สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

เครื่องยนต์หัวฉีดก๊าซธรรมชาติ

NATURAL GAS INJECTION ENGINE

โดย

นายวันปิยะ เศวตสวัสดิกุล

นายศราวุธ พรวิลาศสิริ

นายสุธนินท์ จินต์จันทรวงศ์

นายอานนท์ บุญชัยยุทธศักดิ์

T 050180

อาจารย์ที่ปรึกษา

ดร. จินดา เจริญพรพาณิชย์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 50180
วัน,เดือน,ปี 2 1 เม.ย. 2547

.b.....
.i.....

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2545

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2545

ภาควิชา วิศวกรรมเครื่องกล

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง เครื่องยนต์หัวฉีดก๊าซธรรมชาติ

ผู้จัดทำ

1. นายวันปิยะ	เศวตสวัสดิกุล	รหัสประจำตัว	42010619
2. นายศราวุธ	พรวิลาศสิริ	รหัสประจำตัว	42010640
3. นายสุธนินท์	จินต์จันทรวงศ์	รหัสประจำตัว	42010666
4. นายอานนท์	บุญชัยยุทธศักดิ์	รหัสประจำตัว	42010696

_____ อาจารย์ที่ปรึกษา

(ดร. จินดา เจริญพรพาณิชย์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องยนต์หัวฉีดแก๊สธรรมชาติ

นายวันปิยะ เศวตสวัสดิกุล 42010619
นายศราวุธ พรวิลาศสิริ 42010640
นายสุธนินท์ จินต์จันทรวงศ์ 42010666
นายอานนท์ บุญชัยยุทธศักดิ์ 42010696
ดร. จินดา เจริญพรพาณิชย์ อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2545

บทคัดย่อ

เป็นที่ทราบกันดีว่าเชื้อเพลิงแก๊สโซลีน หรือน้ำมันดิบ ที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันกำลังลดลงอย่างรวดเร็วและมีราคาเพิ่มสูงขึ้นตามจำนวนประชากรโลกที่เพิ่มสูงขึ้น อีกทั้งมลพิษที่ปล่อยออกสู่อากาศยังมีมากขึ้นอีกด้วย ปัจจุบันจึงได้มีหลายหน่วยงานที่พยายามหาเชื้อเพลิงชนิดอื่นมาทดแทนซึ่งก็มีหลายชนิด และหนึ่งในจำนวนนั้นก็คือ ก๊าซธรรมชาติอัด(compresses natural gas)ซึ่งเป็นเชื้อเพลิงที่เหมาะสมกับเครื่องยนต์มากที่สุดชนิดหนึ่งคือ เนื่องจากมีข้อดีหลายประการเช่น สามารถขุดพบได้ภายในประเทศ ปริมาณมลพิษต่ำ และราคาถูก ซึ่งเหมาะที่จะนำมาประยุกต์ใช้กับเครื่องยนต์ และทำการวิจัยพัฒนาต่อไป

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นการออกแบบ และทดสอบ การทำงานของเครื่องยนต์หัวฉีดก๊าซธรรมชาติ เพื่อหาประสิทธิภาพในการทำงานสูงสุด เนื่องจากในปัจจุบันการใช้ก๊าซ CNG ในรถยนต์จะเป็นลักษณะการใช้คาร์บูเรชัน เป็นตัวป้อนก๊าซ CNG เข้าสู่เครื่องยนต์ ทำให้ผลของ สมรรถนะของเครื่องยนต์ที่ได้ต่ำกว่าการใช้น้ำมันเบนซินมาก สาเหตุเกิดจากควบคุมปริมาณของก๊าซ CNG ที่ป้อนเข้าสู่เครื่องยนต์ยังทำได้ไม่ดีนัก ทำให้ไม่สามารถตอบสนองต่อความต้องการของเครื่องยนต์ที่ทำงานในสภาวะต่างๆ ได้อย่างเหมาะสมเพียงพอ และในขณะที่เครื่องยนต์เดินเบายังสิ้นเปลืองปริมาณเชื้อเพลิง ก๊าซ CNG มาก การนำเชื้อเพลิง CNG มาใช้กับระบบหัวฉีดเชื้อเพลิง และควบคุมด้วยระบบอิเล็คโทรนิกส์จะทำให้สามารถควบคุมปริมาณ การป้อนเชื้อเพลิง CNG เพื่อตอบสนอง ต่อความต้องการของเครื่องยนต์ที่สภาวะต่างๆได้อย่างเหมาะสมที่สุด ทำให้ได้สมรรถนะของเครื่องยนต์สูงขึ้น มีมลพิษน้อยลง และประหยัดมากกว่าเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Natural Gas Injection Engine

Wanpiya Savetsavatdeegul
Sarawut Pronviratsiri
Sutanin Jinjuntarawong
Anon Bunchaiyottasak
Dr. Chinda Charoenphonphanich Advisor

ABSTRACT

As a result of increasing number of human , gasoline or crude oil is rapidly decreased , the price is higher and the pollution is more added. Now several groups attempt to find other suitable fuel because of many advantages. Compresses natural gas could be discovered in our country , its pollution is less and the cost is low. There fore compresses natural gas is proper for machine and development research in the future.

This dissertation is a design and a work test of natural gas injection engine that will find the best efficiency in working. Presently, CNG engine is worked by caburation method. Air is sucked pass the caburation and mix with CNG. The engine performance of this method is lower than the engine that use gasoline because we can not control the quantity of CNG (in gas status) for the optimum A/F ratio in wide range. Normally rich mixture is obtian at idle speed, Fuel injection system with electronics control for CNG can control the quantity of CNG for the best efficiency, The performance of the CNG engine will increase. We have the lower pollution and more economic.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้คงไม่อาจสำเร็จได้ด้วยดี หากมิได้รับการช่วยเหลือและร่วมมือจากบุคคลหลายฝ่ายด้วยกัน บุคคลแรกที่ต้องกล่าวถึง ซึ่งเป็นบุคคลที่สำคัญอย่างมากที่ทำให้ วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เกิดขึ้นได้ ก็คือ ดร. จินดา เจริญพรพาณิชย์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ให้ความเอาใจใส่ แนะนำให้กำลังใจ ตลอดจนชี้แนะแนวทางแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ด้วยดีเสมอมา รามถึงอาจารย์ทุกท่านที่ให้คำปรึกษาชี้แนะ และให้ความอนุเคราะห์เครื่องมือ อุปกรณ์ต่าง ๆ ตลอดจนสถานที่ที่ใช้ในการวิจัย ซึ่งข้าพเจ้าทุกคนขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

และต้องขอขอบพระคุณบุคคลสำคัญที่สุดที่ทำให้ข้าพเจ้าทุกคนมีวันนี้ ก็คือ บิดา มารดา อันเป็นที่เคารพรักยิ่ง ซึ่งอุปการะเลี้ยงดูมาเป็นอย่างดี พร้อมทั้งให้โอกาสทางการศึกษาอย่างเต็มที่ ให้ความรัก ความเอาใจใส่ ในทุก ๆ ด้าน อันหาที่เปรียบมิได้ ข้าพเจ้าทุกคนขอระลึกในพระคุณอันสุดประมาณนี้ และขอกราบขอบพระคุณมา ณ. ที่นี้ด้วย

คณะผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้าที่

บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VI
สารบัญภาพ	VII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	1
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย	1
1.4 วิธีการดำเนินงาน	2
บทที่ 2 เชื้อเพลิงก๊าซ	3
2.1 ก๊าซชีวภาพ	3
2.2 ก๊าซชีวมวล	3
2.3 ก๊าซธรรมชาติ	3
2.4 แนวโน้มการใช้ก๊าซธรรมชาติอัดในประเทศไทย	9
2.5 มาตรฐานของถังบรรจุก๊าซธรรมชาติอัด	10
2.6 การส่งเสริมยานยนต์ที่ใช้ก๊าซธรรมชาติในเชิงพาณิชย์	13
2.7 ประสบการณ์ในประเทศไทย	16
2.8 สรุป	18
บทที่ 3 ระบบหัวฉีดก๊าซธรรมชาติ	19
3.1 ระบบจ่ายเชื้อเพลิง	20
3.2 ระบบจุดระเบิดโดยมีกล่องควบคุมอิเล็กทรอนิกส์	21
3.3 ระบบควบคุมอิเล็กทรอนิกส์	22
3.4 เซนเซอร์ลิ้นเร่ง	24
3.5 เซนเซอร์วัดอุณหภูมิน้ำหล่อเย็น	26
3.6 เซนเซอร์อุณหภูมิอากาศ	28
3.7 เซนเซอร์วัดมุมเพลาข้อเหวี่ยง	30
3.8 เซนเซอร์วัดออกซิเจน	32
3.9 หัวฉีดก๊าซธรรมชาติ	33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้าที่

3.10FLOW METER 35

3.11PRESSURE REGULATOR 35

บทที่ 4 วิธีการทดลองและการคำนวณประสิทธิภาพเครื่องยนต์ 38

4.1 การหาสมรรถนะของเครื่องยนต์สันดาปภายใน 38

4.2 อุปกรณ์การทดสอบ 38

4.3 วิธีการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องยนต์ 41

4.4 สูตรที่ใช้ในการคำนวนหาประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ 42

บทที่ 5 ผลการทดลองและการวิเคราะห์ 43

5.1 ผลการทดสอบประสิทธิภาพที่ค่าความดันยังผล (Bmep) 100 kPa 43

5.2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพที่ค่าความดันยังผล (Bmep) 300 kPa 47

5.3 ผลการทดสอบประสิทธิภาพที่ค่าความดันยังผล (Bmep) 500 kPa 50

5.4 ผลการทดสอบเปรียบเทียบค่าอากาศส่วนเกินของเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติกับแก๊สโซลีน ที่ค่าความดันยังผล 100 kPa , 300 kPa , 500 kPa 54

5.5 ผลการทดสอบเปรียบเทียบความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรกของเครื่องยนต์ ก๊าซธรรมชาติกับแก๊สโซลีนที่ค่าความดันยังผล 100 kPa , 300 kPa , 500 kPa 56

5.6 ผลการทดสอบเปรียบเทียบค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติ กับแก๊สโซลีนที่ค่าความดันยังผล 100 kPa , 300 kPa , 500 kPa 58

5.7 ผลการทดสอบเปรียบเทียบปริมาณออกซิเจนของเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติกับแก๊สโซลีน ที่ค่าความดันยังผล 100 kPa , 300 kPa , 500 kPa 60

5.8 ผลการทดสอบเปรียบเทียบปริมาณคาร์บอนมอนอกไซด์ของเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติกับ แก๊สโซลีนที่ค่าความดันยังผล 100 kPa , 300 kPa , 500 kPa 62

5.9 ผลการทดสอบเปรียบเทียบปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ของเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติกับ แก๊สโซลีนที่ค่าความดันยังผล 100 kPa , 300 kPa , 500 kPa 64

5.10ผลการทดสอบเปรียบเทียบปริมาณไฮโดรคาร์บอนของเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติกับ แก๊สโซลีนที่ค่าความดันยังผล 100 kPa , 300 kPa , 500 kPa 66

บทที่ 6 สรุปผลการทดลอง 68

6.1 สรุปผลการทดสอบ 68

6.2 ข้อเสนอแนะ 69

บรรณานุกรม 70

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้าที่
2.1 แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติของก๊าซธรรมชาติอัดกับเชื้อเพลิงชนิดต่างๆ	7
2.2 ข้อดีข้อเสียของการใช้ก๊าซธรรมชาติอัดกับเครื่องยนต์ก๊าซโซลีน	8
2.3 เปรียบเทียบคุณสมบัติของถังบรรจุก๊าซแต่ละชนิด	10
2.4 ขนาดของถังบรรจุก๊าซ	13
4.1 รายละเอียดของเครื่องยนต์ที่ใช้ในการวิจัย	38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้าที่
2.1	แหล่งก๊าซธรรมชาติใต้พื้นดิน	4
2.2	แหล่งก๊าซธรรมชาติใต้ทะเล	4
2.3	กระบวนการแยกก๊าซธรรมชาติในระยะแรก	5
2.4	กระบวนการแยกก๊าซธรรมชาติเมื่อมีโรงงานปิโตรเคมี	6
3.1	การทำงานโดยรวมของหัวฉีดก๊าซธรรมชาติ	19
3.2	ไดอะแกรมควบคุมการเพิ่มหรือลดปริมาณเชื้อเพลิงเมื่อได้รับสัญญาณของเซนเซอร์ต่าง ๆ	20
3.3	รูประบบจุดระเบิดโดยใช้กล่องควบคุมอิเล็กทรอนิกส์	21
3.4	กล่องควบคุมอิเล็กทรอนิกส์	22
3.5	ค่าต่างๆที่อ่านได้จากแฮนดอนโทรลเลอร์	23
3.6	แสดงการรับสัญญาณ INPUT , OUTPUT ของกล่องควบคุมอิเล็กทรอนิกส์	24
3.7	เซนเซอร์ลิ้นเร่ง	25
3.8	ไดอะแกรมเซนเซอร์ลิ้นเร่ง	25
3.9	การต่อวงจรของเซนเซอร์ตำแหน่งลิ้นเร่งกับคอมพิวเตอร์	26
3.10	เซนเซอร์อุณหภูมิน้ำหล่อเย็น	27
3.11	ไดอะแกรมเซนเซอร์อุณหภูมิน้ำหล่อเย็น	27
3.12	การต่อวงจรของเซนเซอร์วัดอุณหภูมิน้ำหล่อเย็นกับคอมพิวเตอร์	28
3.13	ตำแหน่งการติดตั้งเซนเซอร์อุณหภูมิอากาศ	29
3.14	ไดอะแกรมตำแหน่งการติดตั้งเซนเซอร์อุณหภูมิอากาศ	29
3.15	การต่อวงจรของเซนเซอร์อุณหภูมิอากาศกับคอมพิวเตอร์	30
3.16	ตำแหน่งการติดตั้งของ Crank Angle Plate	31
3.17	ไดอะแกรมตำแหน่งการติดตั้งของ Crank Angle Plate	31
3.18	ตำแหน่งการติดตั้งออกซิเจนเซนเซอร์	32
3.19	ตำแหน่งการติดตั้งออกซิเจนเซนเซอร์	32
3.20	ไดอะแกรมตำแหน่งการติดตั้งออกซิเจนเซนเซอร์	33
3.21	หัวฉีดก๊าซธรรมชาติที่ใช้ในการฉีดเชื้อเพลิง	34
3.22	ไดอะแกรมหัวฉีดก๊าซธรรมชาติที่ใช้ในการฉีดเชื้อเพลิง	34
3.23	FLOW METER วัดอัตราการไหลก๊าซธรรมชาติ	35
3.24	PRESSURE REGULATOR ของก๊าซธรรมชาติ	36
3.25	ไดอะแกรม PRESSURE REGULATOR ของก๊าซธรรมชาติ	37
4.1	เครื่องวัดปริมาณมลพิษ	39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้าที่
4.2	ชุดจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ในการทดสอบ	39
4.3	ไดอะแกรมชุดจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ในการทดสอบ	40
5.1	กราฟเปรียบเทียบค่าอากาศส่วนเกินของเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติกับก๊าซโซลีนที่ค่าความดันยังผล (Bmep) 100 kPa	43
5.2	กราฟเปรียบเทียบค่าความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรกของเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติกับก๊าซโซลีนที่ค่าความดันยังผล (Bmep) 100 kPa	44
5.3	กราฟเปรียบเทียบค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติกับก๊าซโซลีนที่ค่าความดันยังผล (Bmep) 100 kPa	44
5.4	กราฟเปรียบเทียบปริมาณออกซิเจนของเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติกับก๊าซโซลีนที่ค่าความดันยังผล (Bmep) 100 kPa	45
5.5	กราฟเปรียบเทียบปริมาณคาร์บอนมอนอกไซด์ของเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติกับก๊าซโซลีนที่ค่าความดันยังผล (Bmep) 100 kPa	45
5.6	กราฟเปรียบเทียบปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ของเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติกับก๊าซโซลีนที่ค่าความดันยังผล (Bmep) 100 kPa	46
5.7	กราฟเปรียบเทียบปริมาณไฮโดรคาร์บอนของเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติกับก๊าซโซลีนที่ค่าความดันยังผล (Bmep) 100 kPa	46
5.8	กราฟเปรียบเทียบค่าอากาศส่วนเกินของเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติกับก๊าซโซลีนที่ค่าความดันยังผล (Bmep) 300 kPa	47
5.9	กราฟเปรียบเทียบค่าความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรกของเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติกับก๊าซโซลีนที่ค่าความดันยังผล (Bmep) 300 kPa	47
5.10	กราฟเปรียบเทียบค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติกับก๊าซโซลีนที่ค่าความดันยังผล (Bmep) 300 kPa	48
5.11	กราฟเปรียบเทียบปริมาณออกซิเจนของเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติกับก๊าซโซลีนที่ค่าความดันยังผล (Bmep) 300 kPa	48
5.12	กราฟเปรียบเทียบปริมาณคาร์บอนมอนอกไซด์ของเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติกับก๊าซโซลีนที่ค่าความดันยังผล (Bmep) 300 kPa	49
5.13	กราฟเปรียบเทียบปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ของเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติกับก๊าซโซลีนที่ค่าความดันยังผล (Bmep) 300 kPa	49
5.14	กราฟเปรียบเทียบปริมาณไฮโดรคาร์บอนของเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติกับก๊าซโซลีนที่ค่าความดันยังผล (Bmep) 300 kPa	50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้าที่
5.15	กราฟเปรียบเทียบค่าอากาศส่วนเกินของเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติกับก๊าซโซลีนที่ค่าความดันยังผล (Bmep) 500 kPa	50
5.16	กราฟเปรียบเทียบค่าความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรกของเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติกับก๊าซโซลีนที่ค่าความดันยังผล (Bmep) 500 kPa	51
5.17	กราฟเปรียบเทียบค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติกับก๊าซโซลีนที่ค่าความดันยังผล (Bmep) 500 kPa	51
5.18	กราฟเปรียบเทียบปริมาณออกซิเจนของเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติกับก๊าซโซลีนที่ค่าความดันยังผล (Bmep) 500 kPa	52
5.19	กราฟเปรียบเทียบปริมาณคาร์บอนมอนอกไซด์ของเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติกับก๊าซโซลีนที่ค่าความดันยังผล (Bmep) 500 kPa	52
5.20	กราฟเปรียบเทียบปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ของเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติกับก๊าซโซลีนที่ค่าความดันยังผล (Bmep) 500 kPa	53
5.21	กราฟเปรียบเทียบปริมาณไฮโดรคาร์บอนของเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติกับก๊าซโซลีนที่ค่าความดันยังผล (Bmep) 500 kPa	53
5.22	กราฟเปรียบเทียบค่าอากาศส่วนเกินของเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติกับแก๊สโซลีนที่ความดันยังผล 100 kPa , 300 kPa , 500 kPa	54
5.23	กราฟเปรียบเทียบค่าความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรกของเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติกับแก๊สโซลีนที่ค่าความดันยังผล 100 kPa , 300 kPa , 500 kPa	56
5.24	กราฟเปรียบเทียบค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติกับแก๊สโซลีนที่ค่าความดันยังผล 100 kPa , 300 kPa , 500 kPa	58
5.25	กราฟเปรียบเทียบค่าปริมาณออกซิเจนของเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติกับแก๊สโซลีนที่ค่าความดันยังผล 100 kPa , 300 kPa , 500 kPa	60
5.26	กราฟเปรียบเทียบค่าคาร์บอนมอนอกไซด์ของเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติกับแก๊สโซลีนที่ค่าความดันยังผล 100 kPa , 300 kPa , 500 kPa	62
5.27	กราฟเปรียบเทียบค่าคาร์บอนไดออกไซด์ของเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติกับแก๊สโซลีนที่ค่าความดันยังผล 100 kPa , 300 kPa , 500 kPa	64
5.28	กราฟเปรียบเทียบค่าไฮโดรคาร์บอนของเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติกับแก๊สโซลีนที่ค่าความดันยังผล 100 kPa , 300 kPa , 500 kPa	66

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มา

ในปัจจุบันการเลือกใช้เชื้อเพลิงที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยในยานยนต์ เช่น ก๊าซธรรมชาติ กำลังได้รับการสนับสนุนมากขึ้นในหลายๆ ประเทศ อันเนื่องมาจากปัญหาคุณภาพอากาศ และปัญหาก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นทั่วโลก และด้วยคุณสมบัติทางฟิสิกส์ของก๊าซธรรมชาติ ที่ใช้ในยานยนต์พบว่ามีมลพิษ น้อยที่สุดเมื่อเทียบกับเชื้อเพลิงอื่นๆ อย่างไรก็ตามการพัฒนาระบบควบคุมมลพิษสำหรับยานยนต์ที่ใช้ก๊าซธรรม ชาตินับว่ายังล้าหลังยานยนต์ที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิง เนื่องจากยานยนต์ที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงได้มีการพัฒนา เทคโนโลยีของเครื่องยนต์ และการปรับปรุงสูตรของน้ำมันเชื้อเพลิง เพื่อลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมานานกว่า แต่ด้วยข้อได้เปรียบทางด้านสภาพแวดล้อม ก๊าซธรรมชาติจึงเป็นทางเลือกเชื้อเพลิงหนึ่งสำหรับยานยนต์ที่จะมี การใช้แพร่หลายมากขึ้น

เนื่องจากประเทศไทยยังต้องพึ่งพาน้ำมันดิบจากต่างประเทศจำนวนมากจากสถิติที่ผ่านมา ไทยยังต้องสั่งน้ำมันดิบเข้ามาประมาณ 75 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณที่ใช้ทั้งหมดภายในประเทศ ก๊าซธรรมชาติอัดเป็นทางเลือกหนึ่งที่คาดว่าจะสามารถนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงทดแทนในอนาคตได้เพราะมีคุณสมบัติเป็นเชื้อเพลิงที่ดีหลายประการ และยังเป็นทรัพยากรที่ขุดพบได้ในประเทศด้วย

จากแนวคิดดังกล่าวเป็นจุดเริ่มต้นของการทำวิจัยในครั้งนี้ ซึ่งจะทำการออกแบบ และทดสอบ การทำงานของเครื่องยนต์หัวฉีดก๊าซธรรมชาติ เพื่อหาประสิทธิภาพในการทำงานสูงสุดโดยการควบคุมด้วยระบบอิเล็คทรอนิกส์ จะทำให้สามารถควบคุมปริมาณ การป้อนเชื้อเพลิง เพื่อตอบสนองต่อความต้องการที่สภาวะต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสมที่สุด ทำให้ได้สมรรถนะของเครื่องยนต์สูงขึ้น มีก๊าซพิษน้อยและประหยัดกว่าเดิม

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1.2.1 เพื่อนำเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติมาประยุกต์ใช้กับเครื่องยนต์ก๊าซโซลีนได้อย่างมีประสิทธิภาพและเกิดมลพิษน้อยที่สุด

1.2.2 ทำการทดสอบและเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างเครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซโซลีนเป็นเชื้อเพลิงและเครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซธรรมชาติอัดเป็นเชื้อเพลิง แล้วทำการเก็บข้อมูลต่าง ๆ เพื่อใช้ในการพัฒนาเครื่องยนต์ให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นต่อไป

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

คัดแปลงระบบต่าง ๆ ของเครื่องยนต์ก๊าซโซลีน เพื่อนำมาใช้กับเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติได้ อาทิ เช่น ระบบจ่ายเชื้อเพลิง ระบบการจุดระเบิด ระบบควบคุมอิเล็กทรอนิกส์และปรับแต่งเครื่องยนต์ให้ราบเรียบที่สุดพร้อมทั้งเก็บพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่ต้องป้อนให้กับเครื่องยนต์ควบคู่ไปด้วย ทำการทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประสิทธิภาพ และ มลพิษที่เกิดขึ้น เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนาเครื่องยนต์ระบบหัวฉีดก๊าซธรรมชาติให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นต่อไป

1.4 วิธีการดำเนินงาน

ดัดแปลงและปรับปรุงระบบหัวฉีดก๊าซธรรมชาติให้สามารถใช้กับเครื่องยนต์แก๊สโซลีนได้ อาทิ เช่น ระบบจ่ายเชื้อเพลิง ระบบจุดระเบิด ระบบควบคุมอิเล็กทรอนิกส์

เมื่อดำเนินงานต่าง ๆ ในขั้นต้นแล้วจะทำการทดสอบ ประสิทธิภาพและมลพิษของระบบหัวฉีดก๊าซโซลีน เพื่อเป็นข้อมูลอ้างอิงในการเปรียบเทียบ จากนั้นทำการติดตั้งระบบหัวฉีดก๊าซธรรมชาติแล้วปรับแต่งเครื่องยนต์ให้ราบเรียบ ซึ่งกระบวนการนี้จะได้มีการศึกษาระบบควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ควบคู่กันไปด้วย อาทิเช่น เวลาในการฉีดเชื้อเพลิงของหัวฉีด องศาในการจุดระเบิดของเครื่องยนต์ ซึ่งจะทำงานสัมพันธ์กับความเร็วรอบและภาระของเครื่องยนต์ในขณะนั้น

หลังจากทำการเก็บค่าต่าง ๆ เรียบร้อยแล้วก็จะทำการทดสอบประสิทธิภาพ และ มลพิษของเครื่องยนต์ระบบหัวฉีดก๊าซธรรมชาติเพื่อนำไปเปรียบเทียบกับ ระบบที่ใช้ก๊าซโซลีนเป็นเชื้อเพลิงซึ่งผลที่ได้จะเป็นแนวทางในการพัฒนาเครื่องยนต์ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
เชื้อเพลิงก๊าซ

เชื้อเพลิงก๊าซ (gaseous) หมายถึง ก๊าซทุกชนิดที่ทำปฏิกริยากับออกซิเจนแล้วเกิดการเผาไหม้ทำให้ได้พลังงานความร้อนที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ ก๊าซที่นำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงส่วนใหญ่จะเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนซึ่งก๊าซแต่ละชนิดจะให้ความร้อนจากการเผาไหม้ไม่เท่ากันทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณของธาตุที่เป็นองค์ประกอบสำคัญ เช่น คาร์บอน ไฮโดรเจน กำมะถัน ฯลฯ

ก๊าซที่นำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงและวัตถุดิบสำหรับผลิตภัณฑ์ต่างๆ ส่วนใหญ่ได้จากธรรมชาติ นอกจากนี้ก็สามารถได้จากกระบวนการผลิตโดยตรง เช่น พวกก๊าซสังเคราะห์ หรืออาจจะเป็นผลพลอยได้มาจากกระบวนการผลิตสิ่งอื่น และได้ก๊าซมาโดยไม่ได้ตั้งใจ เช่น ก๊าซที่ได้จากการถลุงเหล็ก เป็นต้น

ประเภทของก๊าซ

ก๊าซที่นำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงมีหลายชนิดและมีชื่อเรียกแตกต่างกันออกไป บางชนิดมีส่วนประกอบคล้ายกันแต่มีชื่อเรียกแตกต่างกัน เช่น ก๊าซชีวภาพ ก๊าซชีวมวล ก๊าซธรรมชาติ ก๊าซธรรมชาติอัด ก๊าซน้ำมัน และก๊าซที่ได้จากการกลั่นน้ำมันดิบ เป็นต้น

2.1 ก๊าซชีวภาพ (bio-gas)

ก๊าซที่เกิดจากการหมักและการย่อยสลายของสารอินทรีย์ (organic substance) เช่น มูลสัตว์ประเภทต่างๆ ตลอดจนวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร และ อุตสาหกรรม เช่น วัชพืชและเศษอาหาร

2.2 ก๊าซชีวมวล

เป็นก๊าซเชื้อเพลิงที่ได้จากกระบวนการผลิตโดยใช้ถ่านหินเป็นวัตถุดิบโดยการเผาถ่านหินหรือไม้ในเตาปฏิกรณ์แบบแพ็กเบด (packed bed) หรือ เบดแบบเคลื่อนที่ (moving bed-reactor) ที่มีปริมาณอากาศจำกัด ซึ่งปริมาณอากาศที่ใช้จะต้องมีอัตราส่วนที่พอเหมาะกับก๊าซที่จะผลิต

2.3 ก๊าซธรรมชาติ (Natural gas)

เป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนชนิดหนึ่ง โดยที่ธาตุคาร์บอนกับธาตุไฮโดรเจนจับตัวกันเป็นโมเลกุลเช่นเดียวกับน้ำมัน ธาตุสองชนิดนี้จะรวมตัวกันในสัดส่วนของอะตอมที่แตกต่างกัน และ ให้สารประกอบที่ต่างกันด้วย เช่น มีเทน ประกอบด้วย ธาตุคาร์บอน 1 อะตอม กับ ไฮโดรเจน 4 อะตอม

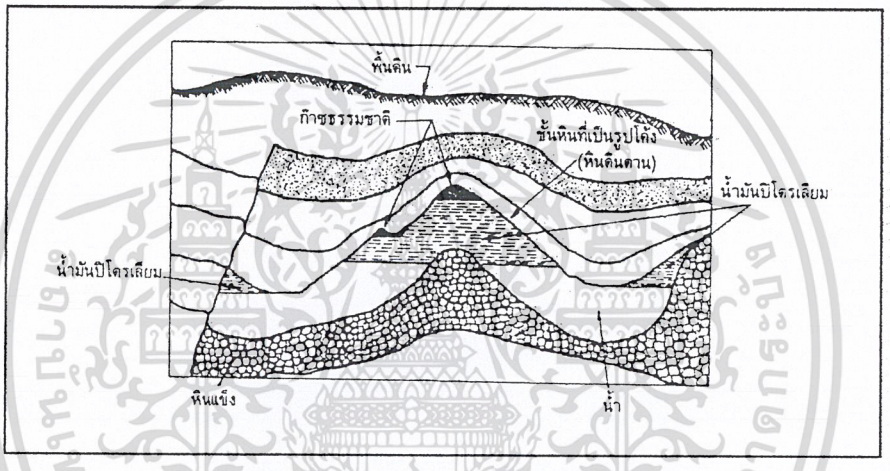
ก๊าซธรรมชาติที่ผลิตได้จากแหล่งต่างๆ ของโลกอาจจะประกอบด้วยก๊าซมีเทนล้วนๆ หรือ อาจจะมีสารประกอบไฮโดรคาร์บอนอื่นๆ ปะปนอยู่บ้าง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมของแหล่งก๊าซธรรมชาติแต่ละแห่งเป็นสำคัญ แต่โดยทั่วไปแล้วก๊าซธรรมชาติจะประกอบด้วยก๊าซมีเทนในสัดส่วน 70 เปอร์เซ็นต์ขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

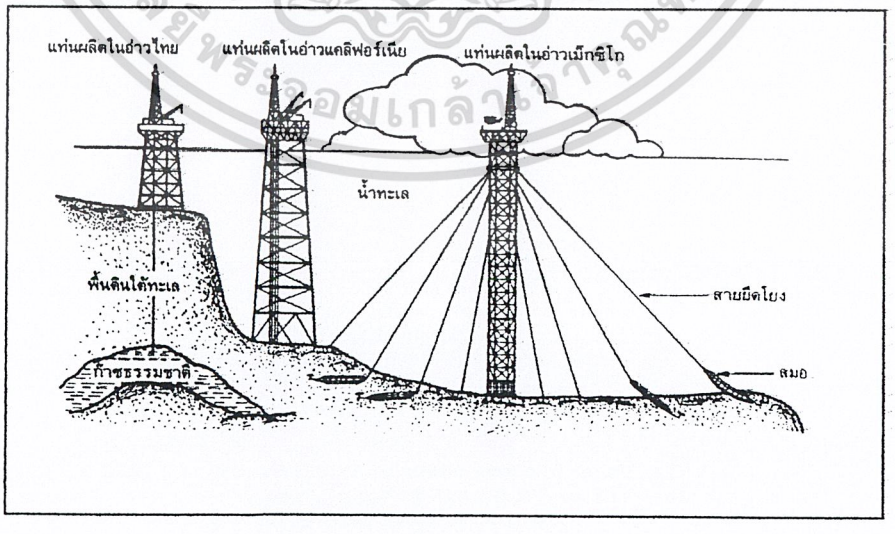
ไปและมีสารประกอบไฮโดรคาร์บอนชนิดอื่นปะปน อยู่ในสัดส่วนที่แตกต่างกัน นอกจากนี้ยังอาจมีก๊าซประเภทอื่นเจือปนอยู่ เช่น ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ และ ก๊าซไนโตรเจน เป็นต้น

2.3.1 แหล่งกำเนิดก๊าซธรรมชาติ

ก๊าซธรรมชาติส่วนใหญ่จะอยู่ใต้พื้นดินลงไป ซึ่งอาจจะอยู่กับแหล่งน้ำมันดิบ หรืออาจถูกกักเก็บในแหล่งที่เป็นก๊าซล้วนๆ หรืออาจจะมีสารประกอบไฮโดรคาร์บอนอื่นๆปนอยู่บ้าง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมของแหล่งก๊าซธรรมชาติแต่ละแห่งเป็นสำคัญ แต่โดยทั่วไปแล้วก๊าซธรรมชาติจะประกอบไปด้วยก๊าซมีเทนในสัดส่วน 70 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป และ มีสารประกอบไฮโดรคาร์บอนชนิดอื่นปะปนอยู่ในสัดส่วนที่แตกต่างกัน นอกจากนี้ยังมีก๊าซประเภทอื่นเจือปนอยู่ เช่น ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ และ ก๊าซไนโตรเจน เป็นต้น



รูปที่ 2.1 แหล่งก๊าซธรรมชาติใต้พื้นดิน



รูปที่ 2.2 แหล่งก๊าซธรรมชาติใต้ทะเล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2 ชนิดของก๊าซธรรมชาติ

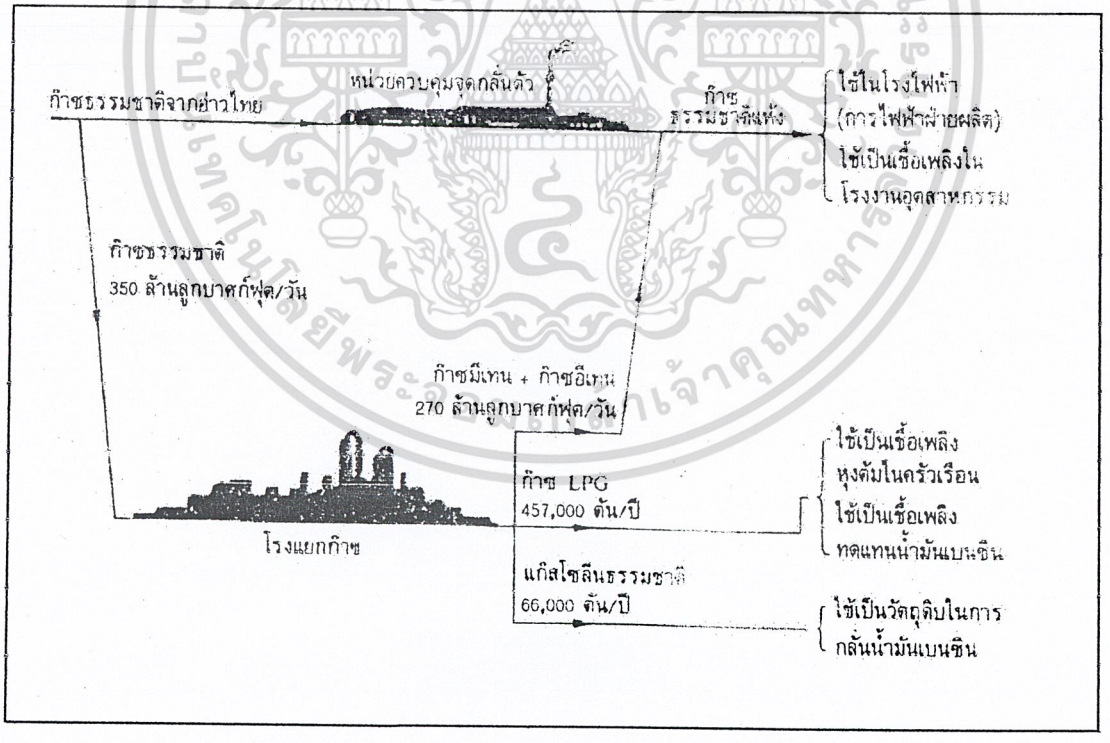
ก๊าซธรรมชาติแบ่งออกเป็นชนิดใหญ่ๆได้ 2 ชนิดคือ ก๊าซธรรมชาติแห้ง (dry natural gas) และก๊าซธรรมชาติชื้นหรือเปียก (wet natural gas)

2.3.2.1 ก๊าซธรรมชาติแห้ง

มีส่วนประกอบของก๊าซมีเทน และ ก๊าซอีเทน แต่มีปริมาณของก๊าซมีเทนมากกว่า มีสถานะเป็นไอ หรือ ก๊าซที่อุณหภูมิ และ ความดันบรรยากาศ ประกอบด้วยสารประกอบไฮโดรคาร์บอนประเภทพาราฟิน (lighter paraffin hydrocarbon) ก่อนไปใช้งานต้องมีการแยกสารมลทิน (impurity) ออกเสียก่อน

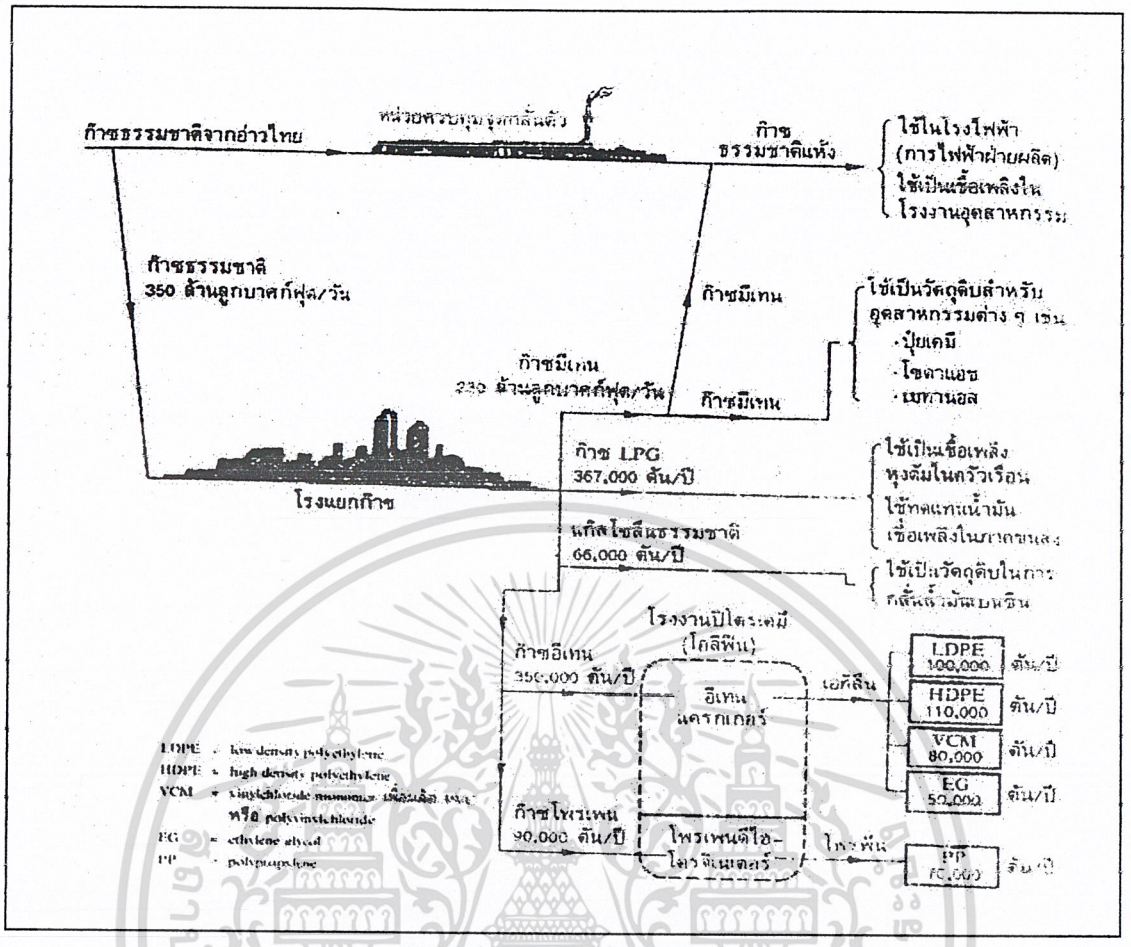
2.3.2.2 ก๊าซธรรมชาติชื้น

ประกอบด้วยสารไฮโดรคาร์บอนชนิดหนัก (heavier paraffin hydrocarbon) คือ ประกอบด้วย โพรเพน และ บิวเทน และ อาจมีสารประกอบอย่างอื่นบ้าง เช่น เพนเทน เฮกเซน และ เฮปเทน ก๊าซชนิดนี้จะมีสถานะเป็นไอ หรือ ก๊าซที่อุณหภูมิ และ ความดันบรรยากาศเช่นเดียวกับก๊าซแห้ง แต่สามารถทำให้กลั่นตัวเป็นของเหลวได้โดยลดความดันลงให้เหลือเพียง 70 ปอนด์ / ตารางนิ้ว แล้วแยกออกจากก๊าซธรรมชาติอัดใส่ถังเป็นก๊าซธรรมชาติเหลว (LPG)



รูปที่ 2.3 กระบวนการแยกก๊าซธรรมชาติในระยะแรก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 กระบวนการแยกก๊าซธรรมชาติเมื่อมีโรงงานปิโตรเคมี

2.3.3.3 ก๊าซธรรมชาติอัด

เป็นก๊าซที่แยกออกมาจากก๊าซธรรมชาติประเภทก๊าซธรรมชาติแห้ง มีส่วนประกอบของมีเทนเป็นองค์ประกอบหลัก นอกจากนี้ยังมีอีเทน โพรเพน บิวเทน และ สารประกอบไฮโดรคาร์บอนอื่นๆ และอาจมีคาร์บอนไดออกไซด์ ไนโตรเจน และสารอื่นๆ เจือปนบ้างเล็กน้อย เนื่องจากก๊าซมีเทนมีน้ำหนักเบากว่าอากาศ และ เบากว่าโพรเพนและบิวเทนมาก ดังนั้นจึงต้องเก็บก๊าซธรรมชาติอัด หรือ CNG (compressed natural gas) ไว้ในถังที่สามารถรับความดันก๊าซได้สูงกว่า 2400 ปอนด์/ตารางนิ้ว หรือประมาณ 163 เท่าของความดันบรรยากาศ ซึ่งเมื่อนำความดันไปเปรียบเทียบกับความดันในถังก๊าซ LPG แล้ว จะเห็นว่าการใช้ก๊าซ CNG จะต้องใช้ความดันสูงกว่าประมาณ 8 เท่า จึงเป็นสาเหตุให้ไม่มีผู้นิยมใช้เชื้อเพลิงที่มีส่วนประกอบหลักเป็นมีเทนในกระบวนการอุตสาหกรรมและยานพาหนะทั่วไป

ถึงแม้ในถังจะมีความดันสูงมากแต่ก๊าซ CNG ก็ยังคงสภาพความเป็นก๊าซอยู่ได้ ดังนั้นเมื่อนำออกมาใช้จึงสะดวกและมีสภาพเป็นไอได้ดีกว่าก๊าซหุงต้ม (LPG) เพราะเมื่อก๊าซ LPG ถูกอัดอยู่ในถังจะมีสภาพเป็นของเหลว และ จะมีสภาพเป็นไอเมื่อปล่อยออกมาสู่บรรยากาศภายนอก ดังนั้นสภาพเป็นไอของก๊าซ CNG จึงดีกว่า หากนำก๊าซ CNG มาใช้กับรถยนต์จะต้องใช้ถังสำหรับเก็บก๊าซ CNG ที่มีคุณสมบัติทนความดันสูงๆได้จึงจะสามารถบรรจุก๊าซ CNG ได้มาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในต่างประเทศได้มีการนำเอาก๊าซ CNG มาใช้กับรถยนต์นานแล้ว สำหรับประเทศไทยก็ได้มีการทดลองนำเอาก๊าซ CNG มาใช้กับรถประจำทาง นอกจากนี้ยังได้ทำการทดลอง และ วิจัยถึงความเหมาะสมที่จะนำเอาก๊าซ CNG มาใช้กับรถยนต์ในอนาคตด้วย

การที่ก๊าซ CNG มีกลิ่นฉุนเพราะว่ามีการเติมสารเมอร์แคปเทนลงไป เพื่อจะได้ทราบจากกลิ่นเมื่อมีการรั่วจากถังหรืออุปกรณ์ต่างๆได้โดยง่าย ก๊าซ CNG ต่างกับน้ำมันเบนซินตรงที่เป็นก๊าซไม่ใช่ของเหลว จึงทำให้การเผาไหม้ของเครื่องยนต์เกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์และสะอาดกว่า เกิดเขม่าน้อยกว่า และไม่มีตะกั่วในไอเสีย เนื่องจากก๊าซ CNG มีค่าออกเทนสูงกว่าโดยไม่ต้องเติมสารตะกั่ว มีอุณหภูมิจุดติดไฟสูงถึง 704 องศาเซลเซียส ดังนั้นโอกาสที่จะทำให้เกิดการชิงจุดก่อนในเครื่องยนต์จึงไม่มี อย่างไรก็ตามการใช้ก๊าซ CNG กับรถยนต์ก็อาจจะทำให้ประสิทธิภาพ และ อัตราการเร่งลดลงไปกว่าเดิมเล็กน้อย เนื่องจากค่าความร้อนทางเชื้อเพลิงต่ำกว่าเบนซินและก๊าซ LPG เมื่อคิดเทียบจากปริมาตร (ที่มีสภาพเป็นไอ) เท่ากัน

เนื่องจากก๊าซธรรมชาติอัดเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนชนิดหนึ่ง จึงสามารถนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงได้เช่นเดียวกับน้ำมัน และ ก๊าซหุงต้ม (LPG) แต่วิธีการนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงจะแตกต่างกันซึ่งขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของเชื้อเพลิงแต่ละประเภท

คุณสมบัติของก๊าซ CNG

1. สถานะปกติมีสภาพเป็นก๊าซ
2. ก๊าซธรรมชาติอัดมีค่าความถ่วงจำเพาะต่ำกว่าอากาศจึงมีคุณสมบัติเบากว่าอากาศ ดังนั้นเมื่อก๊าซรั่วไหลจะฟุ้งกระจายไปในบรรยากาศได้อย่างรวดเร็ว
3. ค่าออกเทนนัมเบอร์ประมาณ 130 จึงสามารถนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงในรถยนต์ได้อย่างเหมาะสม
4. ก๊าซธรรมชาติ เป็นก๊าซที่ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น ยกเว้นกลิ่นที่เติมเพื่อให้รู้เมื่อเกิดกการรั่วไหล

ตารางที่ 2.1 แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติของก๊าซธรรมชาติอัดกับเชื้อเพลิงชนิดต่างๆ

คุณสมบัติ	เบนซิน	ดีเซล	LPG	CNG
สถานะปกติ	ของเหลว	ของเหลว	ก๊าซ	ก๊าซ
ความถ่วงจำเพาะ	0.73	0.83	0.64	0.14
จุดเดือด	25 - 100	150 - 360	-50 - 0	-162
ความร้อนจำเพาะ	43.5	42.5	46.1	47.7
อุณหภูมิระเบิดในอากาศ	220	220	400	540
ช่วงติดไฟ ค่าสูง	8	6.5	15	15
อากาศ (% ปริมาตร) ค่าต่ำ	0.6	0.6	1.5	5
อากาศที่ใช้ในการสันดาป	14.8	14.5	15.5	17.2
ค่าออกเทน	91		105	120

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 ข้อดีข้อเสียของการใช้ก๊าซธรรมชาติอัดกับเครื่องยนต์ก๊าซโซลีน

ข้อดี	ข้อเสีย
1. ประหยัดค่าน้ำมันเชื้อเพลิง จากข้อมูลของประเทศต่างๆ พบว่า ราคาของก๊าซธรรมชาติอัดเมื่อเทียบกับค่าสมดุลความร้อนเท่ากับน้ำมันเบนซิน 1 ลิตร จะมีราคาถูกกว่าประมาณ 50 %	1.ขีดจำกัดในระยะทางวิ่ง เมื่อเทียบปริมาตรความจุของก๊าซธรรมชาติอัดกับน้ำมันเบนซินที่ปริมาตรเดียวกัน น้ำมันเบนซินเมื่อกลายเป็นไอจะมีปริมาตรมากกว่าก๊าซ ธรรมชาติอัด ซึ่งถ้าต้องการให้รถยนต์วิ่งได้ระยะทางเท่ากับเมื่อใช้น้ำมัน จะต้องเพิ่มถังบรรจุก๊าซ ธรรมชาติอัดให้มากขึ้น
2. ลดค่าบำรุงรักษาและเพิ่มอายุเครื่องยนต์ เนื่องจากก๊าซธรรมชาติอัดเป็นเชื้อเพลิงที่อยู่ในสถานะก๊าซ จึงเกิดการเผาไหม้อย่างสมบูรณ์ ไม่มีเขม่าเกาะที่ถูกสูบและไม่มีเขม่าไปรวมตัวกันที่น้ำมันเครื่อง จากสถิติพบว่าสามารถยืดอายุน้ำมันเครื่องได้ 15000 กิโลเมตร / ครั้ง และยืดอายุเครื่องยนต์ได้ถึง 2 เท่า	2.จำกัดช่องว่างในการบรรทุกน้ำหนัก ทั้งนี้เนื่องจากต้องการใช้ถังบรรจุก๊าซเป็นอุปกรณ์เพิ่มเติม จึงเป็นการเพิ่มน้ำหนักแก่ตัวรถ ทำให้เสียพื้นที่ในการบรรทุกของด้วย
3.ลดมลภาวะ เนื่องจากก๊าซธรรมชาติอัดสามารถเกิดการเผาไหม้ได้อย่างสมบูรณ์และในเชื้อเพลิงไม่มีสารตะกั่วเจือปน ดังนั้นจึงช่วยลดมลพิษได้ถึง 90%	3.ปัญหาความสะดวกในการหาแหล่งเติมก๊าซธรรมชาติอัดเนื่องจากประเทศเรายังไม่มีระบบท่อก๊าซมากพอ จึงเป็นอุปสรรคสำคัญในการตั้งสถานีบริการตามแนวท่อ นอกจากนี้สถานบริการแบบแม่กับลูกต้องมีเงินลงทุนสูง ผู้ลงทุนจำเป็นต้องคำนึงความคุ้มทุน จึงอาจเป็นปัญหาสำหรับผู้ที่คิดแปลงรถในการหาสถานีเติมก๊าซ
4.เครื่องยนต์เดินเรียบและติดเครื่องง่ายกว่าขณะอากาศเย็น เนื่องจากก๊าซธรรมชาติอัดมีสถานะเป็นก๊าซจึงทำให้สามารถติดเครื่องได้ดีกว่าเพราะเครื่องยนต์ไม่จำเป็นต้องใช้ความร้อนในการอุ่นเครื่อง นอกจากนี้ค่าออกเทนของก๊าซธรรมชาติอัดยังสูงกว่า ซึ่งมีผลในการป้องกันการน็อกของเครื่องยนต์ได้	4.กำลังเครื่องยนต์ลดลง10-15% เนื่องจากค่าความร้อนของก๊าซธรรมชาติเมื่อเทียบเท่ากับน้ำมันเชื้อเพลิงจะต่ำกว่าประมาณ 10-15 %
5.มีความปลอดภัยสูง เนื่องจากอุปกรณ์ต่างๆออกแบบมาเพื่อให้มีความทนทานต่อความดันสูง และในกรณีที่ก๊าซรั่ว ก๊าซธรรมชาติมีคุณสมบัติเบากว่าอากาศจึงกระจายสู่บรรยากาศแทนที่ขังตัวอยู่ในที่ต่ำเหมือนเชื้อเพลิงต่างๆ นองจากนี้ช่วงการติดไฟ	5.ค่าดัดแปลงและราคาอุปกรณ์ค่อนข้างสูง เนื่องจากจำเป็นจะต้องใช้วัสดุที่ทนความดันสูงและมีมาตรฐานความปลอดภัย ซึ่งอุปกรณ์ต่างๆยังหายาก จึงทำให้ราคาดัดแปลงค่อนข้างสูงด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของก๊าซธรรมชาติอัดอยู่ในช่วง 5-15% โดยปริมาตรและอุณหภูมิประมาณ 1200 องศาฟาเรนไฮท์ถ้าเป็นน้ำมันเบนซินจะมีค่าประมาณ 0.6-8 % ที่ 800 องศาฟาเรนไฮท์	

2.4 แนวโน้มการใช้ก๊าซธรรมชาติอัดในประเทศไทย

เนื่องจากลักษณะการใช้เชื้อเพลิงในประเทศไทยยังจำเป็นต้องพึ่งพาน้ำมันดิบจากต่างประเทศจำนวนมาก จากสถิติที่ผ่านมา ประเทศไทยยังต้องสั่งน้ำมันดิบเข้ามาประมาณ 75 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณที่ใช้ทั้งหมดในประเทศ และ ในจำนวนนี้ภาคการขนส่งเป็นภาคที่มีการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงเป็นจำนวนมากที่สุด จึงได้มีการพัฒนาหาเชื้อเพลิงอื่นๆเพื่อทดแทนน้ำมัน เช่น การนำก๊าซหุงต้มมาใช้ในรถยนต์ ซึ่งกำลังเป็นที่นิยมกันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน

ก๊าซธรรมชาติอัดเป็นเชื้อเพลิงอีกประเภทหนึ่ง ซึ่งกำลังอยู่ในขั้นศึกษา และ ทดสอบอยู่ และ คาดว่าจะสามารถนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงทดแทนน้ำมันในอนาคตได้ ทั้งนี้เพราะก๊าซธรรมชาติอัดมีคุณสมบัติในการเป็นเชื้อเพลิงที่ดีหลายประการ และ ก๊าซธรรมชาติอัดยังเป็นเชื้อเพลิงที่ขุดพบในประเทศด้วย ดังนั้นจึงได้มีการศึกษา และ ทดสอบการใช้ก๊าซธรรมชาติอัดโดยใช้รถขององค์การขนส่งมวลชนกรุงเทพฯ (ขสมก) ในเขตการเดินรถแถวสำโรง ปู่เจ้าสมิงพราย โดยทำการเก็บข้อมูล และ ทดสอบเพื่อประเมินความเป็นไปได้ในการใช้ก๊าซธรรมชาติกับรถยนต์โดยสาร ขสมก สำหรับการปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย (ปตท) มีโครงการที่จะทดลองใช้ก๊าซธรรมชาติอัดกับรถยนต์หรือกลุ่มรถยนต์ที่วิ่งใช้งานอยู่ตามแนวท่อก๊าซธรรมชาติด้วย

อย่างไรก็ตามการใช้ก๊าซธรรมชาติเพื่อทดแทนน้ำมันเชื้อเพลิงในรถยนต์นั้นอาจมีลักษณะแนวโน้มจำเพาะบางประการ คือ

1. ลักษณะของการใช้ก๊าซธรรมชาติอัดในรถยนต์มุ่งที่จะพัฒนาเพื่อใช้ทดแทนน้ำมันเบนซินและน้ำมันดีเซล

2. แนวทางการใช้ก๊าซธรรมชาติอัดในรถยนต์นั้น ในขั้นต้นจะเริ่มเฉพาะในเขตกรุงเทพฯ และ บริเวณตามแนวท่อก๊าซธรรมชาติผ่าน ทั้งนี้เพื่อความสะดวกในการตั้งสถานีบริการก๊าซธรรมชาติอัดตามแนวท่อซึ่งมีการลงทุนต่ำ สำหรับในเขตกรุงเทพชั้นในนั้นอาจมีการลงทุนตั้งสถานีบริการก๊าซธรรมชาติอัดระบบแม่กับลูก ทั้งนี้เพื่อหลีกเลี่ยงอุปสรรคในการวางท่อย่อยซึ่งจะต้องพิจารณาถึงระบบผังเมือง และ การจราจรด้วย อย่างไรก็ตามการที่จะตั้งสถานีบริการระบบใดนั้นคงต้องมีการพิจารณาถึงความเหมาะสม และ การลงทุน เพื่อให้สอดคล้องกับลักษณะ และ แนวทางการใช้ก๊าซธรรมชาติอัดในรถยนต์

3. การใช้ก๊าซธรรมชาติอัดในรถยนต์นั้นเหมาะกับหน่วยงานที่มีรถยนต์เป็นกลุ่มๆ จำนวนมากๆ เช่น ขสมก องค์การโทรศัพท์ กฟผ เทศบาล หรือ บขส. เป็นต้น ทั้งนี้เพื่อความสะดวกในการเติมก๊าซธรรมชาติอัดภายหลังการใช้งานรถประจำวัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ด้านการแปลงรถยนต์มาใช้ก๊าซธรรมชาติอัด ในปัจจุบันอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในการดัดแปลงยังต้องนำเข้าจากต่างประเทศ จึงทำให้มีราคาแพง และ เสียเวลาในการขนส่ง อย่างไรก็ตามถ้ามีการใช้ก๊าซธรรมชาติอัดทดแทนน้ำมันเชื้อเพลิงแพร่หลายขึ้น อุปกรณ์ต่างๆอาจจะมีราคาถูกลงกว่าปัจจุบัน

5. ในแง่ของรัฐบาล อาจจะต้องให้การสนับสนุนหรือส่งเสริมให้ใช้ก๊าซธรรมชาติอัดมากขึ้นเพื่อทดแทนน้ำมันเชื้อเพลิง โดยอาจช่วยเหลือด้านเงินทุนในการดัดแปลง หรือ ช่วยเหลือในรูปของการลดภาษีให้แก่รถยนต์ที่ดัดแปลงมาใช้ก๊าซธรรมชาติอัด

2.5 มาตรฐานของถังบรรจุก๊าซธรรมชาติอัด

ถังที่ใช้บรรจุก๊าซธรรมชาติสำหรับรถ NGV โดยทั่วไปจะแบ่งออกเป็น 2 ชนิดหลัก ๆ คือ ถังที่ทำด้วยเหล็ก หรือ อลูมิเนียม และ ถังที่ทำด้วยพลาสติก และ เสริมด้วยวัสดุใยแก้ว แต่เนื่องจากถังบรรจุก๊าซมักมีขนาดใหญ่ และ น้ำหนักมาก จึงมีการพัฒนาเพื่อให้น้ำหนักเบาลงและมีความทนทานมากขึ้น

2.5.1 ชนิดของถังบรรจุก๊าซธรรมชาติอัด

ชนิดที่ 1 ทำด้วยเหล็ก หรือ อลูมิเนียม

ชนิดที่ 2 ทำด้วยเหล็ก หรืออลูมิเนียม และหุ้มด้วยวัสดุใยแก้ว หรือเส้นใยคาร์บอน ล้อมรอบด้วยถัง

ชนิดที่ 3 ทำด้วยแผ่นอลูมิเนียมที่บางกว่าชนิดที่ 2 และ หุ้มด้วยวัสดุใยแก้วหรือเส้นใยคาร์บอนตลอดตัวถัง

ชนิดที่ 4 ทำด้วยแผ่นพลาสติก และ หุ้มด้วยวัสดุใยแก้ว และ เส้นใยคาร์บอนผสมกัน

ชนิดแรกจะมีน้ำหนักมากที่สุด แต่ต้นทุนต่ำสุด ส่วนชนิดที่ 3 และ 4 มีน้ำหนักเบากว่า แต่ต้นทุนค่อนข้างสูง โดยสามารถเปรียบเทียบเป็นอัตราส่วนร้อยละ ให้เห็นความแตกต่างได้ดังนี้

ตารางที่ 2.3 เปรียบเทียบคุณสมบัติของถังบรรจุก๊าซแต่ละชนิด

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.2 การรับรองมาตราฐานของถังบรรจุก๊าซธรรมชาติอัด

การรับรองมาตรฐานของถังบรรจุก๊าซมีหน่วยงานทั้งที่เป็นภาครัฐ และ หน่วยงานอาสาสมัครเข้ามาดำเนินการ ได้แก่มาตรฐาน NGV2, FMVSS 304, CAS B-51 Part 2 และ ISO/DIS 11439 เป็นต้น

NGV 2 เป็นมาตรฐานของหน่วยงานอาสาสมัครของสหรัฐอเมริการับรอง โดย The American National Standards Institute เมื่อเดือนสิงหาคม 2535 มาตรฐานในส่วนนี้เป็นการกำหนดเงื่อนไขในการทดสอบ และ ตรวจสอบคุณภาพของถังเพื่อการรับประกันคุณภาพ

FMVSS 304 เป็นกฎระเบียบที่ออกโดย The U.S. Department of Transoortation, National Highway Traffic Safety Administration (Dot- NHTSA) เนื่องจากในช่วงที่ผ่านมาอุตสาหกรรมผลิตรถ NGV ประสบปัญหาในเรื่องคุณภาพของถังซึ่งเกิดรอยแตก และ ทำให้เกิดการรั่วของก๊าซ หน่วยงานดังกล่าวจึงได้ออก มาตรฐานความปลอดภัยสำหรับรถ NGV ซึ่งมีผลบังคับใช้ตั้งแต่เดือนธันวาคม 2539โดยกฎระเบียบนี้กำหนด ให้มีการทดสอบคุณภาพของถังบรรจุก๊าซเพื่อความปลอดภัย การทดสอบจะครอบคุมในเรื่องของการระเบิด รอบการใช้งาน การถูกไฟไหม้ และ การรั่วซึม

CAS B-51 Part 2 เป็นมาตรฐานอุตสหกรรมของประเทศแคนาดาที่กระจายอำนาจให้ท้องถิ่นรับรองมาตรฐานของถังบรรจุก๊าซ

ISO/DIS 11439 พัฒนามาจาก ISO TC 58/SC 3/WG 17 โดยคณะกรรมการซึ่งอยู่ภายใต้ the international Association of Natural Gas Vehicles

ในช่วงกว่าสามปีที่ผ่านมา คณะกรรมการของ ISO /DIS 11439 , NGV 2 และ CAS B-51 Part 2 ได้มีการปรับประสานมาตรฐานให้มีความสอดคล้องกับมาตรฐานที่จำเป็นต้องมีการทดสอบ โดยครอบคลุมถึงสภาพการใช้งาน การรับประกันคุณภาพ การทดสอบวัสดุที่ใช้ การทดสอบการผลิต

2.5.3 การทดสอบคุณสมบัติของถัง ดังนี้

1. สภาพการใช้งาน (Service Conditions)

ได้กำหนดมาตรฐานการออกแบบ การทดสอบ และ ความปลอดภัยของก๊าซให้มีอายุการใช้งานไม่เกิน 20 ปี ที่ระดับแรงดัน 200-240 บาร์ (200- 240 เท่า ของบรรยากาศ) ณ อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส (หรือเท่ากับ 3000 – 3600 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ณ อุณหภูมิ 70 องศาฟาเรนไฮท์) และ กำหนดให้ถังบรรจุก๊าซต้องมีการตรวจสอบทุก ๆ 3 ปี หรือหลังจากการเกิดอุบัติเหตุ

2. การรับประกันคุณภาพ (Quality Assurance)

เกี่ยวข้องกับระยะเวลาในการทดสอบ และ ตรวจสอบสภาพของถัง เพื่อให้ผู้ผลิตถังได้ตามมาตรฐานการออกแบบ และ ทดสอบซึ่งส่วนใหญ่จะควบคุมดูแลโดยหน่วยงานของรัฐ และ มีคณะกรรมการ NGV 2 เป็นผู้กำหนดแนวทางปฏิบัติในด้านนี้ทั้งนี้ผู้ผลิตซึ่งมีระบบตรวจสอบคุณภาพจะต้องมีการลงทะเบียนให้เป็นไปตามมาตรฐาน ISO 9001-9002 เพื่อนำไปสู่การตรวจสอบ และ ทดสอบการผลิต หรืออาจจ้างผู้ตรวจสอบอิสระเข้ามาทำหน้าที่ตรวจสอบ และ ทดสอบระบบคุณภาพ ของผู้ผลิตเป็นระยะ ๆ โดยผู้ตรวจสอบจะต้องให้การรับรองว่าวัสดุที่ใช้ และ การออกแบบเป็นไปตามมาตรฐาน ที่กำหนด

3. วัสดุ และ การทดสอบ วัสดุที่ใช้ (Materials and Material Testing)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวถังบรรจุก๊าซที่เป็นถังชั้นนอก และ ถังชั้นใน ต้องทำด้วยเหล็กหรืออลูมิเนียม ซึ่งได้รับการทดสอบแล้วว่ามีความแข็งแรง ทนต่อแรงกระทบ และ การผุกร่อน ในส่วนที่เสริมด้วยเส้นใย ต้องทำจากเส้นใยคาร์บอน และ เส้นใยแก้วตามสัดส่วนที่กำหนด ซึ่งทดสอบแล้วว่าทนต่อแรงระเบิดได้ นอกจากนี้เรซินที่ใช้ครอบต้องเป็นวัสดุพลาสติก ที่ทำให้อ่อนตัวได้โดยใช้ความร้อน โดยคุณสมบัติเดิมไม่เปลี่ยนแปลง (Thermoplastic) หรือ เป็นพลาสติกชนิดที่ถูกความร้อนครั้งหนึ่งแล้วก็หมดคุณสมบัติในการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง (Thermosetting plastic)

4. การทดสอบการผลิต (Batch and Production Testing)

เป็นการสุ่มตัวอย่างในการ ผลิตแต่ละครั้ง เพื่อทดสอบให้มั่นใจว่าในการผลิตถังบรรจุก๊าซแต่ละครั้งมีการออกแบบ และ ทำตัวถังเหมือนกันทุกครั้ง หรือความคงที่ในกระบวนการผลิตโดยไม่มีการปรับลดคุณสมบัติของวัสดุที่ใช้ในการผลิต การทดสอบจะรวมถึงการขยายตัวของถังชั้นนอก และ ถังชั้นใน การเคลือบ การรั่ว ความสมดุลของของเหลว การระเบิด และ ระยะเวลาการใช้งานให้แน่ใจ

5. การทดสอบคุณสมบัติของถัง (Qualification Testing)

เป็นการทอสอบเพื่อให้แน่ใจว่าการออกแบบถังบรรจุก๊าซจะมีความปลอดภัยตลอดอายุการใช้ งาน โดยจะมีการทอสอบเมื่อมีการออกแบบถังใหม่หรือมีการปรับปรุงถังที่ใช้งานอยู่แล้ว

2.5.4 การทดสอบคุณสมบัติของถังมีหลายวิธี

1. การทดสอบการระเบิด (Burst)

เพื่อให้มั่นใจว่าการออกแบบถังมีพื้นฐานที่สมบูรณ์ และ การเสริมเส้นใยตามอัตราส่วนที่กำหนดไว้

2. การทดสอบรอบการใช้งานในสภาพบรรยากาศ (Ambient Cycling)

เป็นการทดสอบการรั่ว หรือ การแตกร้าวของถัง โดยทดสอบรอบการใช้งาน ณ ระดับอุณหภูมิที่แตกต่างกัน

3. การทดสอบการไหม้ไฟ (Bonfire)

เป็นการทดสอบ โดยนำถังบรรจุก๊าซไปวางไว้ในกองไฟ ณ ระดับแรงดันใช้งานที่ 25 % และ 100 % เพื่อตรวจสอบการออกแบบ และ การติดอุปกรณ์ลดแรงดันของถังที่เหมาะสม

4. การทดสอบการทนต่อการแตกร้าว (Flaw Tolerance)

เป็นการใช้เครื่องจักรทดสอบภายนอกของถังเพื่อตรวจสอบความคงทนต่อการแตกร้าวของถัง

5. การทดสอบการตกจากที่สูง (Drop)

เป็นการทดสอบปล่อยถังตกมาจากที่สูงตามแนวนอนที่ระดับความสูง 3 เมตร ลงบนพื้นคอนกรีต และ ตาม แนวตั้งที่ระดับความสูง 1.8 เมตร เพื่อตรวจสอบความรั่วหรือรอยแตก ซึ่งเป็นผลมาจากการตกลงมาจากที่สูง

6. การทดสอบโดยใช้ปืนยิง (Gunfire)

เป็นการทดสอบเพื่อตรวจสอบความแข็งแรงของถังโดยใช้อาวุธปืน ขนาดลำกล้อง 30 มิลลิเมตร มีความเร็วของวิถีการยิงที่ 850 เมตร ต่อ วินาที ซึ่งพบว่าไม่มีผลทำให้ถังเสียหายแต่อย่างใด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากก๊าซธรรมชาติอัดมีความหนาแน่นน้อยกว่าน้ำมันรถ NGV จึงควรมีถังบรรจุก๊าซติดตั้งที่รถประมาณ 2-4 ถังเพื่อให้สามารถวิ่งได้ระยะทางเกินกว่า 250 ไมล์ หรือ มากกว่า 400 กิโลเมตร โดยประมาณ และ เนื่องจากถังบรรจุก๊าซมีขนาดใหญ่ และ น้ำหนักมากจึงเป็นปัญหาหลักของรถ NGV ถึงแม้ว่าในปัจจุบันได้มีการพัฒนาถังบรรจุก๊าซใช้มีน้ำหนักเบาลง แต่ก็ยังมีขนาดใหญ่ และน้ำหนักมากกว่าถังน้ำมันเชื้อเพลิงทั่วไป โดยมีขนาด และ น้ำหนักแตกต่างกันไปแล้วแต่ผู้ผลิตแต่ละรายเทียบขนาดของถังกับปริมาตรความจุเป็นน้ำหรือก๊าซ หรือ น้ำมันเบนซินให้เห็นความจุที่แต่งกันตามปริมาตร ความหนาแน่นได้ดังนี้

ตารางที่ 2.4 ขนาดของถังบรรจุก๊าซ

ขนาดถัง (นิ้ว) เท่ากับก๊าซโซลีน (ลิตร)	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	ความจุน้ำ (ลิตร)	ความจุก๊าซ (ลบ.ฟ.)
13.7*35 15.5	27.2	55.5	504
13.7*40 18.1	30.9	64.8	592
13.7*45 20.8	34.5	74.4	681
13.7*55 26.2	42.2	93.8	857
15.7*35 20.3	33.1	72.3	661
15.7*52 32.5	49	116.2	1063
15.7*55 34.7	51.7	123.9	1133

2.6 การส่งเสริมยานยนต์ที่ใช้ก๊าซธรรมชาติในเชิงพาณิชย์

การขยายตลาดยานยนต์ที่ใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงหรือที่เรียกว่ารถ NGV ในขณะนี้ มีการขยาย ไปเกือบทั่วโลกแล้วประมาณล้านกว่าคัน และ มีการสร้างสถานีเติมก๊าซเป็นเครือข่ายทั้งของภาครัฐและ เอกชน รวมประมาณสามพันกว่าสถานี Jeffrey Seisler ผู้อำนวยการบริหารของ European Natural Gas Vehicle Association ได้กล่าวเปรียบเทียบการพัฒนาตลาดรถ NGV ไว้ว่าเปรียบเสมือนการสร้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บันได ราวข้างหนึ่งของ บันไดเปรียบเสมือนการพัฒนาเครื่องมืออุปกรณ์ ส่วนอีกข้างหนึ่งเปรียบเสมือนโครงสร้างพื้นฐานทางด้านเชื้อเพลิง และ แต่ละขั้นบันไดก็เปรียบเสมือนเทคโนโลยีใหม่ๆ หรือ กระบวนการที่จะสนับสนุนให้เกิดตลาดยานยนต์ และ อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง จุดสำคัญในแต่ละขั้นบันไดก็คือการเชื่อมโยงระหว่างขั้นบันไดแต่ละขั้น กับราวทั้งสองข้างเข้าไว้ด้วยกัน ซึ่งก็คือ หลักเกณฑ์ และ มาตรฐานที่ยึดโยงโครงสร้างทั้งหมดเข้าไว้ด้วยกัน ดังนั้นในการพัฒนาตลาดรถ NGV จึงเป็นสิ่งที่ท้าทาย และ มีความเสี่ยงไปพร้อมๆ กัน แต่ก็มีกระบวนการที่จะพัฒนาไปสู่เป้าหมายที่ชัดเจน โดยใช้ระยะเวลายาวนานพอสมควร ทั้งนี้ Jeffrey ได้กล่าวถึงการวางแผนพัฒนาตลาดรถ NGV ไว้อย่างเป็นขั้นตอน และ ครอบคลุมในทุกๆ ด้านไว้ดังนี้

2.6.1 การพัฒนาตลาดรถ NGV ให้ประสบผลสำเร็จ มีองค์ประกอบที่สำคัญอยู่ 4 ประการ คือ

1. ราคาก๊าซธรรมชาติต้องมีราคาที่ต่ำกว่าราคาน้ำมันเบนซิน และ ดีเซล
2. ต้องมีเทคโนโลยีรถ NGV และ สถานีเติมก๊าซเพียงพอ สามารถแข่งขันกับยานยนต์ ที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงได้
3. ต้องมีแหล่งผลิต ผู้จำหน่าย และ ระบบท่อก๊าซ ที่พร้อมจะสนับสนุนตลาดรถ NGV ภายในประเทศอย่างเพียงพอ
4. รัฐบาลต้องให้การสนับสนุนการใช้รถ NGV หรือ สนับสนุนการใช้ก๊าซธรรมชาติ เป็นเชื้อเพลิงทางเลือก อีกประเภทหนึ่ง

2.6.2 บทบาทของภาครัฐมีความสำคัญต่อการสนับสนุนให้เกิดการพัฒนาตลาดรถ NGV โดยมีปัจจัยสนับสนุนที่สำคัญ 6 ประการ คือ

1. การให้สิ่งจูงใจ ได้แก่ การลดหย่อนภาษีสำหรับรถยนต์ หรือเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติ หรือ ให้ การอุดหนุนการผลิตรถ NGV หรือ ยานยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงทางเลือกอื่นๆ (Alternative Fuel Vehicles)
2. การใช้มาตรการบังคับ ยกตัวอย่างเช่น ในสหรัฐอเมริกาได้มีการกำหนดมาตรฐานคุณภาพ อากาศในเมือง เริ่มตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2541 เพื่อเป็นตัวกำหนดการผลิตรถยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงสะอาด และในบัวโนสแอเรส เริ่มมีการใช้รถแท็กซี่ที่ใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิง ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2533
3. การริเริ่มโดยภาครัฐให้มีการใช้รถ NGV เพื่อกระตุ้นให้มีผู้ผลิตรถ NGV และเพื่อเป็นตัวอย่าง แก่ภาคเอกชนและสาธารณชนในการใช้รถ NGV ให้กว้างขวางขึ้น
4. การพัฒนามาตรฐานที่เป็นข้อบังคับตามกฎหมายเกี่ยวกับมาตรฐานการระบายมลพิษ องค์ประกอบของเชื้อเพลิง การดัดแปลงรถยนต์ และความปลอดภัยของถังบรรจุเชื้อเพลิง เพื่อเป็นกุญแจนำไปสู่การพัฒนาเทคโนโลยีรถ NGV เข้าสู่ตลาด
5. การให้ทุนวิจัยพัฒนาและสาธิตเทคโนโลยีโดยภาคเอกชนในระยะยาว เพื่อเป็นพื้นฐานสำคัญ ในการพัฒนาเทคโนโลยีในเชิงพาณิชย์ต่อไป
6. การสร้างความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับแนวความคิดของรถ NGV และเทคโนโลยีใหม่ๆ ให้กระจายไปสู่ผู้บริโภค โดยใช้นโยบายรัฐบาลเป็นตัวสนับสนุน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.3 การดำเนินงาน ที่จะนำไปสู่ความสำเร็จในการพัฒนาตลาดรถ NGV ซึ่งประกอบด้วย

1. การให้บริษัทอุตสาหกรรมก๊าซธรรมชาติเป็นผู้สนับสนุนกิจกรรมให้เกิดการพัฒนาตลาดรถ NGV โดยการดัดแปลงรถของบริษัทออกมาสู่ตลาดหรือการซื้อรถ NGV ใหม่ และ การพัฒนาแผนการตลาด รวมไปถึงการจัดตั้งสถานีบริการก๊าซธรรมชาติ

2. การพัฒนาระบบข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับระบบขนส่งของประเทศ เพื่อการวางแผนการตลาด ทั้งในระยะสั้นและระยะยาว โดยเฉพาะอย่างยิ่งข้อมูลเกี่ยวกับจำนวนรถโดยสารสาธารณะ จำนวนผู้ประกอบ รถยนต์ และ สถานที่ตั้ง จำนวนการผลิตรถยนต์ และ ชนิดของรถยนต์ แบบแผนการใช้เส้นทาง และ เครือข่าย สถานีบริการก๊าซธรรมชาติที่มีอยู่ในปัจจุบัน

3. การประเมินกฎระเบียบ และ ประเด็นทางกฎหมายที่มีอยู่ในปัจจุบันเพื่อพิจารณาโอกาส และ ข้อจำกัดในการพัฒนาตลาดรถ NGV

4. การได้รับการสนับสนุนในระดับนโยบาย และ ทางการเมือง เพื่อให้มีการออกมาตรการต่างๆ ที่จะสนับสนุนให้เกิดการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน และ ตลาดรถ NGV

5. การใช้ระบบข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับระบบขนส่งของประเทศในการกำหนดเป้าหมายการตลาด ในการดัดแปลง และ การจำหน่ายรถ NGV

6. การจัดหาสถานที่ตั้งสถานีบริการก๊าซธรรมชาติที่เหมาะสมทั้งที่เป็นของรัฐ และ เอกชน โดยการประเมินจำนวนยานยนต์ ที่กระจายอยู่ตามพื้นที่ต่างๆ และ รูปแบบการเดินทาง

7. การพัฒนากิจการที่ให้บริการดัดแปลงรถอย่างครบวงจรในลักษณะ "one-stop-shop" โดยให้ผู้ผลิตรถ และ อุปกรณ์สำหรับรถ NGV เป็นผู้ให้การฝึกอบรมแก่บุคลากร ที่จะดูแลด้านบริการออกสู่ตลาด รวมทั้งให้มีหลักสูตรการฝึกอบรมให้แก่นักศึกษาในระดับมหาวิทยาลัย เพื่อเตรียมการพัฒนาบุคลากรด้านนี้ในระยะยาว

8. การสนับสนุนผู้ผลิตอุปกรณ์ และ รถ NGV ให้เข้าสู่ตลาดมากขึ้น โดยในระยะแรกอาจเป็นการสนับสนุน การดัดแปลงรถยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงร่วมสองชนิด (Bi-fuel) ให้มากขึ้น เพื่อเป็นกลยุทธ์เชื่อมโยงไปสู่การพัฒนาเครือข่ายสถานีบริการก๊าซธรรมชาติ ให้เพียงพอ ก่อนนำไปสู่การพัฒนารถยนต์ที่ใช้ก๊าซธรรมชาติ เป็นเชื้อเพลิงเพียงอย่างเดียว (Dedicated NGV) เข้าสู่ตลาดต่อไป

9. การกำหนดมาตรฐานการระบายมลพิษที่มีความเข้มงวดมากขึ้นเพื่อคุณภาพชีวิตของประชาชน และคุณภาพอากาศที่ดีขึ้น ทั้งในระดับประเทศและระดับโลก จะเป็นแรงผลักดันให้มีการใช้รถ NGV มากขึ้น เนื่องจากเป็นรถที่ปล่อยมลพิษในระดับต่ำกว่ารถเบนซิน และ ดีเซล

10. การประชาสัมพันธ์ผ่านสื่อต่างๆ และ การสาธิตให้ประชาชน ซึ่งรวมถึงผู้บริโภค และ ผู้ประกอบธุรกิจมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับก๊าซธรรมชาติว่าสามารถเป็นทางเลือกเชื้อเพลิงทดแทนน้ำมันได้ ทั้งในด้าน ราคา แหล่งผลิต และ จำหน่าย ความปลอดภัย และ การเผาไหม้ที่สะอาด ซึ่งเป็นประเด็นสำคัญที่จะนำไปสู่การ พัฒนาตลาดรถ NGV ให้ประสบผลสำเร็จ ทั้งนี้ รัฐบาล ผู้จัดหาเชื้อเพลิง และ ผู้จำหน่ายอุปกรณ์ เป็นผู้มีบทบาท สำคัญในการส่งเสริมให้เกิดการพัฒนาตลาดรถ NGV

การนำแผนปฏิบัติการไปสู่การปฏิบัติให้บรรลุผลสำเร็จเป็นเรื่องที่จำเป็นต้องได้รับความร่วมมือจาก ทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้อง นับตั้งแต่ผู้ประกอบธุรกิจรถ NGV ผู้ผลิตอะไหล่ และ ส่วนประกอบรถ NGV ผู้มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อำนาจ ตัดสินใจในระดับท้องถิ่น และ ระดับชาติ นอกจากการมีส่วนร่วมจากทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องแล้ว การมีผู้นำ หรือ องค์กรนำที่มีวิสัยทัศน์เป็นแกนกลางในการดำเนินการ รวมทั้ง การมีแหล่งเงินสนับสนุนการลงทุนในธุรกิจ NGV ให้พัฒนาไปได้ในระยะยาว ก็เป็นสิ่งสำคัญต่อการพัฒนาตลาดรถ NGV ให้ประสบผลสำเร็จ

2.7 ประสบการณ์ในประเทศไทย

ประเทศไทยได้มีการนำก๊าซปิโตรเลียมเหลว (LPG) มาใช้ในยานยนต์ตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2513 และ เป็นที่แพร่หลายมากขึ้นในปี พ.ศ. 2523 เนื่องจากราคา LPG มีราคาถูกกว่าน้ำมัน ส่วนใหญ่จะใช้ในรถแท็กซี่ และ รถสามล้อเครื่อง โดยมีการดัดแปลงเครื่องยนต์ที่นำเข้ามาจากญี่ปุ่น อย่างไรก็ตาม วิธีการดัดแปลงยังอยู่ในขั้นพื้นฐาน และ มาตรฐานทางด้านความปลอดภัยยังไม่ดีพอ รวมทั้ง กฎระเบียบในด้านความปลอดภัยยังไม่รัดกุม จึงมักก่อให้เกิดอุบัติเหตุเพลิงไหม้หรือเกิดระเบิดได้ นอกจากนี้ สถานีเติม LPG ค่อนข้างขาดแคลน เนื่องมาจาก ต้นทุนในการก่อสร้าง และ ราคาที่ดินในกรุงเทพฯ จึงส่งผลให้ตลาดรถยนต์ที่ใช้ LPG เป็นเชื้อเพลิง ไม่ได้รับการส่งเสริม และ พัฒนาเท่าที่ควร แต่ในปัจจุบันเนื่องจากราคาน้ำมันที่เพิ่มสูงขึ้น จึงมีรถแท็กซี่เปลี่ยนไปใช้ LPG เป็นเชื้อเพลิงมากขึ้นถึงร้อยละ 70 - 80 ของจำนวนแท็กซี่ที่มีอยู่ขณะนี้ ประมาณ 58,000 คัน ต่อมาองค์การขนส่งมวลชนกรุงเทพ (ขสมก.) ได้นำรถโดยสารปรับอากาศที่ใช้ก๊าซธรรมชาติอัด (Compressed Natural Gas : CNG) ยี่ห้อ BENZ และ MAN จากเยอรมัน จำนวน 82 คัน มาให้บริการแก่ ประชาชนตั้งแต่เดือนตุลาคม 2536 โดยถือเป็นโครงการทดลองการใช้เชื้อเพลิงที่สะอาด และสามารถผลิตเองได้ ภายในประเทศ และ หลังจากได้ดำเนินการมาระยะหนึ่งแล้ว ได้มีการประเมินผลการใช้รถดังกล่าว โดยการ เปรียบเทียบอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง ระดับความดังของเสียงภายในห้องโดยสาร และปริมาณสารพิษ ผลการทดสอบพอสรุปได้ดังนี้

รถโดยสาร CNG มีอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงมากกว่ารถโดยสารที่ใช้น้ำมันดีเซลเล็กน้อย ในด้านความดังของเสียงปรากฏว่า เมื่อเทียบกันระหว่างตำแหน่งที่มีความดังของเสียงสูงที่สุด รถโดยสารที่ใช้น้ำมันดีเซลมีระดับความดังของเสียงสูงกว่ารถโดยสาร CNG (ระดับความดัง 86.4 เดซิเบล และ 80.9 เดซิเบล ตามลำดับ)

ปริมาณสารมลพิษจากรถโดยสาร CNG และ ดีเซลในทุกความเร็วของการทดสอบ ระดับคาร์บอนมอนอกไซด์ของรถ CNG – BENZ และ รถ Diesel – BENZ มีปริมาณใกล้เคียงกัน ส่วนรถ CNG – MAN มีระดับคาร์บอนมอนอกไซด์สูงกว่ารถ CNG – BENZ ในช่วงความเร็ว 10 – 60 กิโลเมตร/ชั่วโมง นอกจากนี้ยังพบว่ารถ CNG ทั้งสองยี่ห้อ มีระดับควันดำต่ำกว่ารถโดยสาร ที่ใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิงอย่างเห็นได้ชัด

ปัญหาและอุปสรรคของโครงการนี้ก็คือ การขาดทุนอันเนื่องมาจากต้นทุนของรถสูงมากเมื่อเทียบกับรถดีเซล และสถานีเติมก๊าซที่สร้างขึ้นมีขนาดใหญ่เกินจำนวนรถที่มารับบริการ ทำให้มีต้นทุนสูง นอกจากนี้ยังมี ปัญหาในการเติมก๊าซของรถ ขสมก. เนื่องจากมีสถานีเติมก๊าซแห่งเดียวที่รังสิต ทำให้รถโดยสารต้องเสียเวลา เดินทางไปเติมก๊าซที่สถานีรังสิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

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

ผลการศึกษาดังกล่าวได้แนะนำว่าตลาดเป้าหมายหลักที่จะนำก๊าซธรรมชาติมาใช้ได้คุ้มค่าเชิงพาณิชย์ ได้แก่ รถโดยสารและรถบรรทุกหนัก ซึ่งประกอบกิจการเดินรถภายในและรอบๆ จุดศูนย์กลางกรุงเทพมหานคร เท่านั้น ทั้งนี้เพราะมีข้อจำกัดในด้านท่อก๊าซธรรมชาติ และ เป็นแหล่งกำเนิดไอเสียที่มีปัญหากว่าพื้นที่อื่นๆ กลุ่มเป้าหมายรองลงมา ได้แก่ รถบรรทุกของ รถแท็กซี่ และ รถสี่ล้อ ส่วนรถปิคอัพที่ใช้เครื่องดีเซลนั้น การศึกษานี้ แนะนำว่าการเปลี่ยนมาใช้ก๊าซจะไม่คุ้มค่าแต่ให้เปลี่ยนมาใช้เครื่องเบนซินหรือใช้ LPG จะเหมาะสมกว่า

นอกจากนี้ บริษัทที่ปรึกษาได้เสนอแนวทางในการพัฒนาเพื่อให้สามารถดำเนินการด้านธุรกิจก๊าซธรรมชาติ ในยานยนต์ได้ โดยเสนอให้มีการจัดตั้งองค์กรที่สนับสนุนให้เกิดการพัฒนาเทคโนโลยี และ การวิเคราะห์ตลาดก๊าซธรรมชาติ รวมทั้งควรมีการพัฒนาข้อบังคับและปรับปรุงกฎระเบียบที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้เกิดความปลอดภัย ในการใช้ก๊าซธรรมชาติ ทั้งในสถานีบริการ และ ในรถยนต์ที่ใช้ก๊าซธรรมชาติ เป็นเชื้อเพลิง โดยโครงสร้างองค์กร ควรเป็นรูปแบบบริษัท ซึ่งการปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย (ปตท.) จะเป็นบริษัทแม่ที่เหมาะสมที่สุด และ ควรให้การสนับสนุนทางด้านการเงิน จนกว่าธุรกิจจะมีรายได้โดยไม่ต้องรับความช่วยเหลือจากรัฐอีกต่อไป

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. และ รถเก็บขยะของกรุงเทพมหานคร ขณะนี้อยู่ระหว่างหาสถานที่ตั้ง และ อีก 3 สถานีจะสร้างที่ ปตท. สำนักงานใหญ่ ศูนย์ปฏิบัติการชลบุรี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

50180

และ โรงแยกก๊าซฯ จังหวัดระยอง พร้อมกันนี้ ปตท. ได้จัดทำแผนงานเบื้องต้นในการก่อสร้างสถานีบริการก๊าซธรรมชาติ จำนวน 30 สถานี (รวม 6 สถานีแรก) ภายในปี 2543 – 2547 เพื่อให้บริการรถโดยสาร ขสมก. รถเก็บขยะของกรุงเทพมหานคร และ รถเอกชนที่จะดัดแปลงเพิ่มในอนาคต นอกจากนี้ ปตท. กำลังดำเนินการศึกษาความเป็นไปได้ โครงการระบบท่อจำหน่ายก๊าซธรรมชาติ รอบกรุงเทพฯ และปริมณฑล (Bangkok Ring Gas Pipeline Project) เพื่อพัฒนาโครงสร้างบริการพื้นฐาน ในการสนับสนุนการใช้ก๊าซธรรมชาติในภาคขนส่ง รวมไปถึงภาคอุตสาหกรรม และ ภาคการผลิตไฟฟ้าในอนาคต

2.8 สรุป

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

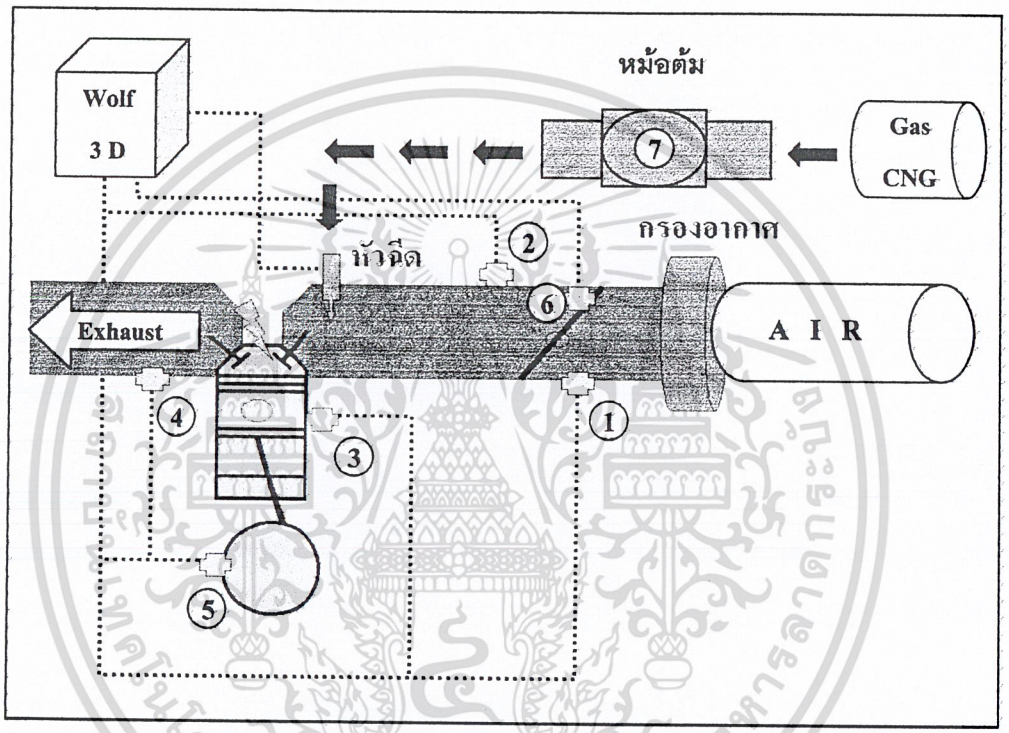
ในการพัฒนาตลาดรถ NGV จำเป็นต้องมีการพัฒนาโครงสร้างบริการพื้นฐานควบคู่ไปด้วย ได้แก่ ระบบท่อส่งก๊าซธรรมชาติ และ สถานีเติมก๊าซ ซึ่งโครงสร้างบริการพื้นฐานดังกล่าวมีค่าลงทุนค่อนข้างสูง ดังนั้น การที่จะพัฒนาตลาดรถ NGV ให้แพร่หลายมากขึ้น จำเป็นต้องได้รับการสนับสนุนจากรัฐบาล ในการให้ความสำคัญกับการลดปัญหามลพิษทางอากาศ และ การให้เงินอุดหนุน หรือลดหย่อนภาษีในการลงทุนพัฒนา โครงสร้างบริการพื้นฐาน อุปกรณ์การผลิต และ อุปกรณ์ดัดแปลงต่างๆ ในหลายๆ ประเทศที่มีการใช้รถ NGV อย่างแพร่หลาย ส่วนใหญ่มักจะได้รับการสนับสนุนจากรัฐบาล เช่น การกำหนดมาตรการบังคับเกี่ยวกับไอเสียรถยนต์ ที่เข้มงวดขึ้นในสหรัฐอเมริกา การให้เงินอุดหนุนจากรัฐบาลในการสร้างสถานีเติมก๊าซในประเทศญี่ปุ่น การยกเว้นการเรียกเก็บภาษีสำหรับรถ NGV ในออสเตรเลีย เป็นต้น

ประเทศไทยได้มีการนำรถ NGV มาให้บริการแก่ประชาชน เมื่อปี พ.ศ. 2536 โดยเป็นรถโดยสารประจำทางปรับอากาศของ ขสมก. ที่ให้บริการแก่ประชาชน จำนวน 82 คัน และ ขณะนี้ ปตท. อยู่ระหว่างการทดลอง และทดสอบการดัดแปลงเครื่องยนต์ ให้สามารถใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงร่วมด้วย ซึ่งโครงการดังกล่าว จะนำไปสู่การขยายผลต่อไปกับรถของ ขสมก. และ รถเก็บขยะของกรุงเทพมหานคร การพัฒนาตลาดรถ NGV ในประเทศไทย จะประสบผลสำเร็จได้ ก็ต้องได้รับการสนับสนุนจากรัฐบาล และความร่วมมือจากหน่วยงานที่ เกี่ยวข้อง ในการขจัดปัญหา และ อุปสรรค เพื่อสนับสนุนการพัฒนาตลาดรถ NGV ให้แพร่หลายมากขึ้นเช่นเดียวกับประเทศอื่นๆ โดยเฉพาะในช่วงที่ราคาน้ำมันมีความผันผวน และ มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น ก๊าซธรรมชาติจึงเป็นทางเลือกเชื้อเพลิงหนึ่ง ที่จะมีบทบาทมากขึ้นในภาคคมนาคมขนส่งต่อไปในอนาคต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
ระบบหัวฉีดก๊าซธรรมชาติ

ในการที่จะติดตั้งระบบฉีดเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาตินั้นจะต้องทำการศึกษาในด้านทฤษฎีอย่างละเอียดเสียก่อน ซึ่งระบบฉีดเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาตินั้นจะมีลักษณะคล้ายกับการการฉีดแก๊สโซลีน ซึ่งจะควบคุมโดยชุดอิเล็คโทรนิกส์ โดยมีการตรวจจับสัญญาณที่จุดต่างๆ เพื่อส่งข้อมูลให้ชุดอิเล็คโทรนิกส์ประมวลผล เพื่อส่งสัญญาณในการฉีดเชื้อเพลิงก๊าซ



รูปที่ 3.1 การทำงานโดยรวมของหัวฉีดก๊าซธรรมชาติ

ส่วนประกอบ

1. Air Temperature Sensor ซึ่งจะติดต่อบริเวณท่อทางเดินอากาศ จะทำหน้าที่วัดอุณหภูมิไอดีที่ไหลเข้ากระบอกสูบ
2. Map Sensor ซึ่งทำหน้าที่วัดปริมาตรของไอดีจะส่งสัญญาณแรงดันจากท่อร่วมไอดีผ่านขั้ว PIM ของคอมพิวเตอร์ คอมพิวเตอร์จะคำนวณและกำหนดปริมาตรการฉีดเชื้อเพลิง
3. Water Temperature Sensor ในขณะที่เครื่องยนต์มีอุณหภูมิต่ำ การระเหยเป็นไอของน้ำมันเชื้อเพลิงยังต่ำอยู่จึงจำเป็นให้ส่วนผสมไอดีหนากว่าปกติ การทำงานเมื่ออุณหภูมิน้ำหล่อเย็นต่ำ เทอร์มิสเตอร์ซึ่งอยู่ภายใน Water Temperature Sensor จะมีความต้านทานเพิ่มขึ้นเกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้า สัญญาณจากเซนเซอร์จะถูกส่งไปยังคอมพิวเตอร์และบันทึกข้อมูลทำการปรับปริมาตรการฉีดให้เพิ่มมากขึ้น

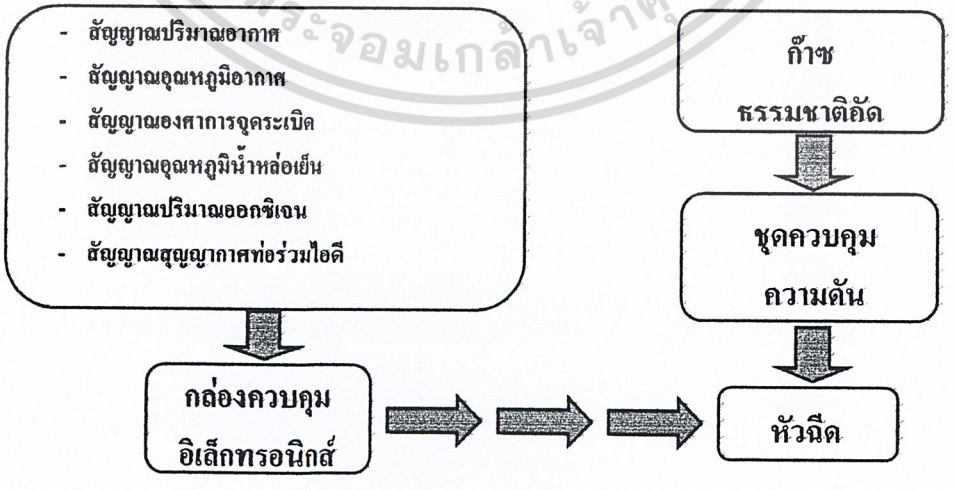
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. Oxygen Sensor โดยการติดตั้ง Oxygen sensor ที่ท่อทางออกของไอเสีย Oxygen sensor จะทำหน้าที่วัดอัตราส่วนผสมของไอดีที่หนาและบางกว่า อัตราส่วนผสมของไอดีทางทฤษฎี
5. Crank Angle Sensor เมื่อทำการส่งสัญญาณของเซนเซอร์วัดมุมเพลาข้อเหวี่ยง ส่งสัญญาณมุมเพลาข้อเหวี่ยงในตำแหน่งจุดศูนย์ตายบนไปยังคอมพิวเตอร์ เพื่อจะคำนวณและกำหนดระยะเวลาการฉีดเชื้อเพลิงและจังหวะจุดระเบิดของเครื่องยนต์
6. Throttle Position Sensor จะติดตั้งอยู่ที่เรือนลิ้นเร่งซึ่งจะทำหน้าที่ส่งสัญญาณมุมการเปิดของลิ้นตามภาวะของเครื่องยนต์ไปยังคอมพิวเตอร์
7. Pressure Regulator หรือ หม้อต้ม หน้าที่หลักคือทำการลดความดันของก๊าซธรรมชาติจากภายในถังที่ 200 บาร์ ให้เหลือ 2-3 บาร์ และเมื่อลดความดันลงอย่างรวดเร็วจะเกิดการเย็นตัวของก๊าซเกิดการเกาะตัวเป็นน้ำแข็ง ดังนั้นการติดตั้งจึงนำเอาน้ำร้อนจากหม้อน้ำมาหมุนเวียนภายในหม้อต้มเพื่อให้มีการไหลเวียนที่ดีขึ้น

หลักการทำงาน

เมื่อก๊าซ CNG จากถังในสถานะก๊าซที่ความดันสูงประมาณ 200 บาร์ เมื่อโซลีนอยด์วาล์วเปิดก๊าซ CNG จะไหลออกถังเข้าสู่หม้อต้ม (Regulator pressure) โดยหม้อต้มจะทำหน้าที่ลดความดันก๊าซ CNG และจะทำการอุ่นก๊าซโดยใช้น้ำหล่อเย็นจากเครื่องยนต์ เมื่อออกจากหม้อต้ม ก๊าซจะอยู่ในสถานะก๊าซที่ความดันที่เหมาะสมที่ประมาณ 2-3 บาร์ เพื่อที่จะไปเข้าหัวฉีดเพื่อฉีดเชื้อเพลิงเข้าสู่เครื่องยนต์หัวฉีดจะควบคุมการฉีด โดยชุดอิเล็คทรอนิกส์ โดยจะมีเซ็นเซอร์วัดที่ค่าต่างๆ เช่น อุณหภูมิน้ำ อุณหภูมิอากาศ วัดแรงดันท่อร่วมไอดี ปริมาณออกซิเจนในแก๊สไอเสีย ความเร็วรอบ เพื่อส่งสัญญาณให้ชุดอิเลคทรอนิกส์ควบคุมทำการประมวลผลเพื่อส่งสัญญาณไปให้หัวฉีดเพื่อฉีดเชื้อเพลิง

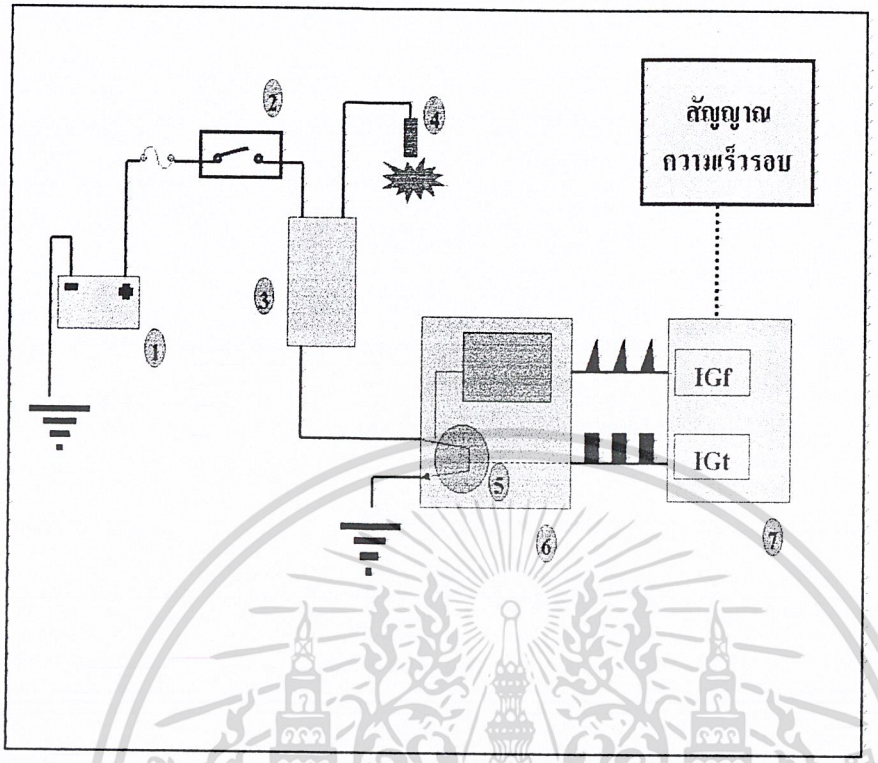
3.1 ระบบจ่ายเชื้อเพลิง



รูปที่ 3.2 ไดอะแกรมควบคุมการเพิ่มหรือลดปริมาณเชื้อเพลิงเมื่อได้รับสัญญาณของเซนเซอร์ต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 ระบบจุดระเบิดโดยมีกล่องควบคุมอิเล็กทรอนิกส์



1.แบตเตอร์รี่
2.สวิตช์ไฟฟ้า
3. multi coil
4.หัวเทียน
5. power transistor
6. ตัวช่วยจุดระเบิด
7. กล่องควบคุมอิเล็กทรอนิกส์

รูปที่ 3.3 รูประบบจุดระเบิดโดยใช้กล่องควบคุมอิเล็กทรอนิกส์

หลักการทำงาน

เมื่อทำการสตาร์ทเครื่องยนต์ ตัวตรวจจับสัญญาณมุมเพลาข้อเหวี่ยงที่ได้ทำการดัดแปลงจะส่งสัญญาณมุมการเคลื่อนที่ของข้อเหวี่ยงมายัง กล่องควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ จากนั้น กล่องควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ จะทำการคำนวณองศาการจุดระเบิดที่เหมาะสม แล้วส่งสัญญาณการจุดระเบิด (IGt) มายังตัวช่วยจุดระเบิด (Ignitor) ในลักษณะของคลื่นรูปสี่เหลี่ยม(pulse) เป็นจังหวะๆ สัมพันธ์กับองศาการจุดระเบิดของแต่ละสูบ

เมื่อตัวช่วยจุดระเบิดได้รับสัญญาณ (IGt) จาก กล่องควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ แล้ว เพาเวอร์ทรานซิสเตอร์ (Power transistor) จะทำการตัดกระแสไฟฟ้าจากขดลวดปฐมภูมิของคอล์ยจุดระเบิดมาลงที่กราวด์ ทำให้เกิดการยุบตัวของเส้นแรงแม่เหล็กเหนี่ยวนำให้เกิดไฟฟ้าแรงสูงในขดลวดทุติยภูมิ ในขณะที่มีการเหนี่ยวนำเกิดขึ้น แล้วส่งสัญญาณยืนยันการจุดระเบิด (IGf) กลับไปยัง กล่องควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อให้ กล่องควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ ทราบว่ามีการระเบิดเกิดขึ้น หากไม่มีสัญญาณ (IGt) ป้อนกลับเข้า กล่องควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ ด้วยเหตุใดก็ตาม กล่องควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ จะหยุดการฉีดเชื้อเพลิงทันทีเพื่อป้องกันการตกค้างของเชื้อเพลิงในกระบอกสูบซึ่งโดยปกติทั่วไปแล้วก๊าซธรรมชาติอัดจะมีองศาการจุดระเบิดมากกว่าเชื้อเพลิงก๊าซโซลีนประมาณ 8 – 10 องศา ดังนั้นจึงต้องมีการปรับเปลี่ยนองศาการจุดระเบิดเพื่อให้เหมาะสมกับภาระและสภาวะต่างๆของเครื่องยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 ระบบควบคุมอิเล็กทรอนิกส์

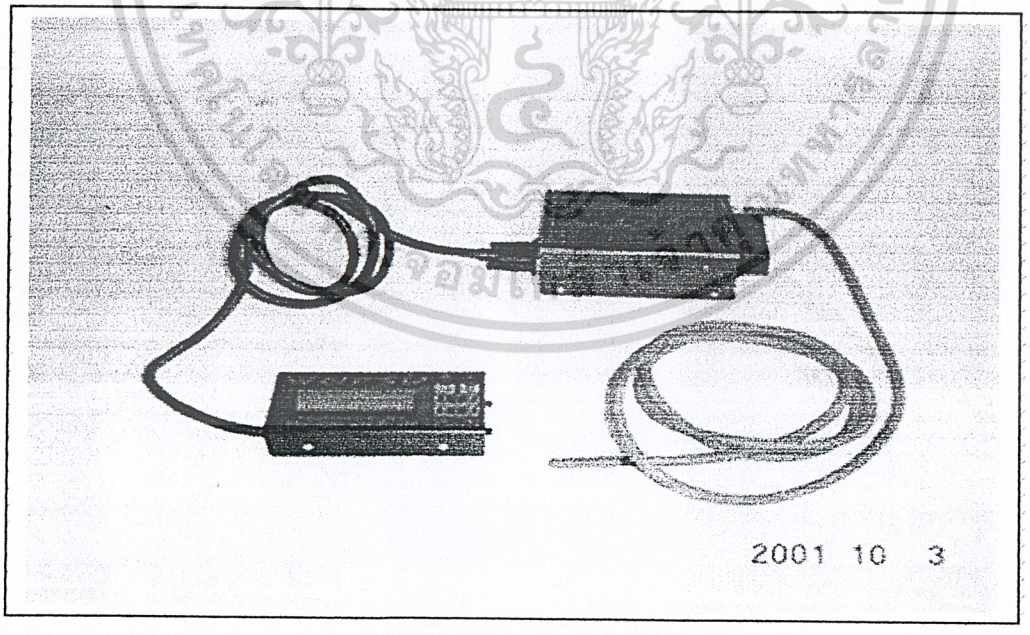
3.3.1 กล่องควบคุมอิเล็กทรอนิกส์

เป็นกล่องควบคุมสำเร็จรูปที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย โดยสามารถใช้ในการปรับพารามิเตอร์ต่างๆ เพื่อปรับให้เหมาะสมกับความต้องการของเครื่องยนต์ในขณะนั้น อาทิ เช่น เวลาในการฉีดเชื้อเพลิง องศาการจุดระเบิด โดยปรับค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ แฮนด์คอนโทรลเลอร์ของกล่องควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งประกอบไปด้วยสองส่วนสำคัญ

3.3.2 ไพรมารี่ (Primarily) ใช้ในการปรับพารามิเตอร์ต่างๆ ที่เหมาะสมในการนำไปใช้ของเครื่องยนต์ นอกเหนือจากส่วนของเอ็กซ์เทอร์นอลคอมพิวเตอร์ (External Computer : PC)

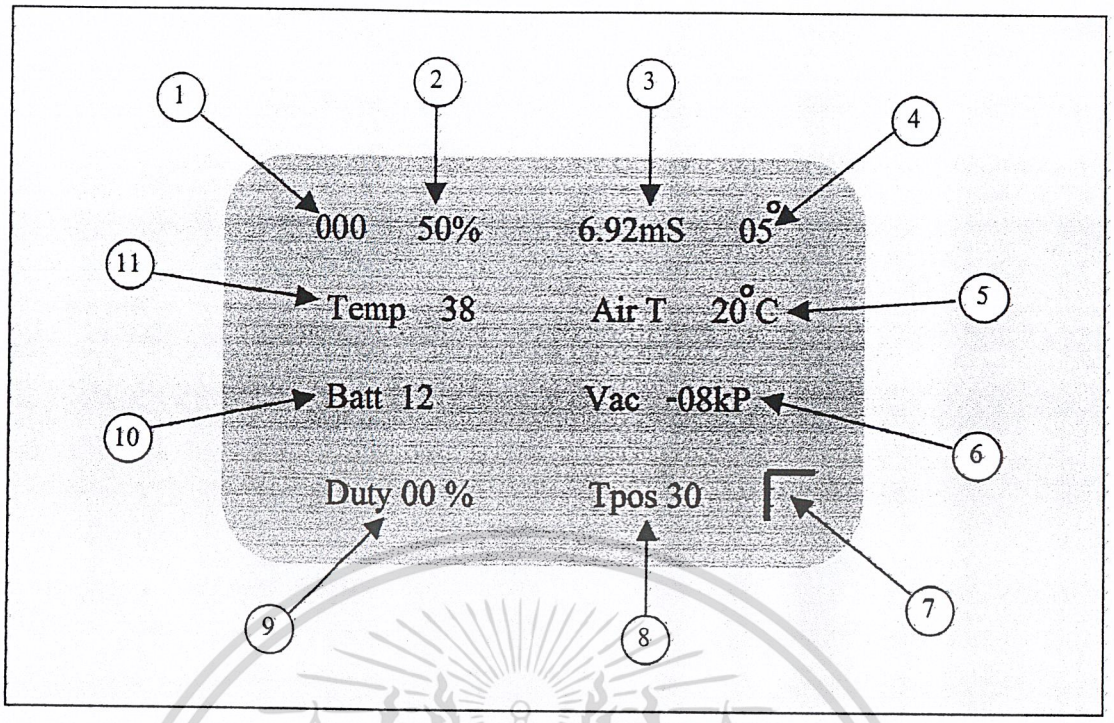
3.3.3 เซคคั่นดารี่ (Secondary) แสดงถึงภาระการใช้งานของเครื่องยนต์ในขณะนั้น ทั้งที่เป็นตัวเลขและกราฟ จากข้อมูลพื้นฐานที่มีอยู่ อินพุท (input) ที่ป้อนเข้าไป เช่น ความเร็วรอบ อุณหภูมิน้ำหล่อเย็น มุมการเปิดของลิ้นปีกผีเสื้อ ส่วนเอ้าพุท (output) ที่ออกมาคือ เวลาในการฉีด และ องศาการจุดระเบิด จะแสดงให้เห็น ซึ่งผู้ใช้สามารถปรับค่าได้ในหน่วยวินาที

กล่องควบคุมอิเล็กทรอนิกส์สามารถใช้กับเครื่องยนต์ 4 จังหวะ , เครื่องยนต์ที่มีการอัดอากาศเพิ่ม , เครื่องยนต์เทอร์โบ , ซุปเปอร์ชาร์จ , เครื่องยนต์ 4,6,8 สูบ , เครื่องยนต์โรตารี่ กล่องควบคุมอิเล็กทรอนิกส์มีความยืดหยุ่นในการจ่ายเชื้อเพลิง โดยการจ่ายเชื้อเพลิงจะแปรผันไปตามจังหวะการฉีดของหัวฉีด และ สามารถใช้งานที่ต้องการการจ่ายเชื้อเพลิงสูงๆ สำหรับการจุดระเบิดที่ใช้จานจ่าย (distributor) หรือ มัลติคอล์ย (Multicoil) จะใช้ร่วมกับ เอ็กเทอร์นอลอินิชั่นแอมพลิฟายเออร์ (External Ignition Amplifiers)



รูปที่ 3.4 กล่องควบคุมอิเล็กทรอนิกส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

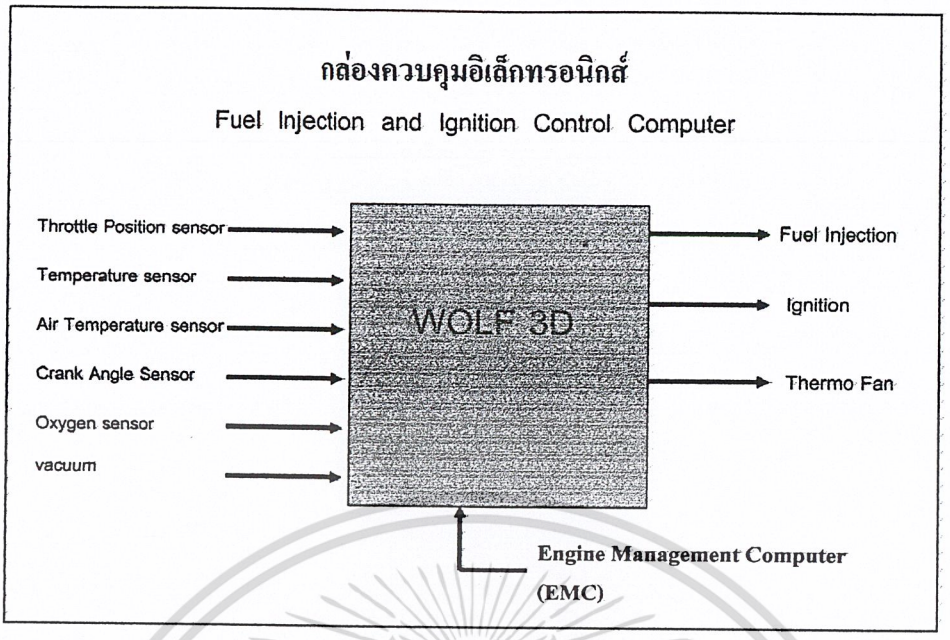


รูปที่ 3.5 ค่าต่างๆที่อ่านได้จากแฮนคอนโทรลเลอร์

ส่วนประกอบ

1. Engine RPM คือ ความเร็วรอบของเครื่องยนต์
2. Engine Load in percent คือ ภาระของบเครื่องยนต์คิดเป็นเปอร์เซนต์
3. Injection open time in mS คือ เวลาในการฉีดเชื้อเพลิง
4. Ignition advance in crank degrees คือ องศาการจุดระเบิดของเพลาข้อเหวี่ยง
5. Inlet Air temperature in degrees celsius คือ อุณหภูมิของอากาศมีค่าเป็นองศาเซลเซียส
6. Manifoid Vacuum in Kpa คือ ความดันในท่อไอดีมีหน่วยเป็นกิโลปาสคาล
7. Exhaust Gas Oxygen value with the middle being 14.7:1 AFR คือ ค่าออกซิเจนในแก๊สไอเสียค่าตรงกลางคือค่าอัตราส่วนอากาศต่อเชื้อเพลิงเป็น14.7:1
8. Throttle Postion คือ มุมของลิ้นปีกผีเสื้อ
9. Injector duty cycle as a percentage of time คือ ภาระในการฉีดวัฏจักรเป็นค่าเปอร์เซ็นของเวลา
10. Voltage in Batterry คือ ค่าความต่างศักย์ของแบตเตอรี่เป็นโวลต์
11. Water Temperature in degrees celsius คือ อุณหภูมิของน้ำหล่อเย็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.6 แสดงการรับสัญญาณ INPUT , OUTPUT ของ กล่องควบคุมอิเล็กทรอนิกส์

3.4 เซนเซอร์ลิ้นเร่ง

เซนเซอร์ตำแหน่งลิ้นเร่ง (throttle position senser) เซนเซอร์ติดตั้งอยู่ที่เรือนลิ้นเร่งโดยจะทำหน้าที่ส่งสัญญาณมุมการเปิดของลิ้นตามภาระของเครื่องยนต์ไปยังคอมพิวเตอร์เซนเซอร์ตำแหน่งลิ้นเร่งจะมีสัญญาณที่ทำหน้าที่ควบคุมปริมาณการฉีดเชื้อเพลิงและตัดปริมาณการจ่ายเชื้อเพลิงที่ส่งไปคอมพิวเตอร์ออกเป็น 2 สัญญาณด้วยกันคือ

3.4.1 สัญญาณ IDL จะทำหน้าที่หลักในการควบคุมการตัดการจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิง

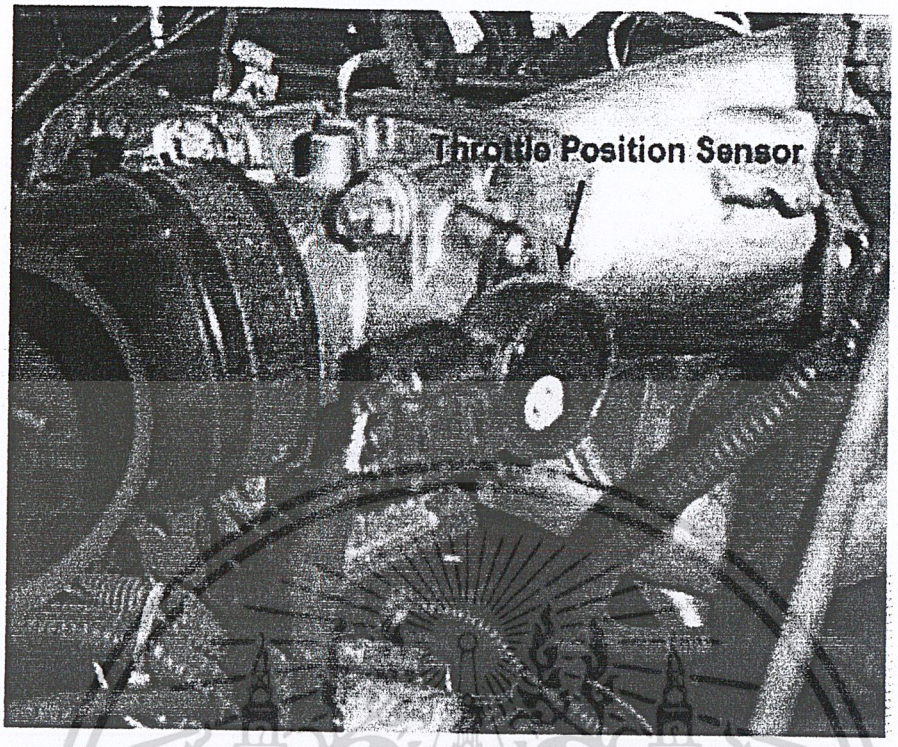
3.4.2 สัญญาณ PSW จะทำหน้าที่หลักในการควบคุมปริมาณการฉีดน้ำมันให้เพิ่มขึ้นหรือลดลงตามความเร็วของเครื่องยนต์

การทำงาน มีรายละเอียดดังนี้

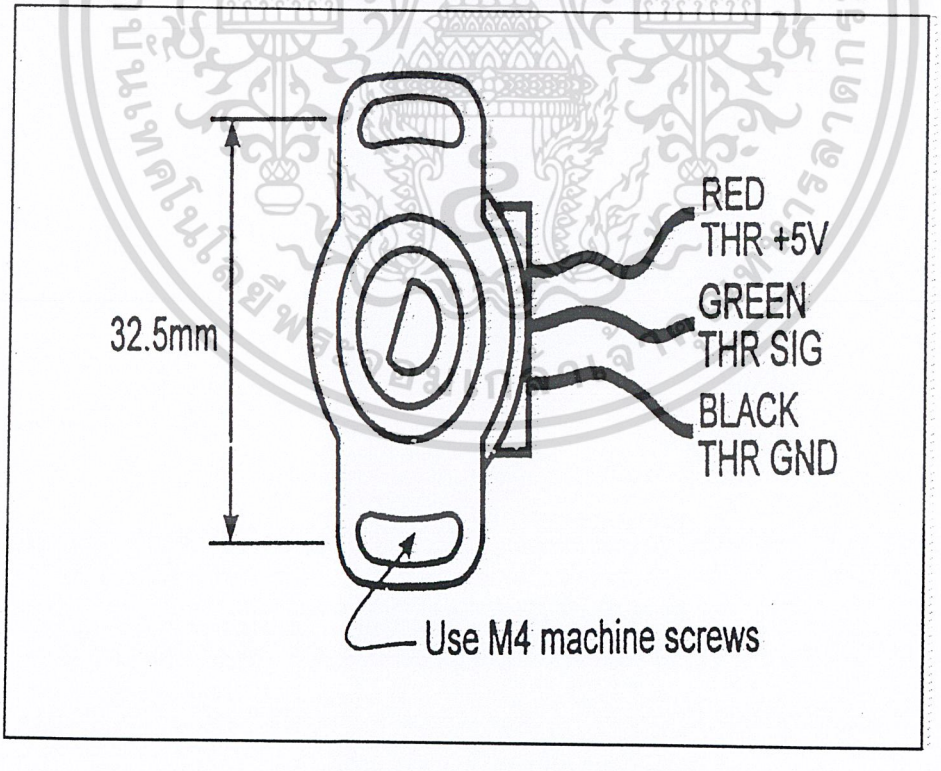
ตำแหน่งลิ้นเร่ง เมื่อลิ้นเร่งปิดสนิท หน้าทองขาวที่เคลื่อนที่และหน้าทองขาวที่ตำแหน่งเดินเบา (IDL) จะสัมผัสกัน ซึ่งเป็นการส่งสัญญาณตำแหน่งเดินเบาของเครื่องยนต์ไปยังคอมพิวเตอร์ จากสัญญาณจากตำแหน่งเดินเบานี้เชื้อเพลิงจะถูกตัดการฉีดเข้าในกระบอกสูบเมื่อผู้ขับขี่ถอนคันเร่ง

ตำแหน่งกำลัง เมื่อลิ้นเร่งถูกเปิดขึ้นประมาณ 70 องศา (จากตำแหน่งลิ้นเร่งปิด) หน้าทองขาวที่เคลื่อนที่จะเคลื่อนที่สัมผัสกับหน้าทองขาวกำลัง (PSW) เป็นการส่งสัญญาณข้อมูลตำแหน่งโหลดสูงสุดไปยังคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



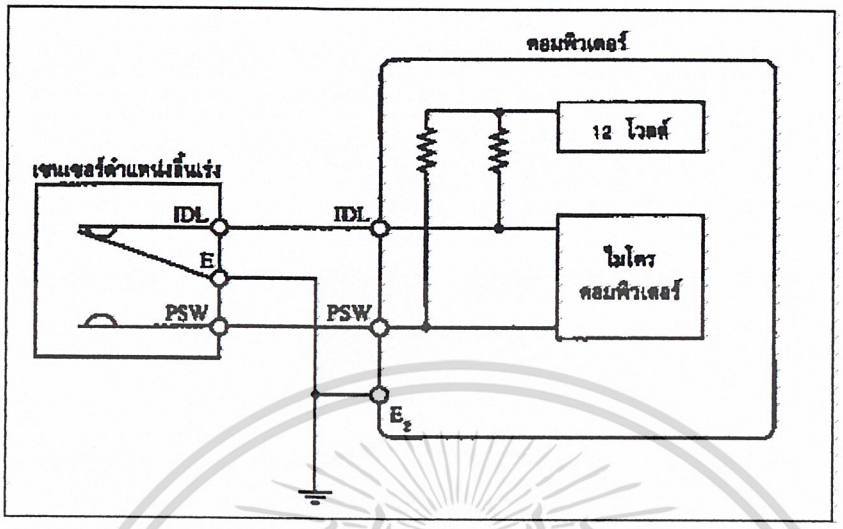
รูปที่ 3.7 เซนเซอร์ลิ้นเร่ง



รูปที่ 3.8 ไดอะแกรมเซนเซอร์ลิ้นเร่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรไฟฟ้าของเซนเซอร์ตำแหน่งลิ้นเร่ง ดังแสดงในรูปที่ 3.9 เป็นการต่อวงจรของเซนเซอร์ตำแหน่งลิ้นเร่งกับคอมพิวเตอร์



รูปที่ 3.9 การต่อวงจรของเซนเซอร์ตำแหน่งลิ้นเร่งกับคอมพิวเตอร์

3.5 เซนเซอร์วัดอุณหภูมิน้ำหล่อเย็น (temperature sending)

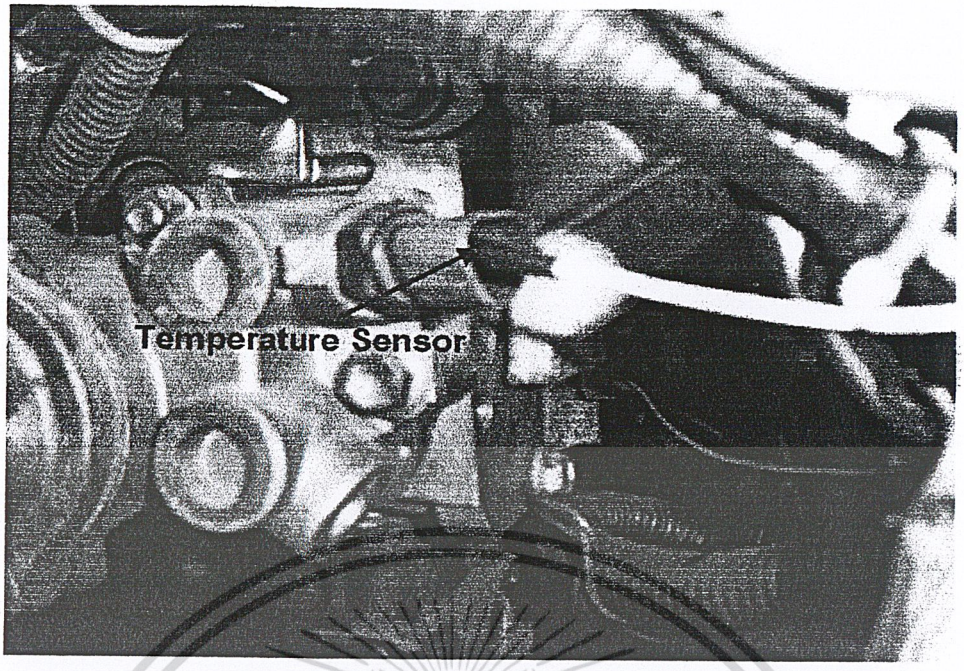
ภายในจะมีโลหะไบมีทัล ซึ่งจะทำงานเป็นสวิตช์ตัดต่อวงจรของกระแสไฟฟ้าเมื่อได้รับความร้อน เซนเซอร์อุณหภูมิน้ำหล่อเย็นวัดอุณหภูมิน้ำหล่อเย็นจะติดตั้งอยู่ที่ทางท่อเดินของน้ำหล่อเย็นที่หม้อน้ำรถยนต์

การทำงาน มีรายละเอียดดังนี้

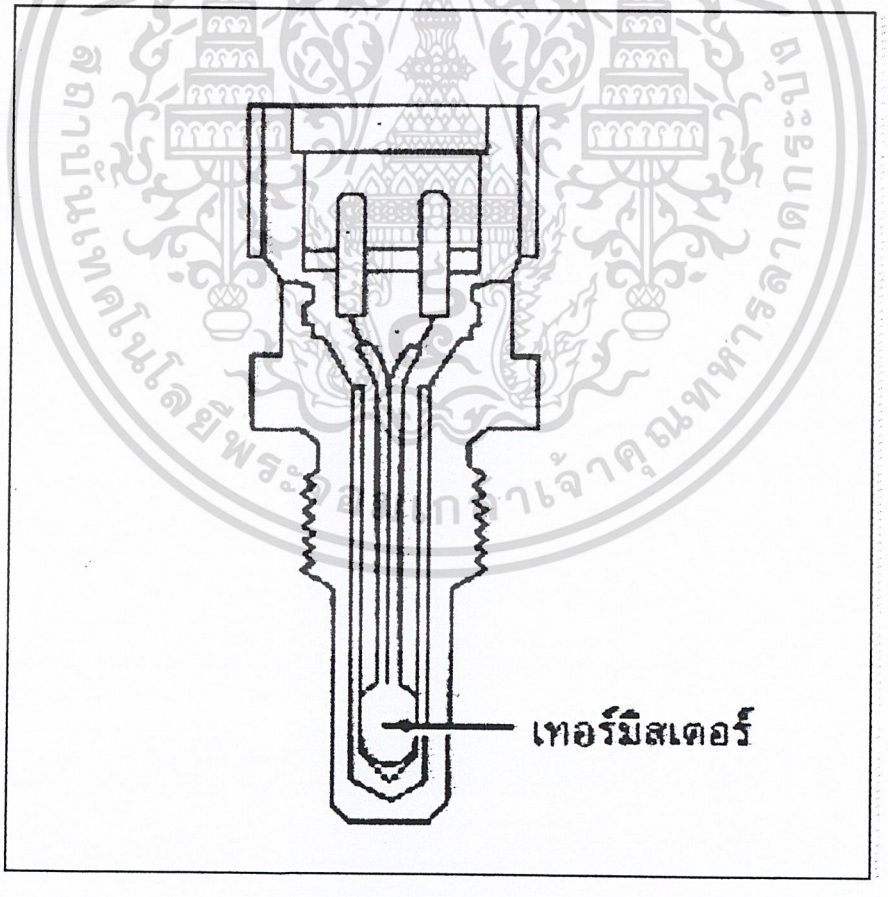
3.5.1 อุณหภูมิน้ำหล่อเย็นต่ำ เมื่ออุณหภูมิน้ำหล่อเย็นประมาณ 83 องศาเซลเซียสหรือ 181 องศาฟาเรนไฮต์เซนเซอร์อุณหภูมิน้ำหล่อเย็นจะต่อวงจร ทำให้กระแสไฟฟ้าในแบตเตอรี่ไหลผ่านขดลวดรีเลย์พัดลม เป็นเหตุให้ขดลวดมีอำนาจแม่เหล็กไฟฟ้าดูดให้หน้าทองขาวแยกออกจากกัน ทำให้มอเตอร์พัดลมไฟฟ้าไม่มีกระแสไหลผ่าน

3.5.2 อุณหภูมิน้ำหล่อเย็นสูง แต่เมื่อน้ำหล่อเย็นได้รับอุณหภูมิสูงขึ้นประมาณ 90 องศาเซลเซียสหรือ 199 องศาฟาเรนไฮต์เซนเซอร์อุณหภูมิน้ำหล่อเย็นจะตัดวงจรกระแสไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ทำให้กระแสไฟฟ้าจะไม่ไหลผ่านขดลวดรีเลย์พัดลม ซึ่งจะมีผลทำให้หน้าทองขาวต่อกันกระแสไฟฟ้าจากแบตเตอรี่จะไหลผ่านไปยังมอเตอร์พัดลมไฟฟ้า มอเตอร์พัดลมไฟฟ้า ก็จะเริ่มทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



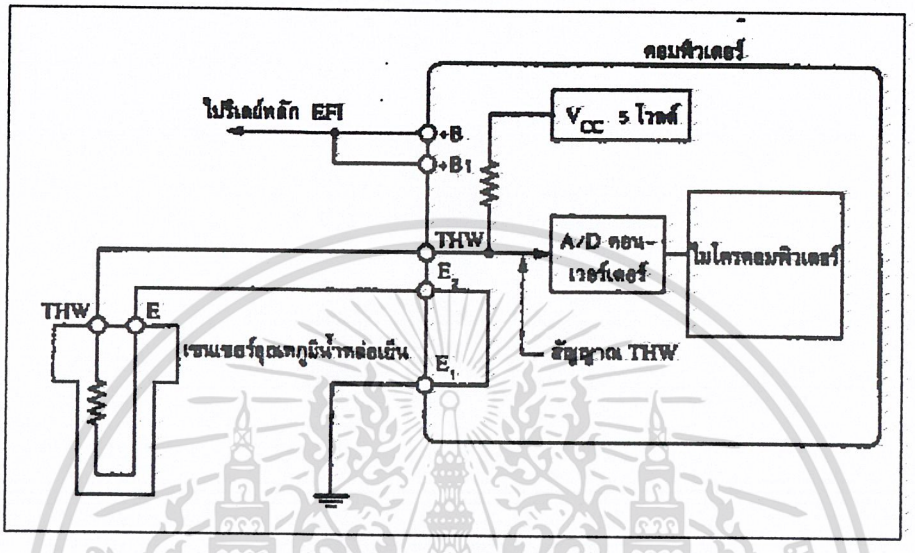
รูปที่ 3.10 เซนเซอร์อุณหภูมิน้ำหล่อเย็น



รูปที่ 3.11 ไดอะแกรมเซนเซอร์อุณหภูมิน้ำหล่อเย็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรไฟฟ้าของเซนเซอร์วัดอุณหภูมิน้ำหล่อเย็น เซนเซอร์วัดอุณหภูมิน้ำหล่อเย็นจะต่อเข้ากับคอมพิวเตอร์ ดังแสดงรูปที่ 3.12 ความต้านทาน R ภายในคอมพิวเตอร์กับเทอร์มิสเตอร์ซึ่งอยู่ภายในเซนเซอร์จะต่อกัน เป็นวงจรแบบอนุกรม สัญญาณแรงเคลื่อนไฟฟ้าขั้ว THW ของเซนเซอร์วัดอุณหภูมิน้ำหล่อเย็นจะเปลี่ยนแปลงไปเมื่อความต้านทานของเทอร์มิสเตอร์เปลี่ยนแปลงได้เช่นกัน

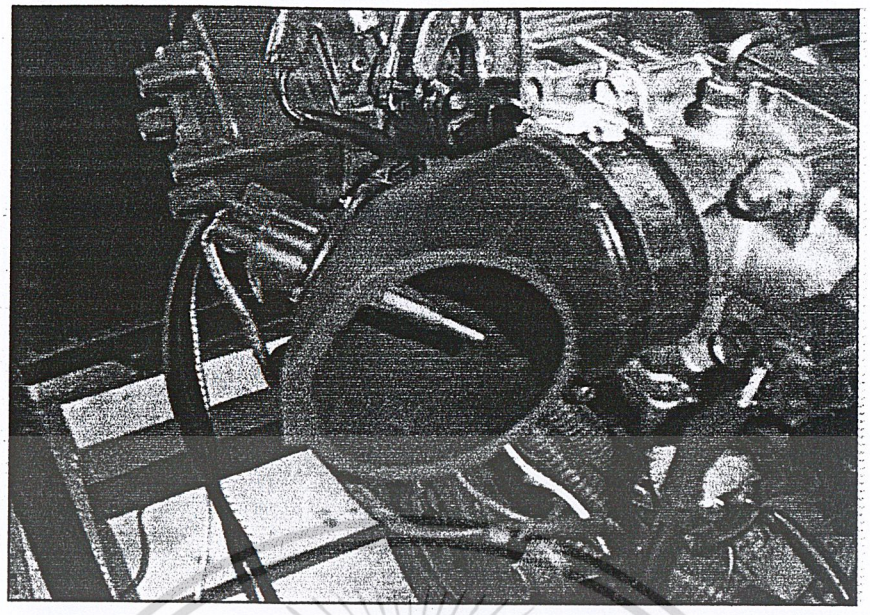


รูปที่ 3.12 การต่อวงจรของเซนเซอร์วัดอุณหภูมิน้ำหล่อเย็น

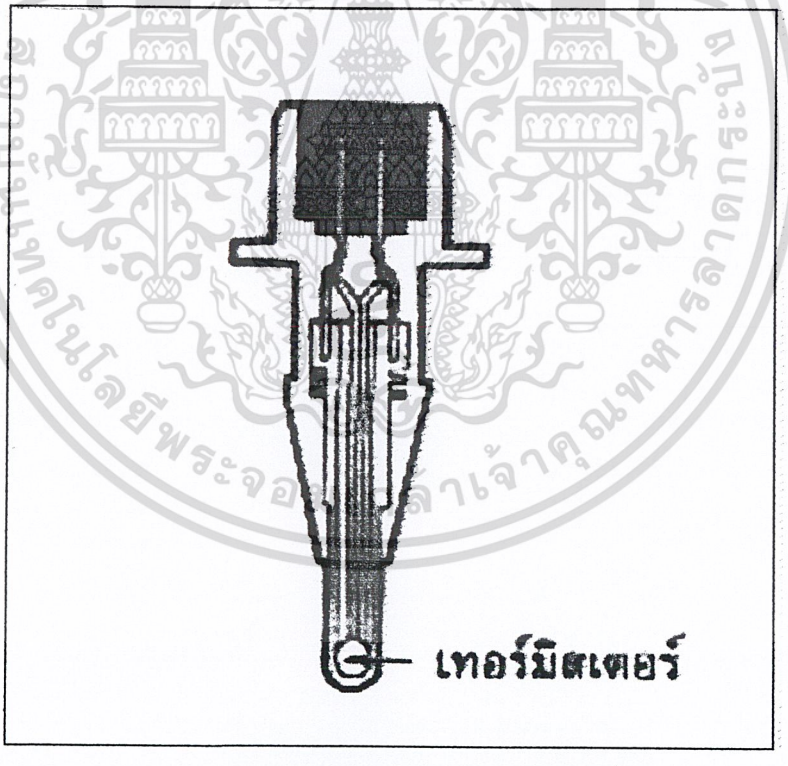
3.6 เซนเซอร์อุณหภูมิอากาศ

ซึ่งจะมีลักษณะคล้ายกับเซนเซอร์วัดอุณหภูมิน้ำหล่อเย็นเซนเซอร์อุณหภูมิอากาศจะติดตั้งบริเวณท่อทางเดินของอากาศ ซึ่งจะทำหน้าที่วัดอุณหภูมิไอดีที่ไหลเข้ากระบอกสูบ อุณหภูมิจะทำให้แรงดันและความหนาแน่นของอากาศเปลี่ยนแปลงไป ดังนั้นแรงดันภายในท่อร่วมไอดีนั้นจะตรวจวัดจากเซนเซอร์วัดแรงดันที่ท่อร่วมไอดี ปริมาตรการฉีดเชื้อเพลิงจะเปลี่ยนแปลงไปตามอุณหภูมิไอดี คอมพิวเตอร์จะควบคุมปริมาตรการฉีดเชื้อเพลิงให้ได้มาตราฐานที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส หรือ 68 องศาฟาเรนไฮต์ และจะลดการฉีดปริมาตรเชื้อเพลิงเมื่ออุณหภูมิไอดีสูงกว่ามาตราฐาน หรือเพิ่มปริมาตรการฉีดจากอุณหภูมิไอดีต่ำกว่ามาตราฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



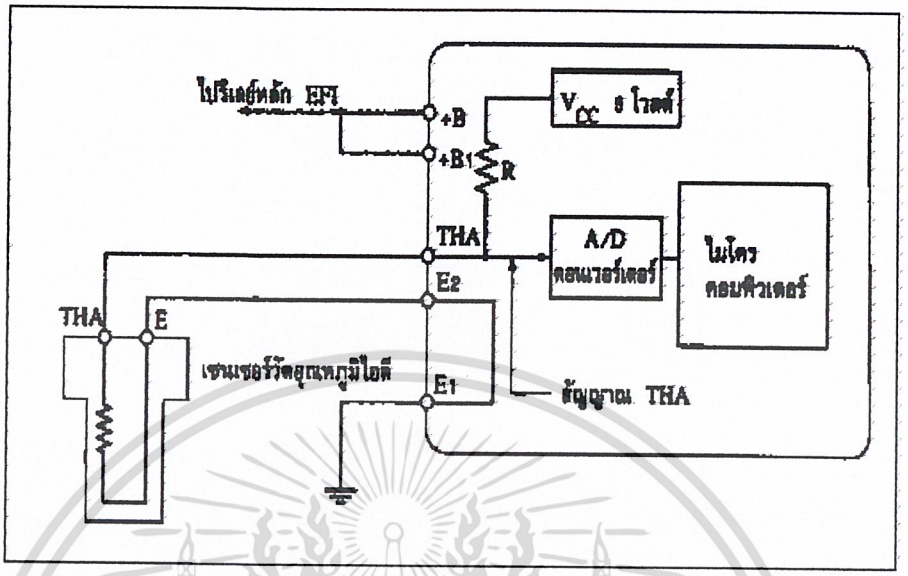
รูปที่ 3.13 ตำแหน่งการติดตั้งเซนเซอร์อุณหภูมิอากาศ



รูปที่ 3.14 ไดอะแกรมตำแหน่งการติดตั้งเซนเซอร์อุณหภูมิอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรไฟฟ้าของเซนเซอร์วัดอุณหภูมิอากาศ ดังแสดงในรูปที่ 3.15 การต่อวงจรเซนเซอร์อุณหภูมิอากาศกับคอมพิวเตอร์จะมีลักษณะการต่อวงจรไฟฟ้าเช่นเดียวกับวงจรวัดอุณหภูมิน้ำหล่อเย็น



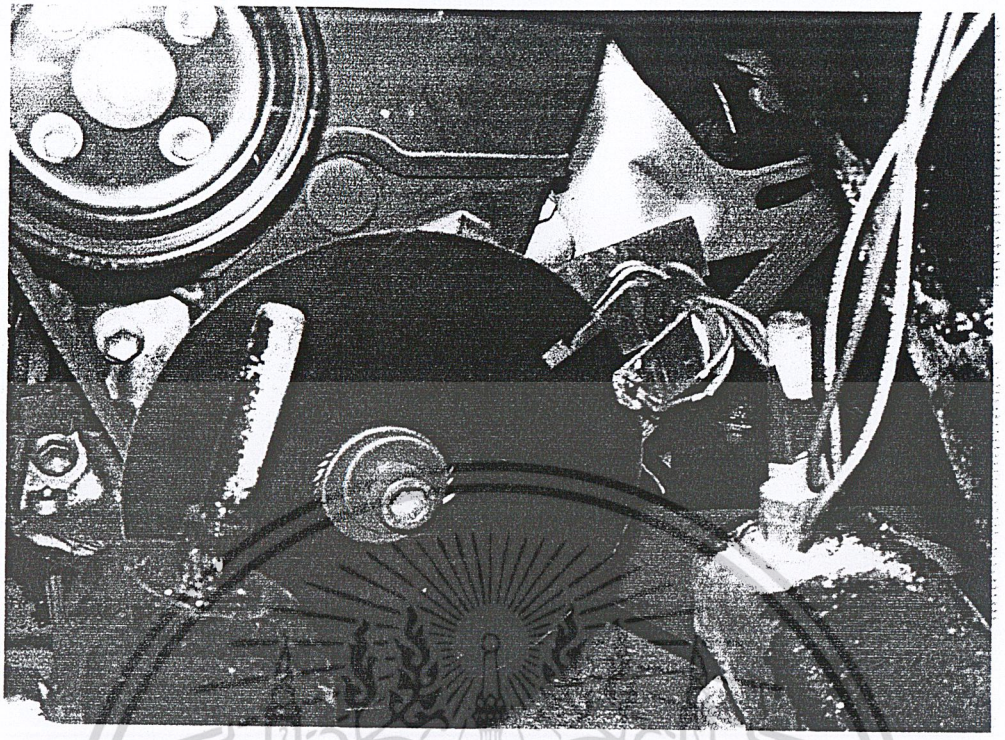
รูปที่ 3.15 การต่อวงจรเซนเซอร์อุณหภูมิอากาศกับคอมพิวเตอร์

3.7 เซนเซอร์วัดมุมเพลาข้อเหวี่ยง(Crank Angle Sensor)

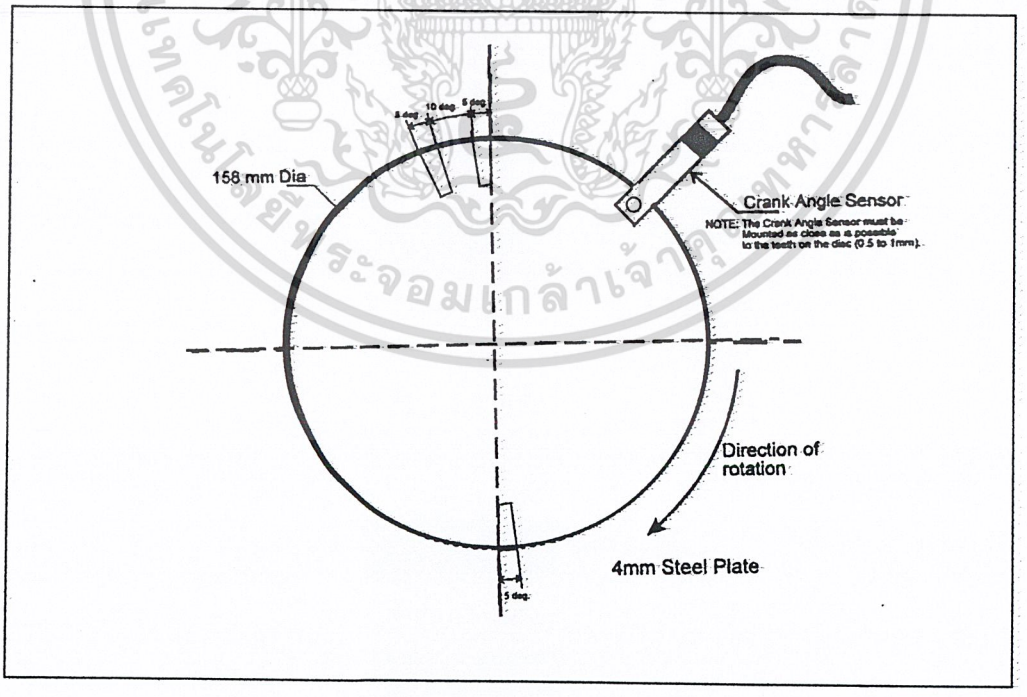
จะติดตั้งอยู่ที่บริเวณฝาสูบแกนหมุนของจานโรเตอร์ซึ่งต่ออยู่กับเพลาราวลิ้นไอดี ภายในเซนเซอร์ประกอบด้วยโรเตอร์ที่ทำด้วยแผ่นโลหะ โดยขอบด้านนอกจะถูกเจาะเป็นช่องไว้ 1 ช่อง ใช้สำหรับเป็นเซนเซอร์ ส่วนด้านนอกของโรเตอร์จะถูกเจาะไว้อีก 2 ช่อง ซึ่งจะเจาะห่างจากช่องแรกประมาณ 180 องศา ใช้สำหรับบอกตำแหน่งของศูนย์ตายบน ซึ่งก็จะทำหน้าที่ตรวจจับตำแหน่งศูนย์ตายบนของสูบที่1 กับสูบที่ 4 โดยช่องที่เจาะไว้เป็นช่องแรกจะเป็นของสูบที่ 1 และช่องที่ 2 จะเป็นของสูบที่ 4 ชุดตรวจจับสัญญาณด้วยแสงจะประกอบด้วยหลอดไฟ LED ซึ่งจะทำหน้าที่ตรวจจับตำแหน่งศูนย์ตายบนและมุมของเพลาข้อเหวี่ยง

เมื่อโรเตอร์หมุนโดยเพลาราวลิ้นไอดี โรเตอร์จะหมุนอยู่ระหว่างชุดตรวจจับด้วยแสง และทุกครั้งที่เจาะไว้หมุนมาตรงกับตำแหน่งตรวจจับของแสง แสงจากหลอดไฟ LED จะส่งผ่านช่องที่เจาะไว้ไปยังโฟโต้ไดโอด ทำให้แรงเคลื่อนไฟฟ้าประมาณ 5 โวลต์ไหลผ่านไปยังวงจรเปรียบเทียบและคอมพิวเตอร์ ดังแสดงดังรูปที่ 3.14 และเมื่อโรเตอร์หมุนเคลื่อน ที่ต่อไป ทำให้โรเตอร์หมุนไปและเลยช่องไป ก็จะทำให้โรเตอร์หมุนไปแสงจากหลอดไฟ LED ที่ส่งไปยังโฟโต้ไดโอดเป็นสาเหตุให้กระแสไฟหยุดไหล ดังนั้นสัญญาณของแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ส่งไปยังคอมพิวเตอร์จะเทากับ 0 โวลต์ เป็นวงจรไฟฟ้าของเซนเซอร์มุมเพลาข้อเหวี่ยงกับคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.16 ตำแหน่งการติดตั้งของ Crank Angle Plate

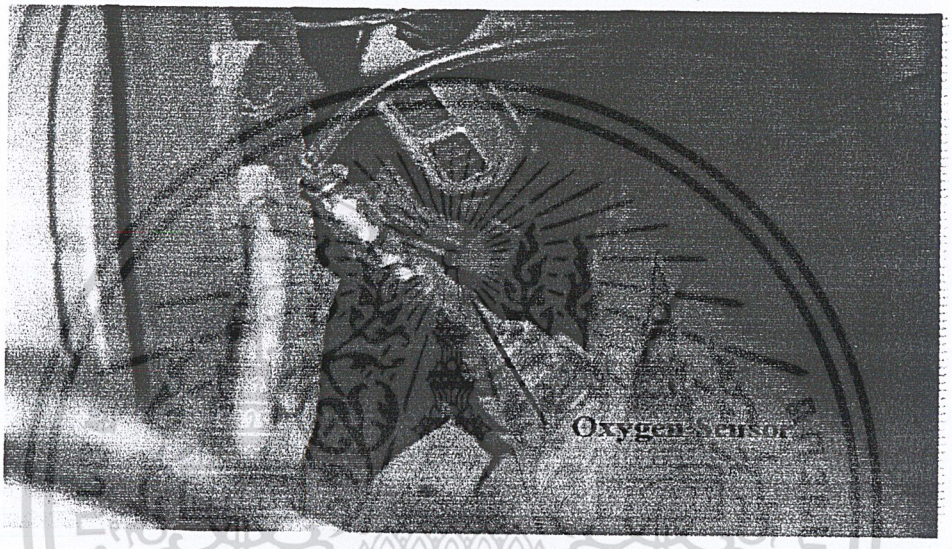


รูปที่ 3.17 ไดอะแกรมตำแหน่งการติดตั้งของ Crank Angle Plate

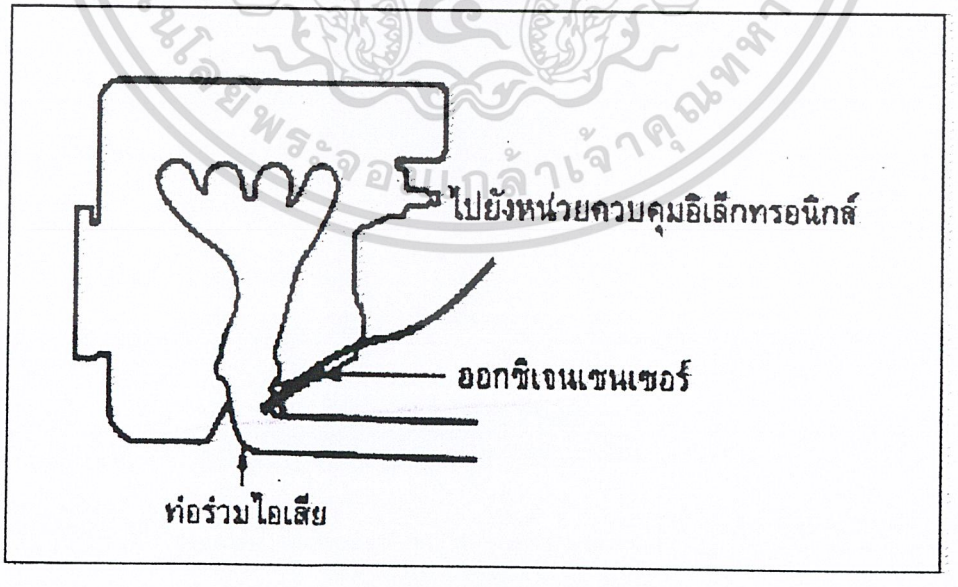
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.8 เซนเซอร์วัดออกซิเจน

เซนเซอร์วัดออกซิเจน (oxigen sensor) สำหรับเครื่องยนต์ที่ติดตั้งหม้อปรับสภาพแก๊สไอเสีย 3 ทางไว้เพื่อควบคุมมลภาวะอากาศเป็นพิษที่เกิดจากแก๊สไอเสียให้เป็นไปได้อย่างสมบูรณ์ดังนั้นจึงต้องให้อากาศที่ถูกขับออกมาก่อนจะผ่านหม้อปรับสภาพแก๊สไอเสียให้มีปริมาณแก๊สไอเสียน้อยที่สุดด้วยเหตุผลนี้จึงจำเป็นจะต้องปรับอัตราส่วนผสมของไอดีให้มีอัตราส่วนใกล้เคียงทางทฤษฎีมากที่สุด โดยการติดตั้งเซนเซอร์วัดออกซิเจนที่ท่อทางออกของท่อไอเสียดังที่แสดงดังรูป4.11 เซนเซอร์วัออกซิเจนจะทำหน้าที่วัดอัตราส่วนผสมของไอดีที่หนาและบางกว่าอัตราส่วนผสมของไอดีทางทฤษฎี

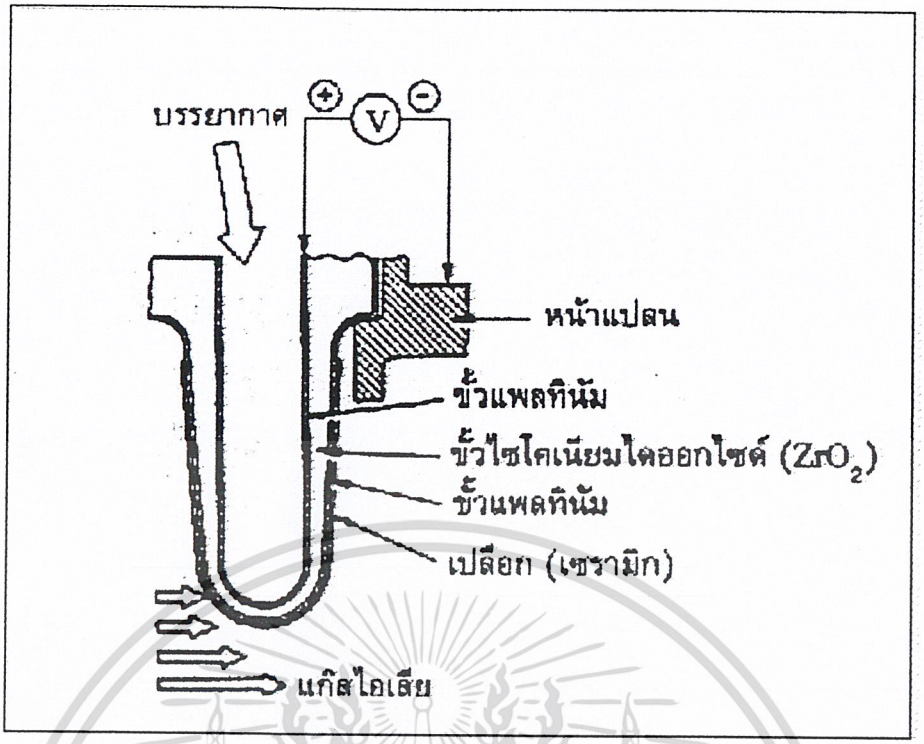


รูปที่ 3.18 ตำแหน่งการติดตั้งออกซิเจนเซนเซอร์



รูปที่ 3.19 ตำแหน่งการติดตั้งออกซิเจนเซนเซอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.20 ไดอะแกรมตำแหน่งการติดตั้งออกซิเจนเซนเซอร์

เซนเซอร์วัดออกซิเจนประกอบด้วยวัสดุไซโคเนียมออกไซด์(ZrO_2)โดยจะเคลือบผิวทั้งภายในและภายนอกด้วยทองคำขาวบาง ๆ ซึ่งทองคำขาวนี้จะทำหน้าที่ช่วยให้ออกซิเจนในไอเสียทำปฏิกิริยาทางเคมีกับแก๊สคาร์บอนมอนอไซด์ อากาศโดยรอบจะไหลผ่านเข้าเซนเซอร์วัดออกซิเจน ส่วนภายในเซนเซอร์จะสัมผัสกับไอเสียในท่อโดยตรง ในรูปที่ 3.16 แสดงส่วนประกอบของเซนเซอร์วัดออกซิเจน

เมื่อมีปริมาณความเข้มของออกซิเจนภายในของไซโคเนียมไดออกไซด์ (ZrO_2)มีความแตกต่างกันมาก ผิวด้านนอกจะมีอุณหภูมิสูงถึง 400 องศาเซลเซียส จะทำให้ไซโคเนียมไดออกไซด์ มีปฏิกิริยาทางด้านไฟฟ้า เกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าขึ้นเมื่ออัตราส่วนผสมของไอดีบาง ออกซิเจนในไอเสียจะมีปริมาณที่มากกว่าอัตราส่วนผสมไดอีที่หนา จากความแตกต่างของอัตราส่วนของไอดี ปริมาณของออกซิเจนภายในและภายนอกเซนเซอร์จะมีความแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย ซึ่งมีผลให้แรงเคลื่อนไฟฟ้าที่เกิดจากวัสดุไซโคเนียมไดออกไซด์จะต่ำ แต่ในขณะเดียวกันถ้าอัตราส่วนผสมของไอดีหนา ออกซิเจนภายในและภายนอกเซนเซอร์จะมีมาก ซึ่งจะทำให้เกิดแรงเคลื่อนที่วัสดุไซโคเนียมไดออกไซด์มีมาก คอมพิวเตอร์จะคำนวณและกำหนดการเพิ่มปริมาตรการฉีดเชื้อเพลิงเพื่อคงรักษาอัตราส่วนผสมของไอดีให้ได้ตามทฤษฎี

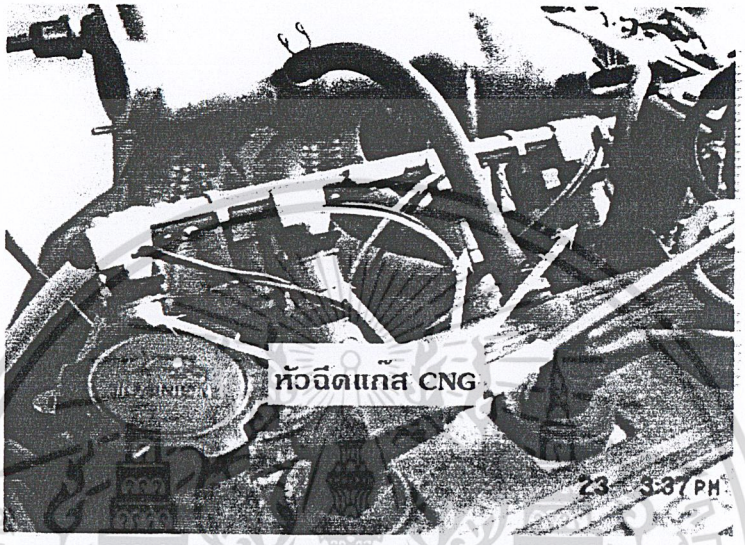
3.9 หัวฉีดก๊าซธรรมชาติ (Injection)

หัวฉีด (Injection)ที่ใช้กับระบบหัวฉีดเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติเป็นแบบขดลวดโซลินอยด์ โดยจะทำการติดตั้งอยู่ที่ฝาสูบบริเวณท่อไอดีในแต่ละสูบ

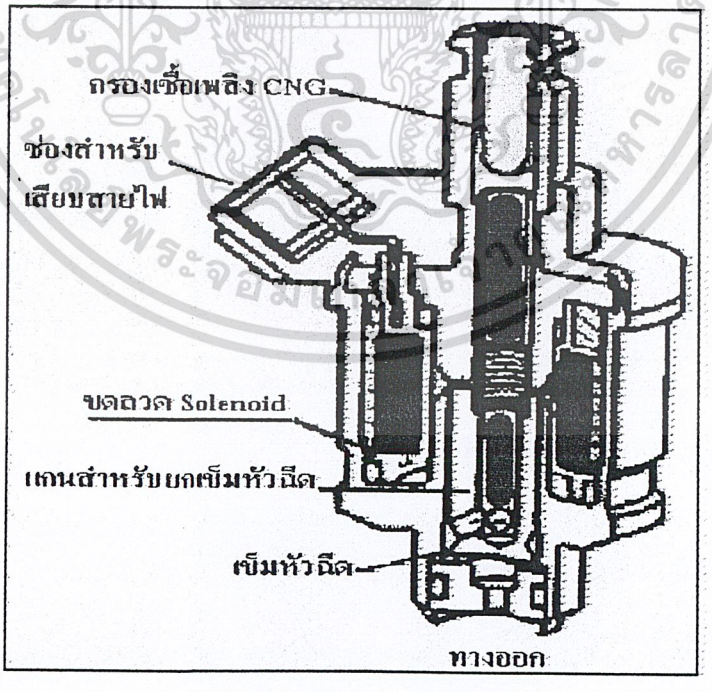
หัวฉีดจะทำงานได้โดยอาศัยกระแสไฟฟ้าที่สังการโดยคอมพิวเตอร์ มากระตุ้นขดลวดโซลินอยด์ เมื่อกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดโซลินอยด์ ก็จะทำให้เกิดอำนาจแม่เหล็กดึงให้เข็มในหัวฉีดยกขึ้น แรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดันจากเชื้อเพลิงที่รออยู่ที่เข็มหัวฉีดก็จะฉีดออกไป แต่เมื่อไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดโซลีนอยด์ เข็มหัวฉีดก็จะถูกแรงดันสปริงดันให้ปิดรูทางออก ซึ่งการฉีดเชื้อเพลิงก็จะสิ้นสุดลง และจะสังเกตุเห็นได้ว่าที่ปลายของเข็มหัวฉีดซึ่งจะมีขนาดของรูเข็มหัวฉีดที่ใหญ่กว่ารูเข็มหัวฉีดก๊าซโซลีนซึ่งเป็นผลอันเนื่องมาจากคุณสมบัติของก๊าซธรรมชาติแตกต่างจากก๊าซโซลีน คือ เครื่องยนต์มีความต้องการปริมาณก๊าซธรรมชาติมากกว่าก๊าซโซลีน ณ เวลาการฉีดที่เท่ากัน



รูปที่ 3.21 หัวฉีดก๊าซธรรมชาติที่ใช้ในการฉีดเชื้อเพลิง



รูปที่ 3.22 ไดอะแกรมหัวฉีดก๊าซธรรมชาติที่ใช้ในการฉีดเชื้อเพลิง

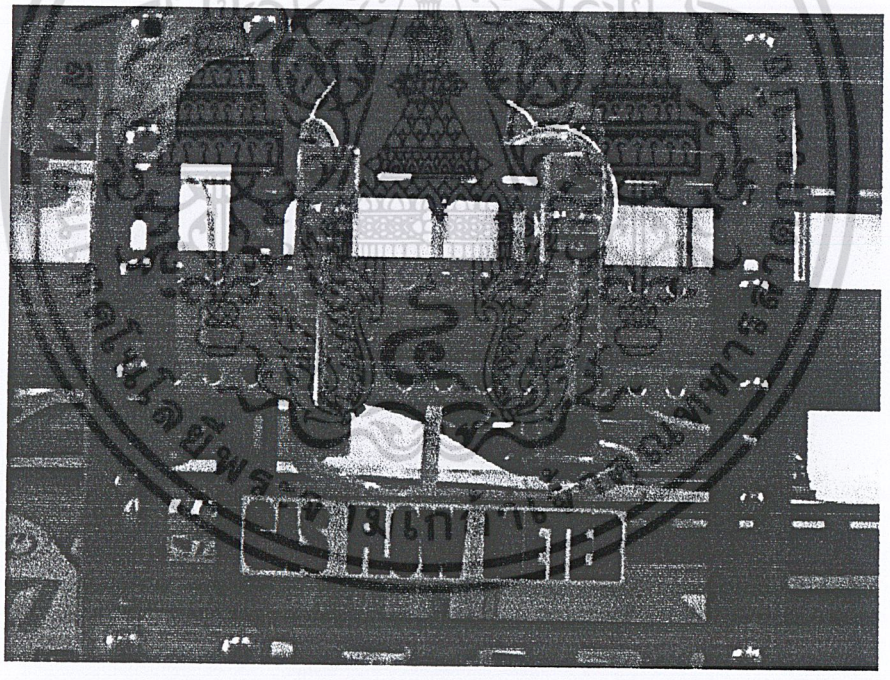
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.10 FLOW METER

Flow meter เป็นอุปกรณ์ที่ใช้วัดอัตราการไหลของเชื้อเพลิง ซึ่งจะทำให้สามารถรู้อัตราของปริมาณการไหลของเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติ ซึ่งค่าที่ได้จากการอ่าน Flow meter จะนำไปใช้ในการคำนวณหาอัตราการิสิ้นเปลือง (bsfc)

Flow meterจะติดตั้งอยู่ระหว่างโซลีนอยด์และหัวฉีดเชื้อเพลิง โดยจะมีท่อส่งของก๊าซธรรมชาติต่อออกมาจากโซลีนอยด์ผ่านเข้าไปยัง Flow meter และจะไหลต่อไปยังหัวฉีด

เมื่อเราทำการเปิดวาล์วของถังก๊าซธรรมชาติ ก๊าซธรรมชาติจะไหลไปตามท่อส่งก๊าซผ่านเข้าไปยังหม้อต้ม (pressure regulator) ซึ่งจะทำหน้าที่ปรับแรงดันให้อยู่ในสภาวะที่เหมาะสมกับการใช้งาน โดยจะมีโซลีนอยด์วาล์วทำหน้าที่เปิดปิดเชื้อเพลิง และเมื่อทำผ่านกระแสไฟฟ้าเข้าไปยังโซลีนอยด์วาล์ว จะทำให้ก๊าซธรรมชาติก็จะไหลเข้าไปยัง Flow meter ทั้ง 2 ตัว ซึ่งภายใน Flow meter จะมีลูกลอยอยู่ภายในซึ่งเมื่อก๊าซไหลผ่านเข้ามาจะทำให้ลูกลอยลอยขึ้น ทำการอ่านค่าอัตราการไหลและนำค่าที่ได้จาก Flow meter ทั้ง 2 ตัว มารวมกันเป็นอัตราการไหล ทำการบันทึกค่าและเก็บผลซึ่งมีหน่วยเป็น L/MIN นำค่าที่ได้ไปทำการคำนวณหาอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงต่อไป



รูปที่ 3.23 FLOW METER วัดอัตราการไหลก๊าซธรรมชาติ

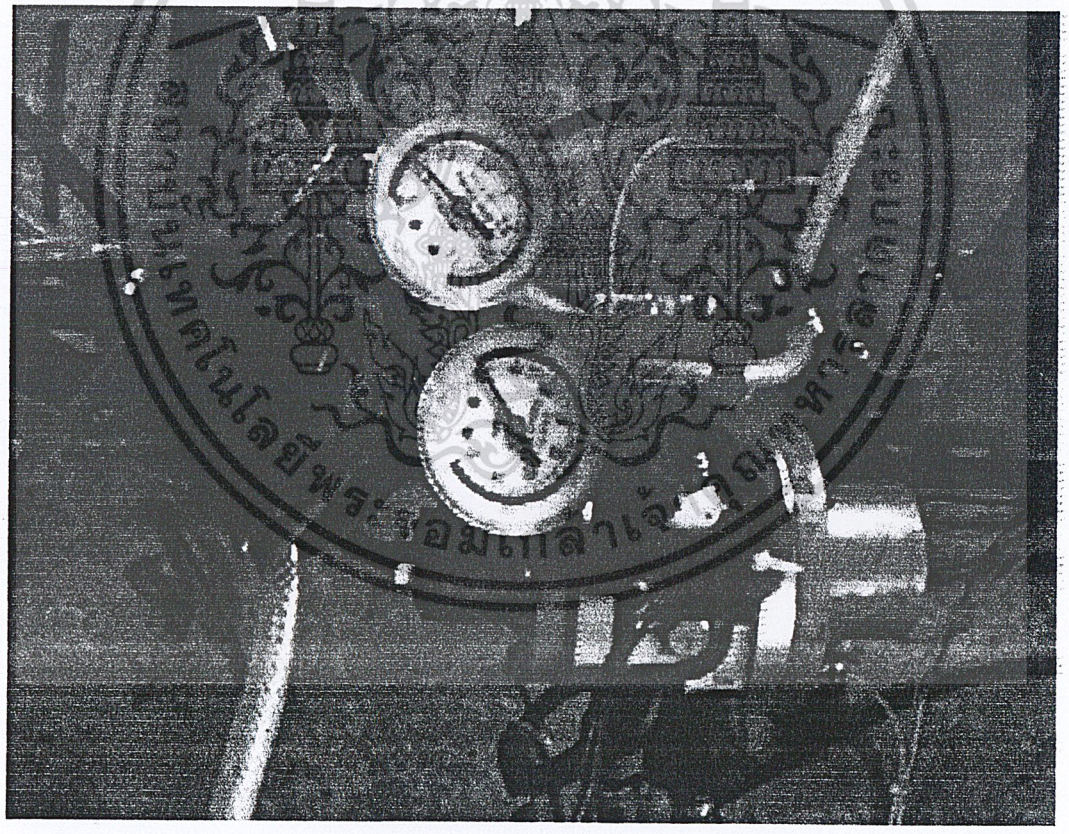
3.11 PRESSURE REGULATOR

หน้าที่หลักๆของหม้อต้ม(PRESSURE REGULATOR) คือทำการลดความดันของก๊าซธรรมชาติจากภายในถังที่200barให้เหลือ2-3barซึ่งเป็นความดันใช้งานที่เหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

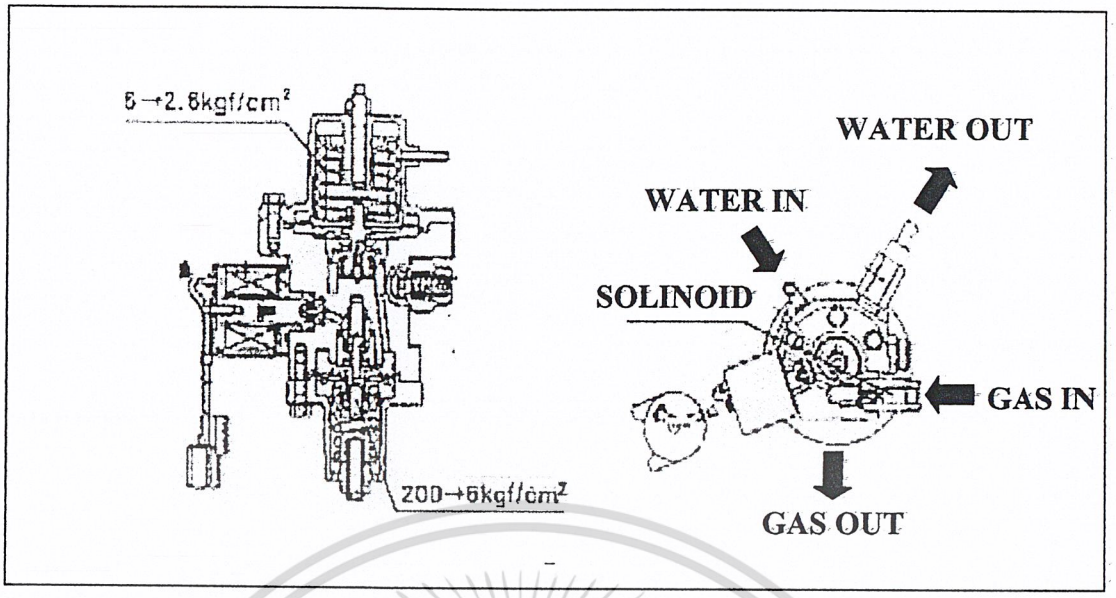
เมื่อทำการเปิดถังก๊าซธรรมชาติที่มีความดันประมาณ200barผ่านมายังท่อลำเลียงลำเลียงก๊าซธรรมชาติเข้าสู่หม้อต้ม(PRESSURE REGULATOR)ทำการลดความดันให้เหลือ2-3barซึ่งภายในหม้อต้ม(PRESSURE REGULATOR)จะมีทางสำหรับทางน้ำร้อนเข้าและน้ำร้อนที่ได้นี้เราจะต่อมาจากหม้อน้ำของเครื่องยนต์โดยน้ำร้อนนี้จะเข้าไปหมุนเวียนภายในตัวเรือนของหม้อต้ม(PRESSURE REGULATOR)ซึ่งการใช้น้ำร้อนไปหมุนเวียนก็เพื่อทำการอุ่นก๊าซให้อยู่ในสภาวะที่เหมาะสมการใช้งาน อันเนื่องมาจากการลดความดันของก๊าซธรรมชาติอย่างฉับพลันจะทำให้ก๊าซเย็นตัวลงกลายเป็นเกล็ดน้ำแข็งในขณะนี้การไหลเวียนของก๊าซธรรมชาติจึงไหลเวียนได้ไม่ดีฉะนั้นจึงต้องทำการอุ่นก๊าซเพื่อให้ความต้องการเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ที่เพียงพอ

ส่วนการติดตั้งหม้อต้ม(PRESSURE REGULATOR)นั้นเราจะทำการติดตั้งไว้ระหว่างถังของก๊าซธรรมชาติและชุดของFLOW METER และตัวหม้อต้ม(PRESSURE REGULATOR)จะมีตัวSOLINOID ติดตั้งอยู่บนตัวหม้อต้ม(PRESSURE REGULATOR)ตัว SOLINOIDนี้ซึ่งจะทำหน้าที่เปิด-ปิดก๊าซธรรมชาติและทำการส่งต่อไปยังชุดของFLOW METERโดยมีสายลำเลียงก๊าซเป็นตัวเชื่อมจากนั้นก๊าซก็จะถูกส่งต่อไปยังชุดหัวฉีดต่อไปเพื่อรอการใช้งาน



รูปที่ 3.24 PRESSURE REGULATOR ของ ก๊าซธรรมชาติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.25 ไดอะแกรม PRESSURE REGULATOR ของก๊าซธรรมชาติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
วิธีการทดลองและการคำนวณประสิทธิภาพเครื่องยนต์

4.1 การหาสมรรถนะของเครื่องยนต์สันดาปภายใน

เพื่อหากำลังงานที่เกิดขึ้น ณ จุดต่างๆภายในเครื่องยนต์ นอกจากนี้ยังสามารถทราบถึงความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง และประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ เมื่อนำผลที่ได้จากการทดลอง ไปสร้างความสัมพันธ์จะทำให้ทราบผลที่เกิด ณ สภาพต่างๆ ของเครื่องยนต์ดังกล่าวก่อน

4.2 อุปกรณ์การทดสอบ

4.2.1 เครื่องยนต์ที่ใช้ในการวิจัย

ในปัจจุบันได้มีการนำหัวฉีดมาใช้แทนคาร์บูเรเตอร์โดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ประมวลผลให้แต่ละรอบแม่นยำยิ่งขึ้นและเครื่องยนต์หัวฉีดที่ได้นำมาทำการทดลอง มีลักษณะเป็นดังนี้

ตารางที่ 4.1 รายละเอียดของเครื่องยนต์ที่ใช้ในการวิจัย

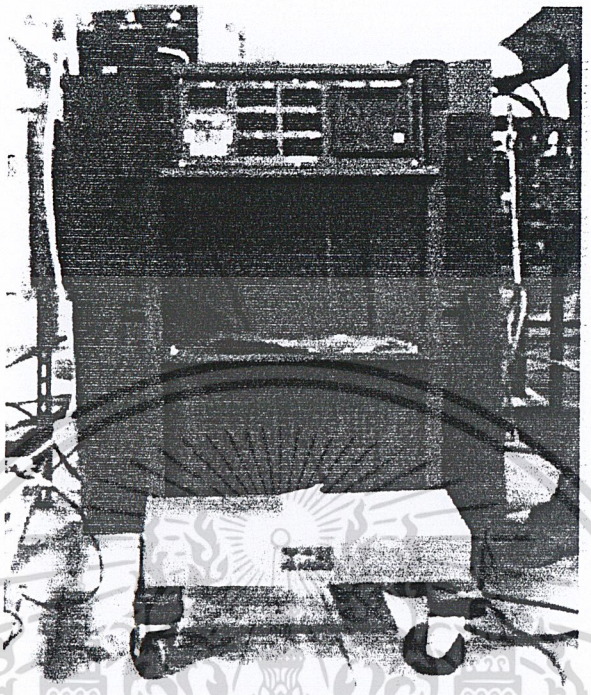
เครื่องยนต์แบบ	เบนซินแถวเรียง 4 สูบ รหัส 5A-FE
ระบบเพลาราวลิ้น	4 วาล์วต่อสูบ (DOHC) ขับด้วยสายพาน
บล๊อคเสื้อสูบ/ฝาสูบ	อลูมินั่มอัลลอย / เหล็กหล่อ
เส้นผ่านศูนย์กลางกระบอกสูบ	78.7 ม.ม.
ระยะช่วงชักลูกสูบ	77.0 ม.ม.
ปริมาตรความจุกระบอกสูบ	1500 ซี.ซี.
ระบบอัดอากาศ	ไม่มี
ระบบจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิง	ระบบหัวฉีดอิเล็กทรอนิกส์ แบบมัลติพอยท์ ควบคุมด้วยระบบ TCCS
ระบบจุดระเบิด	ระบบอิเล็กทรอนิกส์ไร้หน้าทองขาว ควบคุมด้วยระบบ TCCS
แรงม้าสูงสุด	74 KW ที่ 5600 RPM
รอบการทำงานสูงสุด	14.0 Kg-m (137 Nm) ที่ 4400 RPM
อัตราส่วนแรงม้าต่อ ลิตร	66.75 PS-DIN : ลิตร

4.2.2 เครื่องวิเคราะห์ก๊าซไอเสีย

เครื่องวิเคราะห์ก๊าซไอเสียอินฟราเรดก็สามารถใช้ในการวัดไอเสียของรถยนต์ จุดประสงค์ของระบบควบคุมไอเสียก็เพื่อลดปริมาณ CO , HC และ Nox ในก๊าซไอเสีย การใช้เครื่องมือวิเคราะห์ ให้สอดหัวปีกอับเข้าไปในท่อไอเสีย หัวปีกอัปจะดูดก๊าซไอเสียบางส่วนเข้าสู่เครื่องวิเคราะห์และจะแสดงปริมาณมาตร 2 ชุดHC และ CO ที่มีอยู่ในก๊าซไอเสีย มาตร HC แสดงปริมาณ HC เป็นส่วนในล้านส่วน (PPM)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มาตร CO แสดงปริมาณ CO เป็นเปอร์เซ็นต์ ดังในรูปแสดงปริมาณ HC และ CO ที่ยอมให้มีได้ในก๊าซ ไอเสียตามรุ่นของรถยนต์ ในปีต่างๆ ซึ่งกำหนดตามกฎหมายของประเทศสหรัฐอเมริกา



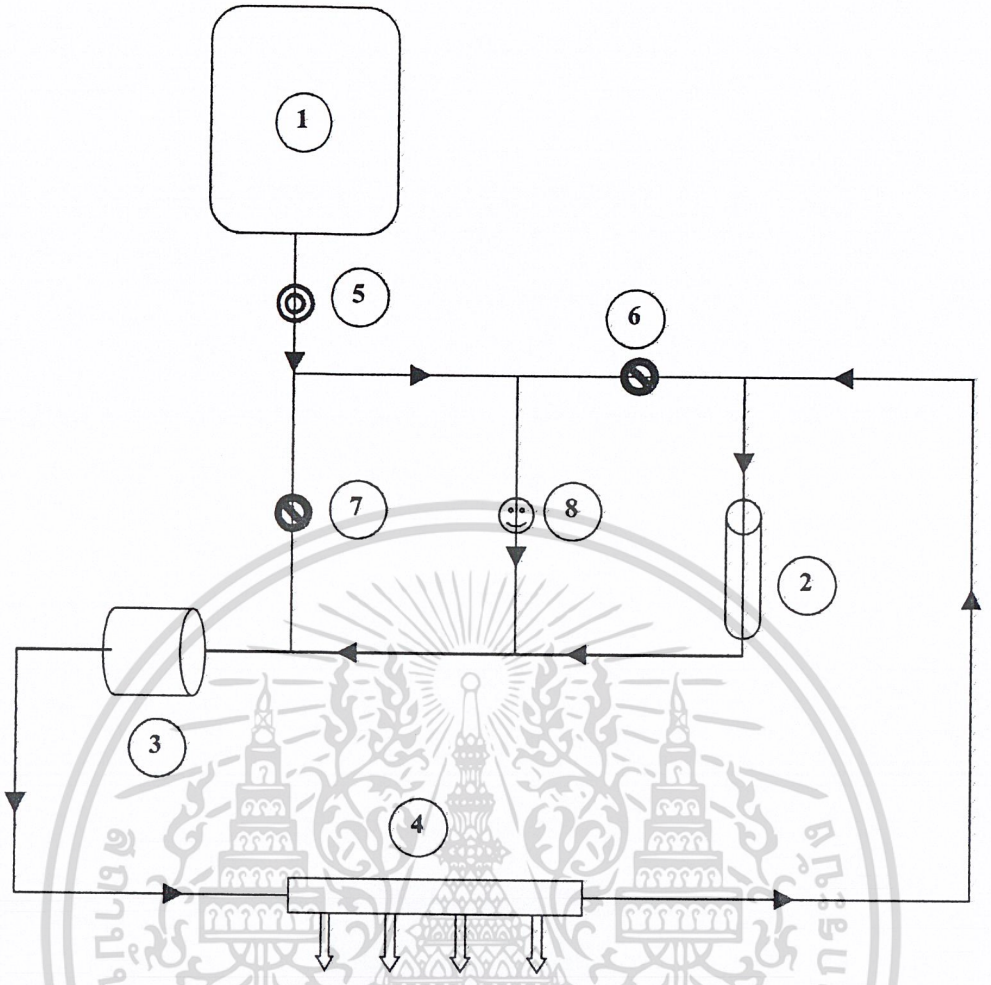
รูปที่ 4.1 เครื่องวัดปริมาณมลพิษ

4.2.3 ชุดอุปกรณ์วัดการสิ้นเปลืองน้ำมันก๊าซโซลีน



รูปที่ 4.2 ชุดจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ในการทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำ ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 ไดอะแกรมชุดจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ในการทดสอบ

ส่วนประกอบ

1. ถังสำหรับใส่น้ำมันเชื้อเพลิงในที่นี้เราใช้ถัง20ลิตร
2. หลอดใสสำหรับวัดปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิง
3. ปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิง
4. รางหัวฉีด
5. วาล์ว 5 เป็น Safety ปกติเปิด
6. วาล์ว 6 เป็น Safety ปกติปิด
7. วาล์ว 7 เป็น Safety ปกติปิด
8. วาล์ว 8 เป็นวาล์วปรับปริมาณน้ำมันให้เหมาะสมกับความต้องการของเครื่องยนต์

หลักการทำงาน

เมื่อเครื่องยนต์ทำงานน้ำมันจากชุดทดสอบจะส่งผ่านมายังท่อทางส่งผ่านวาล์วและผ่านมายังหลอดทดลองเข้าสู่ปั๊มส่งน้ำน้ำมันเชื้อเพลิงและส่งไปยังเครื่องยนต์เพื่อใช้ในการเผาไหม้เมื่อเครื่องยนต์เดินได้สักพักจนเครื่องเดินเรียบเราจะทำการทดสอบโดยจะทำการทดสอบครั้งที่1ที่ความเร็วรอบ 1000 รอบและที่ความดัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BMEP 100 Kpa ในการทดสอบเราจะทำการปิดวาล์วจากถังน้ำมันโดยน้ำมันจะถูกตัดการทำงานซึ่งตอนนี้น้ำมันจะค้างอยู่ที่ท่อทางเดินน้ำมันและหลอดทดลองเราจะทำการจับเวลาดูอัตราการลดลงของน้ำมันเชื้อเพลิงเราจะสังเกตุเห็นได้ว่าที่ความเร็วรอบต่ำๆและความดันต่ำๆอัตราการไหลลดลงของน้ำมันเชื้อเพลิงจะเป็นไปอย่างช้าๆและที่ความเร็วรอบสูงๆความดันสูงอัตราการไหลจะเร็วตามไปด้วยเราจะทำการทดลองแบบนี้ซ้ำๆไปหลายๆรอบเราจะทำการทดสอบที่ความเร็วรอบที่ 1000 – 4000 รอบโดยเพิ่มความเร็วรอบขึ้นเรื่อยๆครั้งละ 500 รอบทั้ง 4 ความดันคือที่ BMEP 100, 300, 500 และ WOT ทำการทดสอบไปหลายๆครั้งเพื่อหาค่าเฉลี่ยที่ถูกต้องและนำผลไปวิเคราะห์ต่อไป

4.3 วิธีการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องยนต์

ก่อนที่จะทำการทดสอบเราจะทำการตรวจสภาพความพร้อมต่างเสียก่อน เช่น

- ทำการตรวจสอบน้ำในหม้อน้ำ
- ตรวจสอบน้ำมันเครื่องให้อยู่ในสภาพใช้งานไม่ให้ข่นและสกปรก
- ตรวจสอบลมยางให้อยู่ในสภาพที่พอเหมาะซึ่งมีผลต่อการวัดสมถนะ
- ตรวจสอบสายเชื้อเพลิงต่างไม่ให้เกิดรอยรั่ว
- ตรวจสอบแบตเตอรี่ซึ่งมีผลต่อการยกของหัวฉีดด้วย
- ตรวจสอบสายไฟ

จากนั้นเราจะทำการตรวจสอบเครื่องวัดมลพิษ

- ตรวจสอบกระดาษในเครื่องปริ้นท์ของเครื่องวัดมลพิษ
- ตรวจสอบหัวปิกสำหรับใส่ปลายท่อไอเสีย
- ตรวจระยะห่างของสายวัดอุณหภูมิ

เมื่อตรวจความพร้อมต่างๆเรียบร้อยแล้วเราจะทำการสตาร์ทเครื่องทิ้งไว้ประมาณ2-3นาทีให้ได้อุณหภูมิใช้งาน(ป้องกันการสึกหรอ)เมื่อเครื่องเดินได้สักพักจนเดินเรียบเราจะเริ่มทำการทดสอบที่ความเร็วรอบที่1000รอบและที่ความดันBMEPที่ 100 Kpa เริ่มแรกเราจะทำการปรับอัตราการฉีดของเชื้อเพลิงโดย ECU ที่ปรับค่าได้ใช้ในการปรับจนค่า λ เข้าใกล้1มากที่สุดคือให้เป็นไปตามทษฎีเมื่อเราปรับอัตราการฉีดได้เรียบร้อยแล้วเราจะเริ่มการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องยนต์เราจะทำการยกแม่แรงลงให้ล้อสัมผัสกับลูกกลิ้งของเครื่องวัดสมถนะซึ่งหน้าจอของเครื่องวัดสมถนะจะแสดงกำลังของเครื่องยนต์ (KW) ความเร็ว (km/h) ส่วนความเร็วรอบดูได้จากหน้าจอของ ECU ชนิดปรับค่าได้ในการทดสอบเราจะทำการล๊อครอบไว้ให้คงที่ และ ให้ได้กำลังที่ต้องการ ซึ่งการเปิดลิ้นเร่งก็เป็นไปตามที่เราได้คำนวนไว้แล้ว ซึ่งขึ้นอยู่กับความดันต่าง ๆ จากนั้นจะทำการบันทึกค่าต่างๆ คืออัตราการไหลของเชื้อเพลิง (L/MIN) กำลังของเครื่องยนต์ (KW) ความเร็วรอบต่างๆ (รอบ/นาที) และค่า H จากชุด MANOMETER จากชุด FLOW METER ซึ่งในขณะเดียวกันเราจะทำการวัดค่ามลพิษไปด้วยโดยจะเอาหัวปิกของเครื่องวัดมลพิษเสียบที่ปลายท่อไอเสีย ซึ่งเครื่องวัดมลพิษจะบอกค่าต่างๆ คือ CO , HC , CO2 , λ และอุณหภูมิของน้ำมันเครื่อง

ในการวัดมลพิษเราต้องดูตัวเลขจากหน้าจอเครื่องให้คงที่เสียก่อนจากั้นทำการสั่งปริ้นท์ออกมาเครื่องจะประมวลผลออกมาเป็นตัวเลขเมื่อได้ค่าต่างๆแล้ว และทำการบันทึกจากนั้นเปลี่ยนความเร็วรอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไปเรื่อยๆครั้งละ 500 รอบ ความเร็วรอบที่ใช้ในการทดสอบ 1000-4000 รอบ และที่ความดัน 100 , 300 , 500 และ WOT ทำการทดสอบไปหลายๆครั้งเพื่อค่าเฉลี่ยที่ถูกต้องและนำผลไปวิเคราะห์ต่อไป

ส่วนการทดสอบน้ำมันเชื้อเพลิงต้องทำการบันทึกค่าอัตราการสิ้นเปลืองไปด้วย ส่วนการทดสอบของน้ำมันก็เหมือนกับการทดสอบของก๊าซธรรมชาติแต่ไม่จำเป็นต้องปรับอัตราการฉีดเชื้อเพลิงเพราะ ECU ที่ใช้ทดสอบน้ำมันเป็นของเครื่องยนต์เดิมซึ่งสามารถปรับอัตราการฉีดได้อัตโนมัติและเตุผลที่ก๊าซธรรมชาติไม่ใช้ ECU เดิมก็เพราะไม่สามารถปรับอัตราการฉีดได้เป็นเหตุให้กำลังไม่พอ

4.4 สูตรที่ใช้ในการคำนวณหาประสิทธิภาพของเครื่องยนต์

อัตราส่วนระหว่าง อากาศต่อเชื้อเพลิง (Air-Fuel ratio, A/F)

$$AF = \frac{\dot{m}_a}{\dot{m}_f} \tag{4.1}$$

เมื่อ $\dot{m}_a$ = อัตราการไหลของมวลอากาศ (Mass flow rate of air)

$\dot{m}_f$ = อัตราการไหลของมวลเชื้อเพลิง (Mass flow rate of fuel)

ประสิทธิภาพเชิงความร้อน (Thermal efficiency)

$$\eta_{th} = \frac{\dot{w}}{\dot{m}_f Q_{HV} \eta_c} \tag{4.2}$$

เมื่อ $\dot{w}$ = กำลังงาน(Power)

$\dot{m}_f$ = อัตราการไหลของมวลเชื้อเพลิง (Mass flow rate fuel)

Q_{HV} = ค่าความร้อนของน้ำมัน (Heating value of fuel)

η_c = ประสิทธิภาพของห้องเผาไหม้ (Combustion efficiency)

อัตราค่าความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง (Bsfc)

$$bsfc = \frac{\dot{W}_b}{\dot{m}_f} \tag{4.3}$$

เมื่อ W_b = กำลังของเครื่องยนต์ (KW)

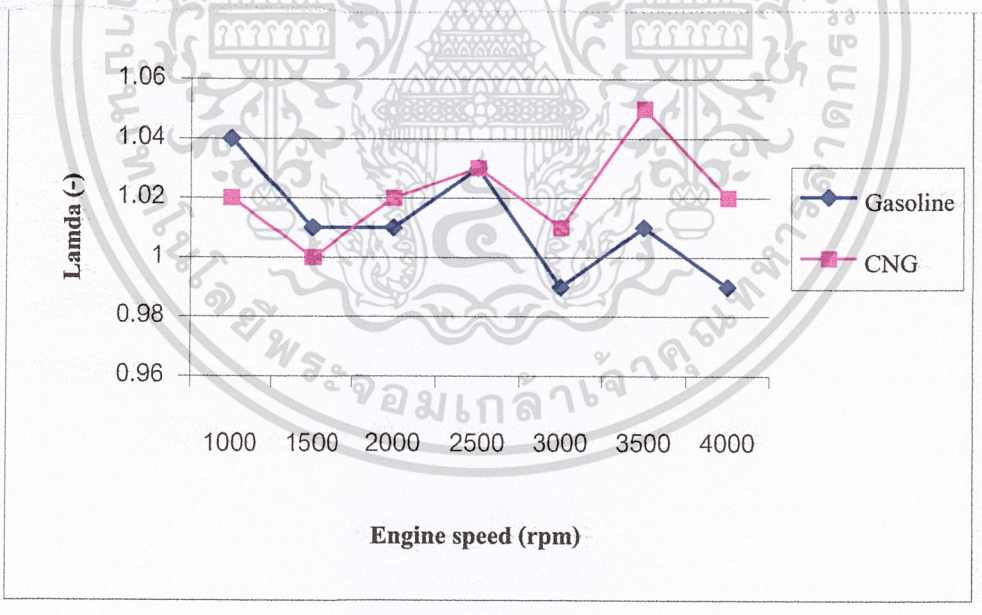
M_f = อัตราของเชื้อเพลิงที่เครื่องยนต์ใช้ไป (g/hr)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
ผลการทดลองและการวิเคราะห์

เนื่องจากในปัจจุบันการใช้ก๊าซธรรมชาติในรถยนต์จะเป็นลักษณะการใช้คาร์บูเรชัน เป็นตัวป้อนก๊าซธรรมชาติเข้าสู่เครื่องยนต์ ทำให้ผลของ สมรรถนะของเครื่องยนต์ที่ได้ต่ำกว่าการใช้แก๊สโซลีนมาก สาเหตุเกิดจากควบคุมปริมาณของก๊าซธรรมชาติที่ป้อนเข้าสู่เครื่องยนต์ยังทำได้ไม่ดีนัก ทำให้ไม่สามารถตอบสนองต่อความต้องการของเครื่องยนต์ที่ทำงานในสภาวะต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสมเพียงพอ และ ในขณะที่เครื่องยนต์เดินเบายังสิ้นเปลืองปริมาณเชื้อเพลิง ก๊าซธรรมชาติมาก การนำเชื้อเพลิง ก๊าซธรรมชาติ มาใช้กับระบบหัวฉีดเชื้อเพลิง และ ควบคุมด้วยระบบอิเล็คโทรนิกส์จะทำให้สามารถควบคุมปริมาณ การป้อนเชื้อเพลิง ก๊าซธรรมชาติ เพื่อตอบสนอง ต่อความต้องการของเครื่องยนต์ที่สภาวะต่างๆ ได้อย่างเหมาะสมที่สุด ทำให้ได้สมรรถนะของเครื่องยนต์สูงขึ้น มีมลพิษน้อยลง และ ประหยัดมากกว่าเดิมโดยเราได้ทำการจำลองการทดสอบให้เหมือนกับสภาวะการขับขี่จริงที่ค่าความดันยังผล 100 kPa , 300 kPa และ 500 kPa ได้ผลการทดลองดังนี้

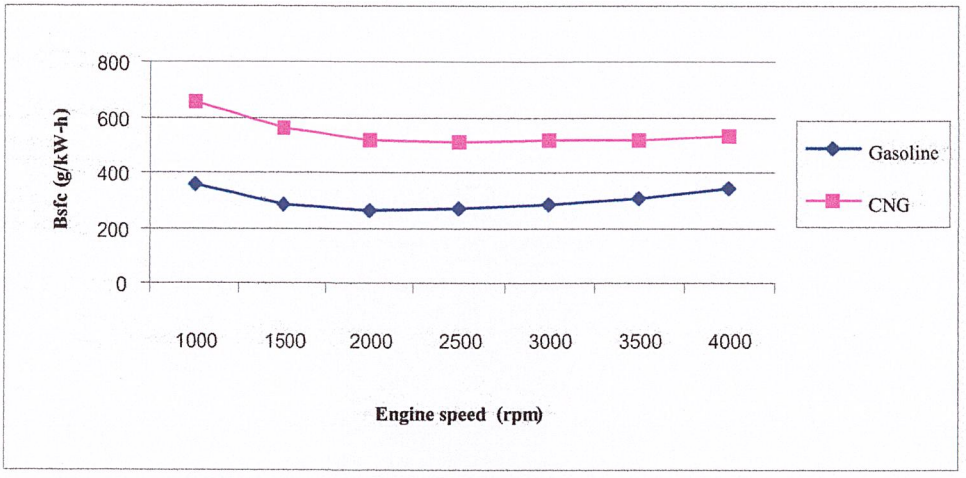
5.1 ผลการทดสอบประสิทธิภาพที่ค่าความดันยังผล (Bmep) 100 kPa



รูปที่ 5.1 กราฟเปรียบเทียบค่าอากาศส่วนเกินของเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติกับก๊าซโซลีนที่ค่าความดันยังผล (Bmep) 100 kPa

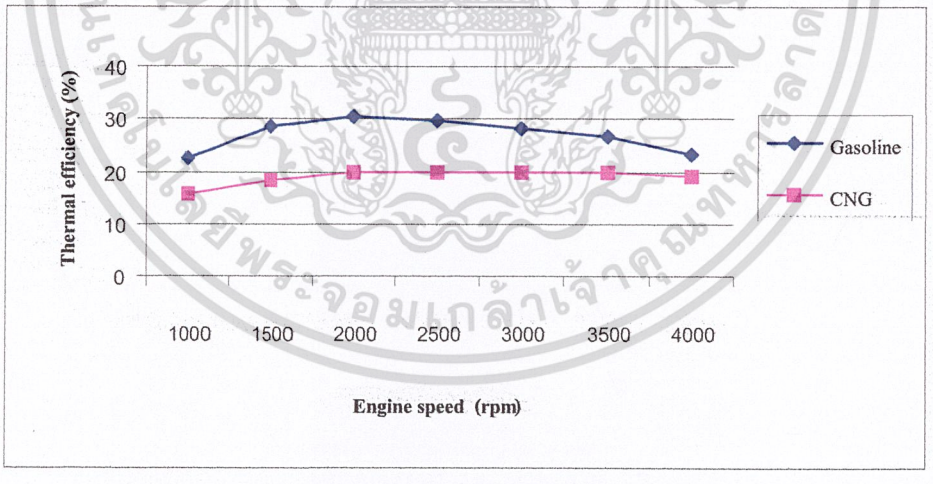
จากรูปที่ 5.1 จะเห็นว่าค่าอากาศส่วนเกินของเครื่องยนต์ก๊าซโซลีนจะมีค่าใกล้เคียง 1 ในทุกความเร็วรอบ ส่วนเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติจะมีค่าใกล้เคียง 1 เนื่องจากการปรับแต่งโดยการเพิ่มเวลาการฉีดเชื้อเพลิงเพื่อนำมาเปรียบเทียบกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.2 กราฟเปรียบเทียบค่าความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรกของเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติกับก๊าซโซลีนที่ค่าความดันยังผล (Bmep) 100 kPa

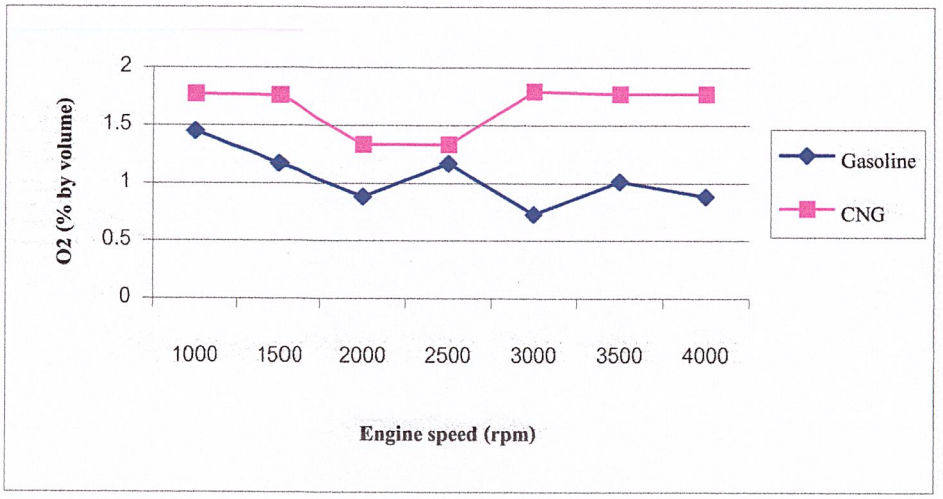
จากรูปที่ 5.2 เป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรก กับความเร็วรอบ (rpm) จะเห็นว่าความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรกของก๊าซธรรมชาติจะมากกว่าก๊าซโซลีนทุกความเร็วรอบเนื่องมาจากอัตราส่วนผสมระหว่างเชื้อเพลิงกับอากาศ (A/F ratio) ของก๊าซธรรมชาติมากกว่าก๊าซโซลีนทำให้ต้องเปิดลิ้นเร่งมากขึ้นเพื่อให้อากาศเข้าได้มากขึ้นส่งผลให้ความสิ้นเปลืองมากขึ้นตามไปด้วย และจะสังเกตได้ว่าที่ 2500 รอบต่อนาทีจะมีความสิ้นเปลืองน้อยที่สุดทั้งก๊าซธรรมชาติและก๊าซโซลีน ซึ่งเป็นเพราะว่าเป็นช่วงที่เกิดการเผาไหม้สมบูรณ์ที่สุด



รูปที่ 5.3 กราฟเปรียบเทียบค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติกับก๊าซโซลีนที่ค่าความดันยังผล (Bmep) 100 kPa

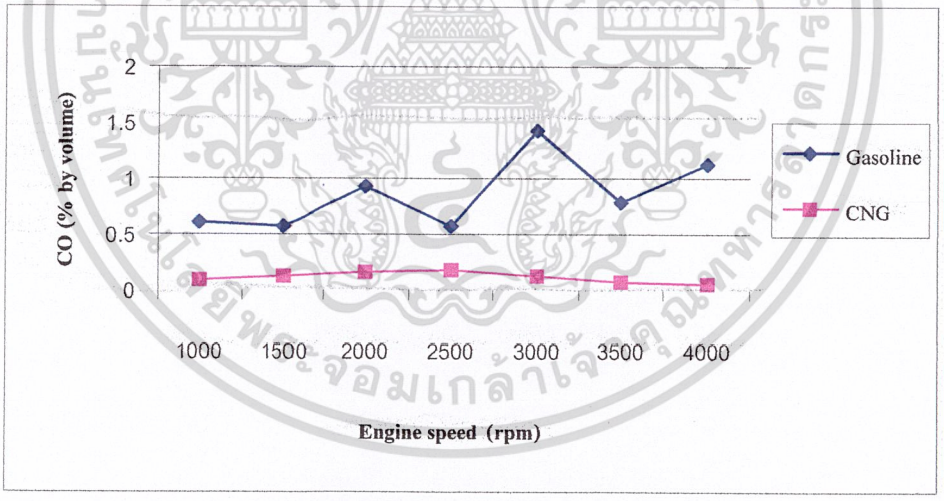
จากรูปที่ 5.3 จะเห็นว่าค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนของก๊าซโซลีนจะมากกว่าก๊าซธรรมชาติทุกความเร็วรอบที่เป็นเช่นนี้เพราะว่าที่กำลังและความเร็วรอบเท่ากันก๊าซโซลีนจะสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงน้อยกว่าก๊าซธรรมชาติ อีกทั้งก๊าซโซลีนมีค่าความร้อนน้อยกว่าก๊าซธรรมชาติด้วยส่งผลให้ค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนของก๊าซโซลีนมีค่ามากขึ้นตามไปด้วย และ จะสังเกตได้ว่าที่ความเร็ว 2500 รอบทั้งก๊าซโซลีนและก๊าซธรรมชาติจะมีค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนมากที่สุดเพราะที่จุดนี้มีการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.4 กราฟเปรียบเทียบปริมาณออกซิเจนของเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติกับก๊าซโซลีนที่ค่าความดันยังผล (Bmep) 100 kPa

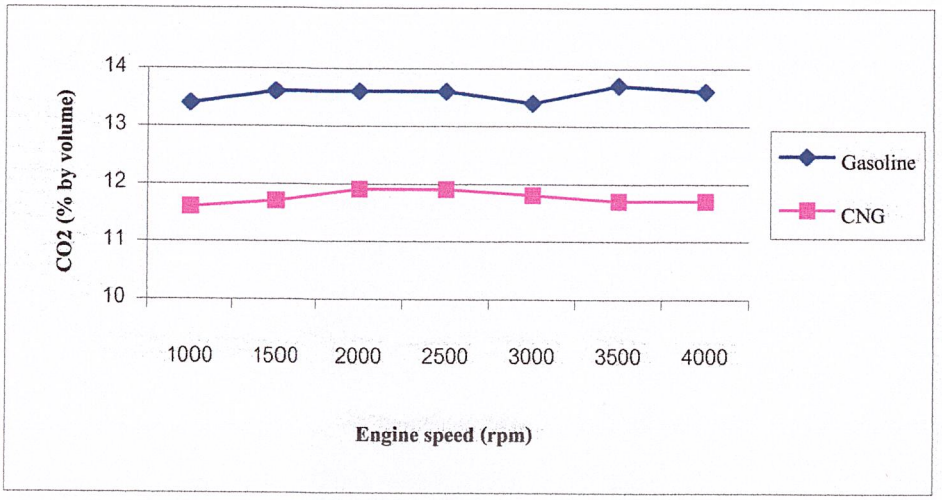
จากรูปที่5.4 จะเห็นว่าปริมาณออกซิเจนที่ออกมาจากไอเสียของเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติมีค่ามากกว่าเครื่องยนต์ก๊าซโซลีนทุกความเร็วรอบ เนื่องจากก๊าซธรรมชาติที่ความดันยังผลต่ำ ๆ จะเกิดการเผาไหม้ที่ไม่รุนแรงและอัตราส่วนผสมกับอากาศของก๊าซธรรมชาติมีค่ามากกว่าน้ำมันทำให้ต้องใช้อากาศในการเผาไหม้มากกว่าน้ำมัน จึงส่งผลให้มีค่าปริมาณออกซิเจนออกมาสูงกว่าก๊าซโซลีน



รูปที่ 5.5 กราฟเปรียบเทียบปริมาณคาร์บอนมอนอกไซด์ของเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติกับก๊าซโซลีนที่ค่าความดันยังผล (Bmep) 100 kPa

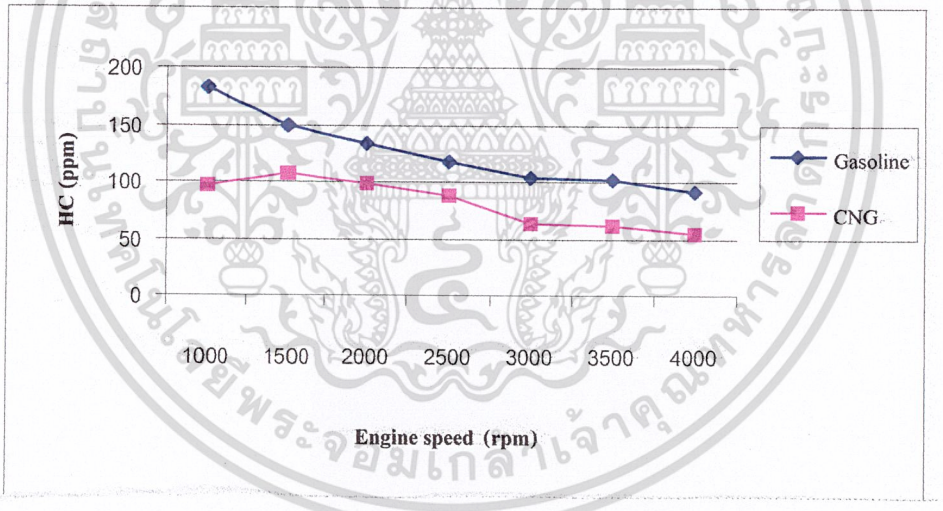
จากรูปที่ 5.5 จะเห็นว่าปริมาณคาร์บอนมอนอกไซด์ของเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติจะน้อยกว่าค่าคาร์บอนมอนอกไซด์ของเครื่องยนต์ก๊าซโซลีนทุกความเร็วรอบ เพราะว่าก๊าซธรรมชาติมีการเผาไหม้ที่สมบูรณ์กว่าก๊าซโซลีนเนื่องจากอยู่ในสถานะก๊าซ และ ส่วนประกอบทางเคมีของก๊าซธรรมชาติ มีส่วนประกอบของคาร์บอนน้อยกว่าก๊าซโซลีน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.6 กราฟเปรียบเทียบปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ของเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติกับก๊าซโซลีนที่ค่าความดันยังผล (Bmep) 100 kPa

จากรูปที่ 5.6 จะเห็นว่าปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่ออกมาจากเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติจะต่ำกว่าเครื่องยนต์ก๊าซโซลีนทุกความเร็วรอบ เพราะว่าส่วนประกอบทางเคมีของก๊าซธรรมชาติมีส่วนประกอบของไฮโดรคาร์บอนที่น้อยกว่าเมื่อเทียบกับก๊าซโซลีน

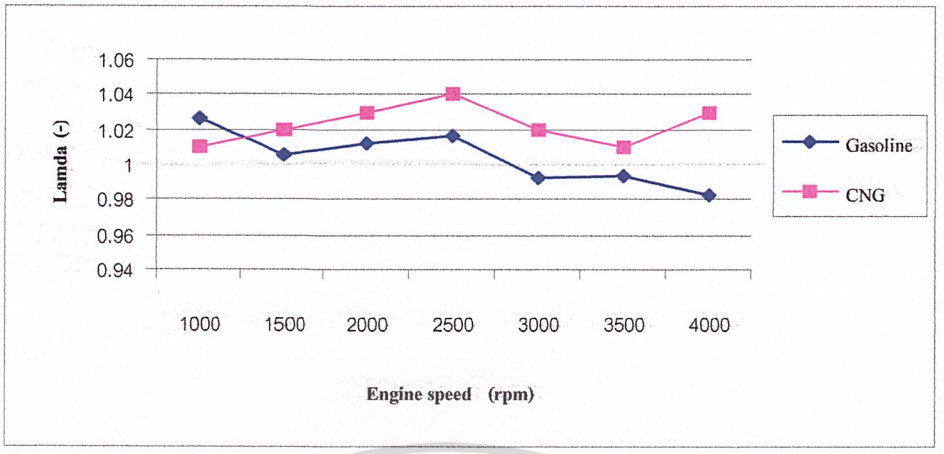


รูปที่ 5.7 กราฟเปรียบเทียบปริมาณไฮโดรคาร์บอนของเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติกับก๊าซโซลีนที่ค่าความดันยังผล (Bmep) 100 kPa

จากรูปที่ 5.7 จะเห็นว่าปริมาณไฮโดรคาร์บอนของก๊าซธรรมชาติ จะมีค่าน้อยกว่าก๊าซโซลีน ทุกความเร็วรอบเพราะว่าก๊าซธรรรมชาติมีการเผาไหม้ที่สมบูรณ์กว่าก๊าซโซลีนเนื่องจากมีสถานะเป็นก๊าซ อีกทั้งส่วนประกอบทางเคมีของก๊าซธรรมชาติมีส่วนประกอบของคาร์บอนที่น้อยกว่าเมื่อเทียบกับก๊าซโซลีน และจะสังเกตได้ว่าค่าไฮโดรคาร์บอนมีแนวโน้มลดลงเมื่อความเร็วรอบสูงขึ้นเนื่องจากเชื้อเพลิงมีการรวมตัวกลับอากาศและเกิดการเผาไหม้ได้ดีที่ความเร็วรอบสูงขึ้น

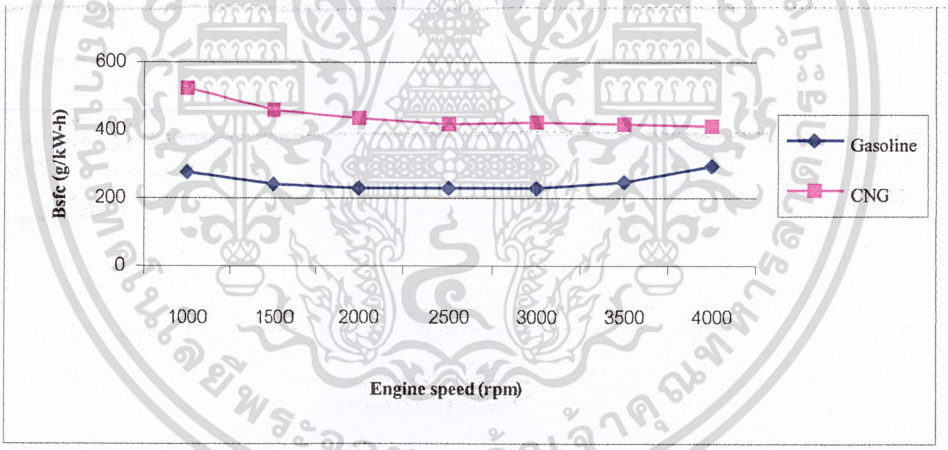
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพที่ค่าความดันยังผล (Bmep) 300 kPa



รูปที่ 5.9 กราฟเปรียบเทียบค่าอากาศส่วนเกินของเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติกับก๊าซโซลีนที่ค่าความดันยังผล (Bmep) 300 kPa

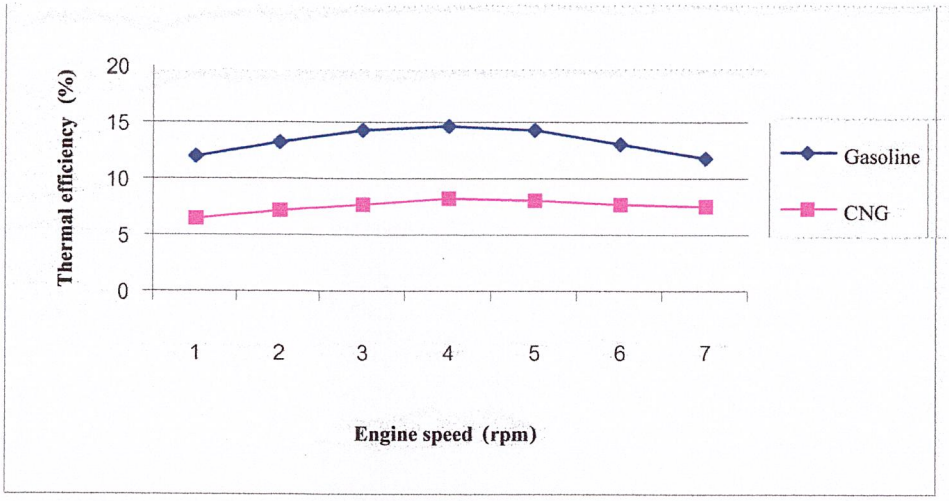
จากรูปที่ 5.9 จะเห็นว่าค่าอากาศส่วนเกินของเครื่องยนต์ก๊าซโซลีนจะมีค่าใกล้เคียง 1 ในทุกความเร็วรอบ ซึ่งเป็นไปตามทฤษฎี ส่วนเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติจะมีค่าใกล้เคียง 1 เนื่องจากการปรับแต่งโดยการเพิ่มเวลาการฉีดเชื้อเพลิงเพื่อนำมาเปรียบเทียบกัน



รูปที่ 5.8 กราฟเปรียบเทียบความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติกับก๊าซโซลีนที่ค่าความดันยังผล (Bmep) 300 kPa

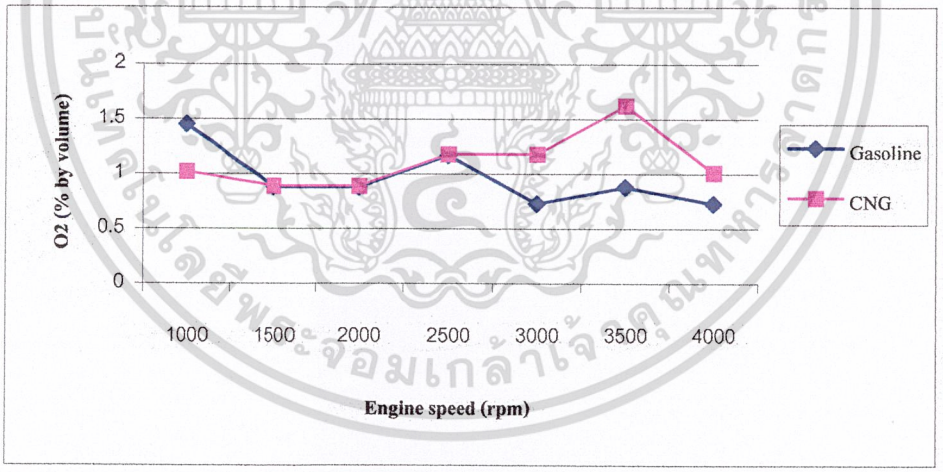
จากรูปที่ 5.8 เป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรก กับความเร็วรอบ (rpm) จะเห็นว่าความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรกของก๊าซธรรมชาติจะมากกว่าก๊าซโซลีนทุกความเร็วรอบเนื่องมาจากอัตราส่วนผสมระหว่างเชื้อเพลิงกับอากาศ(A/F ratio)ของก๊าซธรรมชาติมากกว่าก๊าซโซลีนทำให้ต้องเปิดลิ้นเร่งมากขึ้นเพื่อให้อากาศเข้าได้มากขึ้นส่งผลให้ความสิ้นเปลืองมากขึ้นตามไปด้วย และจะสังเกตได้ว่าที่ 2500 รอบต่อนาทีจะมีความสิ้นเปลืองน้อยที่สุดทั้งก๊าซธรรมชาติและก๊าซโซลีน ซึ่งเป็นเพราะว่าเป็นช่วงที่เกิดการเผาไหม้สมบูรณ์ที่สุด และค่าความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงเบรกที่ความดันยังผล 300 kPa นี้ จะน้อยกว่าความดันยังผล 100 kPa

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.10 กราฟเปรียบเทียบค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติกับก๊าซโซลีนที่ค่าความดันยังผล (Bmep) 300 kPa

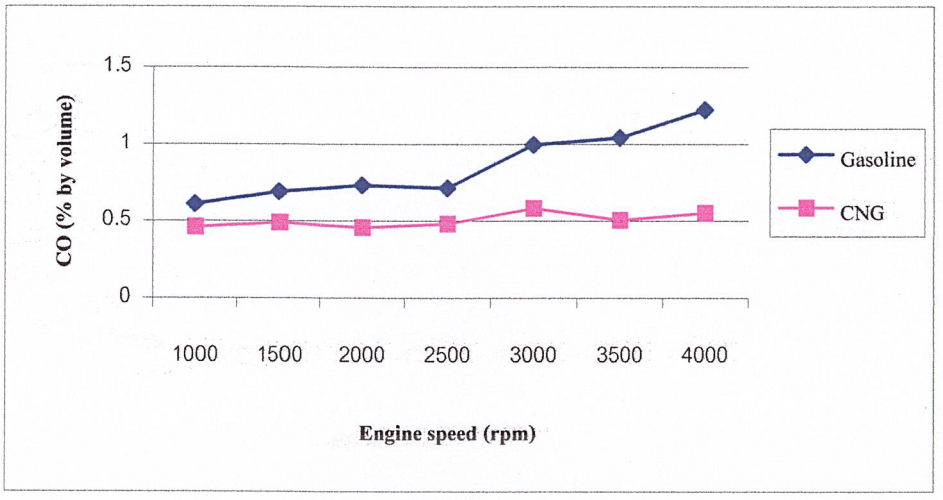
จากรูปที่ 5.10 จะเห็นว่าค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนของก๊าซโซลีนจะมากกว่าก๊าซธรรมชาติทุกความเร็วรอบที่เป็นเช่นนี้เพราะว่าที่กำลังและความเร็วรอบเท่ากันก๊าซโซลีนจะสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงน้อยกว่าก๊าซธรรมชาติ อีกทั้งก๊าซโซลีนมีค่าความร้อนน้อยกว่าก๊าซธรรมชาติด้วยส่งผลให้ค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนของก๊าซโซลีนมีค่ามากขึ้นตามไปด้วย และจะสังเกตได้ว่าที่ความเร็ว 2000- 2500 รอบทั้งก๊าซโซลีนและก๊าซธรรมชาติจะมีค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนมากที่สุดเพราะที่จุดนี้มีการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ที่สุด



รูปที่ 5.11 กราฟเปรียบเทียบปริมาณออกซิเจนของเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติกับก๊าซโซลีนที่ค่าความดันยังผล (Bmep) 300 kPa

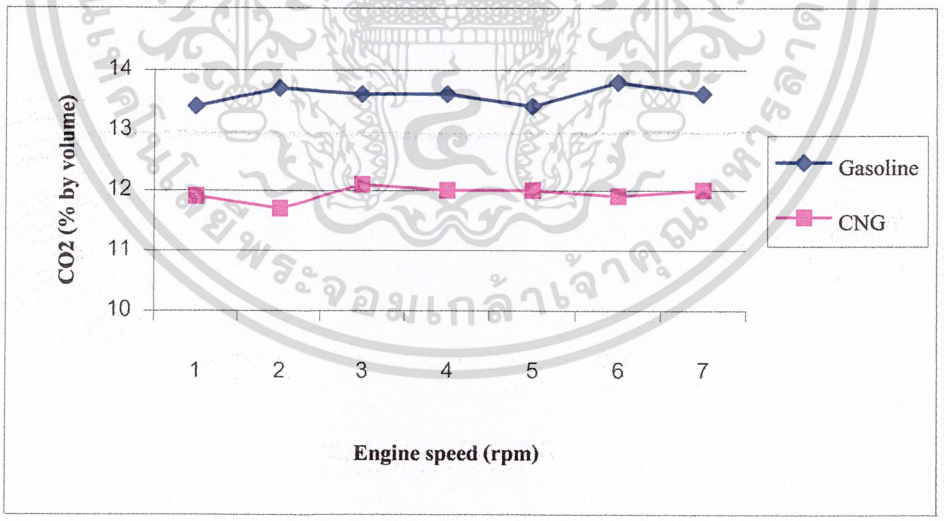
จากรูปที่ 5.11 จะเห็นว่าปริมาณออกซิเจนที่ออกมาจากไอเสียของเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติมีค่าใกล้เคียงกับเครื่องยนต์ก๊าซโซลีน และ ที่ความเร็วรอบประมาณ 1500 – 2500 รอบพบว่าก๊าซธรรมชาติต้องการปริมาณออกซิเจนในการเผาไหม้ใกล้เคียงกับก๊าซโซลีนมากที่สุดและที่ความเร็วสูงกว่า 2500 รอบปริมาณออกซิเจนของเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติจะมากกว่าก๊าซโซลีนเพราะหัวฉีดได้ฉีดก๊าซธรรมชาติเข้าไปในปริมาณที่มากทำให้เกิดการเข้าไปไล่อากาศในกระบอกสูบ ส่งผลให้ปริมาณออกซิเจนสูงกว่าก๊าซโซลีน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่5.12 กราฟเปรียบเทียบปริมาณคาร์บอนมอนอกไซด์ของเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติกับก๊าซโซลีนที่ค่าความดันยังผล (Bmep) 300 kPa

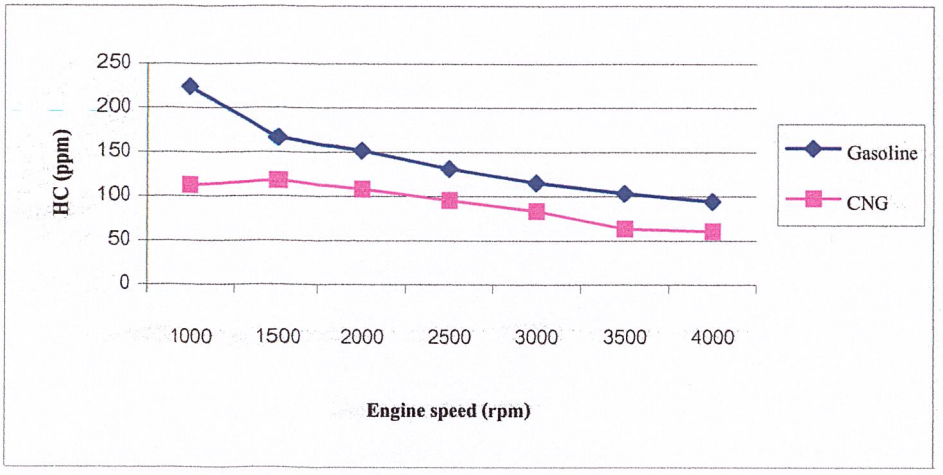
จากรูปที่ 5.12 จะเห็นว่าปริมาณคาร์บอนมอนอกไซด์ของเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติจะน้อยกว่าค่าคาร์บอนมอนอกไซด์ของเครื่องยนต์ก๊าซโซลีนทุกความเร็วรอบ เพราะว่าก๊าซธรรมชาติมีการเผาไหม้ที่สมบูรณ์กว่าก๊าซโซลีนเนื่องจากอยู่ในสถานะก๊าซ และ ส่วนประกอบทางเคมีของก๊าซธรรมชาติมีส่วนประกอบของคาร์บอนน้อยกว่าก๊าซโซลีน และจะสังเกตุได้ว่าที่ความเร็วรอบสูงค่าคาร์บอนมอนอกไซด์จะมากขึ้นเพราะที่ความเร็วรอบสูงเครื่องยนต์ต้องการส่วนผสมที่หนาขึ้น



รูปที่ 5.13 กราฟเปรียบเทียบปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ของเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติกับก๊าซโซลีนที่ค่าความดันยังผล (Bmep) 300 kPa

จากรูปที่ 5.13 จะเห็นว่าปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่ออกมาจากเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติจะต่ำกว่าเครื่องยนต์ก๊าซโซลีนทุกความเร็วรอบ เพราะว่าส่วนประกอบทางเคมีของก๊าซธรรมชาติมีส่วนประกอบของไฮโดรคาร์บอนที่น้อยกว่าเมื่อเทียบกับก๊าซโซลีน

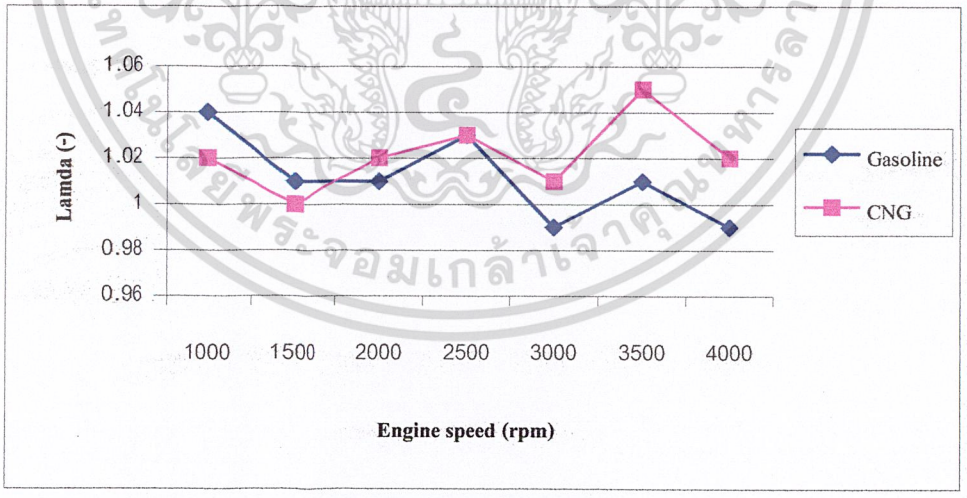
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.14 กราฟเปรียบเทียบปริมาณไฮโดรคาร์บอนของเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติกับก๊าซโซลีนที่ค่าความดันยังผล (Bmep) 300 kPa

จากรูปที่ 5.14 จะเห็นว่าปริมาณไฮโดรคาร์บอนของก๊าซธรรมชาติจะน้อยกว่าก๊าซโซลีนทุกความเร็วรอบเพราะว่าก๊าซธรรมชาติมีการเผาไหม้ที่สมบูรณ์กว่าก๊าซโซลีนเนื่องจากมีสถานะเป็นก๊าซ อีกทั้งส่วนประกอบทางเคมีของก๊าซธรรมชาติมีส่วนประกอบของคาร์บอนที่น้อยกว่าเมื่อเทียบกับก๊าซโซลีน และจะสังเกตุได้ว่าค่าไฮโดรคาร์บอนมีแนวโน้มลดลงเมื่อความเร็วรอบสูงขึ้นเนื่องเชื้อเพลิงรวมตัวกับอากาศและเกิดการเผาไหม้ได้ดีที่ความเร็วรอบสูง

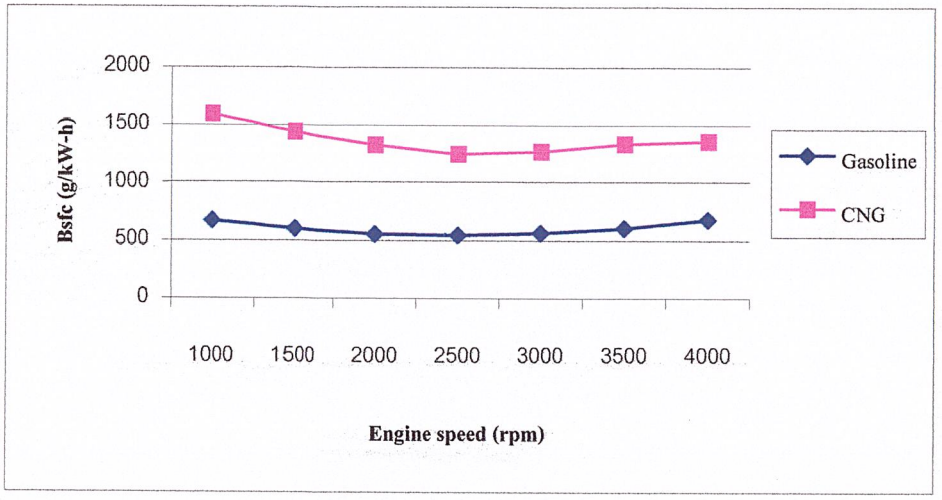
5.3 ผลการทดสอบประสิทธิภาพที่ค่าความดันยังผล(Bmep) 500 kPa



รูปที่ 5.15 กราฟเปรียบเทียบค่าอากาศส่วนเกินของเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติกับก๊าซโซลีนที่ค่าความดันยังผล (Bmep) 500 kPa

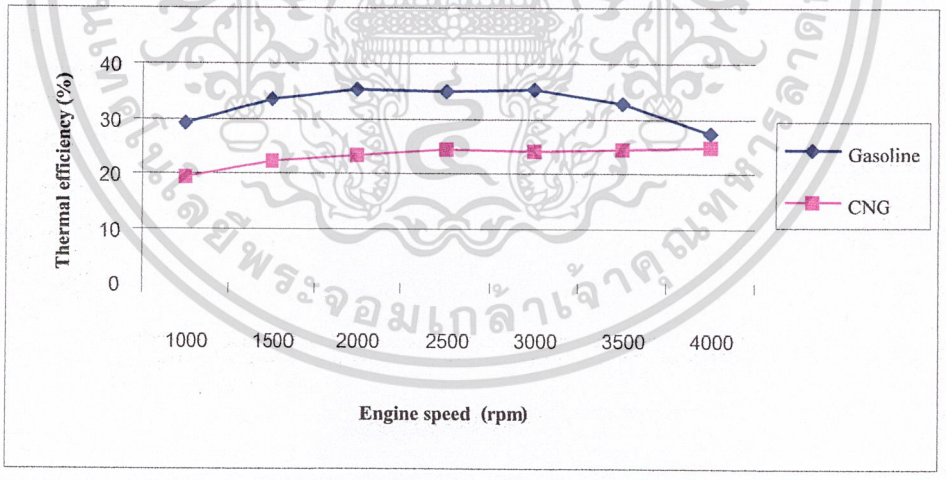
จากรูปที่ 5.15 จะเห็นว่าค่าอากาศส่วนเกินของเครื่องยนต์ก๊าซโซลีนจะมีค่าใกล้เคียง 1 ทุกความเร็วรอบ ซึ่งเป็นไปตามทฤษฎี ส่วนเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติจะมีค่าใกล้เคียง 1 เนื่องจากการปรับแต่งโดยการเพิ่มเวลาการฉีดเชื้อเพลิงเพื่อนำมาเปรียบเทียบกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.16 กราฟเปรียบเทียบความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรกของเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติกับก๊าซโซลีนที่ค่าความดันยังผล (Bmep) 500 kPa

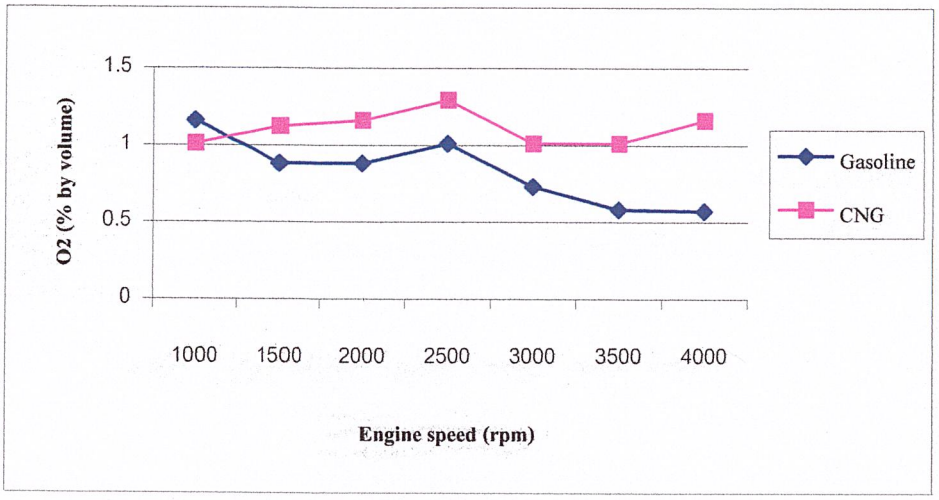
จากรูปที่ 5.16 เป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรกกับความเร็วรอบ (rpm) จะเห็นว่าความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรกของก๊าซธรรมชาติจะมากกว่าก๊าซโซลีนทุกความเร็วรอบเนื่องมาจากอัตราส่วนผสมระหว่างเชื้อเพลิงกับอากาศ(A/F ratio)ของก๊าซธรรมชาติมากกว่าก๊าซโซลีนทำให้ต้องเปิดลิ้นเร่งมากขึ้นเพื่อให้อากาศเข้าได้มากขึ้นส่งผลให้ความสิ้นเปลืองมากขึ้นตามไปด้วย และค่าความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงเบรกที่ความดันยังผล 500 kPa นี้ จะมีค่าน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับความดันยังผลอื่น ๆ



รูปที่ 5.17 กราฟเปรียบเทียบค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติกับก๊าซโซลีนที่ค่าความดันยังผล (Bmep) 500 kPa

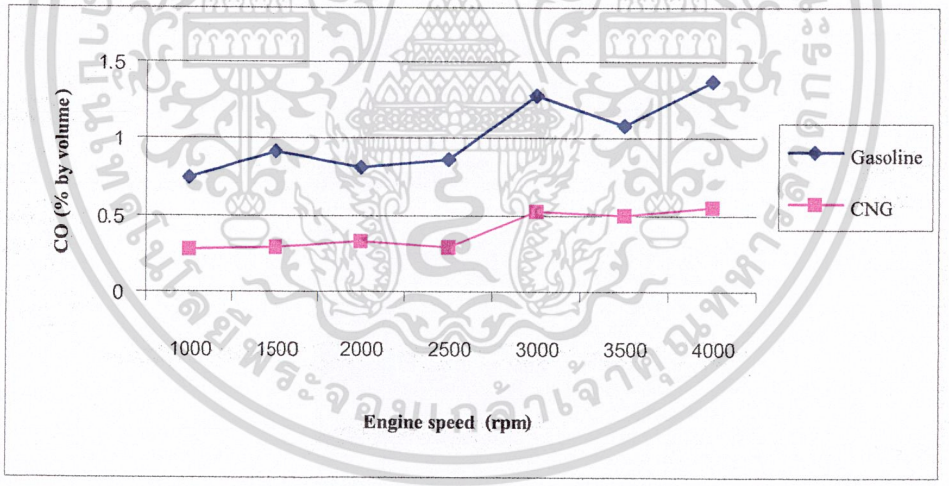
จากรูปที่ 5.17 จะเห็นว่าค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนของก๊าซโซลีนจะมากกว่าก๊าซธรรมชาติทุกความเร็วรอบที่เป็นเช่นนี้เพราะว่าที่กำลังและความเร็วรอบเท่ากันก๊าซโซลีนจะสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงน้อยกว่าก๊าซธรรมชาติ อีกทั้งก๊าซโซลีนมีค่าความร้อนน้อยกว่าก๊าซธรรมชาติด้วยส่งผลให้ค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนของก๊าซโซลีนมีค่ามากขึ้นตามไปด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.18 กราฟเปรียบเทียบปริมาณออกซิเจนของเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติกับก๊าซโซลีนที่ค่าความดันยังผล (Bmep) 500 kPa

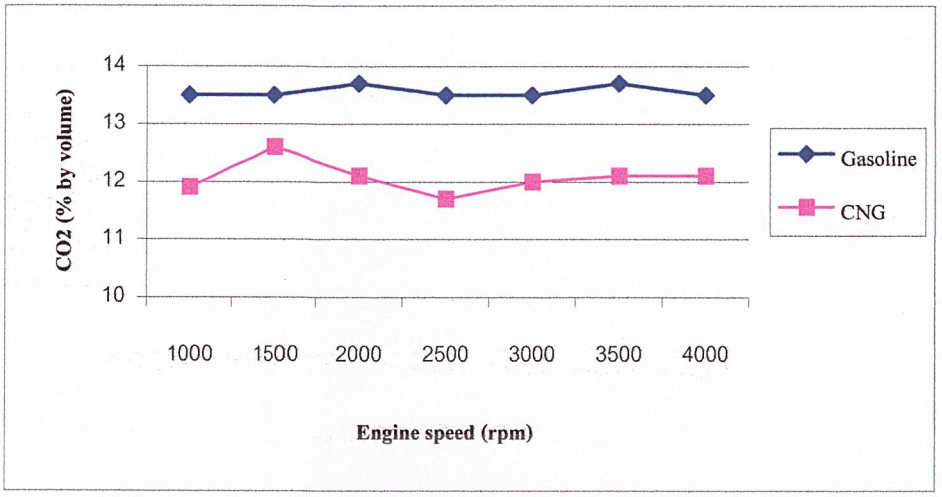
จากรูปที่ 5.18 จะเห็นว่าปริมาณออกซิเจนของเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติจะมากกว่าเครื่องยนต์ก๊าซโซลีน เพราะว่าที่ความดันยังผลสูง ๆ เครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติต้องการเชื้อเพลิงจำนวนมากขึ้น จึงต้องมีการฉีดเชื้อเพลิงเข้าสู่ห้องเผาไหม้มากขึ้นด้วย ก๊าซธรรมชาติปริมาณมากนี้จะเกิดการไปแทนที่อากาศในห้องเผาไหม้เนื่องจากความดันในการฉีดสูงกว่าก๊าซโซลีนส่งผลให้ค่าออกซิเจนของเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติมีค่าสูงกว่าเครื่องยนต์ก๊าซโซลีน



รูปที่5.19 กราฟเปรียบเทียบปริมาณคาร์บอนมอนอกไซด์ของเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติกับก๊าซโซลีนที่ค่าความดันยังผล (Bmep) 500 kPa

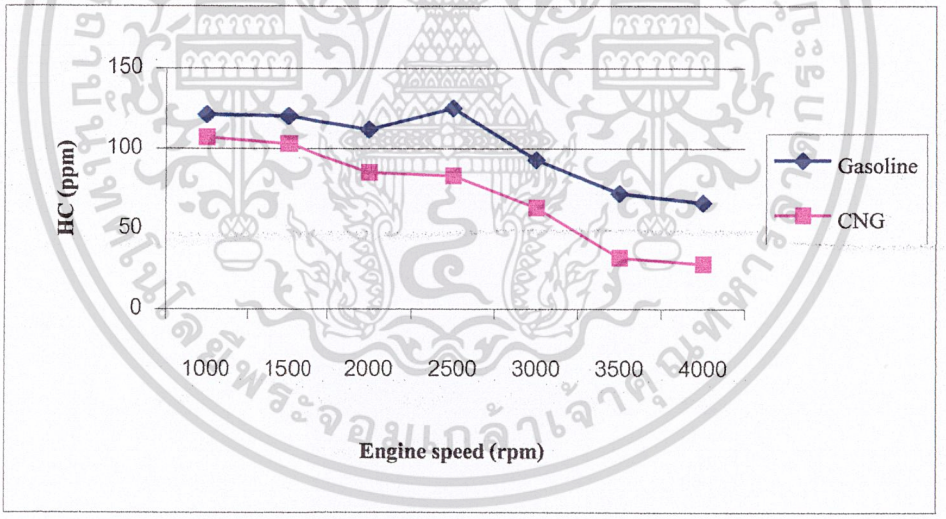
จากรูปที่ 5.19 จะเห็นว่าปริมาณคาร์บอนมอนอกไซด์ของเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติจะน้อยกว่าค่าคาร์บอนมอนอกไซด์ของเครื่องยนต์ก๊าซโซลีนทุกความเร็วรอบ เพราะว่าก๊าซธรรมชาติมีการเผาไหม้ที่สมบูรณ์กว่าก๊าซโซลีนเนื่องจากอยู่ในสถานะก๊าซ และ ส่วนประกอบทางเคมีของก๊าซธรรมชาติมีส่วนประกอบของคาร์บอนน้อยกว่าก๊าซโซลีน และจะสังเกตุได้ว่าที่ความเร็วรอบสูงค่าคาร์บอนมอนอกไซด์จะมากขึ้นเพราะที่ความเร็วรอบสูงเครื่องยนต์ต้องการส่วนผสมที่หนาขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.20 กราฟเปรียบเทียบปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ของเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติกับก๊าซโซลีนที่ค่าความดันยังผล (Bmep) 500 kPa

จากรูปที่ 5.20 จะเห็นว่าปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่ออกมาจากเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติจะต่ำกว่าเครื่องยนต์ก๊าซโซลีนทุกความเร็วรอบ เพราะว่าส่วนประกอบทางเคมีของก๊าซธรรมชาติมีส่วนประกอบของไฮโดรคาร์บอนที่น้อยกว่าเมื่อเทียบกับก๊าซโซลีน

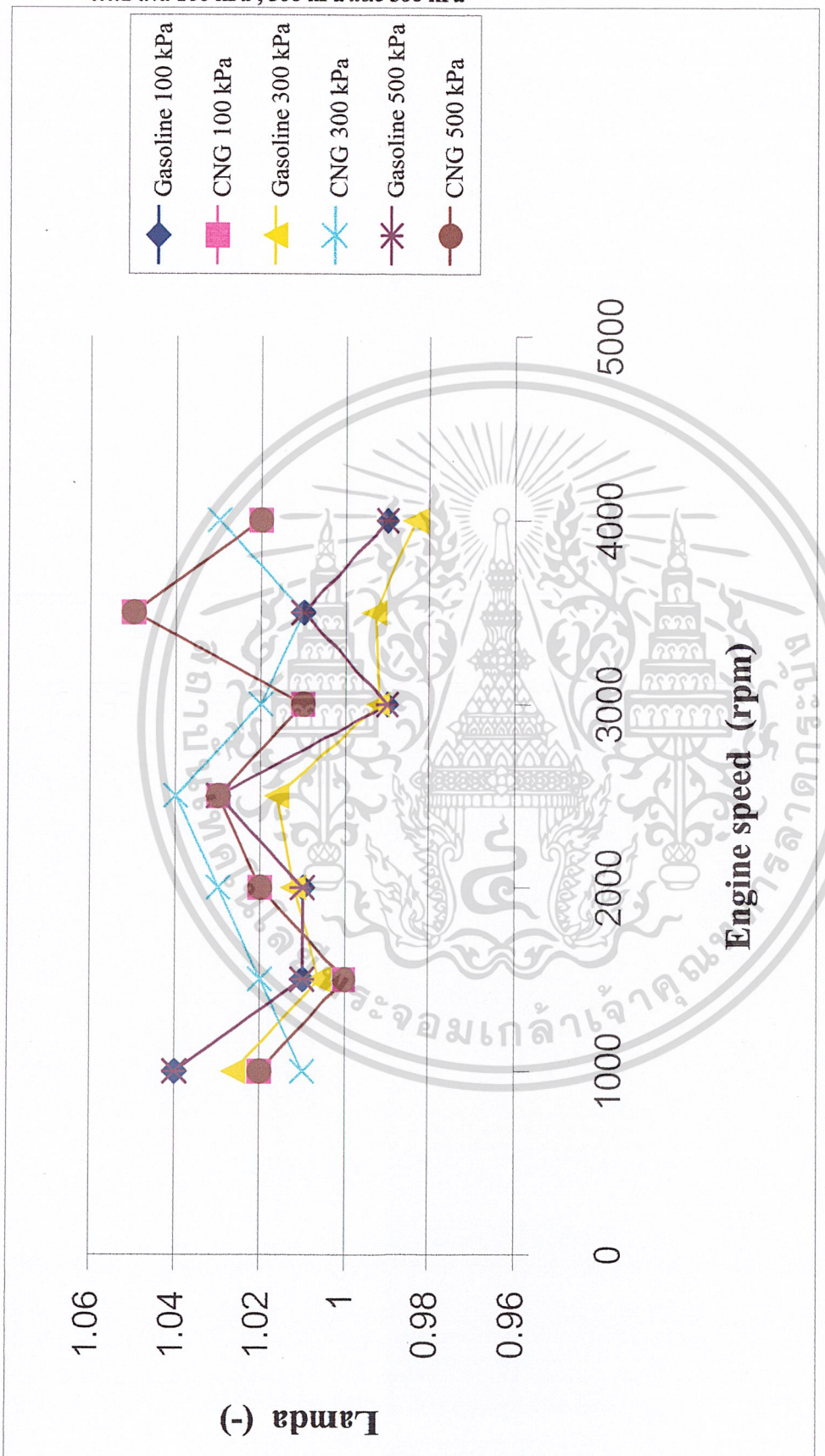


รูปที่ 5.21 กราฟเปรียบเทียบปริมาณไฮโดรคาร์บอนของเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติกับก๊าซโซลีนที่ค่าความดันยังผล (Bmep) 500 kPa

จากรูปที่ 5.21 จะเห็นว่าปริมาณไฮโดรคาร์บอนของก๊าซธรรมชาติ จะน้อยกว่าก๊าซโซลีนในทุกความเร็วรอบเพราะว่าก๊าซธรรรมชาติมีการเผาไหม้ที่สมบูรณ์กว่าก๊าซโซลีนเนื่องจากมีสถานะเป็นก๊าซ อีกทั้งส่วนประกอบทางเคมีของก๊าซธรรมชาติมีส่วนประกอบของคาร์บอนที่น้อยกว่าเมื่อเทียบกับก๊าซโซลีน และจะสังเกตุได้ว่าค่าไฮโดรคาร์บอนมีแนวโน้มลดลงเมื่อความเร็วรอบสูงขึ้นเนื่องเชื้อเพลิงรวมตัวกับอากาศและเกิดการเผาไหม้ได้ดีที่ความเร็วรอบสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.4 ผลการทดสอบเปรียบเทียบค่าอากาศส่วนเกินของเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติกับแก๊สโซลีนที่ค่าความดันยังผล 100 kPa , 300 kPa และ 500 kPa



รูปที่ 5.22 กราฟเปรียบเทียบค่าอากาศส่วนเกินของเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติกับแก๊สโซลีนที่ค่าความดันยังผล 100 kPa , 300 kPa , 500 kPa

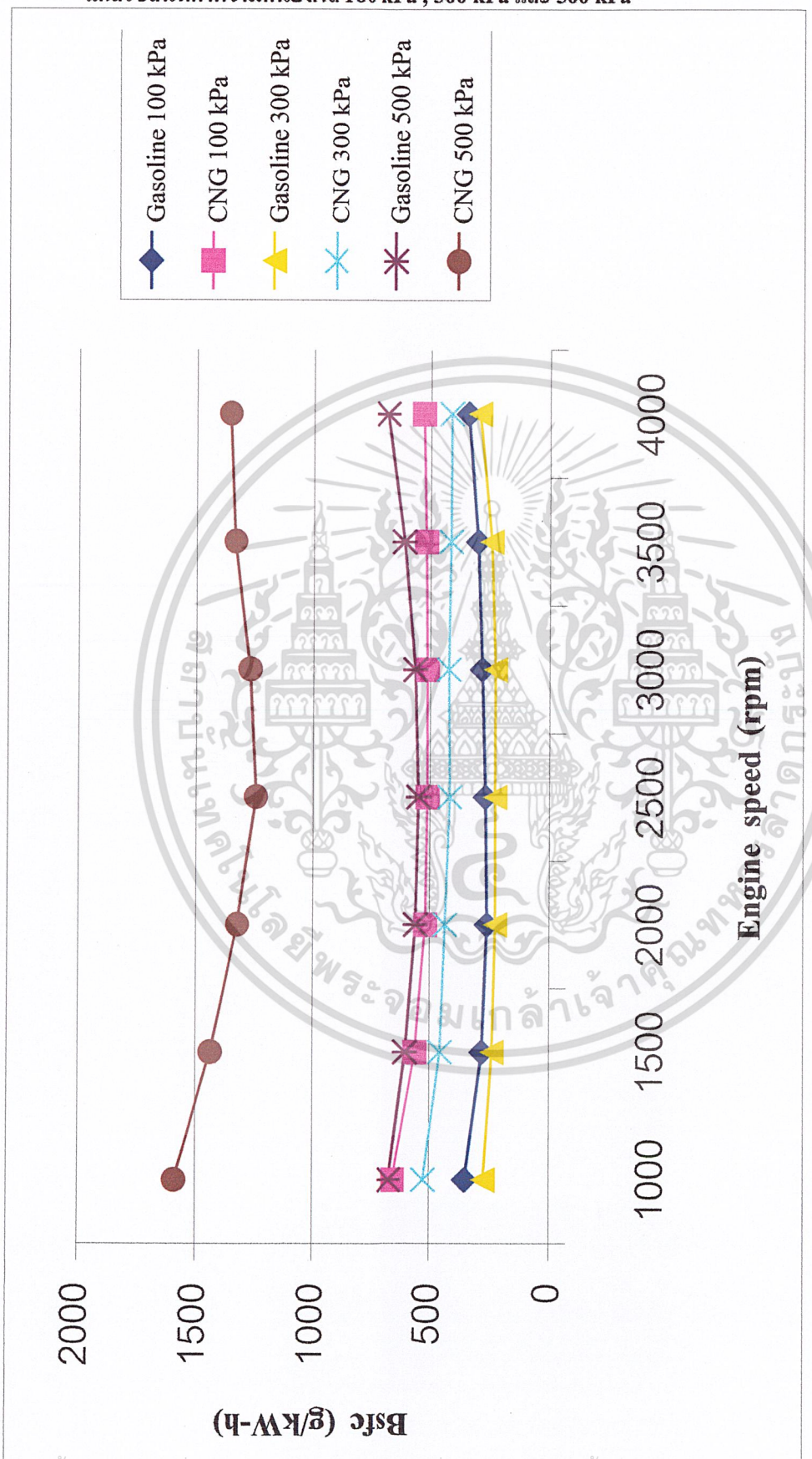
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าอากาศส่วนเกิน (Lamda)

ค่าอากาศส่วนเกิน (Lamda) เป็นค่าที่บ่งบอกว่าเครื่องยนต์มีอัตราส่วนอากาศต่อเชื้อเพลิงมีค่าใกล้เคียงทฤษฎีหรือไม่ ค่าอากาศส่วนเกินที่เหมาะสมจะมีค่าใกล้เคียง 1 ซึ่งเชื้อเพลิงแต่ละชนิด จะมีค่าอัตราส่วนอากาศต่อเชื้อเพลิง (AIR/FUEL ratio) ไม่เท่ากัน เช่น ก๊าซโซลีนจะมีค่าอัตราส่วนอากาศต่อเชื้อเพลิง (AIR/FUEL ratio) เท่ากับ 14.7 : 1 และก๊าซธรรมชาติจะมีค่าอัตราส่วนอากาศต่อเชื้อเพลิง (AIR/FUEL ratio) เท่ากับ 17.2 : 1 ซึ่งด้วยเหตุนี้ เมื่อนำก๊าซธรรมชาติมาทำการทดลองโดยใช้เวลาในการฉีดเท่ากับก๊าซโซลีน ก๊าซธรรมชาติจะมีค่าอากาศส่วนเกิน (Lamda) มากกว่าก๊าซโซลีน ซึ่งแสดงว่าส่วนผสมบางหรือก็คือ อากาศเข้าไปได้มากแต่เชื้อเพลิงเข้าไปได้น้อย อากาศส่วนเกินที่วัดได้จากเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติเมื่อตั้งเวลาในการฉีดเท่ากับก๊าซโซลีน คือ 1.7 – 1.8 ซึ่งตามปกติแล้ว ค่าอากาศส่วนเกิน (Lamda) ของก๊าซโซลีนจะมีค่าประมาณ 0.98 – 1.09 ซึ่งเราไม่สามารถนำค่าที่วัดได้ที่เวลาการฉีดของเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติเท่ากับเครื่องยนต์ก๊าซโซลีนไปเปรียบเทียบกันได้ เพราะว่าก๊าซธรรมชาติอยู่ในสภาวะก๊าซ ในสภาวะปกติเมื่อฉีดเข้าสู่ห้องเผาไหม้จะมีปริมาณน้อยกว่าก๊าซโซลีนในเวลาการฉีดเท่ากัน จึงได้มีการปรับปรุงแก้ไขโดยเพิ่มเวลาในการฉีดสำหรับเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติให้มากขึ้น และได้ทำการติดตั้งหม้อต้มเพื่อให้ก๊าซไหลเข้าสู่ห้องเผาไม้ได้อย่างต่อเนื่องและในปริมาณที่มากขึ้น นอกจากนั้นยังต้องเปิดลิ้นเร่งให้มากขึ้นเพื่อให้ก๊าซธรรมชาติไหลเข้าสู่กระบอกสูบได้มากขึ้น และสิ่งสำคัญอีกประการหนึ่ง คือ ต้องควบคุมความดันก๊าซธรรมชาติที่ไหลเข้าสู่กระบอกสูบให้คงที่สม่ำเสมอ เพราะแรงดันมีผลต่อปริมาณก๊าซธรรมชาติที่ไหลเข้าสู่ระบบด้วย แรงดันที่เหมาะสมที่ไหลเข้าสู่ห้องเผาไหม้จะอยู่ที่ประมาณ 2.5 – 2.6 บาร์ จากกราฟที่ 5.1 เป็นกราฟแสดงค่าอากาศส่วนเกิน (Lamda) ของเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติและเครื่องยนต์ก๊าซโซลีนที่ความดันยังผล (Bmep) และ ความเร็วรอบต่าง ๆ จะเห็นว่ากราฟอากาศส่วนเกินที่ทำการปรับแต่ง จะมีค่าอากาศส่วนเกิน (Lamda) ใกล้เคียงกับ 1 ซึ่งใกล้เคียงกับเชื้อเพลิงก๊าซโซลีน ซึ่งสามารถนำมาเปรียบเทียบกันได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.5 ผลการทดสอบเปรียบเทียบความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรกของเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติกับแก๊สโซลีนที่ค่าความดันยังผล 100 kPa , 300 kPa และ 500 kPa



รูปที่ 5.23 กราฟเปรียบเทียบค่าความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรกของเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติกับแก๊สโซลีนที่ค่าความดันยังผล 100 kPa , 300 kPa , 500 kPa

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสิ้นเปลืองจำเพาะเบรก (Bsfc)

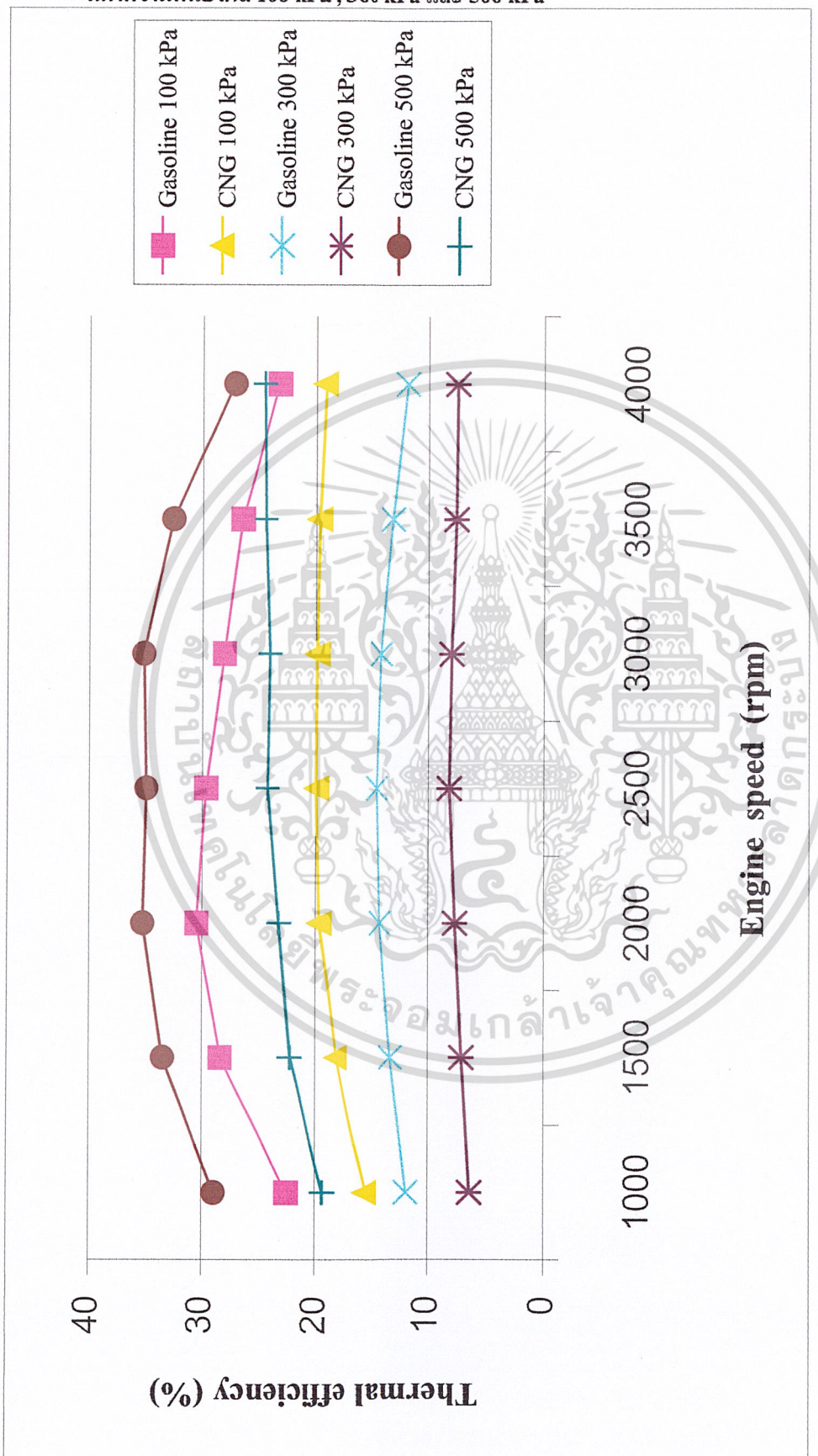
ความสิ้นเปลืองจำเพาะเบรก (Bsfc) คือ ค่าปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ไปต่อกำลังที่ได้ เป็นค่าที่ใช้ในการวิเคราะห์การสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงโดยทั่วไปที่นิยมใช้กัน สำหรับในการทดลองเครื่องยนต์แก๊สธรรมชาติได้มีการกำหนดช่วงความดันยังผล (Bsfc) เป็น 3 ช่วง คือ100 kPa , 300 kPa และ 500 kPa เพื่อจำลองการขับขี่ในสภาวะจริงโดยกำหนดค่ากำลังให้คงที่ในช่วงความเร็วรอบต่างๆ เพื่อที่จะทำให้ทราบได้ว่าเมื่อใช้กำลังในการขับขี่เท่ากันและที่ความเร็วรอบเท่ากันจะมีความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงในปริมาณเท่าไหร่จาก กราฟที่ 5.2 เป็นกราฟแสดงค่าความสิ้นเปลืองจำเพาะเบรคของเครื่องยนต์แก๊สธรรมชาติ และ เครื่องยนต์แก๊สโซลีนที่ความดันยังผล(Bmep)ต่าง ๆ ซึ่งได้ทำการวิเคราะห์ผลโดยแบ่งออกเป็น 2 กรณี กรณีแรก คือ การเปรียบเทียบค่าความสิ้นเปลืองจำเพาะเบรก (Bsfc) ของเครื่องยนต์แก๊สธรรมชาติที่ค่าความดันยังผล (Bmep) ต่างๆ กรณีที่สอง คือ การเปรียบเทียบความสิ้นเปลืองจำเพาะเบรก (Bmep) ของเครื่องยนต์แก๊สธรรมชาติเปรียบเทียบกับเครื่องยนต์แก๊สโซลีน ผลที่ได้เป็นดังนี้

กรณีแรกเมื่อเปรียบเทียบค่าความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรก(Bsfc)ที่ความดันยังผล (Bmep) ต่างๆจะเห็นว่าที่ค่าความดันยังผล (Bmep) สูงขึ้น ค่าความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรก (Bsfc) จะน้อยลงเนื่องจากที่ค่าความดันสูงๆ เครื่องยนต์ต้องการกำลังมากขึ้น ส่งผลให้ต้องมีการเปิดลิ้นเร่งเพื่อให้เชื้อเพลิงไหลเข้าไปได้มากยิ่งขึ้นและเชื้อเพลิงไหลเข้าไปได้สะดวกขึ้นทำให้เกิดการเผาไหม้ดีขึ้นส่งผลให้ได้กำลังมากขึ้น ค่าความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรก (Bsfc) จึงน้อยลงไปด้วยและจากกราฟยังสังเกตได้อีกว่าที่ความเร็วรอบประมาณ 2000 – 3000 รอบ/นาที เครื่องยนต์จะมีค่าความสิ้นเปลืองจำเพาะเบรก (Bsfc) น้อยที่สุดเพราะมีการเผาไหม้ดีเป็นจุดที่ได้กำลังต่อปริมาณเชื้อเพลิงมากที่สุด

กรณีที่สองเมื่อเปรียบเทียบค่าความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรก (Bsfc) ของเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติเปรียบเทียบกับเครื่องยนต์ก๊าซโซลีนที่ความดันยังผล(Bmep)ต่างๆจะเห็นว่าที่ความดันยังผล (Bmep) เดียวกัน ค่าความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรก (Bsfc) ของเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติจะมากกว่าเครื่องยนต์ก๊าซโซลีนทุกค่าความดันยังผล (Bmep) เพราะก๊าซธรรมชาติต้องการอัตราส่วนของอากาศต่อเชื้อเพลิง คือ 17.2 : 1 ซึ่งมากกว่าก๊าซโซลีน คือ 14.7 : 1 ด้วยเหตุนี้ที่ความเร็วรอบเท่ากันเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติจึงต้องเปิดลิ้นเร่งมากกว่าเครื่องยนต์ก๊าซโซลีนเพื่อให้อากาศเข้าได้มากขึ้น ส่งผลให้ค่าความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรคของเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติมากกว่าเครื่องยนต์ก๊าซโซลีน และอีกประการหนึ่ง คือ ก๊าซธรรมชาติซึ่งอยู่ในสถานะก๊าซปริมาณเชื้อเพลิงที่ไหลเข้าสู่กระบอกสูบมีปริมาณน้อยกว่าแก๊สโซลีนในเวลาการฉีดเท่ากัน เราจึงต้องเพิ่มเวลาการฉีดเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติให้มากขึ้นกว่าเดิม ส่งผลให้ค่าความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรก (Bsfc)ของเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติมากกว่าเครื่องยนต์ก๊าซโซลีน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.6 ผลการทดสอบเปรียบเทียบค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติกับแก๊สโซลีน ที่ค่าความดันยังผล 100 kPa , 300 kPa และ 500 kPa



รูปที่ 5.24 กราฟเปรียบเทียบค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติกับแก๊สโซลีนที่ค่าความดันยังผล 100 kPa , 300 kPa , 500 kPa

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประสิทธิภาพเชิงความร้อน (Thermal Efficiency)

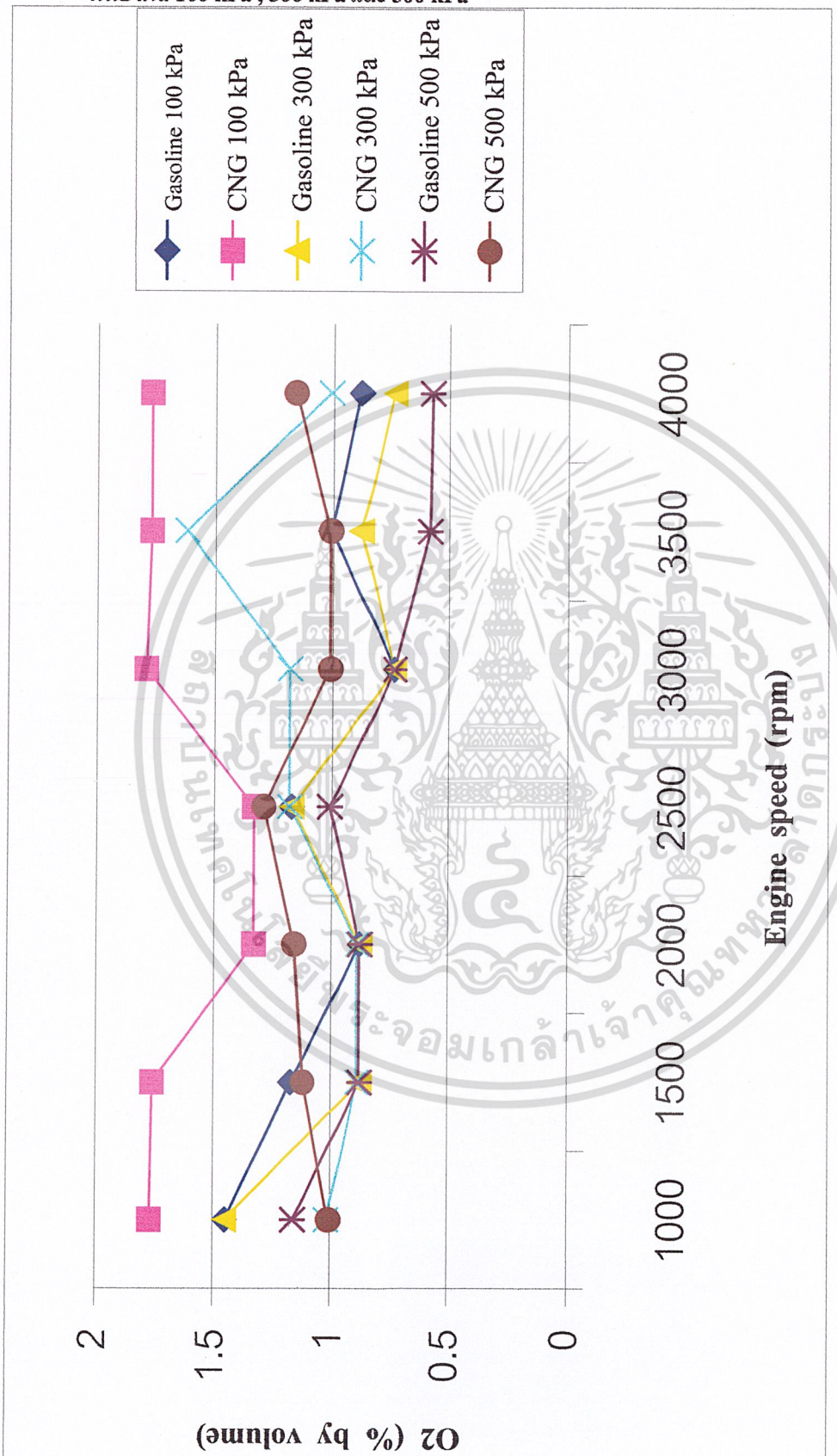
ค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อน (Thermal Efficiency) เป็นความสัมพันธ์ระหว่างกำลังงานที่เครื่องยนต์ส่งออก (Power Output) กับพลังงาน (Energy) ที่เกิดจากการสันดาปน้ำมันเชื้อเพลิง ความร้อนที่ได้จากการสันดาปเชื้อเพลิงเราไม่สามารถนำมาใช้ได้ทั้งหมดเพราะความร้อนบางส่วนต้องสูญเสียให้กับระบบหล่อเย็น (Cooling) ระบบหล่อลื่น (Lubrication) และ ยังสูญเสียไปกับการระบายแก๊สร้อนหรือไอเสีย ซึ่งถือว่ามีปริมาณการสูญเสียมากที่สุดในเครื่องยนต์ การสูญเสียความร้อนดังกล่าวเป็นเหตุให้ประสิทธิภาพเชิงความร้อนลดลง จากกราฟที่ 5.3 เป็นกราฟแสดงค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเครื่องยนต์แก๊สธรรมชาติและเครื่องยนต์แก๊สโซลีนที่ความดันยังผล (Bmep) ต่าง ซึ่งได้ทำการวิเคราะห์โดยแบ่งออกเป็น 2 กรณี คือ กรณีแรกเปรียบเทียบค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อน (Thermal Efficiency) ของเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติที่ค่าความดันยังผล (Bmep) ต่างๆ และกรณีที่สอง คือ เปรียบเทียบค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อน (Thermal Efficiency) ของเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติเปรียบเทียบกับเครื่องยนต์ก๊าซโซลีน

กรณีเปรียบเทียบค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อน (Thermal Efficiency) ของเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติที่ความดันยังผล (Bmep) ต่างๆ จะสังเกตเห็นว่า ค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อน (Thermal Efficiency) ของเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติที่ความดันยังผล (Bmep) สูงจะมากกว่าค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อน (Thermal Efficiency) ของเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติที่ความดันยังผล (Bmep) ต่ำ เพราะที่ความดันยังผล (Bmep) สูง เวลาในการเผาไหม้เร็วกว่าที่ค่าความดันยังผล (Bmep) ต่ำ ทำให้ความร้อนถูกถ่ายเทออกสู่อุปกรณ์รอบข้าง และระบบน้ำหล่อเย็นได้น้อยทำให้เกิดความร้อนมากส่งผลให้ค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อน (Thermal Efficiency) สูง

กรณีเปรียบเทียบค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อน (Thermal Efficiency) ของเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติเปรียบเทียบกับเครื่องยนต์ก๊าซโซลีน จะสังเกตเห็นว่าที่ความดันยังผล (Bmep) เดียวกันเครื่องยนต์ก๊าซโซลีนมีค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อน (Thermal Efficiency) มากกว่าเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติ เนื่องจากค่าความร้อนจำเพาะของก๊าซโซลีนน้อยกว่าก๊าซธรรมชาติ แสดงให้เห็นว่าก๊าซโซลีนต้องใช้พลังงานเพื่อให้เกิดการเผาไหม้น้อยกว่าพลังงานที่ต้องใช้กับก๊าซธรรมชาติ ประกอบกับก๊าซโซลีนอยู่ในสถานะของของเหลวในสภาวะปกติซึ่งจะไหลเข้าห้องเผาไหม้ได้ดีกว่าก๊าซธรรมชาติซึ่งอยู่ในสถานะก๊าซในสภาวะปกติ จึงส่งผลให้ประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเครื่องยนต์ก๊าซโซลีนมากกว่าเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติที่ความดันยังผล (Bmep) เดียวกัน และนอกจากนั้น ที่ความดันยังผลสูงๆ เครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติมีแนวโน้มจะมีค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อน (Thermal Efficiency) มากกว่าเครื่องยนต์ก๊าซก๊าซโซลีน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.7 ผลการทดสอบเปรียบเทียบค่าปริมาณออกซิเจนของเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติกับแก๊สโซลีนที่ค่าความดันยังผล 100 kPa , 300 kPa และ 500 kPa



รูปที่ 5.25 กราฟเปรียบเทียบค่าปริมาณออกซิเจนของเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติกับแก๊สโซลีนที่ค่าความดันยังผล 100 kPa , 300 kPa , 500 kPa

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก๊าซออกซิเจน (O_2)

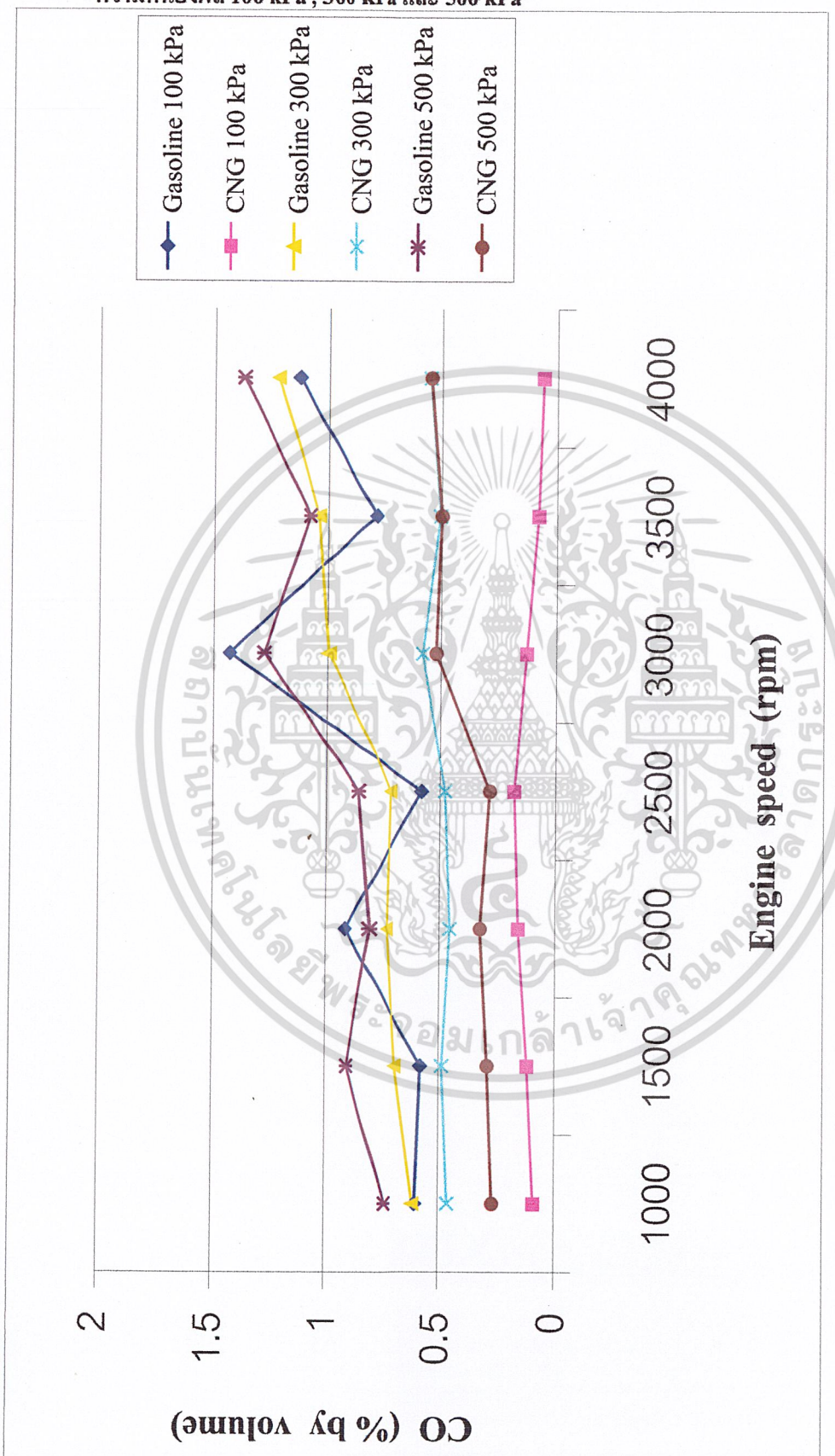
ค่าปริมาณออกซิเจนที่วัดได้จากเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติ เกิดจากสาเหตุ 2 ประการ คือ ประการแรก เกิดจากการที่อากาศ(O_2)เข้าสู่ห้องเผาไหม้มากเกินพอที่เชื้อเพลิงจะนำไปใช้ในปฏิกิริยาสันดาปทำให้อากาศ(O_2)บางส่วนที่เหลือจากการทำปฏิกิริยาถูกปล่อยออกมาทางท่อไอเสีย ประการที่สอง เกิดจากสาเหตุที่ได้ทำการเพิ่มระยะเวลาในการฉีดเชื้อเพลิงให้มากขึ้น ปริมาณก๊าซธรรมชาติที่เข้าสู่ห้องเผาไหม้มีปริมาณมากจึงมีการแทนที่อากาศในจังหวะการฉีดทำให้มีอากาศถูกปล่อยออกมาทางท่อไอเสีย จากกราฟที่ 5.4 เป็นกราฟแสดงค่าปริมาณออกซิเจนที่ถูกปล่อยออกมาทางท่อไอเสีย แบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 2 กรณี คือ การเปรียบเทียบปริมาณออกซิเจนของเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติที่ความดันยังผลต่างๆ และกรณีที่สอง คือ การเปรียบเทียบปริมาณออกซิเจนของเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติกับเครื่องยนต์ก๊าซโซลีน

กรณีเปรียบเทียบปริมาณออกซิเจนของเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติที่ความดันยังผลต่างๆ จะเห็นว่าที่ความดันยังผล 100 kPa ค่าออกซิเจนมีปริมาณมากเนื่องจากการฉีดเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติเข้าสู่ห้องเผาไหม้น้อยกว่าความดัน 300 kPa และ 500 kPa ออกซิเจนที่เข้าทำปฏิกิริยากับเชื้อเพลิงมีมากเกินพอ ส่งผลให้มีปริมาณออกซิเจนที่ไม่เข้าทำปฏิกิริยาสันดาปปะปนออกมาทางท่อไอเสีย ส่วนที่ความดัน 300 kPa ค่าปริมาณออกซิเจนจะน้อยกว่าความดัน 100 kPa เพราะปฏิกิริยาเกิดได้มากขึ้น เนื่องจากมีการฉีดเชื้อเพลิงเข้าสู่ห้องเผาไหม้มากขึ้น และที่ความดัน 500 kPa จะเห็นว่าความเร็วรอบประมาณ 1000 – 2700 รอบต่อนาที จะมีปริมาณออกซิเจนสูงกว่าที่ความดัน 300 kPa เพราะที่ความดันยังผล 500 kPa มีการฉีดเชื้อเพลิงเข้าสู่ห้องเผาไหม้ในปริมาณที่มากจึงเกิดการแทนที่อากาศในห้องเผาไหม้ และเมื่อความเร็วรอบสูงกว่า 2700 รอบต่อนาที ค่าออกซิเจนจะมีปริมาณน้อยกว่าที่ความดัน 300 kPa เพราะว่าอุณหภูมิสูงขึ้นปฏิกิริยาเกิดได้ดีขึ้น ออกซิเจนจึงเข้าทำปฏิกิริยาได้ดีขึ้น รวมทั้งที่ความดัน 500 kPa และที่ความเร็วรอบสูงๆ เวลาที่ลิ้นไอเสียเปิดสั้นลงออกซิเจนที่ออกมาในช่วงการโอเวอร์แลป(Overlap)จึงมีปริมาณน้อยตามไปด้วย

กรณีเปรียบเทียบปริมาณออกซิเจนของเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติเปรียบเทียบกับก๊าซโซลีน จะเห็นว่าปริมาณออกซิเจนของเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติจะมากกว่าของเครื่องยนต์ก๊าซโซลีนทุกค่าความดันยังผล(bmep)และทุกความเร็วรอบ เนื่องจากก๊าซธรรมชาติอยู่ในสถานะก๊าซในภาวะปกติ เมื่อฉีดเข้าห้องเผาไหม้จึงเกิดการแทนที่อากาศในห้องเผาไหม้ส่งผลให้มีปริมาณออกซิเจนออกมาทางท่อไอเสียในปริมาณมากกว่าก๊าซโซลีนซึ่งอยู่ในสภาวะของของเหลวในภาวะปกติ และอีกประการหนึ่งที่เป็นไปได้คือเวลาในการฉีดเชื้อเพลิงเข้าสู่ห้องเผาไหม้ของเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติมีมากกว่าเครื่องยนต์ก๊าซโซลีนดังนั้นช่วงเวลาที่อากาศจะออกมาจากห้องเผาไหม้เนื่องจากการถูกแทนที่ในช่วงเวลาโอเวอร์แลป (Overlap) จึงมีมากขึ้นด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.8 ผลการทดสอบเปรียบเทียบค่าคาร์บอนมอนอกไซด์ของเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติกับแก๊สโซลีนที่ค่าความดันยังผล 100 kPa , 300 kPa และ 500 kPa



รูปที่ 5.26 กราฟเปรียบเทียบค่าคาร์บอนมอนอกไซด์ของเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติกับแก๊สโซลีนที่ค่าความดันยังผล 100 kPa , 300 kPa , 500 kPa

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO)

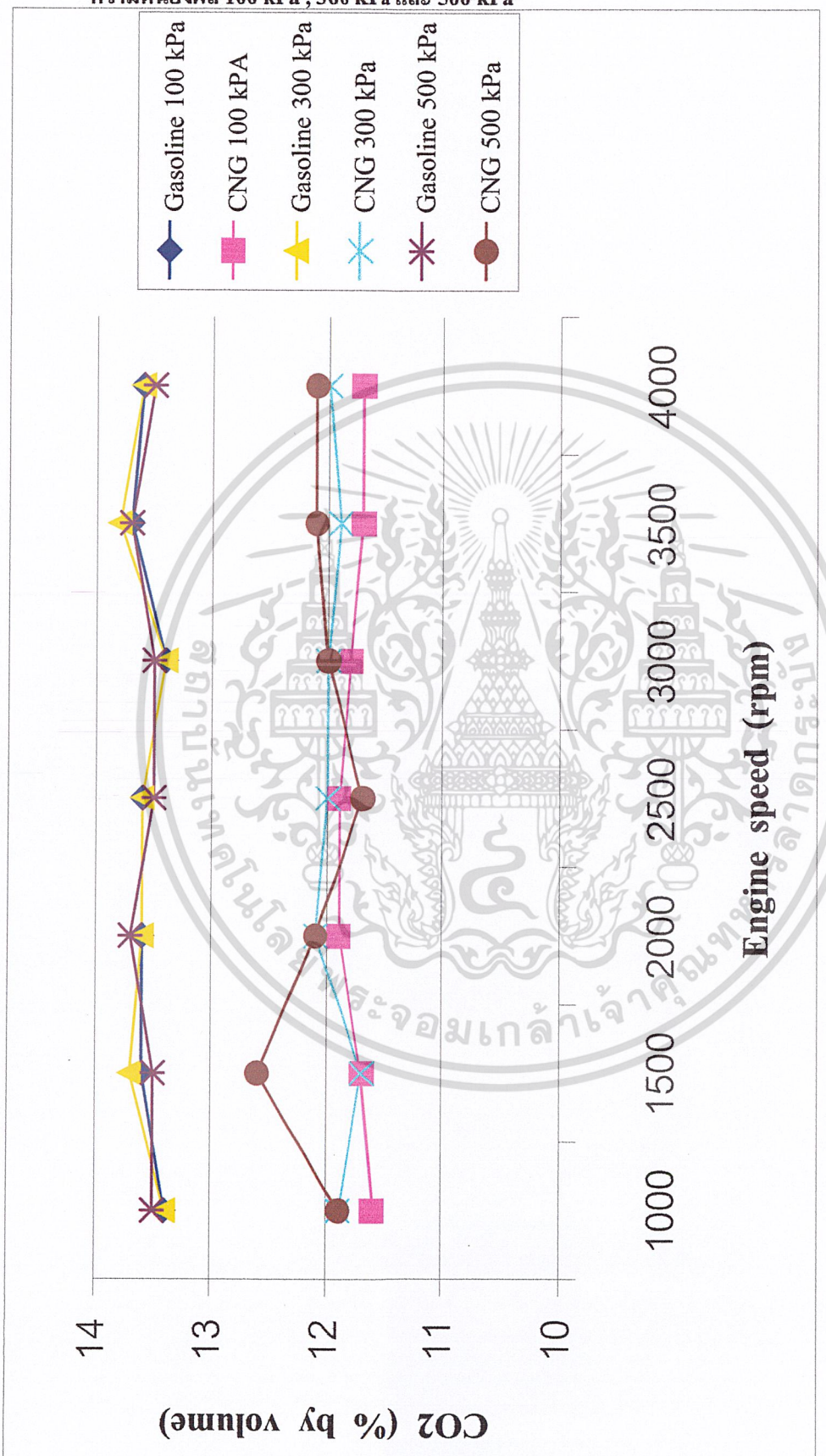
ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ที่วัดได้จากเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติ เกิดจากสาเหตุ 3 ประการ คือ ประการแรก คือ ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์สามารถเปลี่ยนเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้ เมื่อมีปริมาณออกซิเจนเพียงพอ แต่ปฏิกิริยาดังกล่าวเกิดขึ้นอย่างช้าๆ ทำให้ไม่สามารถเปลี่ยนก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์เป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้หมดในแต่ละวัฏจักร ประการที่สอง คือ การเผาไหม้ของไอดีไม่สม่ำเสมอเนื่องจากความดันในการฉีดที่สูงกว่าปกติและฉีดก๊าซธรรมชาติเข้าสู่ห้องเผาไหม้ในปริมาณที่มาก ประการที่สาม คือ เกิดจากการดับของเปลวไฟขณะเกิดกระบวนการเผาไหม้ เนื่องจากไอดีที่อยู่บริเวณติดกับผนังห้องเผาไหม้มีอุณหภูมิต่ำ ทำให้การสันดาปไม่สมบูรณ์ ประการที่สี่คือการที่ก๊าซธรรมชาติอยู่ในสถานะก๊าซทำให้การคลุกเคล้ากับอากาศยังไม่ดีเท่าที่ควรทำให้มีบางบริเวณเกิดการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ส่งผลให้เกิดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ขึ้นจากกราฟที่ 5.5 เป็นกราฟแสดงปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ของเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติและเครื่องยนต์แก๊สโซลีนที่ออกมากับไอเสียที่ความเร็วรอบและความดันยังผล(bmep)ต่าง ๆ แบ่งการวิเคราะห์เป็น 2 กรณี คือ การเปรียบเทียบค่าก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ของก๊าซธรรมชาติที่ความดันต่างๆ และกรณีที่สอง คือ เปรียบเทียบค่าก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ของเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติกับเครื่องยนต์ก๊าซโซลีนวิเคราะห์ได้ดังนี้

กรณีเปรียบเทียบค่าก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ของก๊าซธรรมชาติที่ความดันยังผล(Bmep)ต่างๆ จะเห็นว่าที่ความดัน 100 kPa ค่าก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์จะมีค่าต่ำสุดเพราะปริมาณเชื้อเพลิงที่ไหลเข้าสู่ห้องเผาไหม้มีค่าน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับความดันที่สูงกว่าอัตราการเกิดปฏิกิริยาจึงมีน้อยกว่าปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์จึงออกมาต่ำที่สุด ส่วนที่ความดัน 300 kPa จะมีค่าก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์สูงที่สุดเพราะมีการฉีดเชื้อเพลิงเข้าสู่ห้องเผาไหม้มากขึ้นในช่วงอุณหภูมิไม่สูงมากนักปฏิกิริยาเกิดมากแต่ไม่สมบูรณ์เท่าที่ควร ส่วนที่ความดัน 500 kPa จะมีค่าก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์อยู่ระหว่าง 100 kPa และ 300 kPa เพราะว่าถึงแม้จะมีการฉีดเชื้อเพลิงเข้าสู่ห้องเผาไหม้ได้มาก แต่ปฏิกิริยาเกิดที่อุณหภูมิสูงการสันดาปจึงเกิดได้ดีค่าปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์จึงออกมาน้อยกว่าที่ความดัน 300 kPa

กรณีเปรียบเทียบค่าก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ของเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติเมื่อเปรียบเทียบกับเครื่องยนต์ก๊าซโซลีน จะเห็นว่าที่ความดันยังผล(Bmep)เดียวกันค่าก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ของเครื่องยนต์ก๊าซโซลีนจะมีค่ามากกว่าเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติ เพราะเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติเผาไหม้สมบูรณ์กว่าเนื่องจากอยู่ในสถานะก๊าซ และอีกประการหนึ่ง คือ ก๊าซโซลีนมีส่วนประกอบของคาร์บอนมากกว่าเมื่อเกิดปฏิกิริยาการสันดาปขึ้นคาร์บอนมีโอกาสที่จะเกิดปฏิกิริยากับออกซิเจนมากกว่าส่งผลให้ค่าก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ของก๊าซโซลีนมากกว่าก๊าซธรรมชาติ นอกจากนั้นจะสังเกตุได้ที่ความเร็วรอบสูงขึ้นค่าก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์จะมากขึ้นเพราะเชื้อเพลิงเข้าสู่ห้องเผาไหม้มากขึ้นโอกาสที่จะเกิดการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ก็มีมากขึ้นด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.9 ผลการทดสอบเปรียบเทียบค่าคาร์บอนไดออกไซด์ของเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติกับแก๊สโซลีนที่ค่าความดันยังผล 100 kPa , 300 kPa และ 500 kPa



รูปที่ 5.27 กราฟเปรียบเทียบค่าคาร์บอนไดออกไซด์ของเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติกับแก๊สโซลีนที่ค่าความดันยังผล 100 kPa , 300 kPa , 500 kPa

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO2)

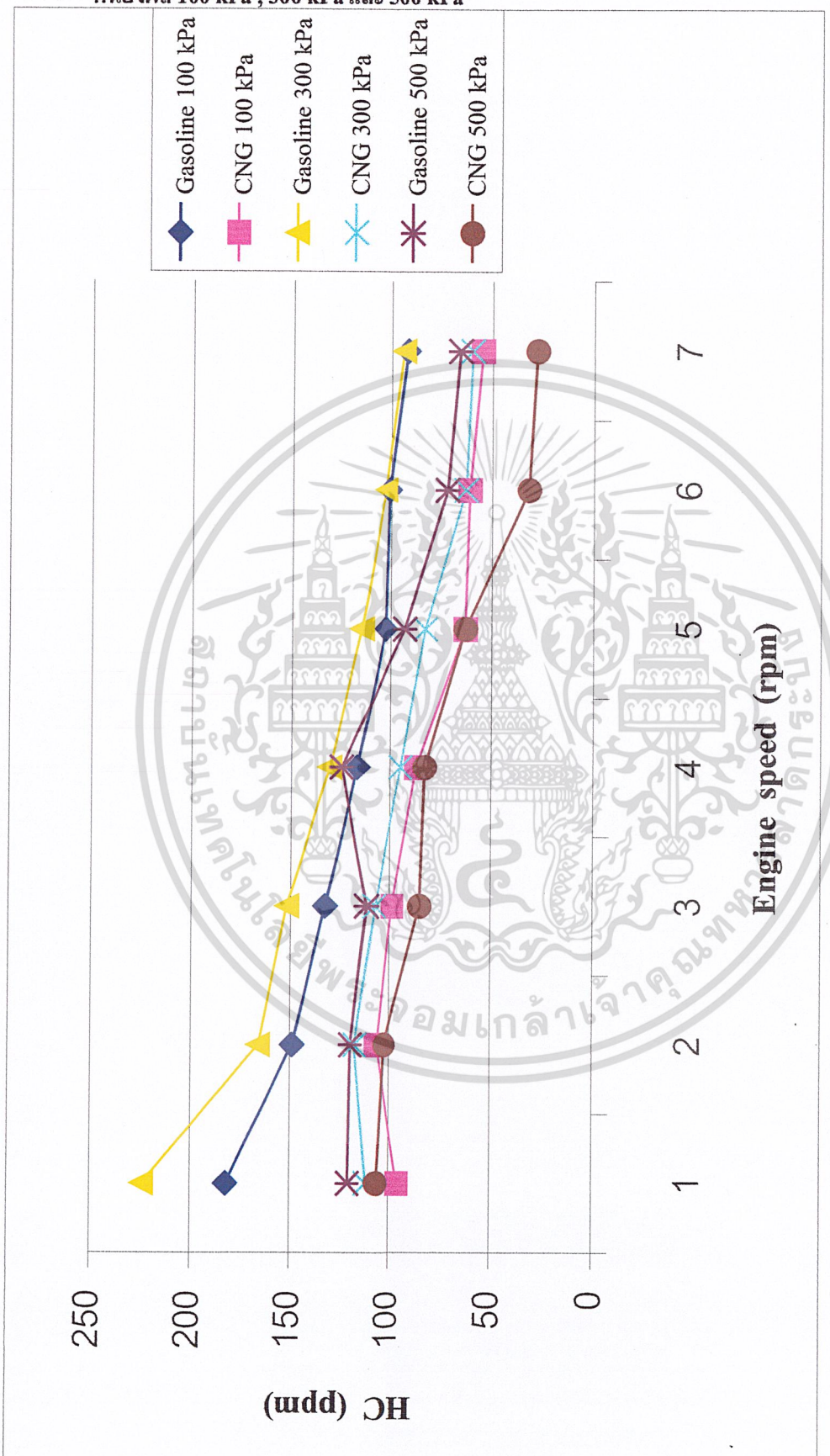
ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่วัดได้จากเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติเกิดจากการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ของอากาศและเชื้อเพลิงในห้องเผาไหม้ ซึ่งจะสังเกตได้ว่าเมื่อใดก็ตามที่เครื่องยนต์มีการเผาไหม้สมบูรณ์ จะมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมาในปริมาณที่มากแต่ค่ามลพิษชนิดอื่นจะออกมาน้อย จากกราฟที่ 5.6 เป็นกราฟแสดงค่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ถูกปล่อยออกมาทางท่อไอเสียที่ความดันต่าง ๆ ซึ่งการวิเคราะห์จะแบ่งเป็น 2 กรณี คือ การเปรียบเทียบปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติที่ค่าความดันยังผล(Bmep)ต่างๆ และกรณีที่สอง คือ การเปรียบเทียบปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติกับเครื่องยนต์ก๊าซโซลีนที่ความดันยังผล(Bmep)ต่างๆ วิเคราะห์ได้ดังนี้

กรณีเปรียบเทียบปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติที่ค่าความดันยังผลต่างๆ จะเห็นว่าที่ความดันยังผล 100 kPa จะมีค่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์น้อย เพราะเชื้อเพลิงที่ไหลเข้าห้องเผาไหม้มีปริมาณน้อย ปฏิกิริยาการสันดาปจึงเกิดขึ้นน้อย และที่ความดันยังผล 300 kPa จะมีค่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ สูงกว่าความดันยังผล 100 kPa เพราะมีการฉีดเชื้อเพลิงเข้าสู่ห้องเผาไหม้มากขึ้น ปฏิกิริยาจากการสันดาปจึงมีมากขึ้น ส่งผลให้มีค่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากขึ้นด้วย ส่วนค่าความดันยังผล 500 kPa จะมีปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงในช่วง 1000 – 2000 รอบต่อนาที เพราะเชื้อเพลิงไหลเข้าห้องเผาไหม้มากขึ้น เกิดปฏิกิริยาการสันดาปมากขึ้น และตั้งแต่ช่วง 2000 – 2500 รอบต่อนาที จะมีปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์น้อยเพราะการเผาไหม้ในช่วงนี้ไม่สมบูรณ์เนื่องจากเชื้อเพลิงเข้าสู่ห้องเผาไหม้มากแต่อุณหภูมิไม่สูงมากนัก และตั้งแต่ช่วง 2500 รอบต่อนาที ขึ้นไป ค่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะเพิ่มมากขึ้นเพราะอุณหภูมิในช่วงนี้เพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว ปฏิกิริยาการสันดาปจะเกิดได้ดี

กรณีเปรียบเทียบปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติกับเครื่องยนต์ก๊าซโซลีนที่ความดันยังผลต่าง ๆ จะเห็นว่าเครื่องยนต์ก๊าซโซลีนจะมีค่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากกว่าเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติทุก ๆ ค่าความดันยังผล(Bmep)และทุกความเร็วรอบ เพราะก๊าซโซลีนมีส่วนประกอบของคาร์บอนในโมเลกุลมากกว่าก๊าซธรรมชาติ คาร์บอนที่เข้าทำปฏิกิริยาสันดาปกับอากาศจึงมีมากกว่าส่งผลให้มีปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากกว่าด้วย และอีกประการหนึ่ง คือ ก๊าซโซลีนเมื่อระเหยจะมีการคลุกเคล้ากับอากาศได้ดีกว่าทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาการสันดาปมากขึ้น และ เกิดได้ดีกว่าด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.10 ผลการทดสอบเปรียบเทียบค่าไฮโดรคาร์บอนของเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติกับแก๊สโซลีนที่ค่าความดันยังผล 100 kPa , 300 kPa และ 500 kPa



รูปที่ 5.28 กราฟเปรียบเทียบค่าไฮโดรคาร์บอนของเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติกับแก๊สโซลีนที่ค่าความดันยังผล 100 kPa , 300 kPa , 500 kPa

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก๊าซไฮโดรคาร์บอน (HC)

เนื่องจากแก๊สธรรมชาติอัดมีองค์ประกอบของก๊าซไฮโดรคาร์บอน (HC)เป็นหลัก เมื่อเกิดเป็นไอและถูกความร้อนที่อุณหภูมิสูงจะรวมตัวกับออกซิเจนได้อย่างรวดเร็ว แต่ถ้าไม่เกิดการเผาไหม้ ไอบางส่วนจะถูกระบายออกสู่บรรยากาศภายนอกเกิดเป็นแก๊สไฮโดรคาร์บอนได้แก๊สไฮโดรคาร์บอนที่เกิดกับเครื่องยนต์กับเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาตินั้น มีสาเหตุเป็นไปได้ 3 กรณี คือ

ประการที่ 1 เกิดจากการโอเวอร์แล็ป (Over lap) ของลิ้นระหว่างการเปิดของลิ้นไอดีและลิ้นไอเสียพร้อมกันในระยะเวลาอันสั้น ก๊าซธรรมชาติบางส่วนจะถูกดูดออกจากห้องเผาไหม้ผ่านลิ้นไอเสียออกมาทางท่อไอเสีย

ประการที่ 2 เกิดจากอุณหภูมิของเปลวไฟลดลงในบริเวณบางส่วนของห้องเผาไหม้ ทำให้ส่วนผสมของไอดีบางส่วนที่ไม่ได้เกิดการเผาไหม้ถูกระบายออกมากับแก๊สไอเสีย

ประการที่ 3 เกิดจากประสิทธิภาพในการเผาไหม้ ซึ่งในทางปฏิบัตินั้น การสันดาปจะไม่เกิดขึ้นสมบูรณ์ร้อยเปอร์เซ็นต์ จากกราฟที่ 5.7 เป็นกราฟแสดงค่าไฮโดรคาร์บอนของเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติและเครื่องยนต์ก๊าซโซลีนที่ความดันยังผลต่างๆ แบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 2 กรณี คือกรณีแรกเปรียบเทียบค่าไฮโดรคาร์บอนของเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติที่ความดันยังผล (Bsfc) ต่างๆ กรณีที่สองเปรียบเทียบค่าไฮโดรคาร์บอนของเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติกับเครื่องยนต์ก๊าซโซลีนที่ความดันยังผล (Bsfc) ต่างๆ

กรณีเปรียบเทียบค่าไฮโดรคาร์บอนของเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติที่ความดันยังผล (Bsfc) ต่างๆ จะเห็นว่าที่ความดัน 100 kPa ค่าไฮโดรคาร์บอนที่วัดได้จะน้อยกว่าที่ 300 kPa และที่ 500 kPa เพราะว่าเชื้อเพลิงที่ผ่านเข้าสู่ห้องเผาไหม้น้อยกว่าโอกาสที่จะเกิดการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์จึงน้อยกว่าที่ความดันอื่นๆ อีกทั้งเวลาในการฉีดน้อยกว่าช่วงความดัน 300 kPa และ 500 kPa โอกาสที่ก๊าซธรรมชาติอัดจะถูกดูดออกจากห้องเผาไหม้ในช่วงการเกิดโอเวอร์แล็ป (Over lap) จึงน้อยตามไปด้วย และที่ความดัน 300 kPa จะเกิดก๊าซไฮโดรคาร์บอนสูงที่สุด เพราะมีการฉีดเชื้อเพลิงเข้าสู่ห้องเผาไหม้มากขึ้น แต่อุณหภูมิขณะที่ห้องเผาไหม้ไม่สูงมากนักจึงเกิดก๊าซก๊าซไฮโดรคาร์บอนสูง ส่วนที่ความดัน 500 kPa จะเกิดก๊าซไฮโดรคาร์บอนต่ำที่สุด เพราะเกิดการเผาไหม้ที่อุณหภูมิสูงปฏิกิริยาการสันดาปจะเกิดได้ดีปริมาณก๊าซไฮโดรคาร์บอนจึงลดต่ำลง

กรณีเปรียบเทียบค่าไฮโดรคาร์บอนของเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติกับเครื่องยนต์ก๊าซโซลีน จะสังเกตได้ว่า ก๊าซโซลีนจะมีค่าไฮโดรคาร์บอนสูงกว่าก๊าซธรรมชาติที่ความดันยังผล(Bmep)เดียวกันเนื่องจากก๊าซธรรมชาติอยู่ในสภาวะก๊าซในภาวะปกติ ปฏิกิริยาการสันดาปจึงเกิดได้สมบูรณ์กว่าแก๊สโซลีนซึ่งปกติอยู่ในภาวะของเหลว รวมทั้งก๊าซธรรมชาติมีส่วนประกอบของไฮโดรคาร์บอนน้อยกว่าก๊าซโซลีน ไอเสียที่ออกมาจึงมีปริมาณไฮโดรคาร์บอนน้อยกว่าด้วย และประการสุดท้ายคือเครื่องยนต์แก๊สโซลีนจะมีอัตราส่วนผสมหนาที่ความเร็วรอบและความดันยังผล(Bmep)สูงๆ โอกาสที่จะเกิดการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์จึงมีสูงตามไปด้วย แต่เครื่องยนต์แก๊สธรรมชาติจะปรับอัตราส่วนผสมให้พอเหมาะโดยปรับเวลาการฉีดให้พอดีกับความเร็วรอบการเผาไหม้จึงเกิดขึ้นได้สมบูรณ์กว่าปริมาณไฮโดรคาร์บอนที่ออกมาจึงมีปริมาณน้อยกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6
สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

เนื่องจากเทคโนโลยีด้านยานยนต์มีแนวโน้มที่จะพัฒนาให้ประหยัดพลังงานและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมทางโครงงานเราจึงได้นำแก๊สธรรมชาติมาใช้แทนน้ำมันและได้มีการปรับปรุงประสิทธิภาพให้เทียบเท่าแก๊สโซลีนแต่มีมลพิษต่ำกว่าซึ่งผลการทดลองสรุปได้ดังนี้

6.1 สรุปผลการทดสอบ

1. ค่าความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรคของเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติจะมากกว่าเครื่องยนต์ก๊าซโซลีนทุกค่าความเร็วรอบ (rpm) และ ทุกค่าความดันยังผล (bmep) อีกทั้งที่ความดันยังผล (bmep) สูงขึ้นค่าความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรคของเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติและเครื่องยนต์ก๊าซโซลีนจะมีค่าลดลง
2. ค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติจะต่ำกว่าเครื่องยนต์ก๊าซโซลีนทุกค่าความดันยังผล (bmep) และ ทุกความเร็วรอบ (rpm) อีกทั้งที่ค่าความดันยังผล (bmep) สูงขึ้นค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติ และ เครื่องยนต์ก๊าซโซลีนจะมีค่ามากขึ้น
3. มลพิษที่ใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงให้ไอเสียที่เป็นพิษออกมาน้อยกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซโซลีนเป็นเชื้อเพลิง
4. การปรับปรุงเวลาการฉีดเชื้อเพลิงของก๊าซธรรมชาติโดยการเพิ่มเวลาการฉีด และ ควบคุมให้ค่าอากาศส่วนเกิน (Lamda) มีค่าใกล้เคียง 1 ทำให้เครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติเดินได้ที่ความเร็วรอบมากขึ้น
5. หัวฉีดจะทำงานได้ดีที่ความดันประมาณ 2.5 – 2.6 bar ซึ่งเป็นช่วงที่หัวฉีดก๊าซธรรมชาติ ฉีดเชื้อเพลิงเข้าสู่ห้องเผาไหม้ได้ดีที่สุด
6. การทดลองในครั้งนี้เมื่อปรับให้ค่าอากาศส่วนเกิน (Lamda) ให้เท่ากับ 1 จะเกิดความร้อนสูงมากทุกความเร็วรอบ ระบบระบายความร้อนที่มีอยู่ไม่เหมาะสมที่จะใช้ระบายความร้อนสำหรับเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.2 ข้อเสนอแนะ

1. การระบายความร้อนเนื่องจากการดัดแปลงเครื่องยนต์มาใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงทำให้เกิดความร้อนสูงจึงควรจะมีการดัดแปลงระบบระบายความร้อนให้เหมาะสำหรับเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติด้วย
2. ควรตรวจสอบว่ามีน้ำหล่อเย็นจากเครื่องยนต์ไหลเข้าไปอุ่นก๊าซธรรมชาติที่ไหลเข้าสู่หม้อต้มหรือไม่ทุกครั้งที่ทำการทดลองเพราะเป็นพารามิเตอร์หนึ่งที่มีผลอย่างมากต่อประสิทธิภาพของเครื่องยนต์
3. ควรมีการจดบันทึกค่าเวลาในการฉีด ในแต่ละภาระของเครื่องยนต์ที่ต่างกันเพื่อจะได้หาเวลาในการฉีดที่เหมาะสมที่สุดในแต่ละภาระของเครื่องยนต์
4. ควรมีการปรับปรุงสายไฟที่ต่อเข้าสู่ขั้วหัวฉีดในแข็งแรงขึ้น เพราะจะเกิดปัญหาสายไฟหลุดออกจากขั้วหัวฉีดอยู่เป็นประจำ
5. ควรเตรียมอุปกรณ์รักษาความปลอดภัยเช่น ถังดับเพลิง ตรวจเช็คแม่แรงยก วาล์วแก๊ส ทุกครั้งที่จะทำการทดลอง
6. ควรทำการตรวจเช็คลมยางให้เท่ากันทุกล้อก่อนการทดลองอยู่เสมอ
7. ไอเสียควรปล่อยออกนอกห้องทดสอบเพื่อให้อากาศถ่ายเทได้สะดวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] การปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย : " CNG ก๊าซธรรมชาติอัดในรถยนต์ ", การปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย , กรุงเทพมหานคร . 2540

[2] การปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย : " การใช้ก๊าซเป็นเชื้อเพลิง ", งานวิจัยและพัฒนาปี 2536 , ศูนย์วิจัยและพัฒนาการปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย. 2536

[3] บุญธรรม ภัทราดรุกุล : " เครื่องยนต์หัวฉีดแก๊สโซลีน ", ซีเอ็ดยูเคชั่นจำกัด (มหาชน) , กรุงเทพมหานคร. 2539

[4] นภดล เวชวิชุน : " เครื่องยนต์หัวฉีด EFI ", สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น) ,พิมพ์ครั้งที่ 1. 2535

[5] วิทยา เจียรสุวรรณ , ประสานพงษ์ หาเรือนชีพ : " เครื่องยนต์หัวฉีดเชื้อเพลิงแก๊สโซลีนควบคุมด้วยอิเลคโทรนิกส์ ", ซีเอ็ดยูเคชั่นจำกัด (มหาชน) , กรุงเทพมหานคร

[6] อุตส่าห์ จิรากร , เชื้อ ชูทำ : " INTERNAL COMBUSTION ENGINE ", ซีเอ็ดยูเคชั่นจำกัด (มหาชน) , กรุงเทพมหานคร

[7] ประเสริฐ เทียนนิมิตร , ขวัญชัย สินทิพย์สมบูรณ์ : " เชื้อเพลิงและสารหล่อลื่น ", ซีเอ็ดยูเคชั่นจำกัด (มหาชน) , กรุงเทพมหานคร

[8] Will w. Pulkrabek : " Engineering Fundamentals of the Internal Combustion Engine ", Prentice. Hall.INC

[9] คู่มือการใช้ WOLF 3D

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้