

การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 24  
20-22 ตุลาคม 2553 จังหวัดอุบลราชธานี

## การปรับปรุงการควบคุมระบบฉีดเชื้อเพลิงสำหรับเครื่องยนต์รถจักรยานยนต์

ปิยะวัฒน์ ศรีธรรม<sup>1</sup>และกนต์ธร ชานีประศาสน์<sup>2</sup>

<sup>1</sup> สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์ จ.สุรินทร์ 32000

E-mail: sritram\_1111@hotmail.com โทรศัพท์: 084-302-4794

<sup>2</sup> สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี  
อ.เมือง จ.นครราชสีมา 30000 โทรศัพท์: 0-4422-4410 โทรสาร 0-4422-4411

### บทคัดย่อ

การดำเนินงานโครงการนี้ คือการค้นคว้าข้อมูล ออกแบบ ดัดแปลงและสร้างระบบควบคุมการจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงของระบบหัวฉีดให้ทำงานร่วมกับกล่อง Engine Control Module (ECM) ที่ควบคุมการทำงานของเครื่องยนต์เดิมของรถจักรยานยนต์ที่มีอยู่ในโครงการนี้เลือกทดลองกับเครื่องยนต์ที่ใช้ระบบหัวฉีด Programmed Fuel Injection (PGM FI) โดยต้องการทำให้รถทดสอบนั้นสามารถใช้น้ำมันแก๊สโซฮอลล์ E85 เป็นเชื้อเพลิงได้และรถยังสามารถใช้น้ำมันแก๊สโซฮอลล์ E85 ผสมรวมกับน้ำมันเบนซินชนิดต่างๆ ที่มีจัดจำหน่ายในปัจจุบันเป็นเชื้อเพลิงให้กับรถจักรยานยนต์ได้อีกด้วย

ในโครงการนี้ได้ทำการออกแบบวงจรควบคุมไว้ในกล่องควบคุมต้นแบบ ให้สามารถใช้งานร่วมกับกล่อง ECM ของรถจักรยานยนต์ ในกล่องควบคุมต้นแบบมีวงจรอิเล็กทรอนิกส์สั่งการด้วยไมโครโปรเซสเซอร์และป้อนโปรแกรมควบคุมการทำงานด้วยคอมพิวเตอร์

การทำงานของกล่องควบคุมต้นแบบ จะทำงานเมื่อกล่อง ECM สั่งจ่ายน้ำมันให้หัวฉีด แล้วกล่องควบคุมต้นแบบจะสั่งจ่ายน้ำมันเพิ่มด้วยการเพิ่มคาบเวลาการจ่ายน้ำมันของหัวฉีด

ผลการทดสอบรถจักรยานยนต์สามารถใช้น้ำมันที่มีส่วนผสมของน้ำมันแก๊สโซฮอลล์ E85 หรือน้ำมันแก๊สโซฮอลล์ E85 เป็นเชื้อเพลิงได้ และยังสามารถสลับกลับมาใช้น้ำมันเบนซินต่างๆ ที่ใช้อยู่ได้เหมือนเดิม โดยไม่ต้องปรับแต่งเครื่องยนต์

**คำสำคัญ:** ระบบหัวฉีด PGM FI น้ำมันแก๊สโซฮอลล์ E85

### Abstract

This article presents operating , data research , design , modify and build the system controls fuel distribution of engine injection system to cooperate work with a Engine Control Module (ECM) of a originally motorcycle. The injection system is Programmed Fuel Injection (PGM FI) which this project has will the purpose to fining decorates injecting fuel system of motorcycle engine that used in the test . Give can choose use gasohol E85 be fuel and this motorcycle still can use gasohol E85 are mix total up with gasoline kind all oil. That have distribute in now get as well.

In the project has done design new circuit controls module in a unit controls original. Give can usable accompany with a ECM box of a motorcycle. In a box controls original have electronics circuit commands with microprocessor and feed control work program by computer.

The operation of a original unit controls when a ECM box pay for oil gives the injects. Already a box control original will order to pay for oil enhances with time distribution oil expansion in the injects.

Motorcycle test can use oil that participates to mix of gasohol E85 or gasohol E85 be fuel. And still can alternate come back use gasoline all oil. That use originally get. By must not modify a motorcycle engine.

**Keywords:** Injection system PGM FI , Gasohol E85

## 1. บทนำ

ในสภาวะปัจจุบันประเทศไทยได้นำเข้าเชื้อเพลิงจากต่างประเทศ ทำให้ไม่สามารถควบคุมราคาของเชื้อเพลิง ซึ่งส่งผลต่อความมั่นคงทางเศรษฐกิจของประเทศ ดังนั้นถ้าสามารถหาแหล่งเชื้อเพลิงทดแทนภายในประเทศได้ จะลดการนำเข้าเชื้อเพลิงจากต่างประเทศ พลังงานทดแทนที่ว่าคือ การใช้เอทานอลผสมกับน้ำมันเบนซินในรูปของน้ำมันแก๊สโซฮอล์ 91 และแก๊สโซฮอล์ 95 ซึ่งก็คือ E10 รัฐบาลมีนโยบายส่งเสริมการใช้น้ำมันแก๊สโซฮอล์ ไม่ว่าจะเป็น E10 E20 และ E85 เพื่อให้เป็นพลังงานอีกทางเลือกหนึ่ง มีการรณรงค์ให้ผู้ใช้รถยนต์เบนซินหันมาใช้ น้ำมันแก๊สโซฮอล์ แต่อย่างไรก็ตามยังไม่เป็นที่นิยมมากเท่าที่ควร สำหรับน้ำมันแก๊สโซฮอล์ E85 นั้นรถยนต์ที่ใช้น้ำมันดังกล่าวได้ยังมีไม่มากพอ และมีการผลิตมาจำหน่ายไม่กี่บริษัท ที่จริงแล้วเครื่องยนต์เบนซินที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน สามารถปรับแต่งให้ใช้น้ำมันแก๊สโซฮอล์ E85 เป็นเชื้อเพลิงได้

**ข้อเสนอแนะ** การทดลองนี้ยังไม่รวมถึงการเสื่อมสภาพของชิ้นส่วนอะไหล่ในการใช้น้ำมันแก๊สโซฮอล์ E85 เป็นเชื้อเพลิง

## 2. ทฤษฎี

### 2.1 น้ำมันเชื้อเพลิงแก๊สโซฮอล์ E85

น้ำมันแก๊สโซฮอล์ E85 เกิดจากการนำเอทานอลบริสุทธิ์ 99.5% ผสมในสัดส่วน 75 - 85% กับน้ำมันเบนซินพื้นฐาน (แก๊สโซลีนที่ยังไม่ปรับค่าออกเทน ซึ่ง

น้ำมันเบนซินพื้นฐาน (Base Gasoline) จะมีค่าออกเทนอยู่ประมาณ 85 - 87) โดยน้ำมันแก๊สโซฮอล์ E85 มีค่าออกเทนมากกว่า 100 ซึ่งทำให้ต้องใช้กำลังอัด (Compression Ratio) สูงกว่ารถที่ใช้เครื่องยนต์แก๊สโซลีนทั่วไป หากนำมาใช้กับรถที่ไม่ได้ปรับแต่งจะทำให้เกิดการเผาไหม้ไม่ดีและที่สำคัญเครื่องยนต์ไม่สามารถทำงานได้ แต่หากใช้งานกับเครื่องยนต์ที่ผลิตมาเพื่อรองรับน้ำมันแก๊สโซฮอล์ E85 จะทำให้การเผาไหม้ของเชื้อเพลิงมีความสมบูรณ์ อีกทั้งจะทำให้เครื่องยนต์มีกำลังและแรงบิดเพิ่มขึ้น แต่ทั้งนี้ น้ำมันแก๊สโซฮอล์ E85 มีค่าความดันไอ (vapor Pressure) ต่ำกว่าน้ำมันแก๊สโซลีน ซึ่งอาจทำให้การจุดระเบิดทำได้ยาก เช่นในขณะเครื่องเย็นหรืออุณหภูมิต่ำจะเกิดอาการสตาร์ทติดยาก เนื่องจากเอทานอลมีค่าความร้อนเชื้อเพลิงต่ำทำให้น้ำมันแก๊สโซฮอล์ E85 มีอัตราการสันเพลิงมากกว่าแก๊สโซลีนประมาณ 25 - 30% ( รดสันเพลิงเชื้อเพลิงมากกว่าเมื่อเทียบกับระยะทางที่วิ่งเท่ากัน )

### 2.2 สมรรถนะของเครื่องยนต์

กำลังม้าของเครื่องยนต์หาได้จากแรงหมุนของเครื่องและความเร็วรอบ โดยมีสูตรดังนี้

$$P = \frac{2\pi Tn}{60 \times 1,000} = 0.1047 \times 10^{-4} Tn \quad (1)$$

Specific Fuel Consumption สมการคือ

$$BSFC = \frac{\text{น้ำหนักเชื้อเพลิงที่ใช้ใน 1 ชั่วโมง}}{\text{กำลังของเครื่องยนต์เป็นกิโลวัตต์}} \quad (2)$$

ปริมาณอากาศที่ใช้หาจากปริมาณอากาศที่ไหลผ่าน Orifice Plate ของ Air box

$$Q_a = C_o VA \quad (3)$$

$$V = \sqrt{\frac{2g\rho_w\Delta H_w}{\rho_a}} \quad (4)$$

$$\dot{m}_a = \rho_a \times Q_a \quad (5)$$

$$A = \frac{\pi d^2}{4} \quad (6)$$

อัตราส่วนของอากาศต่อเชื้อเพลิง

$$\frac{A}{F} = \frac{\dot{m}_a}{\dot{m}_f} \quad (7)$$

### 3. การทดลองและอุปกรณ์การทดลอง

มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. วัดค่าลักษณะของสัญญาณเข้าที่หัวฉีด โดยเลือกใช้เครื่องยนต์ CVT รถจักรยานยนต์ฮอนด้า รุ่นคลิกโอ ระบบหัวฉีด PGM FI

2. ออกแบบวงจรควบคุมการฉีดน้ำมันเพิ่มควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์

3. เขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์

4. ทดสอบวงจรและโปรแกรมการควบคุมที่ออกแบบ โดยวัดค่าสัญญาณ Out put ที่ออกมา

5. เมื่อได้สัญญาณที่ต้องการ ทำการทดสอบการทำงานของเครื่องยนต์

6. ทำการปรับแต่งสัญญาณ ด้วยการหาค่าอัตราส่วนผสมระหว่างน้ำมันกับอากาศ

7. เมื่อได้ค่าเวลาการฉีดน้ำมันตามที่ต้องการ แล้ว ทำลายปริ้น วางอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ บรรจุเข้ากล่อง และต่อวงจรควบคุมเข้ากับกล่องควบคุม ECM ของรถจักรยานยนต์

8. วัดค่าสมรรถนะและอัตราการสิ้นเปลือง เพื่อเก็บผลการทำงานของเครื่องยนต์ที่สามารถใช้น้ำมันแก๊สโซฮอล์ E85 โดยทำการจัดซื้อน้ำมันจากบริษัท ปตท. ที่มีอนุสาวรีย์ชัยสมรภูมิ

9. วิเคราะห์ผลที่ได้ในการปรับแต่งระบบการจ่ายน้ำมันให้เครื่องยนต์เมื่อใช้น้ำมันแก๊สโซฮอล์ E85

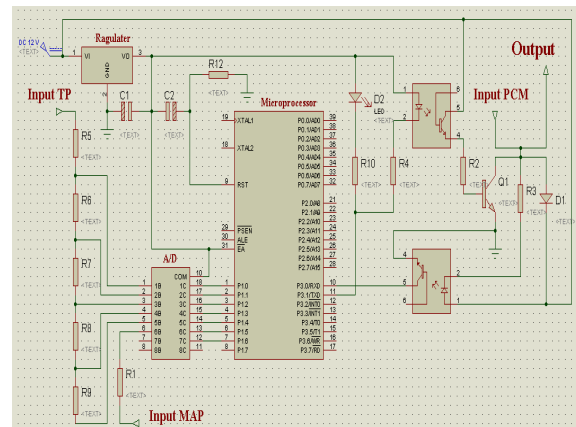
### 3.1 เครื่องยนต์ทดสอบ [1]

การศึกษาการปรับแต่งระบบควบคุมการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน สูบเดี่ยว 4 จังหวะ เลือกใช้เครื่องยนต์ CVT ของฮอนด้าคลิกโอ

ตารางที่ 1 รายละเอียดเครื่องยนต์ฮอนด้าคลิกโอ

| ข้อมูล                | SPECIFICATION                      |
|-----------------------|------------------------------------|
| ระบบจ่ายน้ำมัน        | หัวฉีด PGM-FI Fuel injection       |
| เครื่องยนต์           | 4 จังหวะ ซิงเกิลโอเวอร์เฮดแคมชาฟท์ |
| ขนาดกระบอกสูบ×ระยะชัก | 50 มม. × 55 มม.                    |
| ปริมาตรกระบอกสูบ      | 108 ซีซี                           |
| แรงบิดสูงสุด          | 1.22 กก.ม. ที่ 2,800 รอบต่อนาที    |
| อัตราส่วนกำลังอัด     | 11:1                               |
| รอบเดินเบา            | 1,700 ± 100 รอบต่อนาที             |
| ระบบระบายความร้อน     | ระบายความร้อนด้วยน้ำ               |
| ระบบหล่อลื่น          | แบบอัดโนมิตินตัว (วิตสาด)          |
| ระบบจุดระเบิด         | Digital Transistorized             |
| ระบบคลัทช์            | คลัทช์แห้งอัตโนมัติ                |
| อัตราทดเกียร์         | 2.53-0.85                          |

### 3.2 วงจรควบคุม [2]



รูปที่ 1 วงจรควบคุมด้วยไมโครโปรเซสเซอร์ที่บรรจุในกล่องควบคุมต้นแบบ



รูปที่ 2 การต่อกล่องควบคุมต้นแบบเข้ากับกล่อง ECM

การเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานที่ป้อนในไมโครคอนโทรลเลอร์นั้น จะทำการออกแบบแก้ไขโปรแกรมให้เพิ่มระยะเวลาการฉีดน้ำมันของหัวฉีด โดยทำงานร่วมกับกล่อง ECM เวลาการจ่ายน้ำมันของหัวฉีดจะใช้เวลาเท่าใดนั้น ขึ้นอยู่กับการเปิดปิดของปีกผีเสื้อ จากการทดสอบวัดค่าแรงดันของปีกผีเสื้อที่เปิดออก โดยเปิดตามการบิดคันเร่งของรถจักรยานยนต์นั้น ได้ทำการวัดสัญญาณที่วงจรควบคุม โดยผลการวัดได้ค่าแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้ปีกผีเสื้อมีค่าเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ระยะเวลาการฉีดน้ำมันของหัวฉีดนานขึ้น

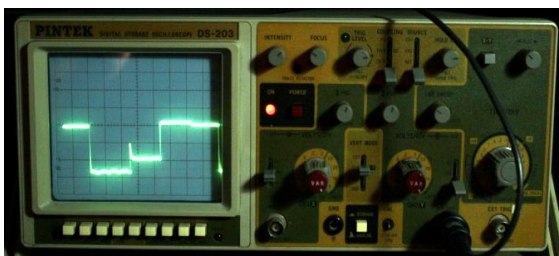
#### 4. ผลการทดสอบ

##### 4.1 วัดค่าสัญญาณออกจากกล่องควบคุม ECM

ใช้เครื่องวัดออสซิลโลสโคป วัดค่าการส่งสัญญาณการฉีดน้ำมันที่ทำงานตามกล่องควบคุม ECM จากการทดสอบวัดสัญญาณ กล่อง ECM จะส่งสัญญาณการทำงานเป็นพัลส์ลบ (สัญญาณเป็นรูปคลื่นสี่เหลี่ยมลงด้านล่าง) เวลาการฉีดน้ำมันของหัวฉีดมีคาบเวลาที่แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับชนิดของน้ำมันที่เติม สำหรับการสั่งฉีดน้ำมันแก๊สโซฮอล์ E85 นั้น กล่อง ECM ส่งสัญญาณให้หัวฉีดฉีดน้ำมัน ได้ในช่วงที่เครื่องยนต์ทำงานในรอบเดินเบา เมื่อเร่งเครื่องยนต์รถทดสอบวิ่งออกตัวไม่ได้และดับในที่สุด

##### 4.2 การวัดค่าสัญญาณที่ส่งออกจากวงจรควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ในกล่องควบคุมต้นแบบ

การวัดการส่งสัญญาณการทำงานของหัวฉีด เมื่อใช้น้ำมันแก๊สโซฮอล์ E85 ผสมกับน้ำมันเบนซิน 91 เป็นเชื้อเพลิง



รูปที่ 3 คลื่นสัญญาณที่วัดได้

ผลทดสอบการจ่ายสัญญาณการฉีดน้ำมันเมื่อเครื่องยนต์ทำงาน สัญญาณที่ได้เป็นสัญญาณการเพิ่มเวลาการสั่งฉีดน้ำมันของกล่องควบคุมต้นแบบทำงานร่วมกับกล่อง ECM จากสัญญาณที่ได้แสดงให้เห็นว่ากล่อง ECM มีการสั่งจ่ายสัญญาณตามสภาวะการทำงานของเครื่องยนต์ และกล่องควบคุมต้นแบบที่ต่อรวมจะจ่ายสัญญาณของเวลาการฉีดน้ำมันเพิ่มเมื่อใช้น้ำมันแก๊สโซฮอล์ E85 หรือน้ำมันแก๊สโซฮอล์ E85 ผสมกับน้ำมันเบนซิน 91 เป็นเชื้อเพลิง

##### 4.2 การวัดค่าสมรรถนะของเครื่องยนต์ [3,4]

ใช้เครื่องทดสอบสมรรถนะรุ่น MT 501 ENGINE DYNAMOMETER ไดนาโมมิเตอร์แบบ Prony Brake

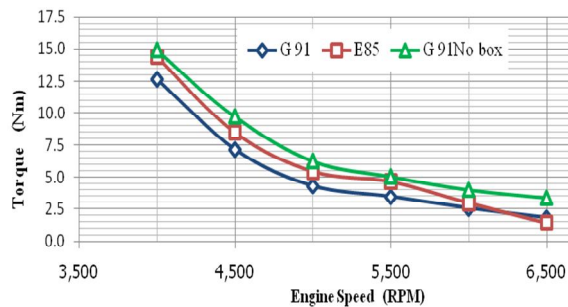
การทดสอบจะนำมอเตอร์ไซค์ขึ้นบนแท่นทดสอบ ดังรูปที่ 4 โดยทำการปรับตั้งค่าลิ้นปีกผีเสื้อให้เปิดที่ค่าความเร็วรอบเครื่องยนต์อยู่ที่ 7,000 รอบต่อนาที บันทึกค่าแรงบิด ค่าความเร็วอากาศที่ไหลเข้าสู่เครื่องยนต์ จับเวลาที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงไปในปริมาตร 10 กรัม บันทึกค่าต่างๆ จากนั้นเบรกให้ความเร็วรอบของเครื่องยนต์เป็น 6,500 6,000 5,500 5,000 4,500 4,000 และ 3,500 รอบต่อนาทีตามลำดับ บันทึกค่าต่างๆ ในแต่ละความเร็วรอบ ค่าที่ได้จากการทดลองจะนำไปคำนวณหาค่ากำลังของเครื่องยนต์ และอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง แล้วทำการทดลองซ้ำตามเดิมโดยเปลี่ยนจากการใช้น้ำมันเบนซิน 91 มาเป็นน้ำมันแก๊สโซฮอล์ E85



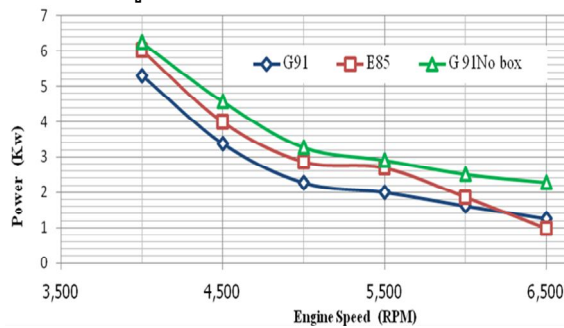
รูปที่ 4 การวัดค่าสมรรถนะของเครื่องยนต์

จากกราฟกำหนดให้ G91 คือน้ำมันแก๊สโซลีน 91, E85 คือน้ำมันแก๊สโซฮอล์ E85 และ G91 No box คือน้ำมันแก๊สโซลีน 91 ที่รถจักรยานยนต์ใช้เป็นเชื้อเพลิงโดยไม่ได้ต่อกล่องที่มีวงจรควบคุมด้วย

ไมโครคอนโทรลเลอร์เข้ากับกล่อง ECM ของรถ  
ทดสอบ

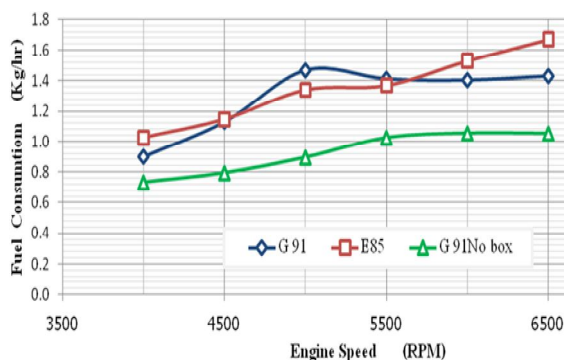


รูปที่ 5 แรงบิดของเครื่องยนต์



รูปที่ 6 กำลังงานเบรกของเครื่องยนต์

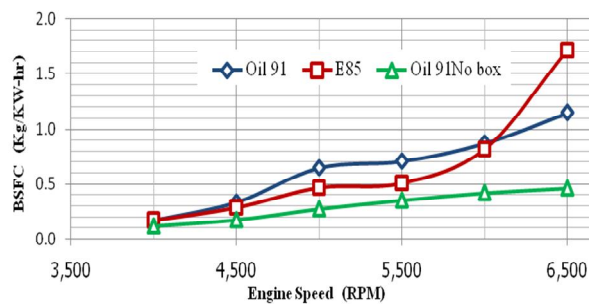
ผลทดสอบจากกราฟในรูปที่ 5 และ 6 จะเห็นว่า  
แนวโน้มของกำลังเบรกเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับ  
ค่าแรงบิด กล่าวคือเมื่อเพิ่มแรงบิด กำลังเบรกของ  
เครื่องยนต์ก็จะเพิ่มขึ้นตามไปด้วยส่งผลให้ความเร็ว  
รอบของเครื่องยนต์เพิ่มมากขึ้น มีค่าสูงสุดที่ความเร็ว  
4,000 รอบต่อนาที แล้วค่ากำลังเบรกก็จะค่อยๆ ลด  
ตามความเร็วรอบซึ่งเป็นไปตามค่าแรงบิดที่ลดลง  
เนื่องจากเครื่องยนต์สามารถผ่านภาระที่มากกระทำ  
ส่งผลให้กำลังเบรกของเครื่องยนต์ลดลง



รูปที่ 7 อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง

ในรูปที่ 7 และ 8 จากรูปที่ 7 อัตราการสิ้นเปลือง  
เชื้อเพลิงกราฟเส้น G91 No box จะเป็นกราฟของ  
อัตราการสิ้นเปลืองโดยปกติของรถที่ยังไม่มีการปรับแต่ง  
ระบบการฉีดเชื้อเพลิงดังนั้นก็เห็นว่าถ้าเทียบกับเมื่อ  
มีการปรับแต่งโดยต่อกล่องควบคุมต้นแบบเข้าไปจะมี  
ความสิ้นเปลืองน้อยกว่าแสดงว่ากล่องควบคุมมีการ  
เพิ่มคาบเวลาการฉีดน้ำมันมากขึ้นทำให้ส่งผลต่อ  
อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงแต่มีผลดีต่ออัตราเร่ง

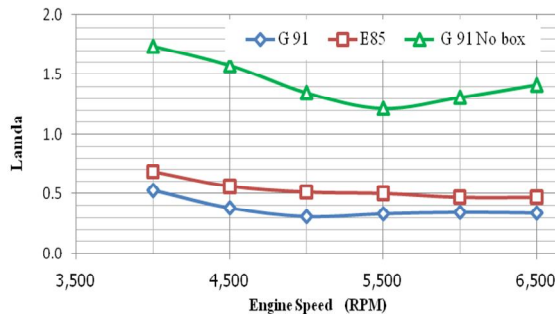
เมื่อต่อกล่องควบคุมต้นแบบเข้าไปแล้วพิจารณา  
ผลทดสอบ จะเห็นว่าลักษณะกราฟของน้ำมันทั้งสอง  
ชนิด มีค่าใกล้เคียงกัน แสดงว่าปริมาณการใช้  
เชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ในการขับเคลื่อนที่ให้กำลัง  
ออกมามีค่าพอๆ กัน โดยที่น้ำมันแก๊สโซฮอล์ E85 มี  
ค่าอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงมากกว่าน้ำมันแก๊สโซฮอล์ 91  
สาเหตุเพราะว่าในน้ำมันแก๊สโซฮอล์ E85 มีเอทานอล  
ผสมอยู่ ซึ่งเอทานอลให้ค่าพลังงานความร้อนต่ำกว่า  
น้ำมันเบนซิน ดังนั้นการที่เครื่องยนต์ให้กำลังออกมา  
เท่าๆ กัน จึงต้องใช้ปริมาณน้ำมันแก๊สโซฮอล์ E85  
มากกว่าน้ำมันแก๊สโซฮอล์ 91



รูปที่ 8 อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะ

ในทางทฤษฎีค่าแลมด้าของเครื่องยนต์เมื่อใช้  
น้ำมันแก๊สโซฮอล์ E85 เป็นเชื้อเพลิงจะได้ค่าที่สูงหรือ  
ส่วนผสมบางมาก ทำให้เครื่องยนต์ไม่สามารถใช้เป็น  
เชื้อเพลิงได้ ซึ่งสัมพันธ์กับคุณสมบัติของเอทานอลที่  
ผสมในน้ำมันแก๊สโซฮอล์ E85 ที่มีค่าความร้อนของ  
เชื้อเพลิงน้อยกว่าแก๊สโซฮอล์ในปริมาณที่เท่ากัน  
ดังนั้นจึงต้องทำการปรับระบบการฉีดเชื้อเพลิง เมื่อใช้  
น้ำมันแก๊สโซฮอล์ E85 เป็นเชื้อเพลิง โดยให้มีปริมาณ  
การฉีดน้ำมันมากกว่าน้ำมันแก๊สโซฮอล์เพื่อให้ปริมาณ  
น้ำมันแก๊สโซฮอล์ E85 เพียงพอกับความต้องการของ

เครื่องยนต์ การปรับปริมาณการจ่ายน้ำมันแก๊สโซฮอล์ E85 ต้องให้มีค่าแลมด้าใกล้เคียงกับเครื่องยนต์ที่ใช้ น้ำมันเชื้อเพลิงแก๊สโซลีนมากที่สุดคือให้ได้ค่าเท่ากับ 1 หรือเข้าใกล้ 1 ให้มากที่สุดตามทฤษฎี



รูปที่ 9 ค่าแลมด้าของเครื่องยนต์

จากเส้นกราฟค่าแลมด้าของ G90 No box มีค่ามากกว่า 1 ดังนั้นทำให้ทราบได้ว่าการปรับแต่งกล่องให้มีส่วนผสมของน้ำมันต่ออากาศบางซึ่งส่งผลดีในด้านการประหยัดน้ำมัน และค่าที่ได้จากกราฟในรูปที่ 9 ของ G91เปรียบเทียบกับ E85 ผลการทดสอบค่าแลมด้าของน้ำมันแก๊สโซฮอล์ E85 มีค่าเข้าใกล้ 1 แสดงว่า วงจรอิเล็กทรอนิกส์ในกล่องต้นแบบที่สร้างขึ้นสามารถปรับระบบการฉีดน้ำมันของหัวฉีด ทำให้เครื่องยนต์สามารถใช้น้ำมันแก๊สโซฮอล์ E85 เป็นเชื้อเพลิงได้

## 5. สรุปผลการทดสอบ

การปรับปรุงการควบคุมระบบฉีดเชื้อเพลิงสำหรับเครื่องยนต์จักรยานยนต์นั้น ได้ทำการสร้างวงจรอิเล็กทรอนิกส์ควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ และเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ป้อนเข้าในตัวไอซี ทำการบรรจุลงในกล่องควบคุมต้นแบบและทำการต่อขนาวงจรกับกล่อง ECM ของรถจักรยานยนต์ทดสอบ

การตั้งค่าการฉีดน้ำมันของกล่องควบคุมต้นแบบที่สร้างขึ้น ทำโดยการปรับช่วงเวลาการฉีดน้ำมันของหัวฉีดให้เพิ่มขึ้น เมื่อส่วนผสมของเชื้อเพลิงมีน้ำมันแก๊สโซฮอล์ E85 ผสมอยู่ ยังไม่เป็นการปรับค่าได้เองโดยอัตโนมัติแต่เป็นการปรับคาบเวลาตามคำสั่งที่ป้อนไว้ในโปรแกรมของตัวไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์

หลักการของการเพิ่มคาบเวลาการฉีดน้ำมันนั้น กำหนดให้การเพิ่มคาบเวลาการฉีดน้ำมันแปรผันตามการเปิดปิดของปีกผีเสื้อ โดยเมื่อมีการบิดคันเร่งเพิ่ม จะทำให้การเปิดของปีกผีเสื้อมากขึ้นตาม และส่งผลให้มีการเพิ่มเวลาการฉีดน้ำมันของหัวฉีด ทำให้อัตราส่วนผสมของน้ำมันกับอากาศ มีการเปลี่ยนแปลงตามความเร็วรอบเครื่องยนต์ ได้อย่างเหมาะสมกับความต้องการของเครื่องยนต์ ดังนั้นรถจักรยานยนต์จึงสามารถใช้น้ำมันแก๊สโซฮอล์ E85 เป็นเชื้อเพลิง หรือน้ำมันที่มีส่วนผสมของน้ำมันแก๊สโซฮอล์ E85 เป็นเชื้อเพลิง และยังสามารถสลับกลับมาใช้น้ำมันเบนซินที่ใช้อยู่เดิม โดยไม่ต้องถอดกล่องต้นแบบออกหรือถ้าถอดกล่องต้นแบบออกก็สามารถกลับมาใช้น้ำมันเบนซินได้ดังเดิม

## เอกสารอ้างอิง

- [1] เอ.พี. ฮอนด้า, 2552. คู่มือการซ่อมฮอนด้าคลิ๊กโอ, บริษัท เอ.พี. ฮอนด้า จำกัด.
- [2] ดอนสัน ปงผาบ, 2549. Microcontroller & Application 1, กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ ส.ส.ท.
- [3] เอสซอม, 2548. คู่มือการใช้และการทดสอบชุดทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์ชนิดสูบเดี่ยว รุ่น MT 501M, บริษัท เอสซอม จำกัด.
- [4] วีระพัฒน์ กุวรรณรัตน์และจิตติ พัทธวนิช. การทดสอบสมรรถนะเครื่องจักรยานยนต์ 4 จังหวะ โดยใช้ น้ำมันเบนซินและแก๊สโซฮอล์, การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 21, 17-19 ตุลาคม 2550 จังหวัดชลบุรี
- [5] วีระศักดิ์ กรัยวิเชียร, 2543. เครื่องยนต์เผาไหม้ภายใน ทฤษฎีและการคำนวณ, กรุงเทพฯ, สำนักพิมพ์วิทย์พัฒน์, 2543.
- [6] วีระศักดิ์ กรัยวิเชียร. เครื่องยนต์เผาไหม้ภายใน, พิมพ์ครั้งที่ 3, กรุงเทพฯ, สำนักพิมพ์วิทย์พัฒน์, 2546.
- [7] อ่ำพล ชื้อตรงและอนันต์ชัย เทียงดาห์. เครื่องยนต์สันดาปภายใน, กรุงเทพฯ, ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ, 2538.