

การปรับปรุงสมรรถนะของรถยนต์ที่ใช้ก๊าซธรรมชาติอัดเป็นเชื้อเพลิงทางเลือกโดย

การปรับจังหวะการจุดระเบิด

The Performance Improvements of Retrofit CNG as Alternative Fuel

In light Vehicle with Variable Ignition Timing

รักษิต ฐิติพัฒน์พงศ์ สุรเดช ดวงภูมเมศ ปณิธิ ศิริอักษร มนต์รีชาติพจน์

งานวิจัยระบบอิเล็กทรอนิกส์ยานยนต์ หน่วยปฏิบัติการวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีสมรรถนะสิ่งแวดล้อม ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ

112 อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย ถนนพหลโยธิน คลองหนึ่ง คลองหลวง จังหวัด ปทุมธานี 12120

โทร 0-2564-6900 E-mail: raksit.thitipatanapong@nectec.or.th

ชญาณนท์ แสงมณี กุลเชษฐ์ เพียรทอง

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

85 ถ.สถลมารค. อ.วารินชำราบ จ.อุบลราชธานี 34190

Raksit Thitipatanapong Suradech Doungpummet Panithi Sira-uksom Montri Chatpoj Patin Pongkacha

Automotive Electronics Research Section, Embedded System Technology Lab, National Electronic & Computer Technology Center

112 Thailand Science Park, Paholyothin Rd., Klong 1, Klong Luang, PATHUMTHANI 12120 THAILAND

Tel: 0-2564-6900 E-mail: raksit.thitipatanapong@nectec.or.th

Chayarnon Saengmanee, Kulachate Pianthong

Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Ubon Ratchathani University

Ubon Ratchathani 34190 THAILAND

บทคัดย่อ

ก๊าซธรรมชาติอัดสามารถนำมาใช้เป็นพลังงานทางเลือกในรถยนต์นั่งส่วนบุคคลและได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายอย่างไรก็ตามด้วยคุณลักษณะทางการเผาไหม้ของก๊าซธรรมชาติที่มีความแตกต่างจากน้ำมันเบนซินอย่างมากส่งผลต่อสมรรถนะของเครื่องยนต์ที่ลดลงในการศึกษานี้จะนำเสนอการแก้ไขปัญหสมรรถนะที่ลดลงโดยการติดตั้งสมองกลปรับตั้งการจุดระเบิดล่วงหน้า (Timing Advance Processor: TAP) เข้ากับรถยนต์ทดสอบที่ใช้ก๊าซธรรมชาติอัด จากผลการทดสอบระบบเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติที่ไม่มี TAP สูญเสียกำลังร้อยละ 20 เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันเบนซินในขณะที่เครื่องยนต์ที่ติดตั้ง TAP สูญเสียกำลังเพียงร้อยละ 15 สามารถปรับปรุงสมรรถนะของรถยนต์ทดสอบได้ดีขึ้นกว่าร้อยละ 10

Abstract

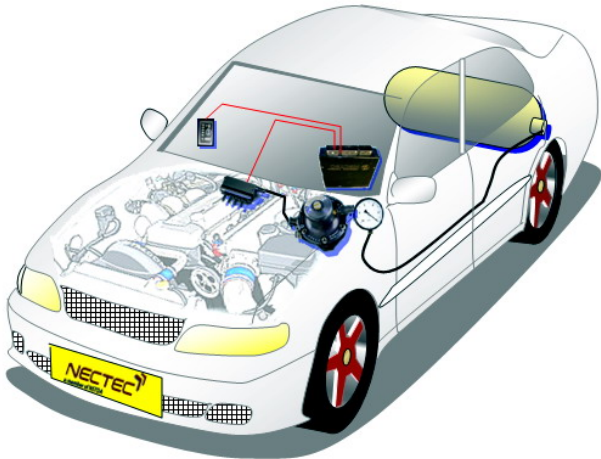
Compressed natural gas (CNG) can be used as an alternative fuel for automotive application by minor modification on the automotive with additional equipments. This method is widely used in passenger car and light truck. Normally, the engine that consumes CNG has less power than gasoline because the physical properties of CNG are totally difference. In this study, the improvements by installing timing advance processor (TAP) have been investigated on Toyota Engine (3ZZ-FE). The results show that the CNG fuel with out TAP loss 20%

of power compare to Gasoline fuel while application of TAP on CNG fuel, the engine loss only 15% of power.

1. บทนำ

ในปัจจุบันที่ราคาน้ำมันในตลาดโลกมีการปรับตัวสูงขึ้นประเทศไทยเองก็ประสบปัญหาต้นทุนในภาคขนส่งที่สูงขึ้นเนื่องการพึ่งพาการนำเข้าน้ำมันจากต่างประเทศซึ่งคิดเป็นร้อยละ 75 [1] ของปริมาณการจัดหาทั้งหมด โดยเฉพาะในส่วนของน้ำมันเบนซินที่มีอัตราส่วนการบริโภคมากถึงร้อยละ 17 ซึ่งสามารถทำการทดแทนด้วยพลังงานจากก๊าซธรรมชาติที่มีมากเพียงพอกับความต้องการและสามารถนำมาประยุกต์ใช้ทดแทนในยานยนต์ได้โดยการดัดแปลงและติดตั้งอุปกรณ์เสริมในการควบคุมการจ่ายเชื้อเพลิงเข้าสู่เครื่องยนต์ อันเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่ได้รับนิยมน้อยกว่าในกลุ่มรถยนต์นั่งและรถกระบะขนาดเล็กที่ใช้เครื่องยนต์แบบจุดระเบิดด้วยประกายไฟฟ้า ในการดัดแปลงระบบการจ่ายเชื้อเพลิงให้สามารถใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงทางเลือกนั้นทำได้โดยการติดตั้ง ถังบรรจุก๊าซ, ชุดวาล์วอัดโน้มติ, อุปกรณ์ลดความดัน, เครื่องผสมก๊าซ และ สมองกลควบคุมการจ่ายก๊าซ ตามรูปที่ 1 หลักการทำงานของชุดดัดแปลงนี้คือก๊าซจากถังกักเก็บที่อยู่ท้ายรถจะถูกนำออกมาโดยท่อนำก๊าซแรงดันสูงมายังห้องเครื่องยนต์ผ่านลิ้นอัดโน้มติซึ่งได้รับสัญญาณจากสมองกลควบคุมให้ทำงานเมื่อเครื่องยนต์ทำงาน แล้วจึงเข้าสู่อุปกรณ์ลดแรงดันซึ่งจะทำการปรับแรงดันให้ต่ำลง(ประมาณ 1.1 ถึง 2.2 บาร์) และรักษา

ระดับแรงดันให้คงที่ ก๊าซแรงดันต่ำจะไหลผ่านไส้กรองก๊าซเพื่อที่จะรอการจ่ายที่เครื่องผสมก๊าซแบบไฟฟ้าซึ่งจะทำการฉีดก๊าซเข้าสู่ท่อร่วมไอติของเครื่องยนต์ในบริเวณที่ใกล้กับการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง ซึ่งเครื่องผสมก๊าซแบบไฟฟ้าจะได้รับสัญญาณการสั่งจ่ายก๊าซมาจากกล่องสมองกลซึ่งทำการประมวลสัญญาณการจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงจากกล่องสมองกลเดิมของรถยนต์ร่วมกับหัววัดสัญญาณอื่นๆ



รูปที่ 1 การดัดแปลงเครื่องยนต์เพื่อใช้ก๊าซเป็นเชื้อเพลิงทางเลือก

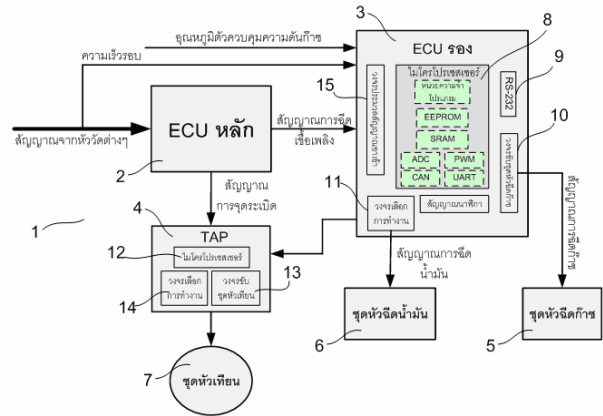
จากการศึกษาโดยงานวิจัยระบบอิเล็กทรอนิกส์ยานยนต์, หน่วยปฏิบัติการวิจัยเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว, ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติได้ทำการทดสอบภาคสนามกับระบบอิเล็กทรอนิกส์ควบคุมการจ่ายเชื้อเพลิงก๊าซในรถยนต์นั่งส่วนบุคคล ซึ่งผลการติดตั้งได้อย่างสมบูรณ์และระบบอิเล็กทรอนิกส์สามารถควบคุมการจ่ายเชื้อเพลิงก๊าซรวมถึงส่วนผสมการเผาไหม้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ [2] อย่างไรก็ตามผลการทดสอบพบการสูญเสียสมรรถนะของเครื่องยนต์เมื่อใช้ก๊าซธรรมชาติอัดเป็นเชื้อเพลิงทางเลือกในอัตราส่วนที่แตกต่างกันตามระบบควบคุมการจุดระเบิด ซึ่งเครื่องยนต์ที่สูญเสียสมรรถนะน้อยที่สุดเป็นเครื่องที่ระบบควบคุมการจุดระเบิดสามารถปรับองศาการจุดประกายไฟได้ที่มีสูงกว่าเครื่องยนต์ที่ระบบควบคุมไม่สามารถปรับตำแหน่งได้

ในการศึกษานี้จะทำการทดสอบเชิงสมรรถนะบนสภาวะที่ควบคุมของรถยนต์ทดสอบเปรียบเทียบระหว่างเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติอัดที่มีการติดตั้งระบบอิเล็กทรอนิกส์ควบคุมปรับตั้งองศาการจุดระเบิดและไม่ได้ติดตั้งโดยใช้การทดสอบแบบภาระสูงสุดและทำการเปรียบเทียบกับตัวแปรเชิงสมรรถนะต่างๆ

2. Timing Advance Processor: TAP

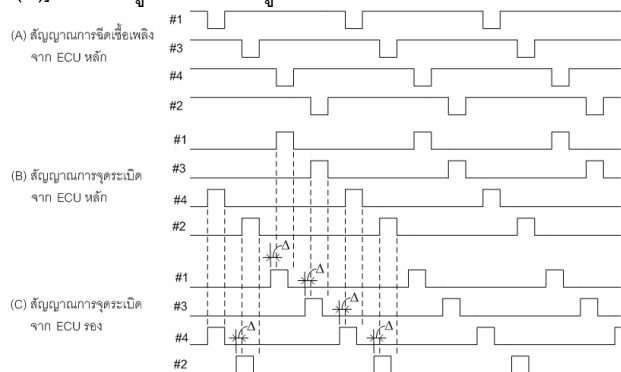
เนื่องจากก๊าซธรรมชาติอัดประกอบด้วยก๊าซมีเทนเป็นส่วนผสมหลักซึ่งมีคุณลักษณะแตกต่างจากเชื้อเพลิงประเภทน้ำมันเบนซินเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งความหนาแน่นที่ต่ำมากเมื่อเทียบกับไอ น้ำมันเบนซินซึ่งเป็นคุณลักษณะต่อส่งผลให้เครื่องยนต์ดูดอากาศเข้าสู่ห้องเผาไหม้ได้ลดลงและสูญเสียสมรรถนะเมื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงทางเลือกในเครื่องยนต์เบนซิน อย่างไรก็ตามคุณลักษณะเด่นของก๊าซมีเทนคือค่าออกเทนที่มีมากกว่า 120 ซึ่งสามารถต้านทานการชิงจุดระเบิดได้ตัวเองได้ดีและทำให้เครื่องยนต์สามารถทำงานในจังหวะที่มีกำลังอัดสูง

กว่าได้ โดยการติดตั้งอุปกรณ์ปรับตั้งจังหวะการจุดระเบิด (Timing Advance Processor, TAP) เพิ่มเติมในระบบจุดจุดระเบิดเดิมของเครื่องยนต์ที่เป็นระบบอิเล็กทรอนิกส์ในการสร้างสัญญาณการจุดระเบิดให้อยู่ในมุมที่สูงกว่าค่าที่ถูกกำหนดมาจากโรงงานผู้ผลิตรถยนต์ที่แสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 การติดตั้งอุปกรณ์ปรับตั้งจังหวะการจุดระเบิดในรถยนต์ที่ใช้ก๊าซธรรมชาติอัดเป็นเชื้อเพลิงทางเลือก

อุปกรณ์ปรับตั้งจังหวะการจุดระเบิดทำงานโดยการอ่านสัญญาณการจุดระเบิดจากการสมองกลควบคุมเครื่องยนต์ (Engine Control Unit, ECU) เพื่อใช้เป็นสัญญาณอ้างอิง [รูปที่ 3(B)] แล้วจึงสร้างสัญญาณใหม่โดยการเพิ่มมุมจุดระเบิดของหัวเทียนให้เร็วขึ้น [ในรูปที่ 3(C)] จากค่าที่ถูกกำหนดโดยผู้ทำการติดตั้ง



รูปที่ 3 การทำงานของอุปกรณ์ปรับตั้งจังหวะการจุดระเบิด

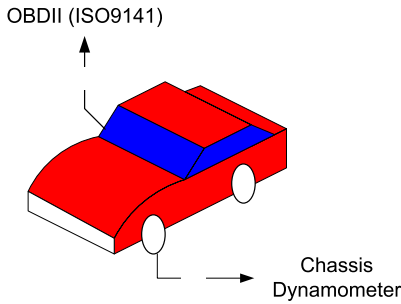
การปรับตั้งองศาการจุดระเบิดที่เหมาะสมสามารถลดการสูญเสียกำลังของเครื่องยนต์เบนซินที่ดัดแปลงมาใช้ก๊าซธรรมชาติอัดเป็นเชื้อเพลิงและทำให้สมรรถนะของรถยนต์โดยรวมดีขึ้น

3. ระเบียบวิธีการวิจัย

3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ทดสอบ

รถยนต์ตัวอย่างจะถูกยึดเข้ากับแท่นทดสอบกำลังโดยตัวแท่นจะสร้างภาระจำลองและวัดแรงบิดที่เครื่องยนต์ผลิตออกมาที่สภาวะการทำงานนั้นๆซึ่งสามารถประเมินเป็นกำลังเครื่องยนต์ (P_{out}) (รูปที่ 4) ในส่วนของค่าต่างๆ (เช่น รอบการทำงานของเครื่องยนต์, มุมคันเร่ง, องศาการจุดระเบิด, อุณหภูมิ, ฯลฯ) ที่จำเป็นต่อการวิเคราะห์จะถูกจัดเก็บด้วยระบบ OBDII ซึ่งเป็นช่องสัญญาณมาตรฐานของรถยนต์

(ISO9141) [3] โดยรายละเอียดของเครื่องมือที่ใช้ทั้งหมดอยู่ในตารางที่ 1



รูปที่ 4 การทำงานของอุปกรณ์ทดสอบ

ตารางที่ 1 รายการเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ

Item	Manufacturer	Data Logging
Dynamometer	MUSTANG MD100	NECTEC Dyno Control
Vehicle Parameters	Scantools	OBDII/ProScan 5.0

3.2 การจัดการข้อมูล

แท่นทดสอบจะให้ค่าแรงบิด (T) และความเร็วยรอบของตัวลูกกลิ้ง (n) โดยสามารถหาค่ากำลัง (\dot{P}) ของเครื่องยนต์ในหน่วยกิโลวัตต์ (kW) ได้จากสมการที่ 1

$$\dot{P} = T \times \frac{2\pi n}{60} \quad (1)$$

ค่าเฉลี่ยกำลังเครื่องยนต์ที่ลดลง ($\% \dot{P}_{loss}$) สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 2 เพื่อที่ใช้แสดงอัตราส่วนกำลังที่สูญเสียไปจากการเปลี่ยนมาใช้เชื้อเพลิงทางเลือก โดยที่ $\dot{P}_{Pri, Fuel}$ คือ กำลังเครื่องยนต์เมื่อใช้น้ำมัน และ $\dot{P}_{Sec, Fuel}$ คือ กำลังเครื่องยนต์เมื่อใช้ก๊าซเป็นพลังงานทางเลือก

$$\% \dot{P}_{loss} = \frac{\dot{P}_{Pri, Fuel} - \dot{P}_{Sec, Fuel}}{\dot{P}_{Pri, Fuel}} \times 100\% \quad (2)$$

ค่าความดันประสิทธิผลเฉลี่ย (Mean Effective Pressure, mep) สมการที่ 3 โดยที่ $n = 2$ (เนื่องจากเป็นเครื่องยนต์ชนิด 4 จังหวะ) และ V_d คือ ปริมาตรความจุกระบอกสูบของเครื่องยนต์ในหน่วยลิตร

$$mep = \frac{2\pi T}{V_d} \quad (3)$$

4. ผลการทดสอบ

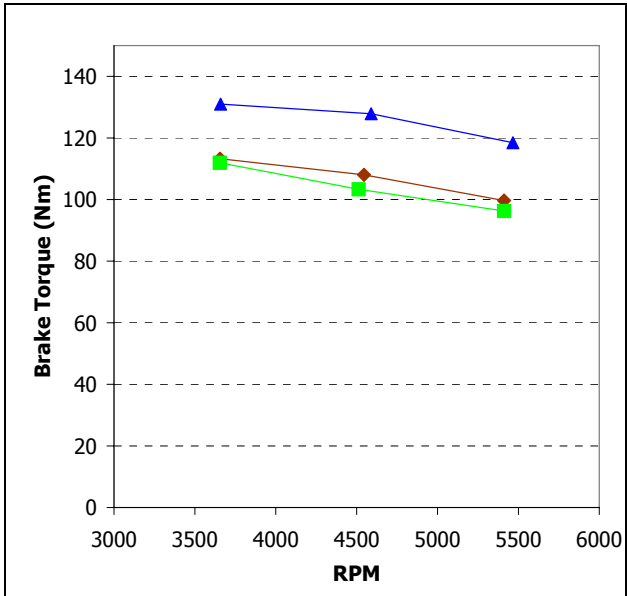
ในการศึกษานี้ทำการทดสอบกับรถยนต์นั่งส่วนบุคคล (Toyota Limo) เครื่องยนต์ 1.6 ลิตร(3ZZ-FE) ที่ได้รับการดัดแปลงติดตั้งระบบจ่ายเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติอัดโดยใช้สมองกลอิเล็กทรอนิกส์ควบคุมที่ผลิตโดย NECTEC รุ่น M163-4EFI ร่วมกับชุดคำสั่งสมองกลฝังตัว NECTEC ECU-NNx ควบคุมเครื่องผสมก๊าซแบบหัวฉีดของ Matrix XJ544.19 และอุปกรณ์ลดแรงดันของ Lovato รุ่น FAST อีกทั้งยังได้ติดตั้งอุปกรณ์ปรับตั้งจังหวะการจุดระเบิด (Timing Advance Processor, TAP) ของ A.E.B. รุ่น 510N โดยที่ การทดสอบเปรียบเทียบกำลังเครื่องยนต์สูงสุดที่มุมคันเร่งสูงสุด (WOT: wide open throttle)

จากรูปที่ 5 และรูปที่ 6 แสดงถึงการเปรียบเทียบค่าแรงบิดสูงสุดและกำลังสูงสุดตามลำดับ ที่ได้จากการทดสอบระหว่างกรณีที่ใช้ CNG โดยไม่ได้ติดตั้ง TAP, กรณีที่ใช้ CNG โดยติดตั้ง TAP และ กรณีที่ใช้ น้ำมันเบนซิน 95 จะเห็นได้ว่าเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติอัดที่ติดตั้ง TAP ช่วยมีแรงบิดที่สูงกว่ากรณีที่ไม่ได้ติดตั้ง TAP ประมาณ โดยที่ระบบที่ติดตั้ง TAP จะมีกำลังน้อยกว่าน้ำมันเบนซินประมาณร้อยละ 15 ในขณะที่ระบบที่ไม่ได้ติดตั้ง TAP จะสูญเสียกำลังประมาณร้อยละ 20 เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ น้ำมันเบนซินเป็นเชื้อเพลิง

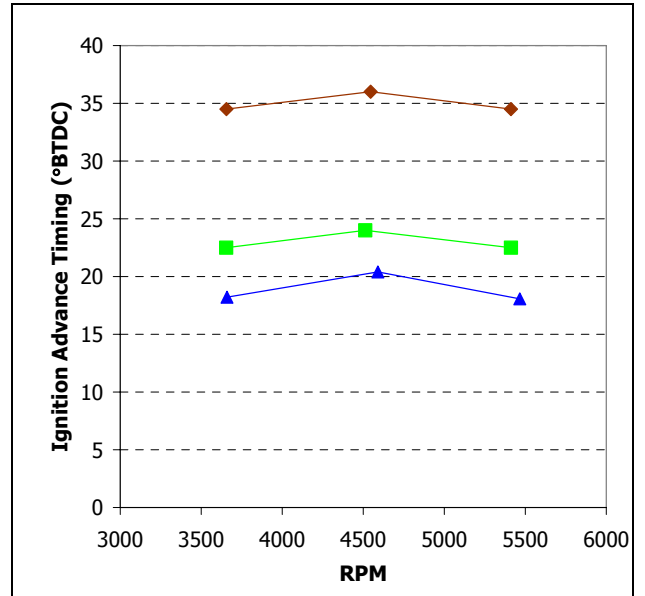
สมรรถนะของเครื่องยนต์(ในรูปของแรงบิดและกำลัง)ที่สูญเสียไปจากการใช้ก๊าซธรรมชาติอัดเป็นเชื้อเพลิงทางเลือกนั้นเกิดขึ้นจากปัจจัยหลักสองประการ คือ (1) ปริมาตรของก๊าซธรรมชาติที่มีมากกว่าไอของน้ำมันเบนซินในจำนวนพลังงานที่เท่ากัน และ (2) อัตราการเผาไหม้ของส่วนผสมเชื้อเพลิงก๊าซที่ช้ากว่าส่วนผสมของเชื้อเพลิงน้ำมัน

- 1) ปัญหาที่เกิดจากปัจจัยแรกนั้นได้แสดงอย่างชัดเจนในรูปที่ 7 ซึ่งให้เห็นถึงอัตราการไหลของอากาศที่เข้าสู่ห้องเผาไหม้ที่ลดลงในกรณีที่ใช้ก๊าซธรรมชาติอัดเป็นเชื้อเพลิงทางเลือก และเมื่อทำการเปรียบเทียบกับกรณีที่ใช้ น้ำมันเบนซินเป็นเชื้อเพลิงอัตราการไหลลดลงร้อยละ 5 ถึง 10 อนึ่งอัตราการไหลของอากาศที่ลดลงนี้ส่งผลโดยตรงต่อแรงบิดและกำลังของเครื่องยนต์ฉะนั้นในการดัดแปลงใช้ก๊าซธรรมชาติอัดเป็นเชื้อเพลิงทางเลือกแม้ว่าจะเหมาะสมที่สุดเครื่องยนต์จะสูญเสียกำลังอย่างน้อยตามจำนวนเท่ากับอัตราการไหลของอากาศที่ลดลง
- 2) ปัจจัยหลังเป็นคุณลักษณะเด่นของก๊าซธรรมชาติอัดที่มีค่าออกเทนสูงมากกว่า 120 ซึ่งสามารถทนต่อการชิงจุดระเบิดได้ดีกว่าน้ำมันเบนซินที่มีค่าออกเทนอยู่ที่ 95 อย่างไรก็ตามค่าออกเทนที่สูงก็ทำให้อัตราการเผาไหม้ของก๊าซธรรมชาติในกระบอกสูบต่ำกว่าน้ำมันเบนซินตามที่แสดงในรูปที่ 8 จะเห็นได้ว่าเมื่อปรับมาใช้ก๊าซธรรมชาติอัดเป็นเชื้อเพลิงสมองกลจุดระเบิดของเครื่องยนต์ (3ZZ-FE) ได้ปรับตัวเอียงเข้ามาจุดที่มุมมากกว่าเมื่อใช้น้ำมันถึง 4° และเมื่อติดตั้ง TAP เข้าไปช่วยปรับแก้งังหวะการจุดระเบิดเมื่อใช้ก๊าซธรรมชาติอัดเป็นเชื้อเพลิงส่งผลให้มีมุมจุดระเบิดที่สูงกว่าเมื่อใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลิงถึง 16° รูปที่ 9 แสดงการเปรียบเทียบการสูญเสียกำลังระหว่างเชื้อเพลิงทางเลือกและเชื้อเพลิงหลักและเผยให้เห็นว่าการใช้ TAP สามารถลดการสูญเสียกำลังในกรณีที่ใช้ก๊าซธรรมชาติอัดได้บางส่วน

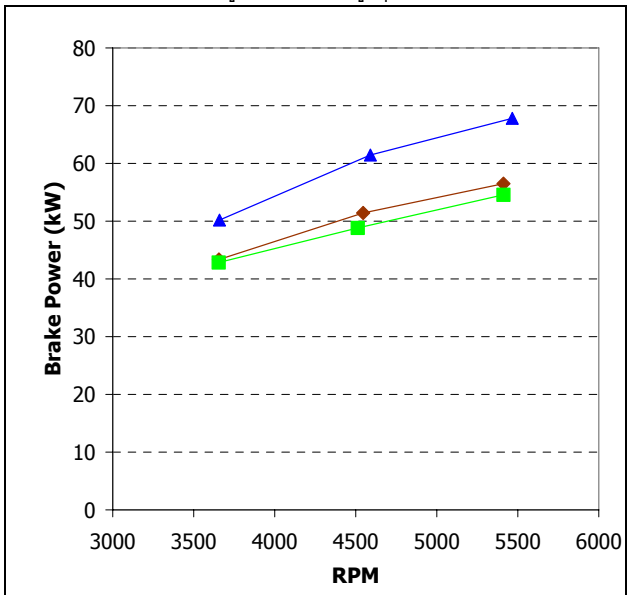
อย่างไรก็ตามการใช้ TAP ช่วยในเครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซธรรมชาติอัดเป็นเชื้อเพลิงทางเลือกนั้นยังไม่สามารถชดเชยการสูญเสียกำลังได้ทั้งหมด จะเห็นได้ว่าค่า mep (Mean Effective Pressure) ที่แสดงในรูปที่ 10 ค่า mep เมื่อใช้น้ำมันเบนซินเป็นเชื้อเพลิงอยู่ระหว่าง 900 – 1000 kPa ซึ่งอยู่ในช่วงปกติของเครื่องยนต์เบนซิน [4] และเครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซธรรมชาติอัดจะมีค่า mep น้อยกว่าเครื่องที่ใช้น้ำมันร้อยละ 15 และ 19 ตามลำดับสำหรับเครื่องที่ติดตั้ง TAP และ ไม่ได้ใช้ TAP



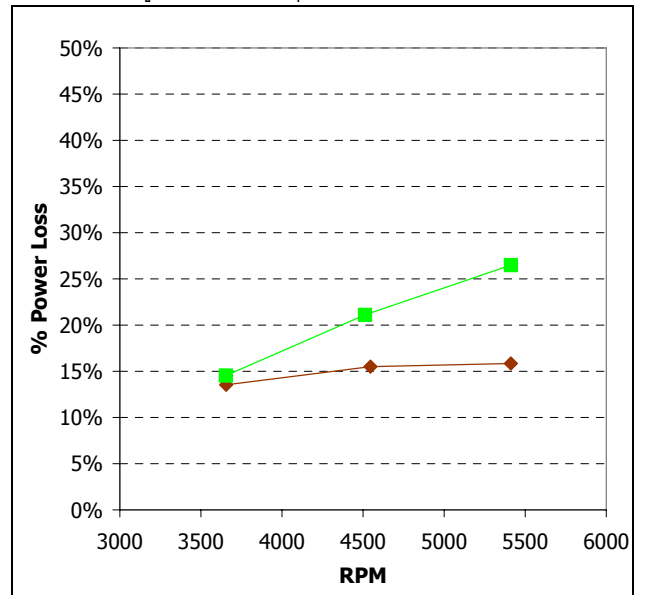
รูปที่ 5 แรงบิดสูงสุด



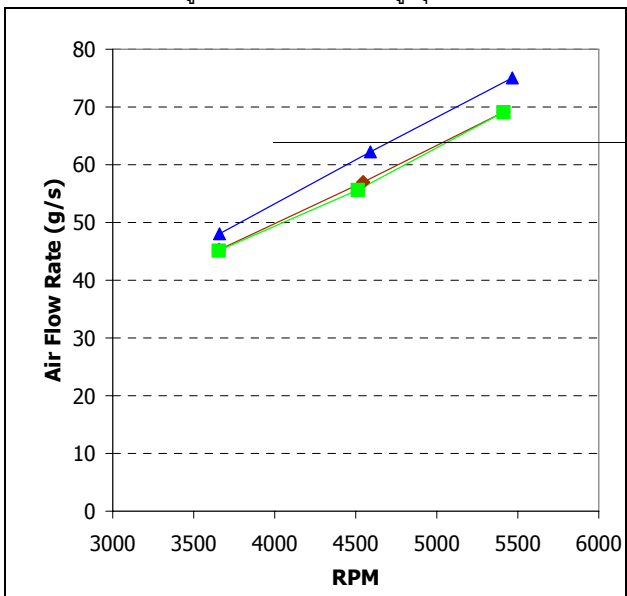
รูปที่ 8 องศาการจุดระเบิดของเครื่องยนต์



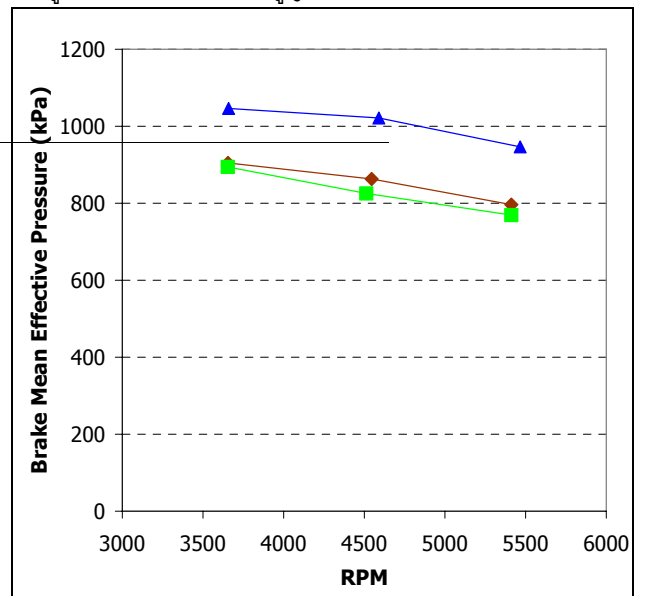
รูปที่ 6 กำลังเครื่องยนต์สูงสุด



รูปที่ 9 กำลังเครื่องยนต์ที่สูญเสียเปรียบเทียบกับเชื้อเพลิงหลัก



รูปที่ 7 อัตราการไหลของอากาศเข้าสู่ห้องเผาไหม้



รูปที่ 10 ค่าความดันประสิทธิภาพเฉลี่ย

4. สรุป

ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงที่ราคาถูกและมีอุปทานมากเพียงพอต่อความต้องการใช้เป็นพลังงานในภาคขนส่งแต่การนำมาประยุกต์ใช้เพื่อเป็นทางเลือกในรถยนต์นั้นส่วนบุคคลที่ใช้เครื่องยนต์ที่เผาไหม้น้ำมันเบนซินนั้นจะประสบปัญหาในด้านกำลังเครื่องยนต์ที่สูงสูญเสียส่งผลต่อเนื่องถึงสมรรถนะของรถยนต์ เนื่องจากคุณสมบัติทางกายภาพของก๊าซธรรมชาติที่แตกต่างจากน้ำมันเบนซินเป็นอย่างมากโดยเฉพาะความหนาแน่นของเชื้อเพลิงซึ่งเป็นสาเหตุของการสูญเสียกำลัง อย่างไรก็ตามก็ดีคุณสมบัติของก๊าซธรรมชาติอีกด้านหนึ่งคือค่าออกเทนที่สูงมากกว่า 120 ซึ่งส่วนผสมสามารถทนการชิงจุดระเบิดด้วยตัวเองที่ดีกว่าแต่ก็ต้องการการปรับแต่งจังหวะจุดระเบิดเพื่อให้เหมาะสมในการทดสอบนี้แสดงให้เห็นความสำคัญของการปรับมุมองศาการจุดระเบิด (Ignition Timing Advance) ต่อการใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงทางเลือกโดยมีรายละเอียดดังนี้

- 1) เครื่องยนต์ที่ใช้ในการทดสอบ (Toyota, 3ZZ-FE) ความสามารถในการปรับจังหวะจุดระเบิดให้เหมาะสมกับเชื้อเพลิงในระดับหนึ่งและมีกำลังสูญเสียและปัญหาหลังการติดตั้งน้อยกว่าเครื่องยนต์ชนิดอื่นๆเมื่อมีได้ติดตั้งระบบ TAP [2]
- 2) การติดตั้ง Timing Advance Processor (TAP) สามารถปรับปรุงอัตราการสูญเสียสมรรถนะให้ดียิ่งขึ้นสำหรับเครื่องยนต์ที่ใช้ในการทดสอบนี้ นอกเหนือจากนี้สำหรับเครื่องยนต์ที่ไม่สามารถปรับตั้งจังหวะจุดระเบิดได้ด้วยตัวเองการติดตั้ง TAP จะช่วยลดการสูญเสียกำลังและปัญหาลดได้อย่างมาก
- 3) ค่าความดันประสิทธิผลเฉลี่ย (Mean Effective Pressure, mep) สามารถนำมาวิเคราะห์และคาดการณ์ปัญหาและหลักการติดตั้งได้โดย รถยนต์ที่จะทำการติดตั้งควรมีค่า mep ไม่น้อยกว่า 850 kPa เมื่อใช้น้ำมันและเมื่อติดตั้งใช้ก๊าซธรรมชาติอัดเป็นเชื้อเพลิงทางเลือกควรมีค่าสูงกว่า 700 kPa เพื่อที่จะลดปัญหาหลังการติดตั้ง

5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยชิ้นนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจาก สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) ภายใต้โครงการวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ยานยนต์ (E54701)

เอกสารอ้างอิง

1. “ข้อมูลพลังงาน” สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน http://www.eppo.go.th/info/2petroleum_stat.htm 2550
2. รักษิต วิถีพัฒนพงศ์, ถนัด เหลืองนฤทัย, ชญานนท์ แสงมณี, “สมรรถนะยานยนต์ที่เข้าร่วมทดสอบภาคสนามโดยใช้กล่องควบคุมจ่ายเชื้อเพลิงก๊าซด้วยอิเล็กทรอนิกส์” การประชุมสัมมนาวิชาการสมาคมวิศวกรรมยานยนต์ ครั้งที่ 3, สมาคมวิศวกรรมยานยนต์แห่งประเทศไทย (TSAE), 2550
3. ปณิธิ ศิริอักษร, “Car Diagnostic”

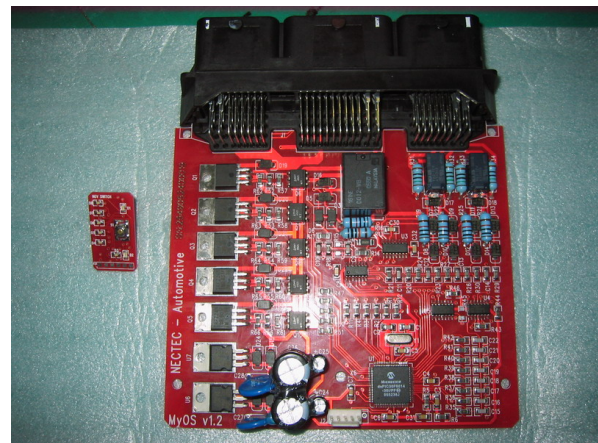
<http://automotive.nectec.or.th/index.php?f1=project/OBD2007.php>, 2550

4. Heywood, J. B. 1988 Internal Combustion Engine Fundamentals, McGraw-Hill, New York.

ภาคผนวก

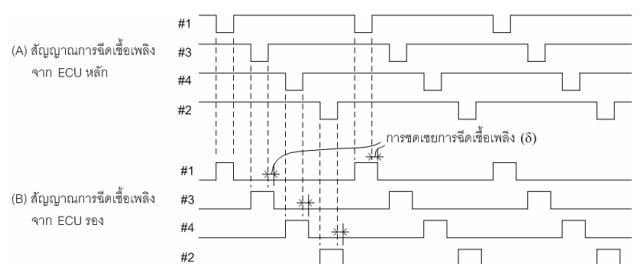
รายละเอียดทางเทคนิคของ NECTEC ECU M163-4EFI

- CPU แบบ 16 บิตความเร็ว 60 MHz
- สามารถทำงานได้ในช่วง -40 ถึง 85 องศา
- โปรแกรมสามารถเก็บได้ในหน่วยความจำแบบแฟรช
- อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ได้รับการป้องกันสนามไฟฟ้าและสถานะแวดล้อม
- รอบเครื่องยนต์ไม่เกิน 15,000 RPM
- ฉีดได้สี่กลุ่มในแยกอิสระจากกัน
- สามารถควบคุมกระแสได้จาก 0.5 ถึง 12 Amp
- ใช้แบตเตอรี่เป็นตัวกักการกระชากกระแส



รูปที่ ก ระบบอิเล็กทรอนิกส์ควบคุม M163-4EFI

ในการศึกษานี้รถยนต์ได้ใช้ชุดคำสั่งสมองกลฝังตัวแบบ ECU-NNx ซึ่งเป็นชุดคำสั่งแบบการควบคุมชนิดทูลูมิ ต้องอาศัยสัญญาณการจ่ายเชื้อเพลิงจาก ECU เดิมของรถยนต์และทำการปรับแก้ค่าการจ่ายเชื้อเพลิงทางเลือกตามที่แสดงในรูป ข โดยสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการติดตั้งเครื่องยนต์เบนซินเพื่อใช้ก๊าซธรรมชาติอัดหรือก๊าซปิโตรเลียมเหลวเป็นพลังงานทางเลือก



รูป ข การปรับแต่งสัญญาณการจ่ายเชื้อเพลิง