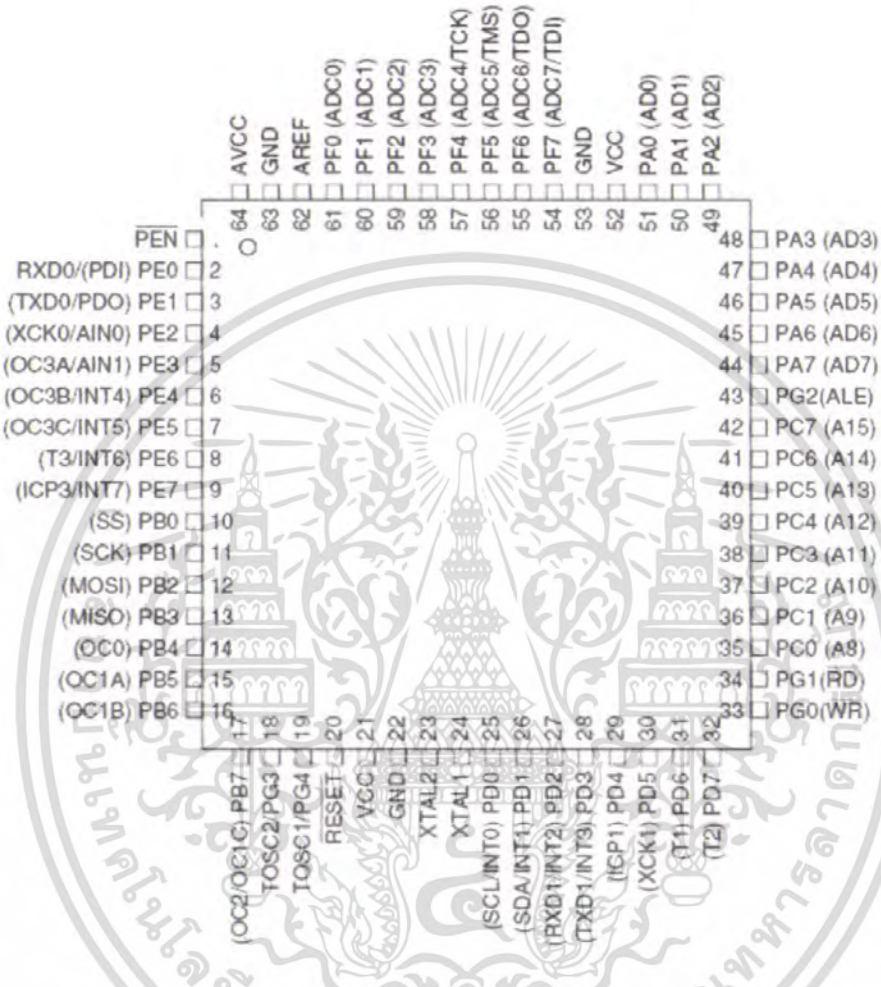
คุณสมบัติ

- สถาปัตยกรรมภายในถูกออกแบบให้ใช้สถาปัตยกรรมแบบ RISC (Reduce Instruction Set Computer) คือ ทำให้การประมวลผลมีความเร็ว 1 คำสั่ง ต่อ 1 Clock หรือ CPU สามารถประมวลคำสั่งได้ 1 MIPS / MHz
- ภายใน MCU มีหน่วยความจำโปรแกรมแบบ Flash ขนาด 128KB หน่วยความจำข้อมูล RAM ขนาด 4 KB , หน่วยความจำข้อมูลถาวรแบบ EEPROM ขนาด 4KB สามารถลบและเขียนซ้ำได้กว่า 10,000 ครั้ง
- กลุ่มรีจีสเตอร์ใช้งานทั่วไปขนาด 8 บิต จำนวน 32 ตัว
- จำนวน I/O สูงสุดถึง 53 I/O Pins ซึ่งขาสัญญาณ I/O จะมีการใช้งานร่วมกันของFunction อื่น ๆได้
- ใช้แรงดันไฟฟ้า 4.5 - 5.5 V
- ความถี่สัญญาณนาฬิกาสูงสุด 16 MHz
- TIMER/COUNTER ขนาด 8 บิต 2 CHANNEL
- TIMER/COUNTER ขนาด 16 บิต 2 CHANNEL
- สัญญาณแบบ PWM จำนวน 2 CHANNEL
- ระบบการเปลี่ยนสัญญาณ ANALOG TO DIGITAL ขนาด 10 บิต จำนวน 8 CHANNEL
- ระบบการสื่อสารข้อมูลดิจิตอลแบบอะซิงโครนัส(UARTs) 2 CHANEL
- ระบบการสื่อสารข้อมูลดิจิตอลแบบซิงโครนัส(SPI) 1 CHANEL
- ระบบตรวจจับการทำงานผิดพลาดของ CPU (WATCHDOG TIMER WITH ON-CHIP OSCILATOR)
- ระบบการรีเซตแบบอัตโนมัติเมื่อเริ่มจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าไมโครคอนโทรลเลอร์(Power on reset)
- 6 SLEEP MOD:IDEL ,POWER SAVE , POWER DOWN ,ADC Noise , Reduction , Standby, and Extended standby
- ระบบการป้องกันการ COPY ข้อมูลภายในหน่วยความ(LOCK FOR SOLFWARE SECURITY)
- ระบบการอินเตอร์รัพท์จากภายนอก (EXTERNAL INTERRUPT)
- รองรับการโปรแกรมแบบ SPI และ JTAG
- ทนอุณหภูมิใช้งานระหว่าง -40 ถึง +85°C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.2 โครงสร้างภายนอกและตำแหน่งขา

ภายในประกอบด้วยรีจิสเตอร์ใช้งานทั่วไปขนาด 8 บิต จำนวน 32 ตัวซึ่งแต่ละตัวจะต่อเข้ากับALU โดยตรงทำให้การประมวลผลต่อ 1 คำสั่งมีความเร็วกว่า CPU ที่มีสถาปัตยกรรมแบบRISC



รูปที่ 2.24 โครงสร้างภายนอกและตำแหน่งขา

2.6.3 รายละเอียดของขาสัญญาณและการใช้งาน

VCC ขาจ่ายไฟให้กับ CPU และ GND คือ กราวด์

Port A (PA7.PA0)

เป็นพอร์ต 2 ทิศทางขนาด 8 บิต โดยสามารถกำหนดให้แต่ละขาของพอร์ตสามารถ PULL UP ภายในแยกจากกันซึ่งสามารถรับกระแส SINK 20mA และยังถูกนำไปใช้งานอื่นๆอีก

Port B (PB7.PB0)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นพอร์ต 2 ทิศทางขนาด 8 บิต โดยสามารถกำหนดให้แต่ละขาของพอร์ตสามารถ PULL UP ภายในอิสระแยกจากกันซึ่งแต่ละขาสามารถรับกระแส SINK20mA และยังถูกนำไปใช้งานอื่นๆอีก

Port C (PC7.PC0)

เป็นพอร์ต 2 ทิศทางขนาด 8 บิต โดยสามารถกำหนดให้แต่ละขาของพอร์ตสามารถ PULL UP ภายในอิสระแยกจากกันซึ่งแต่ละขาสามารถรับกระแส SINK20mA และยังถูกนำไปใช้งานอื่นๆอีก

Port D (PD7.PD0)

เป็นพอร์ต 2 ทิศทางขนาด 8 บิต โดยสามารถกำหนดให้แต่ละขาของพอร์ตสามารถ PULL UP ภายในอิสระแยกจากกันซึ่งแต่ละขาสามารถรับกระแส SINK20mA และยังถูกนำไปใช้งานอื่นๆอีก

Port E (PE7.PE0)

เป็นพอร์ต 2 ทิศทางขนาด 8 บิต โดยสามารถกำหนดให้แต่ละขาของพอร์ตสามารถ PULL UP ภายในอิสระแยกจากกันซึ่งแต่ละขาสามารถรับกระแส SINK20mA และยังถูกนำไปใช้งานอื่นๆอีก

Port F (PF7.PF0)

เป็นพอร์ต 2 ทิศทางขนาด 8 บิต โดยสามารถกำหนดให้แต่ละขาของพอร์ตสามารถ PULL UP ภายในอิสระแยกจากกันซึ่งแต่ละขาสามารถรับกระแส SINK20mA โดยพอร์ต F ยังใช้เป็นขาอินพุตเพื่อรับสัญญาณอนาลอกในส่วนของการแปลงสัญญาณ ANALOG TO DIGITAL

Port G (PG4.PG0)

เป็นพอร์ต 2 ทิศทางขนาด 5 บิต โดยสามารถกำหนดให้แต่ละขาของพอร์ตสามารถ PULL UP ภายในอิสระแยกจากกันซึ่งแต่ละขาสามารถรับกระแส SINK 20 mA และยังถูกนำไปใช้งานอื่นๆอีก

Reset ขารีเซตวงจร

XTAL 1 เป็นขาอินพุตของสัญญาณ clock ภายใน

XTAL 2 เป็นขาเอาท์พุตของสัญญาณ clock

AVCC ใช้จ่ายไฟให้กับ Port F และ Analog to Digital Converter

AREF เป็นขาแรงดันอ้างอิงที่ใช้งานในส่วนของวงจร Analog to Digital

AGND เป็นขากราวด์ของวงจร Analog to Digital

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การออกแบบโครงงาน

3.1 การออกแบบระบบที่จะใช้ในโครงงาน

การทำงานของโครงงานสามารถแบ่งออกเป็น3ส่วนหลักซึ่งจะทำงานร่วมกัน โดยการเก็บค่าความต้องการเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ในสภาวะการทำงานต่างๆ และนำค่าที่ได้มาเขียนโปรแกรมลงในไมโครคอนโทรเลอร์กำหนดการทำงานของเสต็บปิงค์มอเตอร์ Stepping motor ให้ทำการจ่ายก๊าซเข้าเครื่องยนต์ ดังนี้

1. การทำงานของระบบรวมเอาทฤษฎีความต้องการของเครื่องยนต์และอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่บอกสภาวะความต้องการเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ได้ อธิบายจากบลอคไดอะแกรม Block Diagram ดังนี้

รูปที่ 3.1 Block Diagram อธิบายการทำงานโดยรวมของระบบ

2. การหาตำแหน่งของลิ้นปีกผีเสื้อว่ามีการเปิดอยู่ที่ระดับใด และทำการวัดปริมาณออกซิเจน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.2 Block Diagram อธิบายการหาตำแหน่งลิ้นปีกผีเสื้อและปริมาณออกซิเจน

3. หาค่าที่เสต็บปิงค์มอเตอร์ (Stepping motor) เลื่อนเข้าหาจุดที่เครื่องยนต์มีค่าความต้องการเชื้อเพลิงเท่ากับ 14.7:1 แต่ในที่นี้กำหนดความต้องการเชื้อเพลิงไว้ที่ประมาณ 15.7:1 และนำค่าที่ได้จากการหาตำแหน่งลิ้นปีกผีเสื้อมาเข้าสมการและนำไปเขียนโปรแกรมควบคุม เสต็บปิงค์มอเตอร์ (Stepping motor) ตอนที่เครื่องยนต์มีสภาวะของโหลดที่เพิ่มมากขึ้น

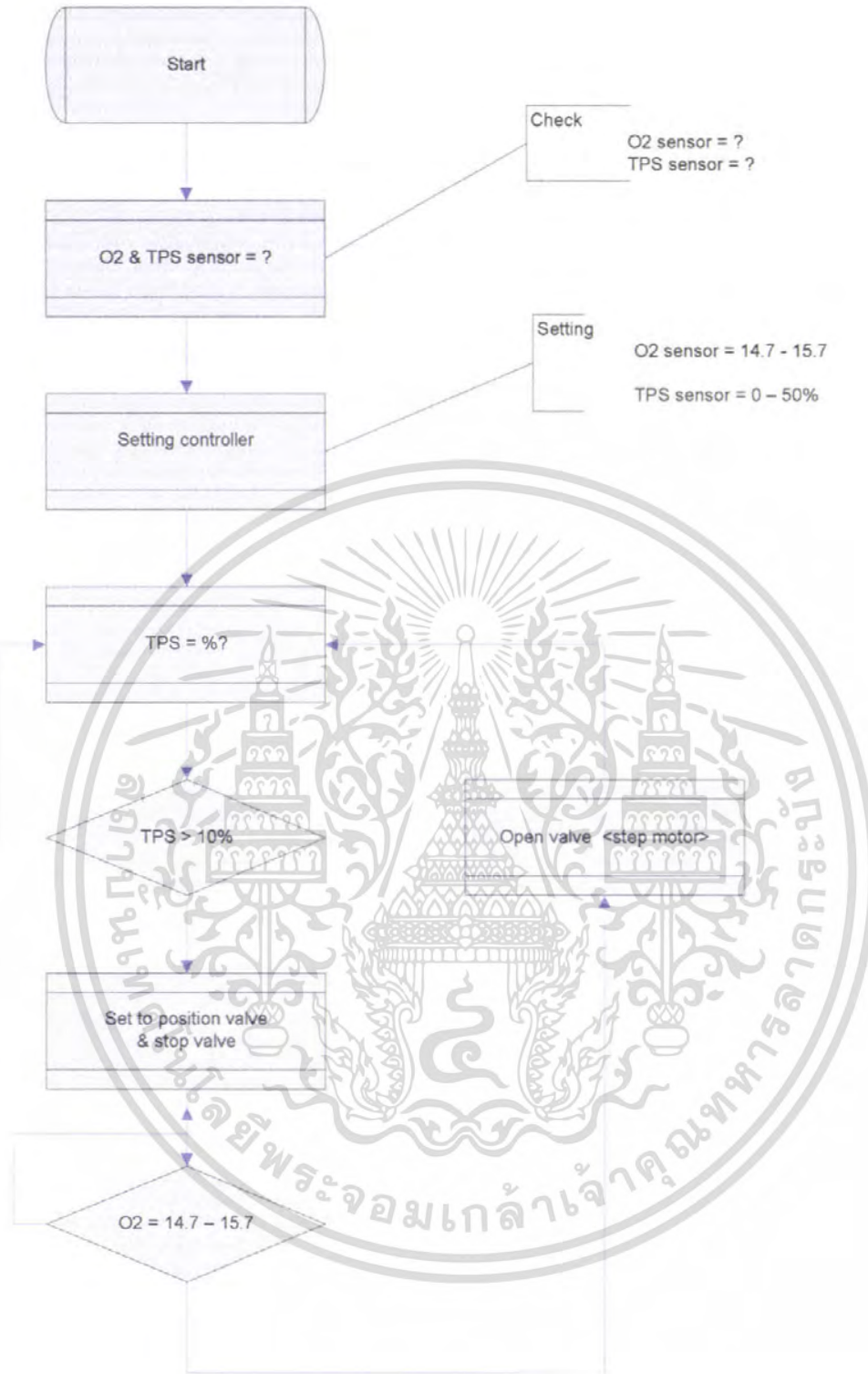
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.3 Block Diagram อธิบายการทำงานของการหาค่าเสต็บปิ้งค์มอเตอร์ (Stepping motor)

3.2 การออกแบบในส่วนของไมโครคอนโทรเลอร์

โฟลว์ชาร์ตแสดงขั้นตอนการทำงานของระบบเป็นดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

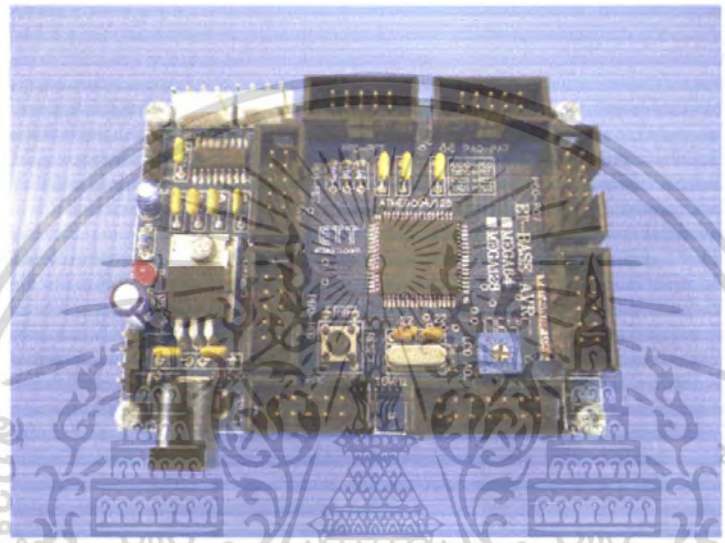


รูปที่ 3.4 โฟลว์ชาร์ตแสดงขั้นตอนการทำงานของระบบ

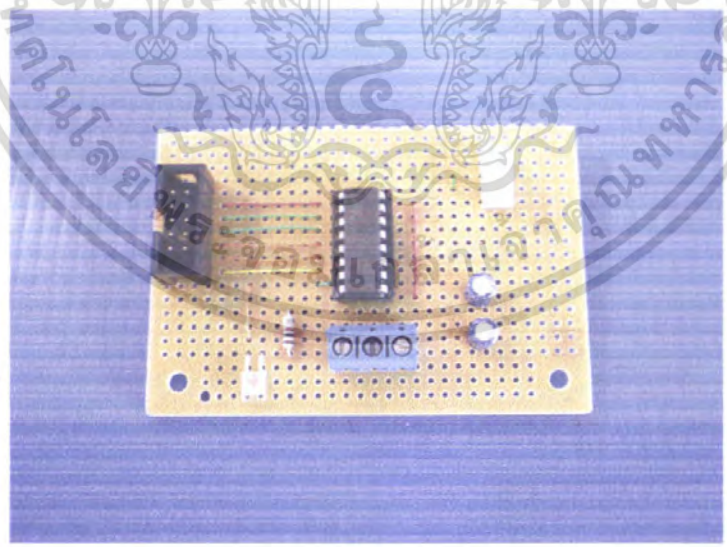
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.1 การออกแบบวงจรควบคุม

ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตะกูล AVR เบอร์ ATMEGA 128 เป็นตัวควบคุมการทำงานและแสดงผล ซึ่งจะรับสัญญาณมาจากเซ็นเซอร์ของเครื่องยนต์ แล้วนำมาเขียนโปรแกรมควบคุมเสต็บปิงค์มอเตอร์ (Stepping motor) ให้เปิดการจ่ายเชื้อเพลิงให้เหมาะสมตามสภาวะการทำงานของเครื่องยนต์ โดยเริ่มจากการนำบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์สำเร็จรูป (รูปที่ 3.5) และสร้างส่วนของวงจรขับสเต็ปมอเตอร์ที่ทำงานร่วมกับวาล์ว (รูปที่ 3.6 และรูปที่ 3.7) ส่วนของแสดงผล และวงจรอินพุตสัญญาณ (รูปที่ 3.8)



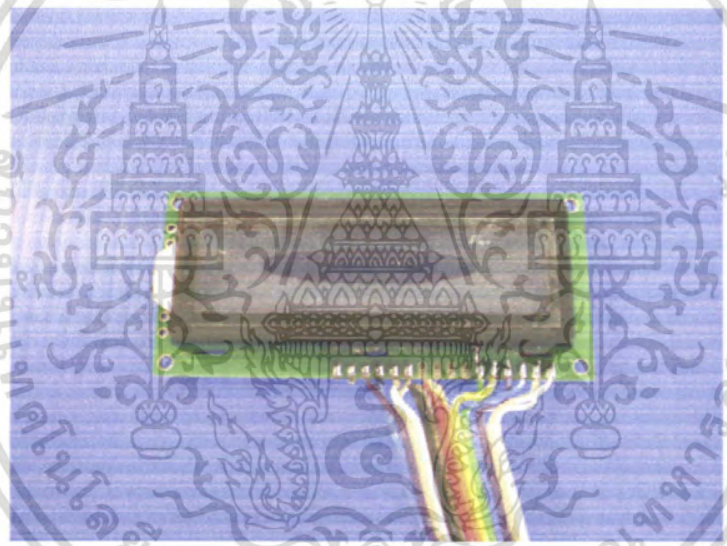
รูปที่ 3.5 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์สำเร็จรูปที่นำมาใช้ในการทดลอง



รูปที่ 3.6 วงจรขับเสต็บปิงค์มอเตอร์ (Stepping motor)

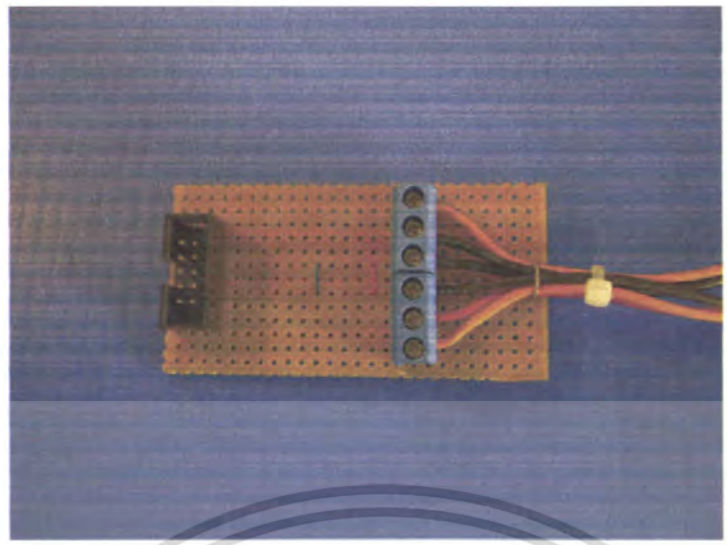
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.7 เสต็ปปิงค์มอเตอร์ (Stepping motor)



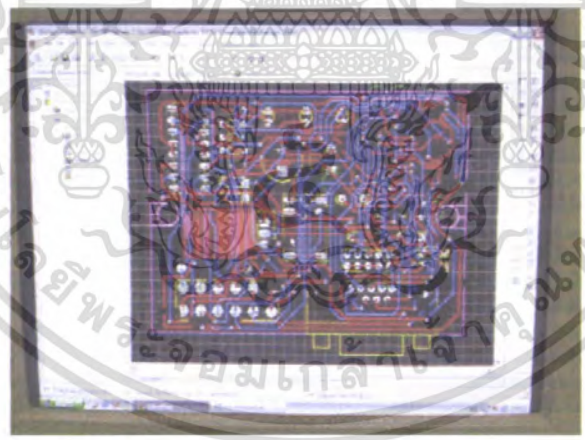
รูปที่ 3.8 ส่วนแสดงผล LCD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



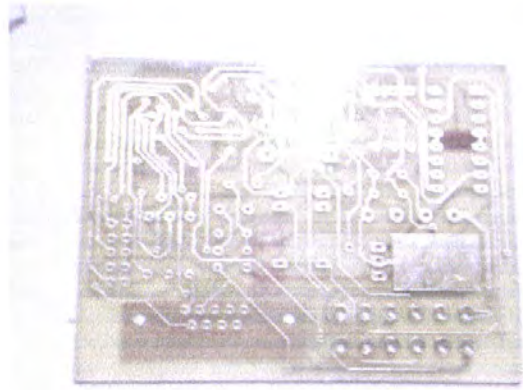
รูปที่ 3.9 วงจร Input สัญญาณ O2 TPS

และนำวงจรที่กล่าวมาทั้งหมดนำมาออกแบบและสร้างเป็น Hard ware เพื่อใช้กับโครงงานและมีส่วนควบคุมเสริมขึ้นมาคือควบคุมสถานะของปริมาณออกซิเจนไม่ให้หนามากจนเกินไปจนทำให้ส่วนของตัว ECU ที่อยู่ในเครื่องยนต์ไม่สามารถควบคุมการทำงานหลักได้ จนทำให้ check engine ขึ้นรวมถึงสามารถแสดงผลออกทาง LCD ได้

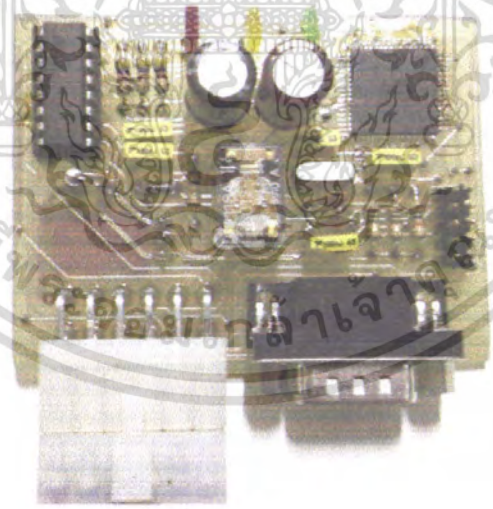


รูปที่ 3.10 ออกแบบโดย PCB โดยโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

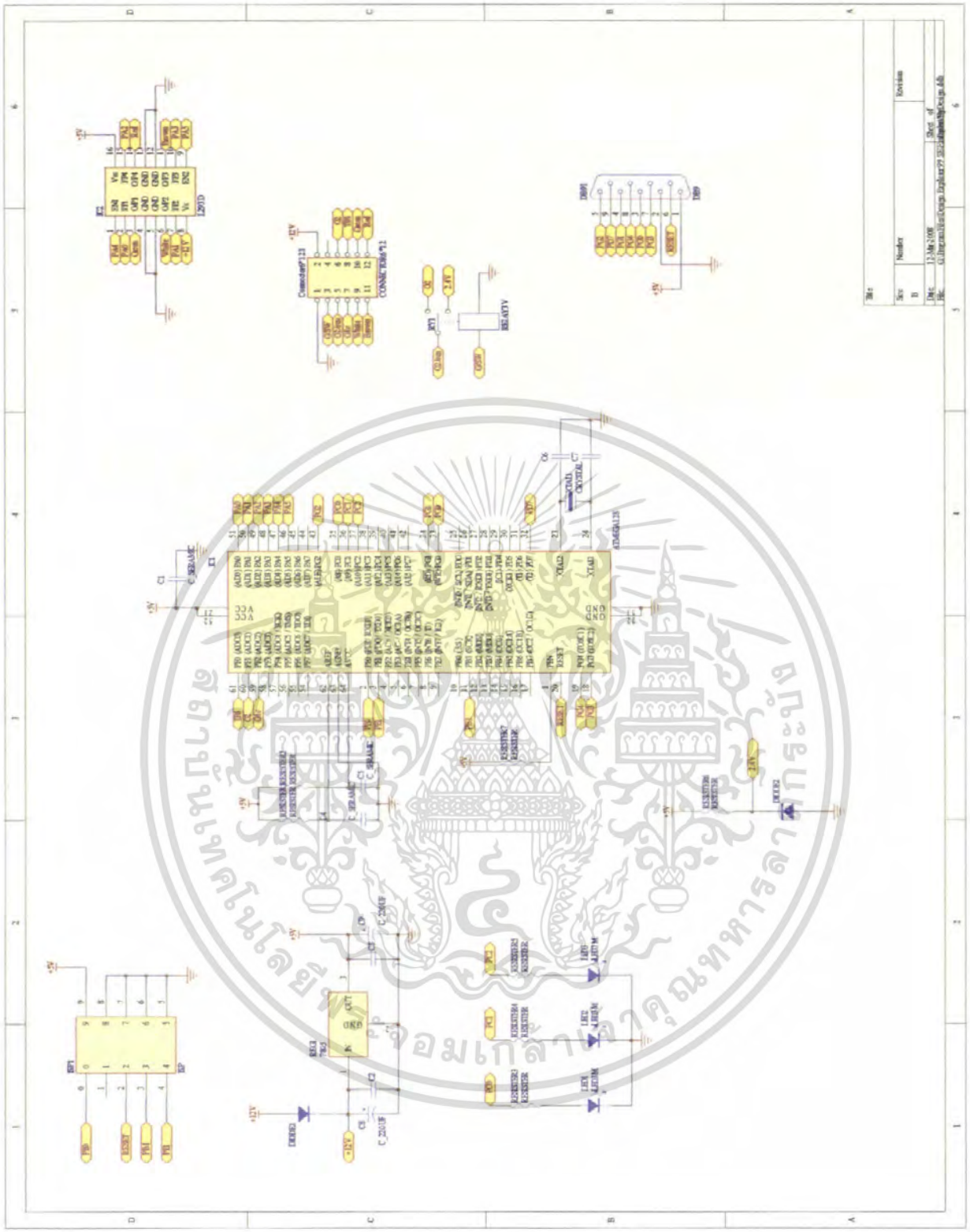


รูปที่ 3.11 ลาย PCB ด้านบนและล่าง



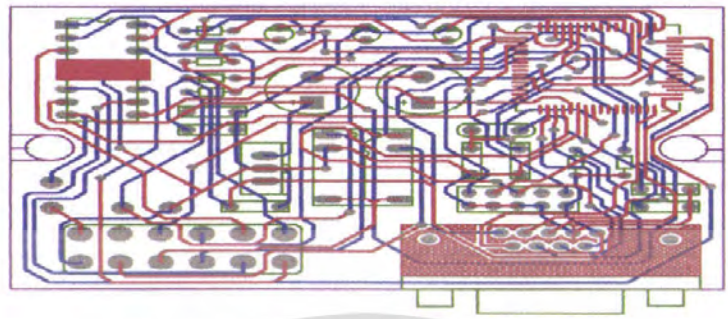
รูปที่ 3.12 Hard ware ของโครงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.13 วงจรที่ออกแบบโดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.14 ลายวงจรที่ออกแบบโดยคอมพิวเตอร์

รูปที่ 3.15 ฮาร์ดแวร์ที่ทำการประกอบเรียบร้อย

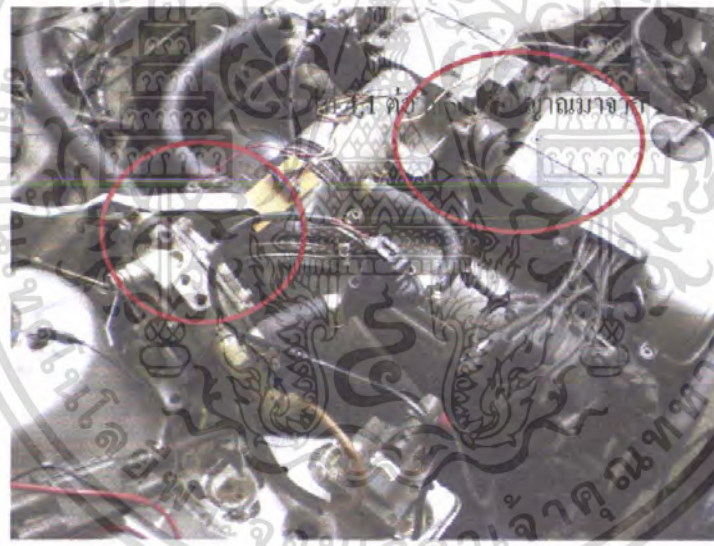
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดลอง

ในบทนี้จะกล่าวถึงขั้นตอนการทดลองและผลการทดลองชิ้นงาน เพื่อหาข้อสรุป และผลการทำงานของชิ้นงาน ว่าชิ้นงานที่เราสร้างขึ้นมานั้นสามารถทำงานและมีข้อผิดพลาดเกิดขึ้น ณ จุดใด เพื่อจะได้นำไปปรับปรุงแก้ไขชิ้นงานให้ดีขึ้น

4.1 การทดลองอินพุตสัญญาณจากเครื่องยนต์

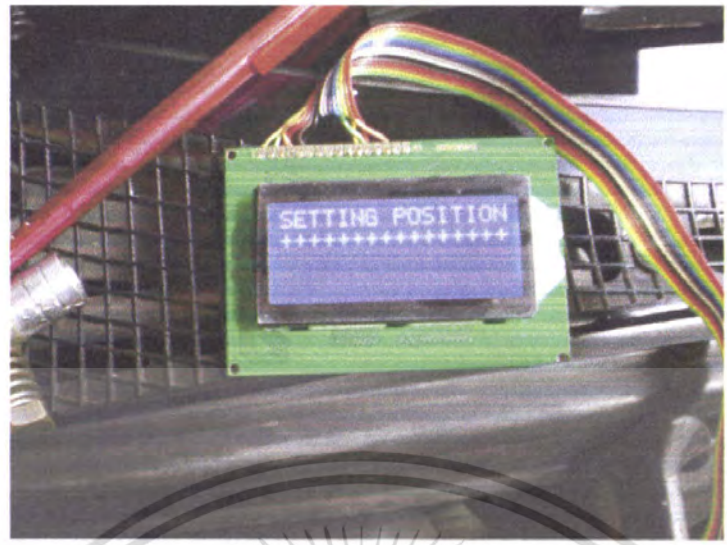
การทดลองนี้เป็นการทดลองป้อนอินพุต สัญญาณมาจากเครื่องยนต์เข้าบอร์ดแล้วแสดงผลค่าเบื้องต้น คือค่า % การเปิดลิ้นปีกผีเสื้อ แสดงผลปริมาณออกซิเจนและเริ่มให้เสต็ปปิ้งค์มอเตอร์ stepping motor ที่ทำหน้าที่ปิดหรือเปิดก๊าซเข้าเครื่อง และเริ่มควบคุมการจ่ายแก๊ซให้เหมาะสมให้ค่า AFR เข้าใกล้ 14.7 – 15.7:1 มากที่สุดในขณะรอบเครื่องเดินเบา โดยให้เริ่มหาตำแหน่งที่ค่า O2 เท่ากับ 14.7 – 15.7



รูปที่ 4.1 ต่อ[illegible]ญาณมาจา[illegible]ละ O2 sensor

รูปที่ 4.1 นำสัญญาณ TPS และ O2 sensor เข้าบอร์ดทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 Stepping motor เริ่มจัดตำแหน่ง

รูปที่ 4.3 ค่าที่ได้เข้าใกล้ค่าที่กำหนดไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

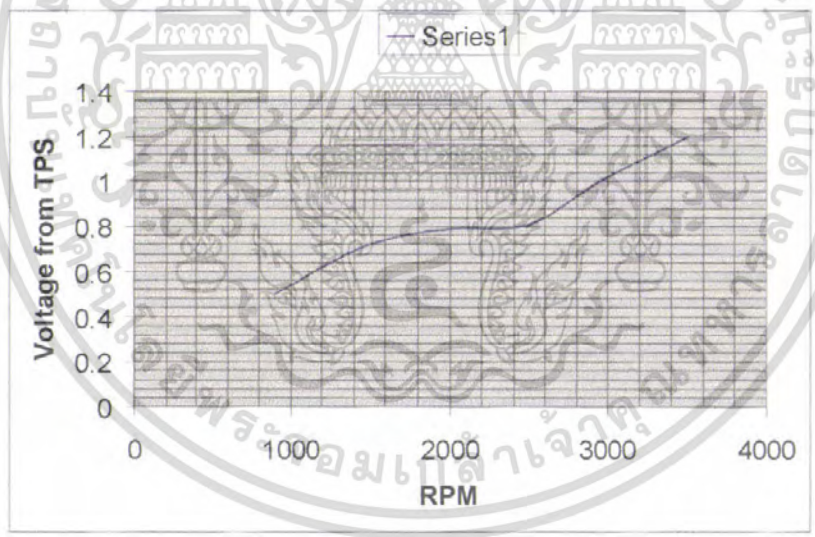
4.2 ผลที่ได้จากการทดลอง

จากรูปที่ 4.4 เสต็บปิงค์มอเตอร์ (Stepping motor) สามารถควบควบปริมาณก๊าซให้เข้าสู่สภาวะที่เครื่องยนต์มีความต้องการเพียงพอเครื่องยนต์สามารถเดินเบาได้ปกติ การทำงานในสภาวะที่เครื่องยนต์อยู่ ณ รอบเดินเบา (ติดเครื่องไว้ปกติ) มีปริมาณออกซิเจนออกจากตัวตรวจจับประมาณ 0.09 V และ เมื่อมีการเร่งเครื่องยนต์บางครั้งถ้าเร่งรอบแรงและเร็วเกินไปเครื่องมีการสะดุดและบางครั้งเครื่องดับแต่ถ้าเร่งเครื่อเบาๆ เสต็บปิงค์มอเตอร์ (Stepping motor) ก็สามารถหาค่าจากปริมาณออกซิเจนและควบคุมอัตราส่วนได้ และแก้ไขโดยการเก็บค่า%การเปิดของลิ้นปีกผีเสื้อและดูตำแหน่งของ เสต็บปิงค์มอเตอร์ (Stepping motor) ว่าทำงานไปกี่เสต็บ ถึงจะได้ค่าที่กำหนดไว้และเขียนโปรแกรมเพื่อเพิ่มรายละเอียดเกี่ยวกับการจ่ายแก๊ซให้จดจำค่าเปอร์เซ็นของลิ้นปีกผีเสื้อว่าเมื่อมีการทำงานณเปอร์เซ็นต์เท่าไหร่เสต็ปเลื่อนที่เข้าหาค่าเสต็บแต่เนื่องจากเป็นการหาค่าและจดบันทึกมาคำนวณทางคณิตศาตร์ธรรมดาไม่ได้ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยคำนวณ ซึ่งเมื่อมีการทดลองทดลองเร่งเครื่อง รอบสูงจึงใช้เวลานานจึงจะสามารถเข้าสู่ช่วงเอเอฟอาร์ ที่กำหนดไว้เนื่องจากอัตราส่วนผสมที่เท่ากับ14.7 เป็นส่วนผสมทางอุดมคติในการใช้งานไม่สามารถจ่ายเชื้อเพลิงให้มีอัตราส่วนตามนั้นได้จึงต้องเพิ่มการจ่ายเชื้อเพลิงให้หนากว่าเดิมเพื่อป้องกันความเสียหายที่จะเกิดกับเครื่องยนต์

รูปที่ 4.4 วาล์วแก๊ซสำเร็จรูปที่ควบคุมการ เปิด – ปิด ด้วย bipolar stepping motor

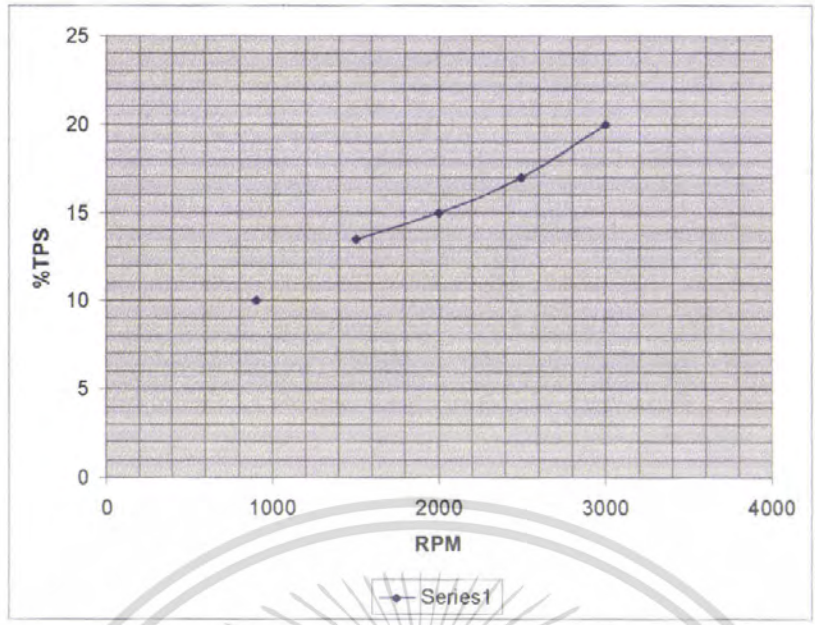
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.5 รถยนต์ที่ใช้ในการทดลอง BMW 525i เครื่องยนต์ 2500cc 6 สูบเรียง รหัสเครื่อง 1JZ GE

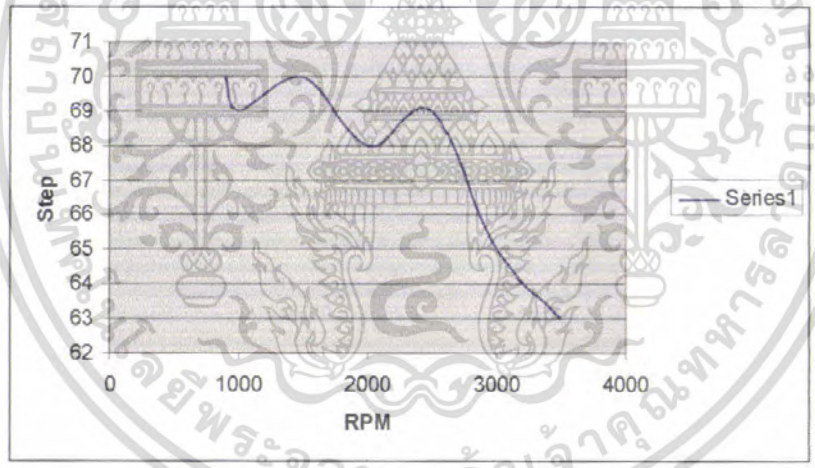


รูปที่ 4.6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ที่ระหว่างแรงดันและรอบเครื่องยนต์ได้จากการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.7 กราฟแสดงความสัมพันธ์ที่ระหว่างองศาของลิ้นปีกผีเสื้อและรอบเครื่องยนต์ได้จากการทดลอง



รูปที่ 4.8 กราฟแสดงความสัมพันธ์ที่ระหว่างเสต็ปการเปิดวาล์วและรอบเครื่องยนต์ได้จากการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลอง

5.1 สรุปปัญหาจากการทดลอง

1. เนื้องจากการตั้งค่าอัตราส่วนผสมไว้มากเพียงพอที่ให้เครื่องยนต์ทำงานได้อย่างปกติจึงสามารถเร่งเครื่องยนต์รวมถึงสามารถเดินเบาได้ปกติและสามารถควบคุมให้ได้ใกล้เคียงค่า14.7ได้ขณะรอบเดินเบา
2. ฮาร์ดแวร์ของโครงงานสามารถความคุมให้เครื่องยนต์ทำงานได้
3. เนื่องจากาการเขียนโปรแกรมที่สามารถใส่รายละเอียดการทำงานและความต้องของเครื่องยนต์ได้เพียงบางส่วนเท่านั้นจึงสามารถได้ดีไม่เท่าที่ควร

5.2 สรุปการทดลอง

ในการทดลองได้ผลออกมาตามที่คาดหวังไว้เพียงบางอย่างเท่านั้น กล่าวคือสามารถแสดงผลออกทาง LCD บ่งบอกสภาวะการทำงานของเครื่องยนต์ในสภาวะนั้นๆ แต่เนื่องจากมีสัญญาณรบกวนมากเกินไปจึงทำให้มีการผิดพลาดของข้อมูลเกิดขึ้น จึงมีผลให้เครื่องยนต์ดับบ้างเร่งอัตราเร่งไม่ดีบ้าง แต่ถ้าในสภาวะรอบเดินเบาปกติจะสามารถควบคุมอัตราส่วนได้ตามต้องการและสามารถควบคุมการจ่ายเชื้อเพลิงให้เครื่องยนต์ทำงานได้อย่างปกติ

5.3 แนวทางการพัฒนาต่อ

นำรายละเอียดที่มีในโครงงานนำมาเขียนโปรแกรมใส่ค่าแสดับตามรอบเครื่องยนต์โดยนำความต้องการต่างๆเข้ามาเก็บและทำการประมวลผลภายในตัวคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] ประจิน พลังสันติสุข, **"การเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ AVRด้วยภาษา C กับ WinAVR(C Compiler)"**, แอพซอฟน์เทค, 2549

[2] รองศาสตราจารย์ มัณฑานา ปราการสมุทร, **"การเขียนชุดคำสั่งภาษาซี"**, ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์, 2548

[3] ประภาพร ช่างไม้, **"คู่มือการเขียนโปรแกรมภาษาซี"**, บรรณาธิการ สัจจะ จรัสรุ่งรวีวรม, 2545

[4] นพดล เวชวิฐาน, **"เครื่องยนต์หัวฉีด EFI"**, สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย - ญี่ปุ่น), 2539

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

การจดทะเบียนรถยนต์ที่ติดตั้ง LPG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระทรวงคมนาคม โดยกรมการขนส่งทางบก

ตามมติคณะรัฐมนตรีเมื่อวันที่ 5 กันยายน 2543 ได้ร่างกฎกระทรวงกำหนดเครื่องอุปกรณ์และส่วนควบคุมของรถยนต์ที่ใช้ก๊าซธรรมชาติอัด โดยยกเลิกกฎกระทรวงเดิม (ฉบับที่ 12 พ.ศ 2536 ออกตามความในพ.ร.บ รถยนต์ พ.ศ 2522 ที่ใช้บังคับอยู่ในปัจจุบัน) และปรับปรุงข้อกำหนดเกี่ยวกับเครื่องอุปกรณ์และส่วนควบคุมรวมทั้งวิธีการติดตั้ง การตรวจ และการทดสอบเครื่องอุปกรณ์และส่วนควบดังกล่าวให้มีความเหมาะสมและปลอดภัย มีมาตรฐานยิ่งขึ้น มีสาระสำคัญ 6 ข้อดังนี้...

1.กำหนดให้รถต้องมีเครื่องอุปกรณ์และส่วนควบตามที่กำหนด8รายการเป็นอย่างน้อย

2.กำหนดให้วิธีการติดตั้ง การตรวจและการทดสอบเครื่องอุปกรณ์และส่วนควบเป็นไปตามหลักเกณฑ์ วิธีการ และเงื่อนไขที่กรมการขนส่งกำหนดหรือเห็นชอบ

3.กำหนดเครื่องอุปกรณ์และส่วนควบที่ต้องมี และกำหนดให้ต้องได้รับการตรวจและทดสอบจากส่วนราชการ รัฐวิสาหกิจ นิติบุคคลหรือบุคคลที่มีคุณสมบัติตามที่กรมกำหนด รวมให้ออกหนังสือรับรองการตรวจและทดสอบตามแบบที่กรมกำหนด

4.กำหนดให้เจ้าของหรือผู้ครอบครองรถที่ได้รับหนังสือรับรองการตรวจและทดสอบปิดเครื่องหมายแสดงการใช้ก๊าซธรรมชาติอัดเป็นเชื้อเพลิง ตามแบบท้ายกฎกระทรวงไว้ที่ด้านหน้าแต้นท้ายของตัวรถ

5.กำหนดให้เจ้าของหรือผู้ครอบครองรถที่ได้ติดตั้งเครื่องอุปกรณ์และส่วนควบเกี่ยวกับการใช้ก๊าซธรรมชาติอัดเป็นเชื้อเพลิงไว้ก่อนที่กฎกระทรวงใช้บังคับและไม่เป็นไปตามมาตรฐานหรือมิได้ติดตั้งให้ถูกต้องตามกฎกระทรวงนี้แจ้งต่อกรมการขนส่งทางบกภายใน 180 วันเพื่อทำการตรวจและทดสอบ

6.กฎกระทรวงนี้ให้ใช้บังคับเมื่อพ้นกำหนด 60 วันนับแต่วันประกาศในราชกิจจานุเบกษา

ข้อมูลสวทช. NGV ต่างจาก LPG แม้จะเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนเช่นเดียวกัน แต่ NGV มีองค์ประกอบของก๊าซมีเทนเป็นส่วนใหญ่ ส่วน LPG มีก๊าซโพรเพนเป็นหลัก ส่วนใหญ่ใช้เป็นเชื้อเพลิงในครัวเรือนและภาคอุตฯ โดยบรรจุในรูปของเหลวใส่ถังทนความดัน ให้ขนถ่ายง่าย สามารถใช้แทนน้ำมันเบนซินในรถยนต์ได้เพราะมีค่า OCTANE สูงถึง 105 RON และมีราคาถูก LPG ถูกนำมาใช้กับยานยนต์เป็นครั้งแรกในไทยตั้งแต่ พ.ศ2513 -10 ปีจากนั้นจึงเริ่มแพร่หลายมากขึ้น โดยส่วนใหญ่ใช้ในแท็กซี่และสามล้อเครื่อง แต่ด้วยมาตรฐานความปลอดภัยที่ยังไม่สูงพอจึงมักเกิดอุบัติเหตุ ตลาดรถยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิง LPG จึงไม่พัฒนา.... NGV (ซึ่งอุปกรณ์เทคโนโลยีในการติดตั้งระบบต้องนำเข้า ต้นทุนติดตั้งสูง ถังก๊าซมีขนาดใหญ่ น.น มาก) ปตท.ส่งเสริมให้มีสถานีบริการในกทม.50แห่ง 500 แห่งทั่วประเทศ ใช้งบประมาณ 5000 ล้านบาท ขณะนี้ให้แท็กซี่ใช้ 1 หมื่นคัน และเป้า 3 หมื่นคันอีก 1-2 ปีข้างหน้า จากแท็กซี่ทั้งหมดกว่า 8 หมื่นคัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การจดทะเบียนที่กรมขนส่ง

ยื่นเรื่องที่ สนง.ขนส่งจังหวัดที่จดทะเบียนรถและเตรียมเอกสารที่น่าจะเกี่ยวข้องไปทั้งหมด

เอกสารประกอบการยื่นเรื่อง

1. ใบรับรองการตรวจและทดสอบการติดตั้งส่วนควบและเครื่องอุปกรณ์สำหรับรถใช้ก๊าซ ลงนามโดยวิศวกรผู้ตรวจ (ตัวจริง)
2. สำเนาใบ กว. (คณะกรรมการควบคุมการประกอบวิชาชีพวิศวกรรม) รับรองสิทธิประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุมของวิศวกรผู้ตรวจ ลงนามโดย ประธาน และนายทะเบียน กว. (หน้าตาใบนี้คล้ายประกาศนียบัตรหรือปริญญาบัตร)
3. สำเนาใบอนุญาตเป็นผู้ประกอบวิชาชีพวิศวกรควบคุม ลงนามโดยเลขาธิการสภาวิศวกร (ใบนี้คล้ายบัตรประจำตัวทั่วไป มีรูปถ่ายวิศวกรผู้ตรวจด้วย)
4. สำเนาใบนายทะเบียนทั่วราชอาณาจักรตาม พรบ.รถยนต์ พ.ศ.2522 เห็นชอบให้วิศวกรผู้ตรวจเป็นผู้ตรวจและทดสอบถังก๊าซรถยนต์ ลงนามโดยนายทะเบียนทั่วราชอาณาจักร (ใบนี้ขนาดประมาณบัตรประจำตัวประชาชน)
5. สำเนาใบนายทะเบียนทั่วราชอาณาจักรตาม พรบ.รถยนต์ พ.ศ.2522 เห็นชอบให้วิศวกรผู้ตรวจเป็นผู้ตรวจและทดสอบการติดตั้งส่วนควบและเครื่องอุปกรณ์สำหรับรถยนต์ที่ใช้ก๊าซเป็นเชื้อเพลิง ลงนามโดยนายทะเบียนทั่วราชอาณาจักร (ขนาดเหมือนข้อ 4)
6. บัตรสี่เหลี่ยมผืนผ้าขอบแดงสำหรับติดหน้ารถ พิมพ์คำว่า "รถใช้ก๊าซ" ด้านหน้ามีข้อความระบุทะเบียนรถหมายเลขถังก๊าซ วันตรวจทดสอบ และชื่อวิศวกรผู้ตรวจ (พิมพ์ลงในบัตรเลย ไม่ใช่มาพิมพ์ติดใส่ทีหลัง) พร้อมลายเซนต์กำกับ ด้านหลังมีข้อความคำเตือนให้ตรวจสอบการติดตั้งและอุปกรณ์อย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง (เอาไปให้ขนส่งตรวจดูเฉยๆ เสร็จแล้ว จนท.จะคืนให้)
7. สำเนาบัตรข้อ 6 (ทั้งด้านหน้าและหลัง)
8. สำเนาบัตรรับประกันสินค้าจากบริษัทผู้ติดตั้ง (มีข้อความระบุรายละเอียดชุดอุปกรณ์แก๊สและถังแก๊สพร้อมหมายเลขที่ติดอยู่ รายละเอียดทั่วไปของรถที่ติดตั้ง วันรับและสิ้นสุดการประกัน)
9. สำเนาใบเสร็จรับเงินจากบริษัทผู้ติดตั้ง (มีระบุอุปกรณ์ที่ติดตั้งและถังแก๊ส)
10. สำเนาบัตรประจำตัวเจ้าของรถ
11. สำเนาทะเบียนบ้านเจ้าของรถ (อันนี้ที่จริงไม่น่าจำเป็นเพราะเจ้าของรถไปเอง แต่ จนท.ขนส่งมักบอกให้ยื่นมาพร้อมกับสำเนาบัตรประจำตัวทุกครั้งที่มาติดต่อ ก็เลยใส่เข้าไปด้วย)
12. สมุดใบคู่มือจดทะเบียนรถ (ตัวจริง)

หมายเหตุ สำเนาทุกใบทั้งของวิศวกรผู้ตรวจและเจ้าของรถ ต้องมีลายเซนต์สำเนาถูกต้องของแต่ละคนกำกับด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนการยื่นเรื่อง

1. เขียนใบคำร้องขอเปลี่ยนแปลงสภาพรถ ติ๊กหน้าช่องเชื้อเพลิง แล้วเขียนเปลี่ยนจากน้ำมันเป็นก๊าซ ในส่วนท้ายคำร้อง เขียนรายการเอกสารที่ยื่น (ให้เขียนเฉพาะที่ขนส่งต้องเก็บไว้ ดังนั้น ข้อ 6 กับ 12 ไม่ต้องเขียน)

2. เขียนเสร็จให้ขับรถไปบริเวณพื้นที่ตรวจสภาพรถก่อน เอาใบคำร้องพร้อมเอกสารทั้งหมดที่ยื่นให้ จนท.ผู้ตรวจสภาพรถดู จนท.จะเตรียมแบบฟอร์มในส่วนของเค้าแปะหน้าเอกสารของเราแล้วทำการตรวจสภาพทั่วไป ได้แก่ ตรวจการติดตั้งอุปกรณ์ก๊าซในห้องเครื่อง ขูดหมายเลขตัวถังรถ ขูดหมายเลขถังแก๊ส และชั่งน้ำหนักรถใหม่ หากไม่มีปัญหาใดๆ จนท.ผู้ตรวจจะเอาแถบกระดาษกาวที่ขูดหมายเลขตัวถังรถกับถังแก๊สไปแปะในแบบฟอร์มของเค้าแล้วเขียนผลการตรวจ เสร็จแล้ว จนท.จะคืนเอกสารให้เราไปยื่นที่ช่องตรวจสภาพรถยนตร์

3. ไปช่องตรวจสภาพรถยนตร์ ยื่นเอกสารให้ จนท. ทำการแก้ข้อมูลทะเบียนรถในคอมพิวเตอร์ตามที่ จนท.ผู้ตรวจสภาพเขียนมา เสร็จแล้ว จนท.จะคืนเอกสารให้เราไปช่องรับเรื่องขอเปลี่ยนแปลงสภาพรถยนตร์

4. ไปช่องรับเรื่องขอเปลี่ยนแปลงสภาพรถยนตร์ จนท.จะแก้ไขข้อมูลในสมุดใบคู่มือจดทะเบียนรถ และให้ผู้ยื่นเรื่องชำระค่าดำเนินการตามนี้

- หน้ารายการจดทะเบียน ในช่องเชื้อเพลิงขีดฆ่าคำว่าเบนซิน แล้วเขียนใหม่เป็น LPG เขียนหมายเลขถังแก๊สเพิ่ม แล้วเขียนน้ำหนักที่ชั่งใหม่ (ขีดฆ่าของเดิม) มีลายเซนต์นายทะเบียนขนส่งกำกับ
- หน้ารายการบันทึกของเจ้าหน้าที่ บันทึกวัน เดือน ปี ที่ขอเปลี่ยนชนิดเชื้อเพลิง พร้อมเลขที่ใบเสร็จรับเงินค่าดำเนินการ มีลายเซนต์นายทะเบียนขนส่งกำกับ
- ชำระค่าดำเนินการ ได้แก่ ค่าคำขอ 5 บาท ค่าขอแก้ไขเพิ่มเติมรายการในทะเบียนและใบคู่มือจดทะเบียน (ใช้ก๊าซ) 50 บาท และค่าตรวจสภาพรถ 50 บาท รวมทั้งสิ้น 105 บาท

5. รอรับสมุดใบคู่มือจดทะเบียนรถคืนพร้อมใบเสร็จรับเงินค่าดำเนินการ อย่าลืมขอบัตร "รถใช้ก๊าซ" ตามข้อ 6 คืนด้วย

ป.ล. ทั้งหมดที่กล่าวมาเป็นประสบการณ์ส่วนตัวเฉพาะ สนง.ขนส่งที่ไปยื่นเรื่อง โปรดอย่านำไปอ้างอิงว่าขนส่งทุกที่ต้องเหมือนกันนะครับ เท่าที่ทราบบางที่ยังไม่เคยมีเจ้าของรถไปยื่นเรื่อง จนท.เลยไม่มีประสบการณ์เกี่ยวกับการรับเรื่องเปลี่ยนเชื้อเพลิงจากน้ำมันเป็นก๊าซ

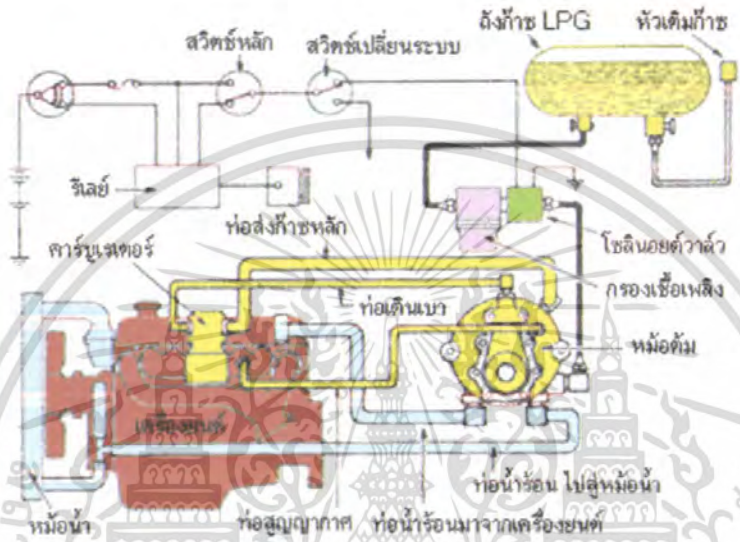
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข
การใช้ก๊าซ LPG เป็นเชื้อเพลิงแทนน้ำมัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้ก๊าซ LPG เป็นเชื้อเพลิงแทนน้ำมัน

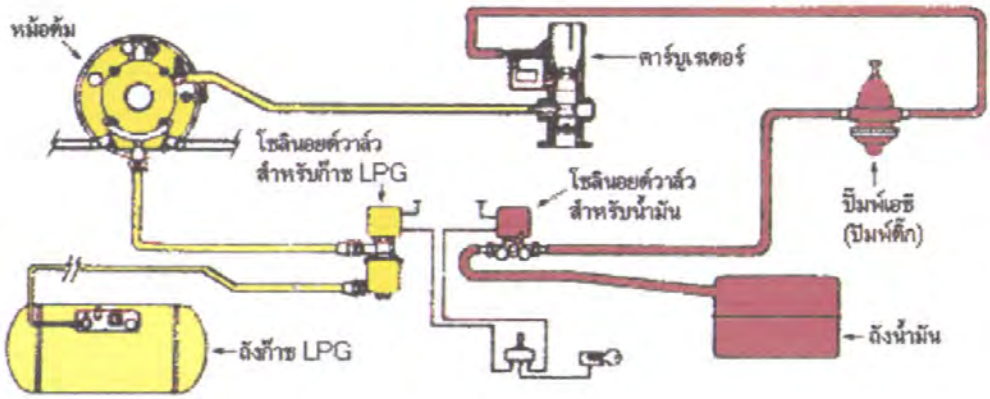
ก๊าซปิโตรเลี่ยมเหลว (Liquefied Petroleum Gas) หรือ LPG ได้มาจากการกลั่นน้ำมันดิบ หรือจากกระบวนการแยกก๊าซธรรมชาติ โดยปกติแล้วก๊าซ LPG จะอยู่ในสถานะเป็นไอ เมื่อผ่านกระบวนการเพิ่มความดัน หรือลดอุณหภูมิลงจนถึงจุดหนึ่ง ก็จะเปลี่ยนสถานะเป็นของเหลวภายใต้แรงดัน และบรรจุลงใน อุปกรณ์บรรจุก๊าซ ซึ่งทำด้วยโลหะที่มีความแข็งแรงสูง สามารถกักเก็บแรงดันของก๊าซ ที่มีลักษณะเป็นของเหลวภายในได้ ที่เราสามารถเห็นเป็นถังก๊าซขนาดต่างๆ



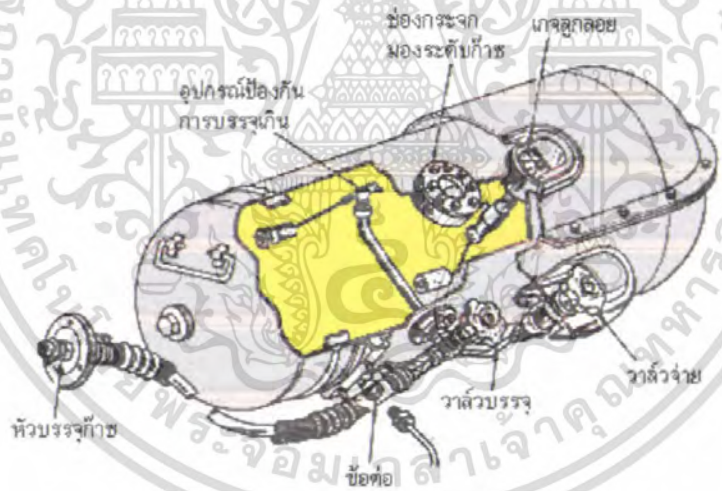
การติดตั้งระบบก๊าซ LPG สามารถติดตั้งให้เป็นระบบที่ใช้ก๊าซ LPG เป็นเชื้อเพลิงอย่างเดียว หรือเป็นแบบผสม ที่ผู้ขับขี่ สามารถเลือกใช้ LPG หรือน้ำมัน เป็นเชื้อเพลิง อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้ การติดตั้งระบบก๊าซ LPG จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่ง สำหรับผู้ใช้รถยนต์ ที่สามารถประหยัดเงินค่าเชื้อเพลิงได้ เพราะปัจจุบัน ก๊าซ LPG มีราคาถูกกว่าน้ำมันเบนซิน และน้ำมันดีเซล

อย่างไรก็ตาม การจะปรับเปลี่ยนระบบ ไปใช้ก๊าซ LPG คงต้องตรวจสอบไปทางบริษัทผู้ผลิตรถยนต์ หรือเครื่องยนต์รุ่นนั้นๆ ถึงความเป็นไปได้ ในการเปลี่ยนแปลง ข้อดี-ข้อเสีย การรับประกัน หรือสิ่งที่จะเกิดขึ้น หลังการปรับเปลี่ยนใดๆ ในตัวระบบ จึงเป็นข้อพิจารณา ที่ต้องคำนึงถึงด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



แสดงการต่อ 2 ระบบ ระหว่าง LPG และน้ำมัน อุปกรณ์สำคัญที่ติดตั้งในระบบ LPG ทั่วไป ถังเชื้อเพลิงความดันสูง (Pressurized fuel tank) เป็นถังบรรจุก๊าซ LPG เหลว ที่ตัวถัง จะมีอุปกรณ์ที่จำเป็นเช่น หัวบรรจุก๊าซ วาล์วเปิด-ปิด อุปกรณ์ป้องกันการบรรจุเกิน ช่องมองระดับเชื้อเพลิง เป็นต้น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

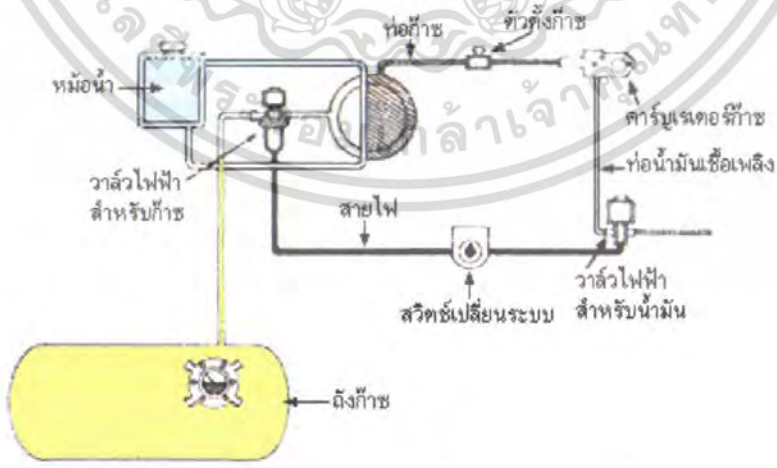
กรองเชื้อเพลิง (Fuel strainer) ทำหน้าที่กรองสิ่งสกปรก ที่อาจหลุดลอดเข้าไปผสมกับเชื้อเพลิงในถังบรรจุก๊าซ

โซลินอยด์วาล์ว (Solenoid valve) เชื้อเพลิงจากถังก๊าซ LPG จะไหลมาตามท่อก๊าซ และจะต้องผ่านอุปกรณ์ตัวนี้ ซึ่งจะทำหน้าที่ปิด (เมื่อไม่ได้ใช้งาน) หรือเปิด ให้ก๊าซไหลเข้าสู่ระบบต่อไป

หม้อต้มก๊าซ (Vaporizer) ทำหน้าที่ปรับความดัน และเพิ่มอุณหภูมิ ให้กับก๊าซ จนก๊าซเปลี่ยนสถานะจากของเหลว กลายเป็นไอ ป้อนเข้าสู่คาร์บูเรเตอร์ สำหรับความร้อนที่นำมาใช้ เพิ่มอุณหภูมิให้กับก๊าซนั้น คือความร้อนจากระบบน้ำหล่อเย็น ของเครื่องยนต์ ไหลเวียนจากเครื่องยนต์เข้ามาสู่หม้อต้ม แล้วไหลกลับไปสู่หม้อน้ำ

มิ๊กซ์เซอร์ (Mixer) คืออุปกรณ์อีกชิ้นหนึ่ง ที่ติดตั้งอยู่บริเวณคาร์บูเรเตอร์ ในจุดที่เป็นทางผ่านของอากาศ ที่มาจากไส้กรองอากาศ มิกซ์เซอร์ จะเป็นทางออกของไอก๊าซ เมื่อพบกับอากาศที่กำลังเคลื่อนที่ จากการดูดของลูกสูบในเครื่องยนต์ จะเกิดการผสมเข้ากัน กลายเป็นเชื้อเพลิง เข้าสู่กระบอกสูบต่อไป

คาร์บูเรเตอร์ (Carburetor) ในระบบเชื้อเพลิงก๊าซ LPG จะมีบริษัทผู้ผลิต ชุดอุปกรณ์สำเร็จรูปตามยี่ห้อ และรุ่นของรถยนต์ ออกจำหน่าย เช่น Tartarini, Landi-Hartog, Heinzmatic, Impco, Komat เป็นต้น ชุดผลิตภัณฑ์ ของแต่ละบริษัท อาจใช้อุปกรณ์การทำงาน ที่ไม่เหมือนกันก็ได้ เช่น บางระบบ ต้องใช้วิธีเปลี่ยนคาร์บูเรเตอร์ หรือบางระบบ ใช้วิธีติดตั้งอุปกรณ์มิกซ์เซอร์เข้าไปร่วมกับคาร์บูเรเตอร์ เป็นต้น



วงจรการทำงาน ของระบบก๊าซ LPG ระบบหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

อันตรายที่มีผลต่อสุขภาพอนามัยและมาตรฐานอาชีวอนามัยและความปลอดภัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อันตรายที่มีผลต่อสุขภาพอนามัยและมาตรฐานอาชีวอนามัยและความปลอดภัย

ผู้ที่ปฏิบัติการเกี่ยวข้องกับก๊าซปิโตรเลียมเหลวหากได้รับก๊าซจำนวนน้อยจะไม่เกิดอันตรายแต่ อย่างใด แต่ถ้าร่างกายได้รับก๊าซนี้ในปริมาณระดับหนึ่งก็จะมีผลให้เกิดอันตรายได้

มาตรฐานอาชีวอนามัยและความปลอดภัยสำหรับผู้ใช้แรงงานที่ต้องคลุกคลีและเกี่ยวข้องกับแอลพีจีโดยทั่วไปแล้ว จะกำหนดเป็นระดับความเข้มข้นเฉลี่ยของแอลพีจีในอากาศ ของสถานที่ทำงานในระยะเวลาการทำงานวันละ 8 ชั่วโมง ในเรื่องนี้กระทรวงแรงงาน สหรัฐอเมริกาได้กำหนดมาตรฐานอาชีวอนามัยและความปลอดภัยของแอลพีจีไว้ว่า "ในอากาศสถานที่ที่ทำงานจะมีแอลพีจีได้ไม่เกิน 1,000 ส่วน ต่ออากาศล้านส่วน (ppm) โดยเฉลี่ยในระยะเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมง หรือ 1,800 มิลลิกรัม ของแอลพีจีต่อหนึ่งลูกบาศก์เมตรของอากาศ"

แอลพีจี จัดอยู่ในกลุ่มที่เรียกว่า ยาสลบทั่วไป (General anesthetics) ซึ่งเป็นตัวที่ทำให้ผู้สูดดมก๊าซนี้เข้าไปมาก เกิดอาการง่วงเหงาหาวนอน เนื่องจากก๊าซนี้เป็นตัวไปกดระบบประสาทส่วนกลาง (Central nervous system depressants) ในรายที่สัมผัสก๊าซนี้จะทำให้เกิดระคายเคืองต่อเยื่อบุต่าง ๆ (mucous membrane) ทำให้ระคายเคืองต่อผิวหนัง ทำให้ผิวหนังแห้ง เนื่องจากก๊าซนี้เป็นตัวละลายไขมันของผิวหนัง (defat the skin) ทำให้เกิดโรคผิวหนัง (dermatitis) ในกรณีหายใจเข้าไปมาก ๆ อาจจะทำให้เป็นโรคปอดอักเสบ (pneumonitis) ปอดบวม (pulmonary edema) และตกเลือด (hemorrhage) หากหายใจสูดแอลพีจีเข้าไปมาก ๆ อาจถึงแก่ความตาย เพราะขาดออกซิเจน เช่นกรณีอยู่ในห้องปิด ไม่มีอากาศระบาย

ถ้าก๊าซรั่วโดยเฉพาะอย่างยิ่งขณะนอนหลับก็จะหายใจเอาก๊าซเข้าไป ทำให้ขาดออกซิเจนหมดสติและตายได้ สำหรับในบางกรณี ที่มีการติดตั้งอุปกรณ์ใช้ก๊าซ เช่น เครื่องทำน้ำร้อนในห้องอาบน้ำ ที่มีขนาดเล็กและแคบ ไม่มีการหมุนเวียนอากาศที่ดีขณะที่ใช้น้ำร้อน แอลพีจีก็จะถูกเผาไหม้เพื่อให้ความร้อน ออกซิเจนภายในห้องถูกใช้ไปในการเผาไหม้เรื่อย ๆ น้อยลงทุกที จึงอาจเกิดการเผาไหม้ ไม่สมบูรณ์ (Incomplete Combustion) เกิดก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO) แทนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ซึ่งก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์นี้เมื่อหายใจเข้าไป จะเกิดอันตราย บางรายทำให้ถึงแก่ความตายได้

ข้อปฏิบัติในกรณีฉุกเฉิน

ในกรณีที่เกิดเหตุฉุกเฉินขึ้น และมีผู้ได้รับอันตรายควรจัดให้มีการปฐมพยาบาลอย่างทันที ดังนี้

- กรณีแอลพีจีเหลว กระเด็นหรือกระฉอกเข้าตาจะต้องรีบล้างตาด้วยน้ำสะอาดหลาย ๆ ครั้งอย่างฉับพลันและให้ดึงหนังตาล่าง

และหนังตาบนอยู่เสมอ ห้ามใช้น้ำร้อนล้างตาเป็นอันขาด แล้วรีบส่งผู้ป่วยไปยังสถานพยาบาลทันที

- กรณีที่แอลพีจีเหลว ถูกผิวหนัง จะต้องล้างด้วยน้ำทันที และเมื่อเสื้อผ้าเปียกชุ่มด้วยแอลพีจีเหลว จะต้องถอดเสื้อผ้าออกทันที แล้วอาบน้ำชำระล้างผิวหนังด้วยน้ำให้หมด ห้ามใช้น้ำร้อนชำระ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ล้างผิวหนังเป็นอันขาด ถ้าหากรู้สึกระคายเคืองผิวหนังหลังจากชำระล้าง ด้วยน้ำเรียบร้อยแล้ว จะต้องส่งผู้ป่วยไปยังสถานพยาบาลทันที

-กรณีที่หายใจเอาแอลพีจีเข้าไปในปริมาณที่สูงจะต้องเคลื่อนย้ายผู้ป่วยไปยังบริเวณที่มีอากาศบริสุทธิ์ถ้าหากผู้ป่วยนั้นหยุดหายใจ จะต้องช่วยผายปอดหรือใช้เครื่องช่วยหายใจ แล้วจึงให้ผู้ป่วยได้พักผ่อนและห่มผ้าให้ร่างกายอบอุ่น แล้วส่งผู้ป่วยไปยังสถานพยาบาลโดยเร็ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

ก๊าซธรรมชาติสำหรับยานยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก๊าซธรรมชาติสำหรับยานยนต์

1. ความเป็นมา

ยานยนต์ที่ใช้ก๊าซธรรมชาติ หรือภาษาอังกฤษเรียกว่า Natural Gas Vehicles หรือเรียกย่อๆ ว่า NGV หมายถึงยานยนต์ที่ใช้ก๊าซธรรมชาติอัด (Compressed Natural Gas : CNG) เป็นเชื้อเพลิง ซึ่งก็เหมือนกับก๊าซธรรมชาติ ที่นำมาใช้ในบ้านอยู่อาศัย ในหลายๆ ประเทศ เช่น ออสเตรเลีย เพื่อการประกอบอาหาร การทำความร้อน และการทำน้ำร้อน เป็นต้น

ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงประเภทฟอสซิลอย่างหนึ่ง ซึ่งพบได้ในแอ่งใต้พื้นดิน หรืออาจพบร่วมกับน้ำมันดิบ หรือ คอนเดนเสท โดยคาดว่าจะเป็นแหล่งพลังงานหลัก ที่จะนำมาใช้ได้อีกประมาณ 60 ปีข้างหน้า ปริมาณสำรองที่พิสูจน์แล้วทั่วโลกเมื่อปี พ.ศ. 2541 มีปริมาณ 5,086 ล้านล้านลูกบาศก์ฟุต โดยพบมากที่สุด ในสหภาพโซเวียตเดิม มีปริมาณ 1,700 ล้านล้านลูกบาศก์ฟุต รองลงมาคืออิหร่าน 810 ล้านล้านลูกบาศก์ฟุต และกาตาร์ 300 ล้านล้านลูกบาศก์ฟุต

ยานยนต์ที่ใช้ก๊าซธรรมชาติได้มีการพัฒนาและนำมาใช้ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1860 (พ.ศ. 2403) โดยชาวฝรั่งเศสชื่อ Jean Etienne Lenoir แต่ยังไม่เป็นที่นิยม จนกระทั่งในช่วงสงครามโลกครั้งที่ 2 และช่วงที่เกิดวิกฤต การณ์น้ำมันในปี ค.ศ. 1973 ซึ่งทำให้ราคาน้ำมันเพิ่มสูงขึ้น ส่งผลให้การใช้ก๊าซธรรมชาติในยานยนต์เริ่มแพร่ หลายมากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเทศออสเตรเลีย แคนาดา นิวซีแลนด์ และสหรัฐอเมริกา

ในปัจจุบันการเลือกใช้เชื้อเพลิงที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยในยานยนต์ เช่น ก๊าซธรรมชาติกำลังได้รับการสนับสนุนมากขึ้นในหลายๆ ประเทศ อันเนื่องมาจากปัญหาคุณภาพอากาศ และปัญหาก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นทั่วโลก และด้วยคุณสมบัติทางฟิสิกส์ของก๊าซธรรมชาติที่ใช้ในยานยนต์พบว่ามีมลพิษ น้อยที่สุดเมื่อเทียบกับเชื้อเพลิงอื่นๆ อย่างไรก็ตาม การพัฒนาระบบควบคุมมลพิษสำหรับยานยนต์ที่ใช้ก๊าซธรรม ชาตินับว่ายังล้าหลังยานยนต์ที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิง เนื่องจาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ยานยนต์ที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงได้มีการพัฒนาเทคโนโลยีของเครื่องยนต์และการปรับปรุงสูตรของน้ำมันเชื้อเพลิงเพื่อลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมานานกว่า แต่ด้วยข้อได้เปรียบทางด้านสภาพแวดล้อม ก๊าซธรรมชาติจึงเป็นทางเลือกเชื้อเพลิงหนึ่งสำหรับยานยนต์ที่จะมี การใช้แพร่หลายมากขึ้น

2. คุณสมบัติของก๊าซธรรมชาติ

ก๊าซธรรมชาติเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอน ซึ่งประกอบด้วย ธาตุถ่านคาร์บอน (C) กับธาตุไฮโดรเจน (H) จับตัวกันเป็นโมเลกุล โดยเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ จากการทับถมของซากสิ่งมีชีวิตตามชั้นหิน ดิน และในทะเลหลายร้อยล้านปีมาแล้ว เช่นเดียวกับน้ำมัน และเนื่องจากความร้อนและความกดดันของผิวโลกจึง แปรสภาพเป็นก๊าซ

คุณสมบัติของก๊าซธรรมชาติไม่มีสี ไม่มีกลิ่น (ยกเว้นกลิ่นที่เติมเพื่อให้รู้เมื่อเกิดการรั่วไหล) และไม่มีพิษ ในสถานะปกติมีสภาพเป็นก๊าซหรือไอที่อุณหภูมิและความดันบรรยากาศ โดยมีค่าความถ่วงจำเพาะต่ำกว่า อากาศจึงเบากว่าอากาศ เมื่อเกิดการรั่วไหลจะฟุ้งกระจายไปตามบรรยากาศอย่างรวดเร็ว จึงไม่มีการสะสมลุกไหม้ บนพื้นราบ

ความแตกต่างระหว่างก๊าซธรรมชาติ (Natural Gas : NG) และก๊าซปิโตรเลียมเหลว (Liquefied Petroleum Gas : LPG) ก็คือ

- ก๊าซธรรมชาติ เป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนซึ่งมีองค์ประกอบของก๊าซมีเทน (Methane) เป็น ส่วนใหญ่ จึงเป็นก๊าซที่มีน้ำหนักเบากว่าอากาศ การขนส่งไปยังผู้ใช้จะขนส่งผ่านทางท่อในรูปก๊าซภายใต้ ความดันสูง จึงไม่เหมาะสำหรับการขนส่งไกลๆ หรืออาจบรรจุใส่ถังในรูปก๊าซธรรมชาติอัดโดยใช้ความดันสูง หรือที่เรียกว่า CNG แต่ปัจจุบันมีการส่งก๊าซธรรมชาติในรูปของเหลวโดยทำก๊าซให้เย็นลงถึง –160 องศา เซลเซียส จะได้ของเหลวที่เรียกว่า Liquefied Natural Gas หรือ LNG ซึ่งสามารถขนส่งทางเรือไปที่ไกลๆ ได้ และเมื่อถึงปลายทางก่อนนำมาใช้ก็จะทำให้ของเหลวเปลี่ยนสถานะกลับเป็นก๊าซอย่างเดิม ก๊าซธรรมชาติมีค่า ออกเทนสูงถึง 120 RON จึงสามารถนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงในยานยนต์ได้

- ก๊าซปิโตรเลียมเหลว (LPG) เป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอน ซึ่งมีองค์ประกอบของก๊าซโพรเพน (Propane) เป็นส่วนใหญ่ จึงเป็นก๊าซที่หนักกว่าอากาศ โดยตัว LPG เองไม่มีสี ไม่มีกลิ่นเช่นเดียวกับก๊าซธรรมชาติ แต่เนื่องจากเป็นก๊าซที่หนักกว่าอากาศจึงมีการสะสมและลุกไหม้ได้ง่าย ดังนั้น จึงมีข้อกำหนดให้เติมสารมีกลิ่น เพื่อเป็นการเตือนภัยหากเกิดการรั่วไหล LPG ส่วนใหญ่จะใช้เป็นเชื้อเพลิงในครัวเรือนและกิจการอุตสาหกรรม โดยบรรจุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นของเหลวใส่ถังที่ทนความดันเพื่อให้ขนถ่ายง่าย นอกจากนี้ ยังนิยมใช้แทนน้ำมันเบนซินในรถยนต์ เนื่องจากราคาถูกกว่า และมีค่าออกเทนสูงถึง 105 RON

ตารางเปรียบเทียบคุณสมบัติของ NG กับ LPG

คุณสมบัติ		NG	LPG
สถานะปกติ		ก๊าซ (เบากว่าอากาศ)	ก๊าซ (หนักกว่าอากาศ)
จุดเดือด (องศาเซลเซียส)		-162	-50-0
อุณหภูมิจุดระเบิดในอากาศ (องศาเซลเซียส)		540	400
ช่วงติดไฟในอากาศ (ร้อยละโดยปริมาตร)	ค่าสูง	15	15
	ค่าต่ำ	5	1.5
ค่าออกเทน 1/	RON2/	120	105
	MON3/	120	97

ที่มา:การปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย

หมายเหตุ:

1. ค่าออกเทน (Octane number) หมายถึง หน่วยการวัดความสามารถ ในการต้านทานการน็อคของเครื่องยนต์

2. RON (Research Octane Number) เป็นค่าออกเทนที่มีประสิทธิภาพต่อต้านการน็อคในเครื่องยนต์หลายสูบ ที่ทำงานอยู่ในรอบของช่วงหมุนต่ำ โดยใช้เครื่องยนต์ทดสอบมาตรฐานภายใต้สภาวะมาตรฐาน 600 รอบ ต่อนาที

3. MON (Motor Octane Number) เป็นค่าออกเทนที่มีประสิทธิภาพต่อต้านการน็อคในเครื่องยนต์หลายสูบ ในขณะทำงานที่รอบสูง โดยใช้เครื่องยนต์ทดสอบมาตรฐานภายใต้สภาวะมาตรฐาน 900 รอบต่อนาที

3. ยานยนต์ที่ใช้ก๊าซธรรมชาติกับผลกระทบสิ่งแวดล้อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากปัญหาสภาวะที่อุณหภูมิของโลกร้อนขึ้น และนานาประเทศก็มุ่งไปสู่การลดปัญหาก๊าซเรือนกระจก รวมทั้ง การให้ความใส่ใจกับปัญหามลพิษและคุณภาพอากาศในประเทศของตน จึงทำให้มีการปรับปรุง มาตรฐานการระบายมลสารจากยานพาหนะที่เข้มงวดขึ้น แต่ก็ยังไม่เพียงพอต่อการปรับปรุงคุณภาพอากาศให้ ดีขึ้น จนกว่าจะมีการเลือกใช้เชื้อเพลิงที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมด้วย ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงที่มีการเผาไหม้ที่สะอาดกว่าเชื้อเพลิงประเภทฟอสซิลทุกชนิด ในหลายๆ ประเทศทั่วโลก จึงส่งเสริมและสนับสนุน ให้มีการใช้ยานยนต์ที่ใช้ก๊าซธรรมชาติ เป็นเชื้อเพลิงด้วยข้อได้เปรียบ ของการเป็นเชื้อเพลิงที่สะอาด ไม่ส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อม โดยประเทศที่มีการใช้ยานยนต์ที่ใช้ก๊าซธรรมชาติอยู่แล้ว ก็มีแนวโน้มที่จะขยายการใช้มากขึ้น ได้แก่ ออสเตรเลีย ญี่ปุ่น อินโดนีเซีย เกาหลี เป็นต้น ส่วนประเทศที่ยังไม่เริ่มใช้ รัฐบาลก็กำลังส่งเสริมให้มีการใช้ในอนาคต ได้แก่ ฮ่องกง และสิงคโปร์

รัฐบาลในหลายๆ ประเทศ ได้ส่งเสริมและสนับสนุนให้มีการใช้ยานยนต์ที่ใช้ก๊าซธรรมชาติ โดยมีมาตรการลดภาษีนำเข้า ทั้งในส่วนที่เป็นอุปกรณ์ดัดแปลงเครื่องยนต์ คอมเพรสเซอร์ ตลอดจน การยกเว้นภาษีการค้า ให้แก่อุตสาหกรรมยานยนต์ที่ใช้ก๊าซธรรมชาติ ปัจจุบัน (ณ สิ้นปี พ.ศ. 2542) มีการใช้ยานยนต์ที่ใช้ก๊าซธรรมชาติ (NGV) ทั่วโลกเป็นจำนวน 1,250,886 คัน ประเทศที่มีการใช้ NGV มากที่สุด 5 อันดับแรก ได้แก่ อาร์เจนตินา จำนวน 450,000 คัน อิตาลี จำนวน 320,000 คัน รัสเซีย จำนวน 205,000 คัน สหรัฐอเมริกา จำนวน 88,594 คัน และบราซิล จำนวน 60,000 คัน จากการทดสอบปริมาณการปล่อยมลสารจากไอเสียของเครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงอื่นเปรียบเทียบกับก๊าซธรรมชาติของ Research and Development Institute Saibu Gas Co., Ltd. พบว่า รถ NGV ปล่อยก๊าซ คาร์บอนมอนอกไซด์ ไฮโดรคาร์บอน ไนโตรเจนออกไซด์ และคาร์บอนไดออกไซด์ น้อยกว่ารถที่ใช้น้ำมันเบนซิน โดยเฉพาะการปล่อยก๊าซไนโตรเจนออกไซด์เพียง 300 ส่วนในล้านส่วน ในขณะที่รถเบนซินมีการปล่อยสูงถึง 1,400 ส่วนในล้านส่วน อย่างไรก็ตาม เมื่อเปรียบเทียบกับรถที่ใช้ LPG แล้ว รถ NGV จะปล่อยก๊าซ ไฮโดรคาร์บอนมากกว่ารถ LPG เล็กน้อย

ตารางเปรียบเทียบมลสารจากไอเสียของเครื่องยนต์ที่ใช้ NG, LPG, Gasoline ที่ความเร็ว 300 รอบต่อนาที

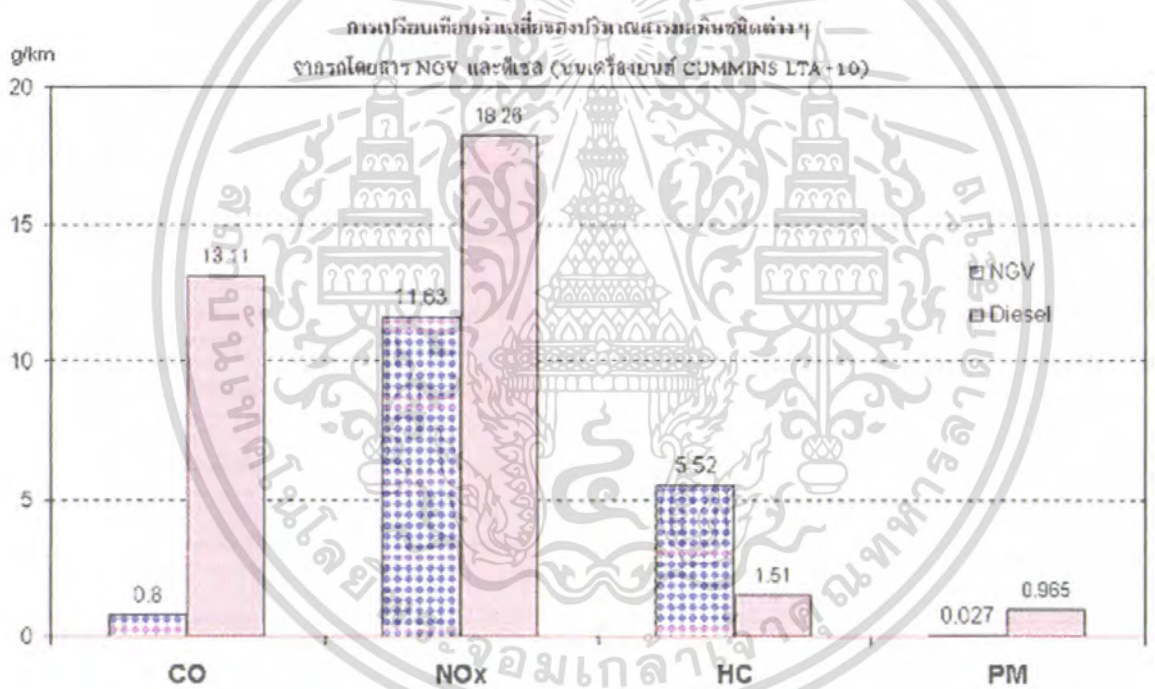
ชนิดมลสาร	ก๊าซธรรมชาติ (NG)	ก๊าซปิโตรเลียมเหลว (LPG)	เบนซิน (Gasoline)
คาร์บอนมอนอกไซด์ (ร้อยละโดยปริมาตร)	0.04	0.04	0.08
ไฮโดรคาร์บอน	1,700	1,600	2,200

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ส่วนในล้านส่วน)			
ไนโตรเจนออกไซด์ (ส่วนในล้านส่วน)	300	900	1,400
คาร์บอนไดออกไซด์ (ร้อยละโดยปริมาตร)	8.5	11.7	14.5

ที่มา : การปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย

นอกจากนี้ ยังมีการศึกษาของ West Virginia University สหรัฐอเมริกา ซึ่งศึกษาเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของปริมาณมลสารจากรถโดยสารเครื่องยนต์ CUMMINS LTA – 10 ที่ใช้ก๊าซธรรมชาติ และน้ำมันดีเซล พบว่า รถโดยสารที่ใช้ก๊าซธรรมชาติ หรือ NGV มีการปล่อยก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ไนโตรเจนออกไซด์ และฝุ่นละออง น้อยกว่ารถที่ใช้ดีเซล โดยเฉพาะฝุ่นละอองมีค่าเฉลี่ยเพียง



Source West Virginia University (Wang,W., et al, "a Study of Emissions from CNG and Diesel Fueled Heavy Duty Vehicles" SAE paper no. 932826, 1993)

0.027 กรัม/กิโลเมตร ในขณะที่รถดีเซลมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.965 กรัม/กิโลเมตร อย่างไรก็ตาม รถ NGV มีการปล่อยก๊าซไฮโดรคาร์บอนสูงกว่ารถดีเซล โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 5.52 กรัม/กิโลเมตร ในขณะที่รถดีเซลมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 1.51 กรัม/กิโลเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลการศึกษาดังกล่าวข้างต้นจะพบว่าเครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซธรรมชาติ มีระดับการปล่อยสารพิษที่ต่ำกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้เบนซินและดีเซล โดยเฉพาะคาร์บอนมอนอกไซด์ และไนโตรเจนออกไซด์ นอกจากนี้ ยังมี ข้อมูลสนับสนุนจาก The Australian Greenhouse Office ซึ่งเปรียบเทียบรถ NGV กับรถที่ใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลิง แล้ว พบว่า รถ NGV สามารถลดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ได้ถึงร้อยละ 50 – 80 ลดก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ได้ ร้อยละ 60 - 90 ลดก๊าซไฮโดรคาร์บอนได้ร้อยละ 60 – 80 ส่วนฝุ่นละอองนั้นแทบจะไม่มีฝุ่นละอองปล่อยออกมา เลย ดังนั้น รถ NGV จึงได้รับความสนใจมากขึ้น โดยเฉพาะข้อได้เปรียบทางด้านสภาพแวดล้อม

4. ระบบโครงสร้างพื้นฐานของยานยนต์ที่ใช้ก๊าซธรรมชาติ

ปัจจัยที่สำคัญในส่งเสริมการใช้รถ NGV ก็คือ การมีระบบท่อส่งก๊าซและสถานีเติมก๊าซ โดยเฉพาะโครงสร้างพื้นฐานในการตั้งสถานีเติมก๊าซซึ่งมีค่าลงทุนสูง ดังนั้น ในการจัดตั้งสถานีเติมก๊าซจึงมักคำนึงถึงการ อยู่ใกล้แหล่งที่จัดหาก๊าซธรรมชาติ หรือมีเครือข่ายระบบท่อส่งก๊าซธรรมชาติอยู่แล้ว ต้นทุนในการสร้างสถานีเติมก๊าซ สำหรับเติมรถจำนวนมากๆ จะมีค่าใช้จ่ายตั้งแต่ 250,000 – 3,000,000 เหรียญสหรัฐฯ ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับทำเลที่ตั้ง ราคาที่ดิน และปัจจัยอื่นๆ ประกอบกัน

ระบบสถานีเติมเชื้อเพลิงยานยนต์ที่ใช้ก๊าซธรรมชาติในรูปของก๊าซธรรมชาติอัด (Compressed Natural Gas : CNG) มีอยู่ 2 ระบบด้วยกัน คือ

1. Fast-fill CNG System เป็นระบบที่ออกแบบมาเพื่อให้สามารถเติมก๊าซให้กับรถได้พร้อมกันถึง 2 คัน โดยใช้เวลาเพียง 3-5 นาที ระบบนี้จะใช้คอมเพรสเซอร์ขนาดเล็กจนถึงขนาดกลาง คือ 25 – 100 ลูกบาศก์ฟุต/นาที และใช้แรงดันก๊าซสูงถึง 5,000 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว โดยมีขนาดถังบรรจุก๊าซประมาณ 20,000 - 60,000 ลูกบาศก์ฟุต
2. Slow–fill CNG System เป็นระบบที่ออกแบบมาเพื่อเป็นสนย์กลางในการเติมก๊าซให้กับรถจำนวนมากๆ โดยใช้ระยะเวลาในการเติมประมาณ 6 - 8 ชั่วโมง (ขึ้นอยู่กับปริมาณรถที่เข้ามาเติมด้วย) ระบบนี้ ใช้คอมเพรสเซอร์แรงดันปกติทั่วไปประมาณ 3,000 – 3,600 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว และมีขนาดคอมเพรสเซอร์ ใหญ่มากประมาณ 100 – 300 ลูกบาศก์ฟุต/นาที เพื่ออัดก๊าซขึ้นสู่ถังบรรจุของรถโดยตรง

โดยทั่วไป ระบบของสถานีเติมก๊าซ จะประกอบด้วย คอมเพรสเซอร์ มอเตอร์ ระบบควบคุม และระบบ ช่วยอื่นๆ ปัจจุบันมีการพัฒนานำระบบไมโครคอมพิวเตอร์มาใช้ในการควบคุมคอมเพรสเซอร์เพื่อตั้งโปรแกรม การทำงานตามที่ต้องการ และเพื่อให้คอมเพรสเซอร์มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นควรออกแบบสถานีเติมก๊าซเป็น ระบบผสมระหว่าง Fast - fill System และ Slow–fill System โดยใช้ระบบเติมเร็วในช่วงกลางวัน และใช้ระบบ เติมช้าในช่วงกลางคืนซึ่งเป็นช่วงที่มีการใช้ไฟฟ้าต่ำก็จะช่วยลดต้นทุนในการดำเนินงานลง

จากข้อมูลของ The International Association for Natural Gas Vehicles (IANGV) เมื่อเดือนธันวาคม 2542 แสดงสถิติข้อมูลจำนวนสถานีเติมก๊าซทั่วโลกมีประมาณ 3,535 สถานี โดย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สหรัฐอเมริกามีสถานี เติมก๊าซมากที่สุด จำนวน 1,287 สถานี รองลงมาคือ อาร์เจนตินา 744 สถานี อิตาลี 308 สถานี แคนาดา 222 สถานี และสหภาพโซเวียตเดิม 187 สถานี สำหรับประเทศไทยในขณะนี้มีเพียงสถานีเดียวอยู่ที่รังสิต

5. ตลาดและการพัฒนายานยนต์ที่ใช้ก๊าซธรรมชาติ

ยานยนต์ส่วนใหญ่สามารถดัดแปลงมาใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงได้ทั้งสิ้น ไม่ว่าจะเป็นรถยนต์นั่ง รถส่งของ รถโดยสาร รถยกของ หรือรถบรรทุกขนาดใหญ่ เครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซธรรมชาติมีการพัฒนามา 3 แบบ ด้วยกัน คือ

1. เครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงอย่างเดียว เรียกว่า Dedicated Engine
2. เครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซธรรมชาติ หรือ น้ำมันเป็นเชื้อเพลิง เรียกว่า Bi-fuel Engine โดยในระหว่าง การขับเคลื่อนรถยนต์สามารถเลือกใช้เชื้อเพลิงอย่างหนึ่งอย่างใดได้โดยการกดสวิทช์ที่แผง หน้าปัดรถยนต์
3. เครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซธรรมชาติกับดีเซลเป็นเชื้อเพลิงร่วมกัน เรียกว่า Dual-fuel Engine โดยการใช้เชื้อเพลิงผสมในสัดส่วนของก๊าซธรรมชาติอัดประมาณร้อยละ 85 และดีเซลร้อยละ 25 แต่เมื่อใดที่แรงดันก๊าซต่ำกินไป เครื่องยนต์ก็จะเปลี่ยนมาใช้ดีเซลได้โดยอัตโนมัติ

อุตสาหกรรมการผลิตเครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซธรรมชาติในช่วงที่ผ่านมา จึงมีการดำเนินการใน 2 ลักษณะ คือ อุตสาหกรรมการผลิตเครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซธรรมชาติโดยเฉพาะ และอุตสาหกรรมการดัดแปลงเครื่องยนต์ที่ใช้ เบนซินหรือดีเซลมาเป็นเครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซธรรมชาติ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นการดัดแปลงเครื่องยนต์มากกว่าผลิต ขึ้นใหม่ แต่ในปัจจุบันมีการผลิตเครื่องยนต์และโครงรถที่ใช้ก๊าซธรรมชาติโดยเฉพาะมากขึ้น ซึ่งมีตั้งแต่รถบรรทุก ขนาดเล็ก รถโดยสาร ไปจนถึงรถบรรทุกขนาดใหญ่ ในปัจจุบันมีผู้ผลิตอุปกรณ์ดัดแปลงและเครื่องยนต์ที่ใช้ ก๊าซธรรมชาติไม่มากนัก ได้แก่ Volvo, Caterpillar, Cummins, MAN, Daimler – Chrysler (Mercedes Benz), Scania และ Renault

เครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซธรรมชาติมีระบบการควบคุมเชื้อเพลิงโดยอาศัยหลักการเดียวกับระบบของเครื่องยนต์เบนซิน ซึ่งมีการพัฒนามาตั้งแต่ระบบที่ใช้คาบิวเรเตอร์ จนถึงระบบหัวฉีดซึ่งควบคุมด้วยระบบ อิเล็กทรอนิกส์ อย่างไรก็ตาม การพัฒนาระบบควบคุมเชื้อเพลิงที่ใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นระบบหัวฉีดยังล้าหลังเครื่องยนต์ เบนซิน โดยเพิ่งจะมีผู้ผลิตเพียง 2-3 ราย ที่เริ่มดัดแปลงมาใช้ระบบหัวฉีด และเนื่องจากก๊าซธรรมชาติ มีความหนาแน่นต่ำกว่าน้ำมันเชื้อเพลิง ดังนั้น จึงยังต้องมีการปรับปรุงแก้ไขในเรื่องของกำลังเครื่องยนต์ที่ลดลง

ในด้านต้นทุนการผลิตรถ NGV จะสูงกว่าต้นทุนการผลิตรถที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิง จึงทำให้ตลาดรถ NGV ถูกจำกัด ต้นทุนในการดัดแปลงรถจะขึ้นอยู่กับเทคโนโลยีที่ใช้ ขนาดของรถและถังบรรจุก๊าซโดยรถยนต์ ขนาดเล็กจะมีต้นทุนในการดัดแปลงตั้งแต่ 900 – 3,500 เหรียญสหรัฐฯ ส่วนรถโดยสารจะมีต้นทุนตั้งแต่ 14,000 – 40,000 เหรียญสหรัฐฯ สำหรับต้นทุนในการผลิตรถใหม่จะมีปัญหาเรื่องราคาวัตถุดิบและปริมาณการผลิตที่มี จำนวนน้อย การลดต้นทุนการผลิตโดยการเพิ่มปริมาณการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลิตให้มากขึ้น จะทำได้ต่อเมื่อสามารถขยายตลาด NGV ได้มากขึ้น โดยรัฐบาลในแต่ละประเทศที่ส่งเสริมให้มีการใช้รถ NGV เพื่อลดปัญหามลพิษทางอากาศจะ ต้องให้การสนับสนุนในรูปของเงินอุดหนุน หรือในรูปของภาษี หรือส่วนลดในการซื้ออุปกรณ์การผลิต หรือ อุปกรณ์ดัดแปลงต่างๆ เพื่อช่วยลดต้นทุนในการดำเนินงานลง ซึ่งจะส่งผลให้มีการลงทุนในอุตสาหกรรมรถ NGV เพิ่มมากขึ้น

6. มาตรฐานของถังบรรจุก๊าซ

ถังที่ใช้บรรจุก๊าซธรรมชาติสำหรับรถ NGV โดยทั่วไปจะแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิดหลักๆ คือ ถังที่ทำด้วย เหล็กหรืออลูมิเนียม และถังที่ทำด้วยพลาสติกและเสริมด้วยวัสดุใยแก้ว แต่เนื่องจากถังบรรจุก๊าซมักมีขนาดใหญ่ และน้ำหนักมาก จึงมีการพัฒนาเพื่อให้น้ำหนักเบาลงและมีความทนทานมากขึ้น ซึ่งในปัจจุบันภาคอุตสาหกรรม มีการผลิตถังอยู่ 4 ชนิดด้วยกัน คือ

ชนิดที่1 ทำด้วยเหล็ก หรือ อลูมิเนียม

ชนิดที่2 ทำด้วยเหล็ก หรือ อลูมิเนียม และหุ้มด้วยวัสดุใยแก้ว หรือเส้นใยคาร์บอน ล้อมรอบตัวถัง

ชนิดที่3 ทำด้วยแผ่นอลูมิเนียมที่บางกว่าชนิดที่ 2 และหุ้มด้วยวัสดุใยแก้วหรือเส้นใยคาร์บอนตลอดตัวถัง

ชนิดที่4 ทำด้วยแผ่นพลาสติกและหุ้มด้วยวัสดุใยแก้วและเส้นใยคาร์บอนผสมกัน

ชนิดแรกจะมีน้ำหนักมากที่สุด แต่ต้นทุนต่ำสุด ส่วนชนิดที่ 3 และ 4 มีน้ำหนักเบากว่าแต่ต้นทุนค่อนข้างสูง โดยสามารถเปรียบเทียบเป็นอัตราส่วนร้อยละให้เห็นความแตกต่างได้ดังนี้

ชนิดที่	วัสดุที่ใช้ทำตัวถัง	ต้นทุน (%)	น้ำหนัก (%)
1	เหล็ก	40	100
2	เหล็ก, วัสดุใยแก้ว	80	65
2	อลูมิเนียม, วัสดุใยแก้ว	95	55
3	อลูมิเนียม, วัสดุใยแก้ว	90	45
3	อลูมิเนียม, เส้นใยคาร์บอน	100	25
4	พลาสติก, วัสดุใยแก้วผสมเส้นใยคาร์บอน	90	30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่มา : Norman L. Newhouse, Ph.D., P.E. Manager, Design Engineering และ Dale B. Tiller, P.E. Manager, NGV Product Development "Development of All-Composite NGV Fuel Containers" May 1998.

การรับรองมาตรฐานของถังบรรจุก๊าซมีหน่วยงานทั้งที่เป็นภาครัฐและหน่วยงานอาสาสมัครเข้ามาดำเนินการ ได้แก่ มาตรฐาน NGV2, FMVSS 304, CSA B-51 Part 2 และ ISO/DIS 11439 เป็นต้น

- NGV 2 เป็นมาตรฐานของหน่วยงานอาสาสมัครของสหรัฐอเมริการับรอง โดย The American National Standards Institute (ANSI) เมื่อเดือนสิงหาคม 2535 มาตรฐานในส่วนนี้เป็นการกำหนดเงื่อนไขใน การทดสอบและตรวจสอบคุณภาพของถังเพื่อการรับประกันคุณภาพ
- FMVSS 304 เป็นกฎระเบียบที่ออกโดย The U.S. Department of Transportation, National Highway Traffic Safety Administration (DOT-NHTSA) เนื่องจากในช่วงที่ผ่านมาอุตสาหกรรมผลิตรถ NGV ประสบปัญหาในเรื่องคุณภาพของถังซึ่งเกิดรอยแตกและทำให้เกิดการรั่วของก๊าซ หน่วยงานดังกล่าวจึงได้ออก มาตรฐานความปลอดภัยสำหรับรถ NGV ซึ่งมีผลบังคับใช้ตั้งแต่เดือนธันวาคม 2539 โดยกฎระเบียบนี้กำหนด ให้มีการทดสอบคุณภาพของถังบรรจุก๊าซเพื่อความปลอดภัย การทดสอบจะครอบคลุมในเรื่องของการระเบิด รอบการใช้งาน การถูกไฟไหม้ และการรั่วซึม
- CSA B-51 Part 2 เป็นมาตรฐานอุตสาหกรรมของประเทศแคนาดาที่กระจายอำนาจให้ท้องถิ่น รับรองมาตรฐานของถังบรรจุก๊าซได้
- ISO/DIS 11439 พัฒนามาจาก ISO TC 58/SC3/WG 17 โดยคณะกรรมการซึ่งอยู่ภายใต้ The International Association of Natural Gas Vehicles

ในช่วงกว่าสามปีที่ผ่านมา คณะกรรมการของ ISO/DIS 11439, NGV 2 และ CSA B-51 Part 2 ได้มีการปรับประสานมาตรฐานให้มีความสอดคล้องกับมาตรฐานที่จำเป็นต้องมีการทดสอบ โดยครอบคลุมถึงสภาพ การใช้งาน การรับประกันคุณภาพ การทดสอบวัสดุที่ใช้ การทดสอบการผลิต และการทดสอบคุณสมบัติของถัง ดังนี้

1. สภาพการใช้งาน (Service Conditions) ได้กำหนดมาตรฐานการออกแบบ การทดสอบ และความปลอดภัยของถังบรรจุก๊าซให้มีอายุการใช้งานไม่เกิน 20 ปี ที่ระดับแรงดัน 200-240 บาร์ (200 – 240 เท่า ของบรรยากาศ) ณ อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส (หรือเท่ากับ 3,000 – 3,600 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ณ อุณหภูมิ 70 องศาฟาเรนไฮท์) และกำหนดให้ถังบรรจุก๊าซต้องมีการตรวจสอบทุกๆ 3 ปี หรือ หลังจากการเกิดอุบัติเหตุ
2. การรับประกันคุณภาพ (Quality Assurance) เกี่ยวข้องกับระยะเวลาในการทดสอบ และตรวจสอบคุณภาพของถัง เพื่อให้ผู้ผลิตผลิตถังได้ตามมาตรฐานการออกแบบและทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งส่วนใหญ่จะควบคุม ดูแลโดยหน่วยงานของรัฐ และมีคณะกรรมการ NGV 2 เป็นผู้กำหนดแนวทางปฏิบัติในด้านนี้ ทั้งนี้ ผู้ผลิตซึ่งมี ระบบตรวจสอบคุณภาพจะต้องมีการลงทะเบียนให้เป็นไปตามมาตรฐาน ISO 9001-9002 เพื่อนำไปสู่การ ตรวจสอบและทดสอบการผลิต หรืออาจจ้างผู้ตรวจสอบอิสระ เข้ามาทำหน้าที่ตรวจสอบ และทดสอบระบบคุณภาพ ของผู้ผลิตเป็นระยะๆ โดยผู้ตรวจสอบจะต้องให้การรับรองว่า วัสดุที่ใช้และการออกแบบเป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด

3. วัสดุและการทดสอบวัสดุที่ใช้ (Materials and Material Testing) ตัวถังบรรจุก๊าซที่เป็นถังชั้นนอก และถังชั้นใน ต้องทำด้วยเหล็ก หรืออลูมิเนียม ซึ่งได้รับการทดสอบแล้วว่า มีความแข็งแรงทนต่อแรงกระทบ และการผุกร่อน ในส่วนที่เสริมด้วยเส้นใย ต้องทำจากเส้นใยคาร์บอน และเส้นใยแก้วตามสัดส่วนที่กำหนด ซึ่งทดสอบแล้วว่าทนต่อแรงระเบิดได้ นอกจากนี้ เรซินที่ใช้เคลือบ ต้องเป็นวัสดุพลาสติก ที่ทำให้อ่อนตัวได้โดยใช้ความร้อน โดยคุณสมบัติเดิมไม่เปลี่ยนแปลง (Thermoplastic) หรือเป็นพลาสติกชนิดที่ถูกความร้อนครั้งหนึ่งแล้วก็หมดคุณสมบัติในการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง (Thermosetting plastic)
4. การทดสอบการผลิต (Batch and Production Testing) เป็นการสุ่มตัวอย่างในการผลิตแต่ละครั้ง เพื่อทดสอบให้มั่นใจว่าในการผลิตถังบรรจุก๊าซแต่ละครั้ง มีการออกแบบ และทำตัวถังเหมือนกันทุกครั้ง หรือมีความคงที่ในกระบวนการผลิต โดยไม่มีการปรับลดคุณสมบัติของวัสดุที่ใช้ในการผลิต การทดสอบจะรวมถึงการขยายตัวของถังชั้นนอก และถังชั้นใน การเคลือบ การรั่ว ความสมดุลของของเหลว การระเบิด และระยะเวลาการใช้งาน เพื่อให้แน่ใจว่าไม่มีความชำรุดเสียหายหรือรอยร้าวของถัง
5. การทดสอบคุณสมบัติของถัง (Qualification Testing) เป็นการทดสอบเพื่อให้มั่นใจว่าการออกแบบถังบรรจุก๊าซจะมีความปลอดภัยตลอดอายุการใช้งาน โดยจะมีการทดสอบเมื่อมีการออกแบบถังใหม่ หรือเมื่อมีการปรับปรุงถังที่ใช้งานอยู่แล้ว การทดสอบคุณสมบัติของถังมีหลายวิธี ได้แก่

- การทดสอบการระเบิด (Burst) เพื่อให้มั่นใจว่าการออกแบบถังมีพื้นฐานที่สมบูรณ์ และมีการเสริมเส้นใยตามอัตราส่วนที่กำหนดไว้
- การทดสอบรอบการใช้งานในสภาพบรรยากาศ (Ambient Cycling) เป็นการทดสอบการรั่วหรือการแตกร้าวของถัง โดยทดสอบรอบการใช้งาน ณ ระดับอุณหภูมิที่แตกต่างกัน
- การทดสอบการไหม้ไฟ (Bonfire) เป็นการทดสอบโดยนำถังบรรจุก๊าซไปวางไว้ในกองไฟ ณ ระดับแรงดันใช้งานที่ 25% และ 100% เพื่อตรวจสอบการออกแบบและการติดอุปกรณ์ลดแรงดันของถังที่เหมาะสม
- การทดสอบการทนต่อการแตกร้าว (Flaw Tolerance) เป็นการใช้เครื่องจักรทดสอบภายนอก ของถังเพื่อตรวจสอบความคงทนต่อการแตกร้าวของถัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การทดสอบการตกจากที่สูง (Drop) เป็นการทดสอบการปล่อยถังตกมาจากที่สูง ตามแนวนอนที่ระดับความสูง 3 เมตร ลงบนพื้นคอนกรีต และตามแนวตั้งที่ระดับความสูง 1.8 เมตร เพื่อตรวจสอบการรั่ว หรือรอยแตกซึ่งเป็นผลมาจากการตกลงมาจากที่สูง
- การทดสอบโดยใช้ปืนยิง (Gunfire) เป็นการทดสอบเพื่อตรวจสอบความแข็งแรงของถัง โดยใช้อาวุธปืนขนาดลำกล้อง 30 มิลลิเมตร มีความเร็วของวิถีการยิงที่ 850 เมตรต่อวินาที ซึ่งพบว่าไม่มีผล ทำให้ถังเสียหายแต่อย่างใด

เนื่องจากก๊าซธรรมชาติมีความหนาแน่นน้อยกว่าน้ำมัน รถ NGV จึงควรมีถังบรรจุก๊าซติดตั้งที่รถประมาณ 2-4 ถัง เพื่อให้สามารถวิ่งได้ระยะทางเกินกว่า 250 ไมล์ หรือเกินกว่า 400 กิโลเมตร โดยประมาณ และ เนื่องจากถังบรรจุก๊าซมีขนาดใหญ่และน้ำหนักมากจึงเป็นปัญหาหลักของรถ NGV ถึงแม้ว่าในปัจจุบันได้มีการ พัฒนาถังบรรจุก๊าซให้มีน้ำหนักเบาลง แต่ก็ยังมีขนาดใหญ่และน้ำหนักมากกว่าถังน้ำมันเชื้อเพลิงทั่วไป โดยมี ขนาดและน้ำหนักแตกต่างกันไปแล้วแต่ผู้ผลิตแต่ละราย ซึ่งสามารถเทียบขนาดของถังกับปริมาตรความจุเป็นน้ำ หรือก๊าซ หรือน้ำมันเบนซินให้เห็นความจุที่แตกต่างกันตามปริมาตรความหนาแน่นได้ดังนี้

ขนาดของถังบรรจุก๊าซที่ระดับแรงดัน 3,000 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว (207 บาร์)

ขนาดถัง (นิ้ว)	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	ปริมาตรความจุ ความจุน้ำ (ลิตร)	ความจุก๊าซ (ลบ.ฟ.)	ความจุเทียบเท่าน้ำมันเบนซิน (ลิตร)
13.7 x 35	27.2	55.5	504	15.5
13.7 x 40	30.9	64.8	592	18.1
13.7 x 45	34.5	74.4	681	20.8
13.7 x 55	42.2	93.8	857	26.2
15.7 x 35	33.1	72.3	661	20.3
15.7 x 52	49.0	116.2	1,063	32.5
15.7 x 55	51.7	123.9	1,133	34.7

ที่มา : A Division of Advanced Technical Products , Inc.

7. การส่งเสริมยานยนต์ที่ใช้ก๊าซธรรมชาติในเชิงพาณิชย์

การขยายตลาดยานยนต์ที่ใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงหรือที่เรียกว่ารถ NGV ในขณะนี้ มีการขยายไปเกือบทั่วโลกแล้วประมาณล้านกว่าคัน และมีการสร้างสถานีเติมก๊าซเป็นเครือข่ายทั้งของภาครัฐ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และเอกชน รวมประมาณสามพันกว่าสถานี Jeffrey Seisler ผู้อำนวยการบริหารของ Europcan *Natural Gas Vehicle Association* ได้กล่าวเปรียบเทียบการพัฒนาตลาดรถ NGV ไว้ว่าเปรียบเสมือนการสร้างบันได ราวข้างหนึ่งของ บันไดเปรียบเสมือนการพัฒนาเครื่องมืออุปกรณ์ ส่วนอีกข้างหนึ่งเปรียบเสมือนโครงสร้างพื้นฐานทางด้านเชื้อเพลิง และแต่ละขั้นบันไดก็เปรียบเสมือนเทคโนโลยีใหม่ๆ หรือกระบวนการที่จะสนับสนุนให้เกิดตลาดยานยนต์ และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง จุดสำคัญในแต่ละขั้นบันไดก็คือการเชื่อมโยงระหว่างขั้นบันไดแต่ละขั้น กับราวทั้งสองข้างเข้าไว้ด้วยกัน ซึ่งก็คือ หลักเกณฑ์และมาตรฐานที่ยึดโยงโครงสร้างทั้งหมดเข้าไว้ด้วยกัน ดังนั้นในการพัฒนาตลาดรถ NGV จึงเป็นสิ่งที่ท้าทายและมีความเสี่ยงไปพร้อมๆ กัน แต่ก็มีกระบวนการที่จะพัฒนาไปสู่เป้าหมายที่ชัดเจน โดยใช้ระยะเวลายาวนานพอสมควร ทั้งนี้ Jeffrey ได้กล่าวถึงการวางแผนพัฒนาตลาดรถ NGV ไว้อย่างเป็นขั้นตอนและครอบคลุมในทุกๆ ด้านไว้ดังนี้

7.1 สภาพการณ์ที่จะนำไปสู่การพัฒนาตลาดรถ NGV ให้ประสบผลสำเร็จ มีองค์ประกอบที่สำคัญอยู่ 4 ประการ คือ

1. ราคาก๊าซธรรมชาติต้องมีราคาที่ต่ำกว่าราคาน้ำมันเบนซินและดีเซล
2. ต้องมีเทคโนโลยีรถ NGV และสถานีเติมก๊าซเพียงพอ สามารถแข่งขันกับยานยนต์ ที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงได้
3. ต้องมีแหล่งผลิต ผู้จำหน่าย และระบบท่อก๊าซ ที่พร้อมจะสนับสนุนตลาดรถ NGV *ภายในประเทศอย่างเพียงพอ*
4. รัฐบาลต้องให้การสนับสนุนการใช้รถ NGV หรือสนับสนุนการใช้ก๊าซธรรมชาติ เป็นเชื้อเพลิงทางเลือก อีกประเภทหนึ่ง

7.2 บทบาทของภาครัฐมีความสำคัญต่อการสนับสนุนให้เกิดการพัฒนาตลาดรถ NGV โดยมีปัจจัยสนับสนุนที่สำคัญ 6 ประการ คือ

1. การให้สิ่งจูงใจ ได้แก่ การลดหย่อนภาษีสำหรับรถยนต์ หรือเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติ หรือให้ การอุดหนุนการผลิตรถ NGV หรือ ยานยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงทางเลือกอื่นๆ (Alternative Fuel Vehicles)
2. การใช้มาตรการบังคับ ยกตัวอย่างเช่น ในสหรัฐอเมริกาได้มีการกำหนดมาตรฐานคุณภาพอากาศในเมือง เริ่มตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2541 เพื่อเป็นตัวกำหนดการผลิตรถยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงสะอาด และในบัวโนสแอเรส เริ่มมีการใช้รถแท็กซี่ที่ใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิง ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2533
3. การริเริ่มโดยภาครัฐให้มีการใช้รถ NGV เพื่อกระตุ้นให้มีผู้ผลิตรถ NGV และเพื่อเป็นตัวอย่าง แก่ภาคเอกชนและสาธารณชนในการใช้รถ NGV ให้กว้างขวางขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การพัฒนามาตรฐานที่เป็นข้อบังคับตามกฎหมายเกี่ยวกับมาตรฐานการระบายมลพิษ องค์ประกอบของเชื้อเพลิง การดัดแปลงรถยนต์ และความปลอดภัยของถังบรรจุเชื้อเพลิง เพื่อเป็นกุญแจนำไปสู่การพัฒนาเทคโนโลยีรถ NGV เข้าสู่ตลาด
5. การให้ทุนวิจัยพัฒนาและสาธิตเทคโนโลยีโดยภาคเอกชนในระยะยาว เพื่อเป็นพื้นฐานสำคัญ ในการพัฒนาเทคโนโลยีในเชิงพาณิชย์ต่อไป
6. การสร้างความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับแนวความคิดของรถ NGV และเทคโนโลยีใหม่ๆ ให้กระจายไปสู่ผู้บริโภค โดยใช้นโยบายรัฐบาลเป็นตัวสนับสนุน

7.3 การจัดทำแผนปฏิบัติการเพื่อพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานของรถ NGV นับเป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญมาก เพราะถึงแม้ประเทศที่มีสภาพการณ์ที่เอื้ออำนวยให้มีการพัฒนาตลาดรถ NGV ดังกล่าวข้างต้นแล้ว ก็ยังไม่ใช่หลักประกันว่าจะสามารถพัฒนาตลาดรถ NGV ให้ประสบผลสำเร็จได้ เนื่องจากยังมีปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ทั้งจากภายในประเทศและนอกประเทศ รวมทั้ง การมีส่วนร่วมจากผู้ที่เกี่ยวข้องในกระบวนการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน ที่แตกต่างกันไป ดังนั้น จึงควรมีองค์กรที่จะจัดการดูแลในเรื่องนี้โดยตรง และเป็นตัวผลักดันให้เกิดการดำเนินงาน ที่จะนำไปสู่ความสำเร็จในการพัฒนาตลาดรถ NGV ซึ่งประกอบด้วย

1. การให้บริษัทอุตสาหกรรมก๊าซธรรมชาติเป็นผู้สนับสนุนกิจกรรมให้เกิดการพัฒนาตลาดรถ NGV โดยการดัดแปลงรถของบริษัทออกมาสู่ตลาดหรือการซื้อรถ NGV ใหม่ และการพัฒนาแผนการตลาด รวมไปถึงการจัดตั้งสถานีบริการก๊าซธรรมชาติ
2. การพัฒนาระบบข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับระบบขนส่งของประเทศ เพื่อการวางแผนการตลาดทั้งในระยะสั้นและระยะยาว โดยเฉพาะอย่างยิ่งข้อมูลเกี่ยวกับจำนวนรถโดยสารสาธารณะ จำนวนผู้ประกอบ รถยนต์และสถานที่ตั้ง จำนวนการผลิตรถยนต์ และชนิดของรถยนต์ แบบแผนการใช้เส้นทาง และเครือข่าย สถานีบริการก๊าซธรรมชาติที่มีอยู่ในปัจจุบัน
3. การประเมินกฎระเบียบ และประเด็นทางกฎหมายที่มีอยู่ในปัจจุบันเพื่อพิจารณาโอกาส และ ข้อจำกัดในการพัฒนาตลาดรถ NGV
4. การได้รับการสนับสนุนในระดับนโยบายและทางการเมือง เพื่อให้มีการออกมาตรการต่างๆ ที่จะสนับสนุนให้เกิดการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานและตลาดรถ NGV
5. การใช้ระบบข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับระบบขนส่งของประเทศในการกำหนดเป้าหมายการตลาด ในการดัดแปลงและการจำหน่ายรถ NGV
6. การจัดหาสถานที่ตั้งสถานีบริการก๊าซธรรมชาติที่เหมาะสมทั้งที่เป็นของรัฐและเอกชน โดยการประเมินจำนวนยานยนต์ ที่กระจายอยู่ตามพื้นที่ต่างๆ และรูปแบบการเดินทาง
7. การพัฒนากิจการที่ให้บริการดัดแปลงรถอย่างครบวงจรในลักษณะ "onc-stop-shop" โดยให้ผู้ผลิตรถและอุปกรณ์สำหรับรถ NGV เป็นผู้ให้การฝึกอบรมแก่บุคลากร ที่จะดูแลด้าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บริการออกสู่ตลาด รวมทั้งให้มีหลักสูตรการฝึกอบรมให้แก่นักศึกษาในระดับมหาวิทยาลัย เพื่อเตรียมการพัฒนาบุคลากรด้านนี้ ในระยะยาว

8. การสนับสนุนผู้ผลิตอุปกรณ์และรถ NGV ให้เข้าสู่ตลาดมากขึ้น โดยในระยะแรกอาจเป็นการสนับสนุน การดัดแปลงรถยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงร่วมสองชนิด (Bi-fuel) ให้มากขึ้น เพื่อเป็นกลยุทธ์เชื่อมโยง ไปสู่การพัฒนาเครือข่ายสถานีบริการก๊าซธรรมชาติ ให้เพียงพอ ก่อนนำไปสู่การพัฒนารถยนต์ที่ใช้ก๊าซธรรมชาติ เป็นเชื้อเพลิงเพียงอย่างเดียว (Dedicated NGV) เข้าสู่ตลาดต่อไป
9. การกำหนดมาตรฐานการระบายมลพิษที่มีความเข้มงวดมากขึ้นเพื่อคุณภาพชีวิตของประชาชน และคุณภาพอากาศที่ดีขึ้น ทั้งในระดับประเทศและระดับโลก จะเป็นแรงผลักดันให้มีการใช้รถ NGV มากขึ้น เนื่องจากเป็นรถที่ปล่อยมลพิษในระดับต่ำกว่ารถเบนซินและดีเซล
10. การประชาสัมพันธ์ผ่านสื่อต่างๆ และการสาธิตให้ประชาชน ซึ่งรวมถึงผู้บริโภคและผู้ประกอบ ธุรกิจมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับก๊าซธรรมชาติว่าสามารถเป็นทางเลือกเชื้อเพลิงทดแทนน้ำมันได้ ทั้งในด้าน ราคา แหล่งผลิตและจำหน่าย ความปลอดภัย และการเผาไหม้ที่สะอาด ซึ่งเป็นประเด็นสำคัญที่จะนำไปสู่การ พัฒนาตลาดรถ NGV ให้ประสบผลสำเร็จ ทั้งนี้ รัฐบาล ผู้จัดหาเชื้อเพลิง และผู้จำหน่ายอุปกรณ์ เป็นผู้มีบทบาท สำคัญในการส่งเสริมให้เกิดการพัฒนาตลาดรถ NGV

การนำแผนปฏิบัติการไปสู่การปฏิบัติให้บรรลุผลสำเร็จเป็นเรื่องที่จำเป็นต้องได้รับความร่วมมือจากทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้อง นับตั้งแต่ผู้ประกอบธุรกิจรถ NGV ผู้ผลิตอะไหล่และส่วนประกอบรถ NGV ผู้มีอำนาจ ตัดสินใจในระดับท้องถิ่นและระดับชาติ นอกจากการมีส่วนร่วมจากทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องแล้ว การมีผู้นำ หรือ องค์กรนำที่มีวิสัยทัศน์เป็นแกนกลางในการดำเนินการ รวมทั้ง การมีแหล่งเงินสนับสนุนการลงทุนในธุรกิจ NGV ให้พัฒนาไปได้ในระยะยาว ก็เป็นสิ่งสำคัญต่อการพัฒนาตลาดรถ NGV ให้ประสบผลสำเร็จ

8. ประสบการณ์ในประเทศไทย

ประเทศไทยได้มีการนำก๊าซปิโตรเลียมเหลว (LPG) มาใช้ในยานยนต์ตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2513 และเป็นที่แพร่หลายมากขึ้นในปี พ.ศ. 2523 เนื่องจากราคา LPG มีราคาถูกกว่าน้ำมัน ส่วนใหญ่จะใช้ในรถแท็กซี่และ รถสามล้อเครื่อง โดยมีการดัดแปลงเครื่องยนต์ที่นำเข้ามาจากญี่ปุ่น อย่างไรก็ตาม วิธีการดัดแปลงยังอยู่ในขั้นพื้นฐาน และมาตรฐานทางด้านความปลอดภัยยังไม่ดีพอ รวมทั้ง กฎระเบียบในด้านความปลอดภัยยังไม่รัดกุม จึงมักก่อให้เกิดอุบัติเหตุเพลิงไหม้หรือเกิดระเบิดได้ นอกจากนี้ สถานีเติม LPG ค่อนข้างขาดแคลน เนื่องมาจาก ต้นทุนในการก่อสร้างและราคาที่ดินในกรุงเทพฯ จึงส่งผลให้ตลาดรถยนต์ที่ใช้ LPG เป็นเชื้อเพลิง ไม่ได้รับการส่งเสริมและพัฒนาเท่าที่ควร แต่ใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัจจุบันเนื่องจากราคาน้ำมันที่เพิ่มสูงขึ้น จึงมีรถแท็กซี่เปลี่ยนไปใช้ LPG เป็นเชื้อเพลิงมากขึ้นถึงร้อยละ 70 - 80 ของจำนวนแท็กซี่ที่มีอยู่ขณะนี้ประมาณ 58,000 คัน

ต่อมาองค์การขนส่งมวลชนกรุงเทพ (ขสมก.) ได้นำรถโดยสารปรับอากาศที่ใช้ก๊าซธรรมชาติอัด (Compressed Natural Gas : CNG) ยี่ห้อ BENZ และ MAN จากเยอรมัน จำนวน 82 คัน มาให้บริการแก่ ประชาชนตั้งแต่เดือนตุลาคม 2536 โดยถือเป็นโครงการทดลองการใช้เชื้อเพลิงที่สะอาดและสามารถผลิตเองได้ ภายในประเทศ และหลังจากได้ดำเนินการมาระยะหนึ่งแล้ว ได้มีการประเมินผลการใช้รถดังกล่าว โดยการ เปรียบเทียบอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง ระดับความดังของเสียงภายในห้องโดยสาร และปริมาณสารพิษ ผลการทดสอบพอสรุปได้ดังนี้

1. รถโดยสาร CNG มีอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงมากกว่ารถโดยสารที่ใช้น้ำมันดีเซลเล็กน้อย
2. ในด้านความดังของเสียงปรากฏว่า เมื่อเทียบกันระหว่างตำแหน่งที่มีความดังของเสียงสูงที่สุด รถโดยสารที่ใช้น้ำมันดีเซลมีระดับความดังของเสียงสูงกว่ารถโดยสาร CNG (ระดับความดัง 86.4 เดซิเบล และ 80.9 เดซิเบล ตามลำดับ)
3. ปริมาณสารมลพิษจากรถโดยสาร CNG และดีเซลในทุกความเร็วของการทดสอบ ระดับคาร์บอนมอนอกไซด์ของรถ CNG – BENZ และรถ Diesel – BENZ มีปริมาณใกล้เคียงกัน ส่วนรถ CNG – MAN มีระดับคาร์บอนมอนอกไซด์สูงกว่ารถ CNG – BENZ ในช่วงความเร็ว 10 – 60 กิโลเมตร/ชั่วโมง นอกจากนี้ยังพบว่ารถ CNG ทั้งสองยี่ห้อ มีระดับควันดำต่ำกว่ารถโดยสาร ที่ใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง อย่างเห็นได้ชัด

ปัญหาและอุปสรรคของโครงการนี้ก็คือ การขาดทุนอันเนื่องมาจากต้นทุนของรถสูงมากเมื่อเทียบกับรถดีเซล และสถานีเติมก๊าซที่สร้างขึ้นมีขนาดใหญ่เกินจำนวนรถที่มารับบริการ ทำให้มีต้นทุนสูง นอกจากนี้ยังมี ปัญหาในการเติมก๊าซของรถ ขสมก. เนื่องจากมีสถานีเติมก๊าซแห่งเดียวที่รังสิต ทำให้รถโดยสารต้องเสียเวลาเดินทางไปเติมก๊าซที่สถานีรังสิต

ในปี พ.ศ. 2537 ธนาคารโลกได้ให้ความช่วยเหลือทางวิชาการแก่กระทรวงคมนาคม และสำนักงานคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ (สพช.) ในการว่าจ้างบริษัทที่ปรึกษาศึกษา การใช้ก๊าซธรรมชาติในยานยนต์ในเชิงพาณิชย์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อลดปริมาณฝุ่นละอองควันดำ (Particulate Matter : PM) ที่ออกมาจากไอเสียของยานยนต์ โดยเฉพาะในเขตกรุงเทพมหานคร ให้อยู่ในระดับที่ไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพของประชาชน โดยจะต้องลดลงร้อยละ 85 ของจำนวนฝุ่นละอองที่ออกมาในปี พ.ศ. 2536 และเพื่อศึกษาเปรียบเทียบต้นทุน ทางด้านเศรษฐศาสตร์ของรถยนต์ที่ใช้ก๊าซกับรถยนต์ดีเซล ในระดับการปล่อยมลพิษที่ใกล้เคียงกัน การศึกษานี้ได้ใช้มาตรฐานรถยนต์เครื่องดีเซลของรถโดยสาร/รถบรรทุกในระดับ 3 (Euro III) ซึ่งคาดว่าจะมีการบังคับใช้ในปี 2543 มาเปรียบเทียบต้นทุนกับรถที่จะใช้ก๊าซธรรมชาติ และผลการศึกษาได้แล้วเสร็จเมื่อกลางปี 2539

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการศึกษาดังกล่าวได้แนะนำว่าตลาดเป้าหมายหลักที่จะนำก๊าซธรรมชาติมาใช้ได้คุ้มค่าเชิงพาณิชย์ ได้แก่ รถโดยสารและรถบรรทุกหนัก ซึ่งประกอบกิจการเดินรถภายในและรอบๆ จุดศูนย์กลางกรุงเทพมหานคร เท่านั้น ทั้งนี้เพราะมีข้อจำกัดในด้านท่อก๊าซธรรมชาติ และเป็นแหล่งกำเนิดไอเสียที่มีปัญหากว่าพื้นที่อื่นๆ กลุ่มเป้าหมายรองลงมา ได้แก่ รถบรรทุกของ รถแท็กซี่ และรถสี่ล้อ ส่วนรถปิคอัพที่ใช้เครื่องดีเซลนั้น การศึกษานี้ แนะนำว่าการเปลี่ยนมาใช้ก๊าซจะไม่คุ้มค่าแต่ให้เปลี่ยนมาใช้เครื่องเบนซินหรือใช้ LPG จะเหมาะสมกว่า

นอกจากนี้ บริษัทที่ปรึกษาได้เสนอแนวทางในการพัฒนาเพื่อให้สามารถดำเนินการด้านธุรกิจก๊าซธรรมชาติ ในยานยนต์ได้ โดยเสนอให้มีการจัดตั้งองค์กรที่สนับสนุนให้เกิดการพัฒนาเทคโนโลยีและการวิเคราะห์ตลาดก๊าซธรรมชาติ รวมทั้งควรมีการพัฒนาข้อบังคับและปรับปรุงกฎระเบียบที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้เกิดความปลอดภัย ในการใช้ก๊าซธรรมชาติ ทั้งในสถานีบริการ และในรถยนต์ที่ใช้ก๊าซธรรมชาติ เป็นเชื้อเพลิง โดยโครงสร้างองค์กร ควรเป็นรูปแบบบริษัท ซึ่งการปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย (ปตท.) จะเป็นบริษัทแม่ที่เหมาะสมที่สุด และควรให้การสนับสนุนทางด้านการเงินจนกว่าธุรกิจจะมีรายได้โดยไม่ต้องรับความช่วยเหลือจากรัฐอีกต่อไป

ในขณะนี้ ปตท. ได้มีการจัดทำแผนการขยายการใช้ก๊าซธรรมชาติในยานยนต์ต่างๆ โดยในระยะแรก เป็นการดำเนินการดัดแปลงเครื่องยนต์ดีเซลเป็นระบบเชื้อเพลิงร่วม (Dual-fuel System) ซึ่งใช้ได้ทั้งน้ำมันดีเซล และก๊าซธรรมชาติ รวม 16 คัน และดัดแปลงเครื่องยนต์เบนซินเป็นระบบเชื้อเพลิงสองชนิด (Bi-fuel System) ซึ่งใช้ได้ทั้งน้ำมันเบนซินและก๊าซธรรมชาติ รวม 12 คัน ซึ่งการดัดแปลงและติดตั้งอุปกรณ์ได้แล้วเสร็จเมื่อเดือนมีนาคม 2543 และได้มีการทดสอบเครื่องยนต์บนถนนแล้ว คาดว่าจะประเมินผลการทดสอบแล้วเสร็จในเดือนสิงหาคม 2543 นอกจากนี้ ได้มีการประสานงานกับ ขสมก. และ กทม. ในการจัดทำข้อเสนอแผนงานโครงการ เพื่อรับการสนับสนุนจากกองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน โดยจะนำผลการทดสอบโครงการดังกล่าว ยืนยันประโยชน์ของการใช้ก๊าซธรรมชาติ ในการลดปัญหามลพิษทางอากาศ

ในส่วนของโครงสร้างบริการพื้นฐาน ปตท. จะพิจารณาสร้างสถานีบริการก๊าซธรรมชาติ 6 สถานีแรก ในปี 2543 โดย 3 สถานีจะสร้างรองรับรถโดยสารของ ขสมก. และรถเก็บขยะของกรุงเทพมหานคร ขณะนี้อยู่ระหว่างหาสถานที่ตั้ง และอีก 3 สถานีจะสร้างที่ ปตท. สำนักงานใหญ่ ศูนย์ปฏิบัติการชลบุรี และโรงแยกก๊าซฯ จังหวัดระยอง พร้อมกันนี้ ปตท. ได้จัดทำแผนงานเบื้องต้นในการก่อสร้างสถานีบริการก๊าซธรรมชาติ จำนวน 30 สถานี (รวม 6 สถานีแรก) ภายในปี 2543 – 2547 เพื่อให้บริการรถโดยสาร ขสมก. รถเก็บขยะของกรุงเทพมหานคร และรถเอกชนที่จะดัดแปลงเพิ่มในอนาคต นอกจากนี้ ปตท. กำลังดำเนินการศึกษาความเป็นไปได้ โครงการระบบท่อจำหน่ายก๊าซธรรมชาติ รอบกรุงเทพฯ และปริมณฑล (Bangkok Ring Gas Pipeline Project) เพื่อพัฒนาโครงสร้างบริการพื้นฐาน ในการสนับสนุนการใช้ก๊าซธรรมชาติในภาคขนส่ง รวมไปถึงภาคอุตสาหกรรม และภาคการผลิตไฟฟ้าในอนาคต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. สรุป

ยานยนต์ที่ใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิง หรือ NGV ได้มีการนำมาใช้ในหลายๆ ประเทศ เกือบทั่วทุกภูมิภาคของโลก แต่อัตราการเพิ่มยังไม่มากนักเมื่อเทียบกับยานยนต์ที่ใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลิง ทั้งนี้เนื่องจากยานยนต์ที่ใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลิง ได้มีการพัฒนาเทคโนโลยีมานานกว่า อย่างไรก็ตาม เมื่อเกิดวิกฤตการณ์น้ำมัน ก๊าซธรรมชาติ จึงเป็นทางเลือกเชื้อเพลิงหนึ่ง เพื่อทดแทนการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง ประกอบกับก๊าซธรรมชาติเป็น เชื้อเพลิงที่มีการเผาไหม้ที่สะอาด จึงได้มีการนำมาใช้อย่างแพร่หลายมากขึ้น เพื่อลดปัญหาผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

ในการพัฒนาตลาดรถ NGV จำเป็นต้องมีการพัฒนาโครงสร้างบริการพื้นฐานควบคู่ไปด้วย ได้แก่ ระบบท่อส่งก๊าซธรรมชาติ และสถานีเติมก๊าซ ซึ่งโครงสร้างบริการพื้นฐานดังกล่าวมีค่าลงทุนค่อนข้างสูง ดังนั้น การที่จะพัฒนาตลาดรถ NGV ให้แพร่หลายมากขึ้น จำเป็นต้องได้รับการสนับสนุนจากรัฐบาล ในการให้ความสำคัญกับการลดปัญหามลพิษทางอากาศ และการให้เงินอุดหนุน หรือลดหย่อนภาษีในการลงทุนพัฒนา โครงสร้างบริการพื้นฐาน อุปกรณ์การผลิต และอุปกรณ์ดัดแปลงต่างๆ ในหลายๆ ประเทศที่มีการใช้รถ NGV อย่างแพร่หลาย ส่วนใหญ่มักจะได้รับการสนับสนุนจากรัฐบาล เช่น การกำหนดมาตรการบังคับเกี่ยวกับไอเสียรถยนต์ ที่เข้มงวดขึ้นในสหรัฐอเมริกา การให้เงินอุดหนุนจากรัฐบาลในการสร้างสถานีเติมก๊าซในประเทศญี่ปุ่น การยกเว้นการเรียกเก็บภาษีสำหรับรถ NGV ในออสเตรเลียเป็นต้น

ประเทศไทยได้มีการนำรถ NGV มาให้บริการแก่ประชาชน เมื่อปี พ.ศ. 2536 โดยเป็นรถโดยสารประจำทางปรับอากาศของ ขสมก. ที่ให้บริการแก่ประชาชน จำนวน 82 คัน และขณะนี้ ปตท. อยู่ระหว่างการทดลอง และทดสอบการดัดแปลงเครื่องยนต์ ให้สามารถใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงร่วมด้วย ซึ่งโครงการดังกล่าว จะนำไปสู่การขยายผลต่อไปกับรถของ ขสมก. และรถเก็บขยะของกรุงเทพมหานคร การพัฒนาตลาดรถ NGV ในประเทศไทย จะประสบผลสำเร็จได้ ก็ต้องได้รับการสนับสนุนจากรัฐบาล และความร่วมมือจากหน่วยงานที่ เกี่ยวข้อง ในการขจัดปัญหาและอุปสรรค เพื่อสนับสนุนการพัฒนาตลาดรถ NGV ให้แพร่หลายมากขึ้นเช่นเดียวกับประเทศอื่นๆ โดยเฉพาะในช่วงที่ราคาน้ำมันมีความผันผวน และมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น ก๊าซธรรมชาติจึงเป็นทางเลือกเชื้อเพลิงหนึ่ง ที่จะมีบทบาทมากขึ้นในภาคคมนาคมขนส่งต่อไปในอนาคต

เอกสารอ้างอิง

1. การปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย "ก๊าซธรรมชาติสำหรับยานยนต์" เอกสารแผ่นพับเผยแพร่
2. บริษัท ปิโตรเคมีแห่งชาติ จำกัด "ศัพท์บัญญัติปิโตรเคมีและคำอธิบายย่อ" พิมพ์ครั้งที่ 2, 9/TH/34
3. Australian Greenhouse Office "Compressed Natural Gas Infrastructure Program" Fact Sheet

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. Australasian Natural Gas Vehicles Council "The Natural Energy" Newsletter of the ANGVC Issue 2, October 1997
5. Australasian Natural Gas Vehicles Council "Vehicle Fuel for the Future" Distributed at the NGV Conference 1999, April 1999
6. Jeffrey Seisler, Executive Director of European Natural Gas Vehicle Association "Development of a National NGV Commercialisation Plan" Presented to the International Association for Natural Gas Vehicles, Goteborge, Sweden, September 23, 1992
7. Norman L. Newhouse, Ph.D., P.E. and Dale B. Tiller, P.E. "Development of All–Composite NGV Fuel Containers" Prepared for Presentation at the NGV '98 International Conference, May 1998
8. SFA Pacific, Inc. "Natural Gas Vehicles - Little Market Growth in Ten Years" Third Quarter 1996, SFA Quartery Report

---

เชิงอรรถ

**1คอนเดนเสท (Condensate) หมายถึง ผลิตภัณฑ์ของเหลวไฮโดรคาร์บอนที่กลั่นตัวจากก๊าซธรรมชาติ

**2 Department of Energy, Energy Information Administration "International Energy Outlook 1998" April 1998.

**3The International Association for Natural Gas Vehicles "Newsletter 54" December 1999.

**4 ก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ 300 ส่วนในล้านส่วน หมายความว่าในอากาศ 1 ล้าน โมเลกุล มีก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ 300 โมเลกุล

**5วัสดุใยแก้ว (Fiberglass) คือ วัสดุที่เป็นใยของแก้วหรือกระจก มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเล็กกว่าหนึ่งในพันของนิ้ว นำมาทำเป็นผ้าแล้วใช้เรซินบางอย่างเคลือบหรือหล่อ เป็นวัสดุที่ทนต่อแรงดึงและทนฤทธิ์กรดกัดกร่อน จึงใช้ทำเรือขนาดเล็ก หรือตัวถัง หรือส่วนประกอบในตัวถังรถยนต์

**6เส้นใยคาร์บอน (Carbon fiber) คือ วัสดุที่ทำด้วยเส้นใยสารอินทรีย์ มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 7 ไมโครเมตร ใช้ในการเสริมเนื้อสารต่างๆ เช่น พลาสติก กระเบื้อง หรือโลหะ โดยใช้เส้นใยคาร์บอน 600,000 เส้นต่อพื้นที่หน้าตัดหนึ่งตารางเซนติเมตร ทำให้ได้วัสดุที่มีความแข็งแรงและทนความร้อนสูง เช่น ชิ้นส่วนของเครื่องยนต์ไอพ่นและจรวด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้