



KKU Res J. 2011; 16(7): 774-785
http://resjournal.kku.ac.th

การปรับปรุงระบบการฉีดเชื้อเพลิงของรถจักรยานยนต์เพื่อใช้น้ำมันแก๊ส โซฮอล์ E85

The Improve Motorcycle Fuel Injection Systems for Gasohol E85

ปิยะวัฒน์ ศรีธรรม^{1*}, เดชชาติ เชิดชัย² และกนต์ธร ชำนิประศาสน์³

Piyawat Sritram^{1*}, Viluknam phoncharoen¹ and Kontorn Chamniprasart³

¹ สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี อ.เมือง จ.สุรินทร์ 32000

² สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี อ.เมือง จ.สุรินทร์ 32000

³ สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อ.เมือง จ.นครราชสีมา 30000

*Correspondent author: sritram_1111@hotmail.com

Received November 23, 2010

Accepted August 23, 2011

บทคัดย่อ

งานวิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการดัดแปลงและสร้างระบบควบคุมการจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงใหม่ให้เครื่องยนต์ระบบหัวฉีด โดยให้ทำงานร่วมกับระบบ engine control module (ECM) ที่ควบคุมการทำงานของรถจักรยานยนต์ ในการทดลองเลือกใช้เครื่องยนต์ระบบหัวฉีด programmed fuel injection (PGM FI) วงจรควบคุมการฉีดน้ำมันที่สร้างสามารถเพิ่มคาบเวลาการฉีดน้ำมันของหัวฉีดโดยแปรผันตามความเร็วรอบของเครื่องยนต์ ส่งผลให้เครื่องยนต์ใช้น้ำมันแก๊สโซฮอล์ E85 เป็นเชื้อเพลิงได้ โดยไม่ต้องปรับแต่งชิ้นส่วนของเครื่องยนต์ใดๆ และยังสามารถกลับมาใช้เชื้อเพลิงปกติได้เช่นเดิม

Abstract

The objectives of this research were to study the modification and production of supply fuel control system for injection engine type, which was cooperated with engine control module system (ECM). Programmed fuel injection (PGM FI) of engine was used in the research. Results showed that the injection fuel period increased with increment of engine variable speed. Therefore, the gasohol E85 could be used in this engine type, did not required any engine modification, and could be reversed back to use original fuel.

คำสำคัญ: ระบบ engine control module (ECM) ระบบ programmed fuel injection (PGM FI) น้ำมันแก๊สโซฮอล์ E85

Keywords: engine control module (ECM) system, programmed fuel injection (PGM FI) system, gasohol E85

1. บทนำ

ในสภาวะปัจจุบันประเทศไทยได้นำเข้าเชื้อเพลิงจากต่างประเทศ ทำให้ไม่สามารถควบคุม

ราคาของเชื้อเพลิง ซึ่งส่งผลต่อความมั่นคงทางเศรษฐกิจของประเทศ ดังนั้นถ้าสามารถหาแหล่งเชื้อเพลิงทดแทนภายในประเทศได้ จะลดการ

นำเข้าเชื้อเพลิงจากต่างประเทศ พลังงานทดแทน ที่ว่าคือ การใช้เอทานอลผสมกับน้ำมันเบนซินในรูปของน้ำมันแก๊สโซฮอล์ 91 และแก๊สโซฮอล์ 95 ซึ่งก็คือ E10 รัฐบาลมีนโยบายส่งเสริมการใช้ น้ำมันแก๊สโซฮอล์ ไม่ว่าจะเป็น E10 E20 และ E85 เพื่อให้เป็นพลังงานอีกทางเลือกหนึ่ง มีการรณรงค์ให้ผู้บริโภคเบนซินหันมาใช้ น้ำมันแก๊สโซฮอล์ สำหรับน้ำมันแก๊สโซฮอล์ E85 นั้น รถที่ใช้ น้ำมันดังกล่าวได้ยังมีไม่มากพอ และมีการผลิตมาจำหน่ายไม่ทั่วถึงที่จริงแล้วจากการทดลองพบว่าเครื่องยนต์เบนซินที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันสามารถปรับแต่งให้ใช้น้ำมันแก๊สโซฮอล์ E85 เป็นเชื้อเพลิงได้ (4)

ในทางทฤษฎีของเครื่องยนต์สันดาปภายใน การเผาไหม้ของเชื้อเพลิงที่สมบูรณ์เกิดจากการผสมระหว่างน้ำมันเชื้อเพลิงกับอากาศในอัตราส่วนที่พอเหมาะ โดยในเครื่องยนต์แก๊สโซลีนหรือเบนซินอัตราส่วนผสมระหว่างอากาศต่อน้ำมันจะอยู่ที่ 14.6:1 โดยจะให้ค่าแลมด้าอยู่ที่ 1 (2) จากหลักการดังกล่าว ถ้าเปลี่ยนเชื้อเพลิงใหม่ จะต้องทดสอบหาค่าอัตราส่วนผสมใหม่ จากค่าความร้อนที่ได้จากเอทานอลที่ให้ออกมาน้อยกว่า น้ำมันเบนซินในการเผาที่ปริมาณเท่ากัน ดังนั้นถ้าต้องการให้ได้ค่าความร้อนที่เท่ากันต้องใช้ปริมาณเอทานอลที่มากกว่าน้ำมันเบนซิน(3) ซึ่งส่งผลต่อการใช้ น้ำมันแก๊สโซฮอล์ E85 เป็นเชื้อเพลิงที่ต้องใช้ในอัตราส่วนที่มากกว่าการใช้ น้ำมันเบนซิน เนื่องจากมีส่วนผสมของเอทานอลผสมอยู่ โดย น้ำมันแก๊สโซฮอล์ E85 เกิดจากการนำเอทานอลบริสุทธิ์ 99.5% ผสมในสัดส่วน 75-85% กับน้ำมันเบนซินพื้นฐาน (แก๊สโซลีนหรือน้ำมันเบนซินที่ยังไม่ปรับค่าออกเทน ซึ่งน้ำมันเบนซินพื้นฐาน (base gasoline) จะมีค่าออกเทนอยู่ประมาณ 85-87) โดยน้ำมันแก๊สโซฮอล์ E85 มีค่าออกเทนมากกว่า 100 ซึ่งทำให้ต้องใช้กำลังอัด (compression ratio) สูงกว่ารถที่ใช้เครื่องยนต์เบนซินทั่วไป

ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงต้องการศึกษาการสร้างระบบการควบคุมการจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงใหม่ของเครื่องยนต์รถจักรยานยนต์ระบบหัวฉีดให้ใช้น้ำมันแก๊สโซฮอล์ E85 เป็นเชื้อเพลิงได้

2. วิธีการวิจัย

2.1 กล้อง engine control module (ECM)

ในการศึกษา ก่อนอื่นต้องทราบเวลาการฉีดเชื้อเพลิงของกล่อง ECM ที่จ่ายให้หัวฉีด ดังนั้นต้องวัดสัญญาณที่เข้าหัวฉีดของรถจักรยานยนต์โดยใช้เครื่องมือวัดค่าแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้หัวฉีด และใช้เครื่องมือวัดออกซิเจนไอวัดสัญญาณการสั่งฉีดเชื้อเพลิงของหัวฉีด

เมื่อได้สัญญาณจากกล่อง ECM แล้ว ทำการวิเคราะห์ข้อมูล และทำการออกแบบวงจรควบคุมเพิ่มเวลาการฉีดน้ำมันใหม่ ออกแบบให้วงจรควบคุมใหม่ทำงานร่วมกับกล่อง ECM ของรถจักรยานยนต์ โดยควบคุมการทำงานด้วยไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์และเขียนโปรแกรมควบคุมลงในไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ เสร็จแล้วทำการทดสอบวงจรและโปรแกรมการควบคุมพร้อมปรับแก้ให้เหมาะสมกับการใช้งานเมื่อได้สัญญาณที่ต้องการ ทำการทดสอบการทำงานของเครื่องยนต์ ทำการปรับแต่งสัญญาณและวิเคราะห์ผลการทดสอบเมื่อได้ค่าเวลาการฉีดน้ำมันตามที่ต้องการ แล้ว ทำการออกแบบลายปริ้น วางอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ บรรจุเข้ากล่องและต่อวงจรควบคุมเข้ากับกล่องควบคุม ECM ทำการทดสอบใช้น้ำมันแก๊สโซฮอล์ E85 วิเคราะห์ผลที่ได้ในการปรับแต่งระบบการจ่ายน้ำมันให้เครื่องยนต์เมื่อใช้น้ำมันแก๊สโซฮอล์ E85

2.2 เครื่องยนต์ทดสอบ

ใช้เครื่องยนต์แก๊สโซลีนสูบเดียว 4 จังหวะ เป็นเครื่องยนต์ระบบเกียร์อัตโนมัติของฮอนด้า รุ่นคลิกโอ ซึ่งรายละเอียดเครื่องยนต์แสดงในตารางที่

ตารางที่ 1. รายละเอียดเครื่องย่นดัดข้อนิ้ว (1)

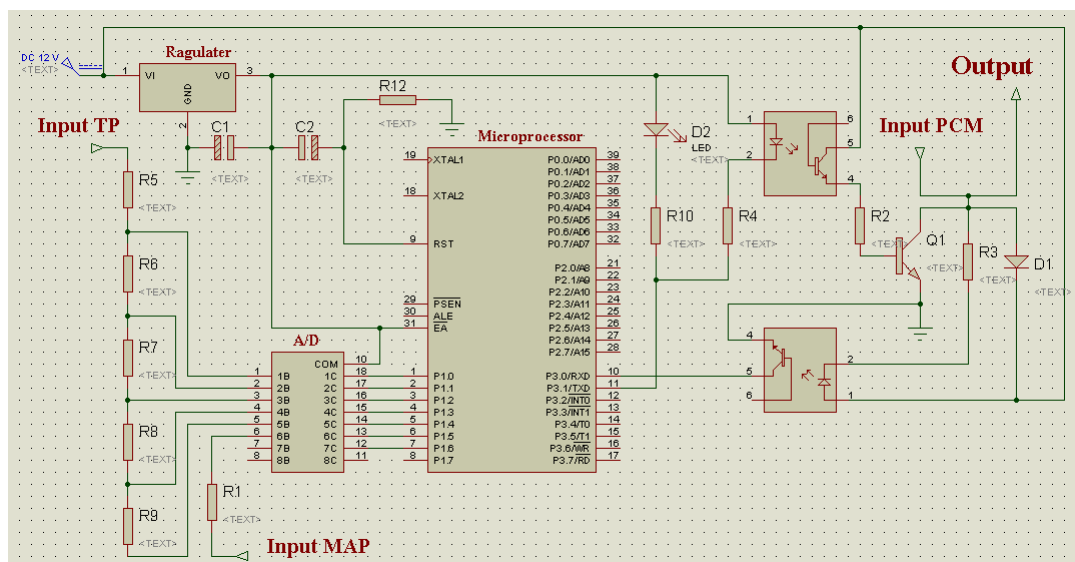
ข้อมูล	SPECIFICATION
ระบบจ่ายน้ำมัน	หัวฉีด PGM-FI fuel injection
เครื่องยนต์	4 จังหวะ ซิงเกิลโอเวอร์เฮดแคมชาฟท์
ขนาดกระบอกสูบ×ระยะชัก	50 มม.× 55 มม.
ปริมาตรกระบอกสูบ	108 ซีซี
แรงบิดสูงสุด	1.22 กก.ม. ที่ 2,800 รอบ/นาที
อัตราส่วนกำลังอัด	11:1
รอบเดินเบา	1,700 ± 100 รอบ/นาที
ระบบระบายความร้อน	ระบายความร้อนด้วยน้ำ
ระบบหล่อลื่น	แบบอัดโนมัลลิในตัว (วิดสาด)
ระบบจุดระเบิด	ระบบ digital transistorized
ระบบคลัทช์	คลัทช์แห้งอัดโนมัลลิ
อัตราทดเกียร์	2.53-0.85

2.3 วงจรควบคุม

ในวงจรรูปที่ 1 มี regulator ทำหน้าที่เป็นตัวเรียงกระแสและลดแรงดันให้อยู่ที่แรงดัน 5 โวลต์

และตัวเก็บประจุ C1 ทำหน้าที่กรองแรงดันให้เรียบขึ้น ส่วน input TP จะรับสัญญาณแรงดันไฟฟ้าจากการเปลี่ยนแปลงขององศาการปิดเปิดที่ปีกผีเสื้อในระบบหัวฉีดเชื้อเพลิง ซึ่งทำหน้าที่เพิ่มและลดปริมาณของอากาศที่ไหลเข้าห้องเผาไหม้ให้มีค่ามากหรือน้อยตามการบิดคันเร่ง โดยการส่งสัญญาณอยู่ในรูปของแรงดันไฟฟ้าและมีค่าแรงดันไฟฟ้าอยู่ในช่วง 1-5 โวลต์ ส่วนตัวต้านทาน R5-R9 ในวงจรทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์ detect แรงดันไฟฟ้าเพื่อส่งสัญญาณให้ไอซี A/D เปลี่ยนจากสัญญาณระบบอนาล็อกเป็นสัญญาณในระบบดิจิทัลเพื่อให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ประมวลผลได้ โดยทำงานร่วมกันกับไอซี driver ในวงจรจุดต่อป้อนสัญญาณเข้าที่ input map จะเป็นจุดเข้าสัญญาณของสัญญาณอากาศซึ่งเป็นเครื่องวัดอัตราความเร็วของอากาศที่ไหลเข้าระบบการฉีดเชื้อเพลิง โดยมีตัวต้านทาน R1 ทำหน้าที่ปรับระดับสัญญาณแรงดันไฟฟ้าที่ได้จากการไหลของอากาศ ค่าสัญญาณระบบดิจิทัลที่ออกจากไอซี A/D จะป้อนเข้าที่ Port P1 ของไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยต่อใช้งานในตำแหน่งขา P1.0-P1.6

จากรูปที่ 1 ในจุดต่อ input PCM ของวงจร



รูปที่ 1. วงจรควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์

ควบคุมระบบใหม่จะเป็นสัญญาณที่ได้มาจากแรงดันไฟฟ้าที่ส่งจ่ายของกล่อง ECM ที่ส่งสัญญาณไปควบคุมการฉีดน้ำมันของหัวฉีดในเวลาเดียวกันสัญญาณดังกล่าวจะเข้าที่ไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วย จากนั้นไมโครคอนโทรลเลอร์จะส่งสัญญาณควบคุมในรูปแบบแรงดันไฟฟ้าที่ตำแหน่ง output ของวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งเป็นตำแหน่งเดียวกันกับจุด input PCM จากวงจรดังกล่าวเป็นวงจรขยายเวลาในการฉีดน้ำมันของหัวฉีด

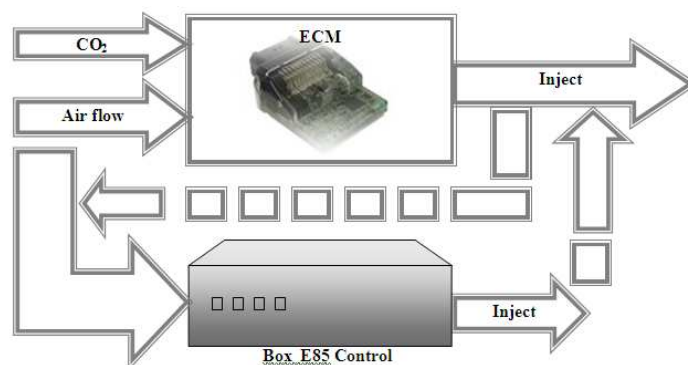
การ detect ของสัญญาณแรงดันไฟฟ้าจากกล่อง ECM เข้าที่ input PCM โดยสัญญาณแรงดันไฟฟ้าผ่านตัวต้านทาน R3 และไดโอด D1 และผ่านไอซี Opto isolate เพื่อนำสัญญาณเข้าที่ขา P3.0 ของไมโครคอนโทรลเลอร์ ส่วน output จากขา P3.1 ของไมโครคอนโทรลเลอร์ผ่านไปที่ตัวต้านทาน R4 เข้าไอซี Opto isolate (Q1) และ

ตัวต้านทาน R2 จะทำหน้าที่ขยายกระแสเพื่อจ่ายให้หัวฉีดทำงานตามต้องการ โดยไดโอด D2 และตัวต้านทาน R10 จะเป็น indicator ของสัญญาณที่ output โปรแกรมการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำงานโดยรับ input มาจากสัญญาณแรงดันไฟฟ้าจากกล่อง ECM ส่งให้หัวฉีดและทำการเพิ่มคาบเวลาการส่งจ่ายน้ำมันของหัวฉีดโดยให้สัญญาณการฉีดน้ำมันเปลี่ยนแปลงตามปริมาณของอากาศที่ได้รับสัญญาณจะส่งเข้าที่ input TP และความเร็วของอากาศไหลเข้าห้องเผาไหม้ สัญญาณจะส่งเข้าที่ input MAP โดยสามารถปรับตั้งปริมาณน้ำมันซึ่งจะแปรผันตรงกับเวลาในการทำงานของหัวฉีด

การเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานที่ป้อนในไมโครคอนโทรลเลอร์นั้น จะทำการออกแบบแก้ไขโปรแกรมให้เพิ่มระยะเวลาการฉีดน้ำมันของหัวฉีดโดยทำงานร่วมกับกล่อง ECM เวลาการจ่าย



รูปที่ 2. โปรแกรมควบคุมการทำงานที่ป้อนในไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์



รูปที่ 3. จำลองการต่อกล่องวงจรควบคุมที่สร้างเข้ากับกล่อง ECM ของรถจักรยานยนต์



รูปที่ 4. การต่อกล่องวงจรควบคุมที่สร้างเข้ากับกล่อง ECM ของรถจักรยานยนต์



รูปที่ 5. การใช้ออสซิลโลสโคปวัดสัญญาณการส่งจ่ายน้ำมันของกล่อง ECM

น้ำมันของหัวฉีดจะใช้เวลาเท่าใดนั้น ขึ้นอยู่กับการเปิดปิดของปีกผีเสื้อ จากการทดสอบวัดค่าแรงดันของปีกผีเสื้อที่เปิดออก โดยเปิดตามการบิดคันเร่งของรถจักรยานยนต์นั้น ได้ทำการวัดสัญญาณของวงจรควบคุมที่ส่งสัญญาณไปที่ปีกผีเสื้อ โดยผลการวัดได้ค่าแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้ปีกผีเสื้อมีค่าเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ระยะเวลาการฉีดน้ำมันของหัวฉีดนานขึ้น

สำหรับโปรแกรมควบคุมการทำงานที่ป้อนในไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ การจำลองการต่อกล่องวงจรควบคุมที่สร้างเข้ากับกล่อง ECM ของรถจักรยานยนต์ และการต่อกล่องวงจรควบคุมที่สร้างเข้ากับกล่อง ECM ของรถจักรยานยนต์ แสดงในรูปที่ 2-4 ตามลำดับ

3. ผลการทดลอง

3.1 วัดค่าสัญญาณออกจากกล่อง ECM

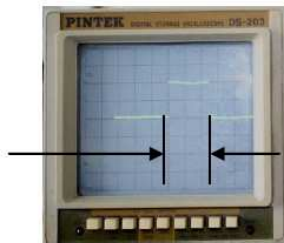
ใช้เครื่องวัดออสซิลโลสโคป วัดค่าการส่งสัญญาณการฉีดน้ำมันที่ควบคุมการทำงานจากกล่อง ECM (รูปที่ 5) โดยวัดที่สายสัญญาณเข้าหัวฉีดที่ต่อมาจากกล่อง ECM

การทดสอบวัดสัญญาณ ตั้งค่าการวัดของเครื่องวัดออสซิลโลสโคปที่ Volt/Div 2 V และ Time/Div 1 mS โดยใช้ น้ำมันเบนซิน น้ำมันแก๊สโซฮอล์ 91 E10 น้ำมันแก๊สโซฮอล์ 95 E10 น้ำมันแก๊สโซฮอล์ E20 และน้ำมันแก๊สโซฮอล์ E85 มาทดสอบได้ผลการวัดของสัญญาณดังนี้

ผลการวัดสัญญาณของกล่อง ECM ที่จ่ายให้หัวฉีด มีรายละเอียดดังนี้

3.1.1 ใช้น้ำมันเบนซินเป็นเชื้อเพลิง

สัญญาณที่วัดได้เป็นสัญญาณพัลส์สี่เหลี่ยม (รูปที่ 6) ค่าคาบเวลาการจ่ายน้ำมันของหัวฉีดที่วัดได้คือ 2.5 ms



รูปที่ 6. รูปคลื่นที่ได้จากการจ่ายน้ำมันเบนซิน

3.1.2 ใช้น้ำมันแก๊สโซฮอล์ 91 E10 เป็นเชื้อเพลิง

สัญญาณที่วัดได้เป็นสัญญาณพัลส์สี่เหลี่ยม (รูปที่ 7) ค่าคาบเวลาการจ่ายน้ำมันของหัวฉีดที่วัดได้คือ 2.3 ms



รูปที่ 7. รูปคลื่นที่ได้จากหัวฉีดของการจ่ายน้ำมันแก๊สโซฮอล์ 91 E10

3.1.3 ใช้น้ำมันแก๊สโซฮอล์ 95 E10 เป็นเชื้อเพลิง

สัญญาณที่วัดได้เป็นสัญญาณพัลส์สี่เหลี่ยม (รูปที่ 8) ค่าคาบเวลาการจ่ายน้ำมันของหัวฉีดที่วัดได้คือ 2.3 ms



รูปที่ 8. รูปคลื่นที่ได้จากหัวฉีดของการจ่ายน้ำมันแก๊สโซฮอล์ 95 E10

3.1.4 ใช้น้ำมันแก๊สโซฮอล์ E20 เป็นเชื้อเพลิง

สัญญาณที่วัดได้เป็นสัญญาณพัลส์สี่เหลี่ยม (รูปที่ 9) ค่าคาบเวลาการจ่ายน้ำมันของหัวฉีดที่วัดได้คือ 2.8 ms



รูปที่ 9. รูปคลื่นที่ได้จากหัวฉีดของการจ่ายน้ำมันแก๊สโซฮอล์ E20

3.1.5 ใช้น้ำมันแก๊สโซฮอล์ E85 เป็นเชื้อเพลิง

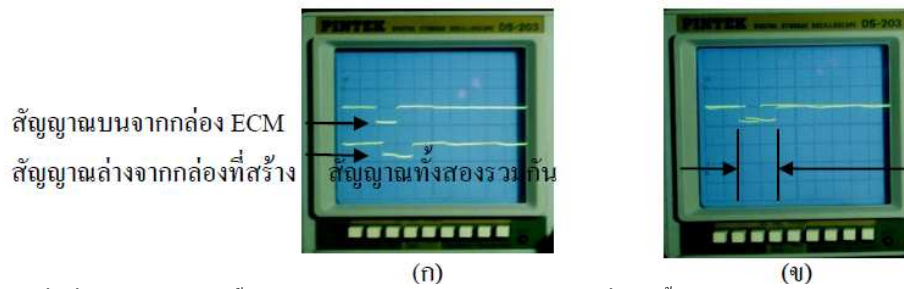
สัญญาณที่วัดได้เป็นสัญญาณพัลส์สี่เหลี่ยม (รูปที่ 10) คาบเวลาการจ่ายน้ำมันของหัวฉีดที่วัดได้คือ 4.2 ms



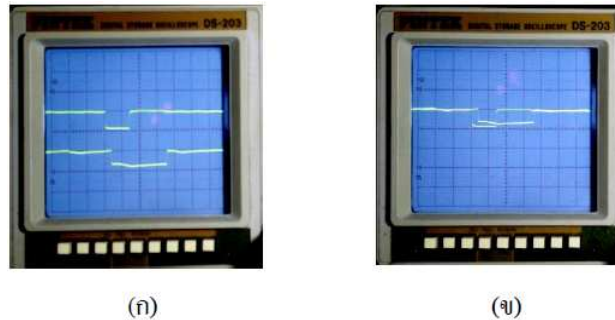
รูปที่ 10. รูปคลื่นที่ได้จากหัวฉีดของการจ่ายน้ำมันแก๊สโซฮอล์ E85

ในการศึกษานี้ การวัดจากออสซิลโลสโคปใช้ common ขั้วบวก สัญญาณจึงแสดงค่าด้านบวก

จากกราฟในรูปที่ 6-10 การทดสอบการวัดสัญญาณที่กล่อง ECM จ่ายสัญญาณให้กับหัวฉีด อาจกล่าวได้ว่าสัญญาณที่กล่อง ECM สั่งให้หัวฉีดน้ำมันทำงานเป็นสัญญาณพัลส์ โดยคาบเวลาสั่งจ่ายน้ำมันที่หัวฉีดมีคาบเวลาที่มากขึ้นแตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของน้ำมันที่เติม จากกราฟรูปที่ 10 เมื่อใช้น้ำมันแก๊สโซฮอล์ E85 นั้นกล่อง ECM ควบคุมให้หัวฉีดน้ำมันทำงานได้แก่ในช่วง



รูปที่ 11. คลื่นที่วัดได้ของการจ่ายน้ำมันของกล่อง ECM เทียบกับวงจรควบคุมที่สร้างขึ้น ในช่วงรอบเดินเบาของเครื่องยนต์



รูปที่ 12. คลื่นที่วัดได้ของการจ่ายน้ำมันของกล่อง ECM เทียบกับวงจรควบคุมที่สร้างขึ้น ในช่วงเวลาการเพิ่มคาบเวลาระยะที่

เครื่องยนต์เดินเบา เวลาเร่งเครื่องยนต์จะดับและรถทดสอบวิ่งออกตัวไม่ได้

3.2 การวัดค่าสัญญาณที่ส่งออกจากวงจรควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์

การวัดสัญญาณที่จ่ายให้หัวฉีด โดยวัดสัญญาณออกจากกล่อง ECM และสัญญาณออกจากวงจรที่สร้างขึ้นใหม่จากการเขียนโปรแกรมคำสั่งลงในไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์มีการกำหนดให้โปรแกรมมีการเพิ่มคาบเวลาการฉีดน้ำมันของหัวฉีดแบ่งการทำงานออกเป็น 5 ช่วงการเพิ่มคาบเวลา และกำหนดให้คาบเวลาที่เพิ่มเข้าไปจากเดิมให้แปรผันตามเปอร์เซ็นต์การเปิดของปีกผีเสื้อโดยการบิดคันเร่งของรถจักรยานยนต์การทดสอบใช้น้ำมันแก๊สโซฮอล์ E85 เป็นเชื้อเพลิงได้ค่าดังนี้

ขั้นที่ 1 วัดสัญญาณการทำงานขาออกที่ส่งจ่ายให้หัวฉีดในขณะที่เครื่องยนต์ยังไม่ทำงาน ผลการทดสอบทั้ง 5 ช่วงการทำงานได้ค่าดังนี้

1. ช่วงรอบเดินเบาของเครื่องยนต์ ตั้งการวัดที่ค่า Volt/div 2 V และค่า Time/div 2 ms

จากรูปที่ 11(ก) สัญญาณพัลส์บนจากกล่อง ECM คาบเวลาที่วัดได้คือ 2 ms และสัญญาณพัลส์ล่างจากกล่องที่สร้างขึ้นคาบเวลาที่วัดได้คือ 3.2 ms

จากรูปที่ 11 (ข) สัญญาณพัลส์ทั้งสองรวมกันจะได้คาบเวลาการฉีดน้ำมันที่วัดได้คือ 4 ms จากสัญญาณในช่วงเดินเบา จะเห็นว่าสัญญาณที่ได้มีการเพิ่มคาบเวลา 2 ms

2. ช่วงเวลาการเพิ่มคาบเวลาระยะที่หนึ่ง ตั้งการวัดค่า Volt/div 2 V และค่า Time/div 2 ms

จากรูปที่ 12 (ก) สัญญาณพัลส์บนจากกล่อง ECM คาบเวลาที่วัดได้คือ 3.6 ms และสัญญาณพัลส์ล่างจากกล่องที่สร้างขึ้นคาบเวลาที่วัดได้คือ 6 ms

จากรูปที่ 12 (ข) สัญญาณพัลส์ทั้งสองรวมกันจะได้คาบเวลาการฉีดน้ำมันที่วัดได้คือ 7 ms จาก

สัญญาณในช่วงที่ 1 สัญญาณที่ได้มีการเพิ่มคาบเวลา 3.4 mS

3. ช่วงเวลาการเพิ่มคาบเวลาระยะที่สอง ตั้งการวัดค่า Volt/div 2 V และค่า Time/div 2 mS

จากรูปที่ 13 (ก) สัญญาณพัลส์บนจากกล่อง ECM คาบเวลาที่วัดได้คือ 3.6 mS และสัญญาณพัลส์ล่างจากกล่องที่สร้างขึ้นคาบเวลาที่วัดได้คือ 7.6 mS

จากรูปที่ 13 (ข) สัญญาณพัลส์ทั้งสองรวมกันจะได้คาบเวลาการฉีดน้ำมันที่วัดได้คือ 8 mS จากสัญญาณในช่วงที่ 2 สัญญาณที่ได้มีการเพิ่มคาบเวลา 4.4 mS

4. ช่วงเวลาการเพิ่มคาบเวลาระยะที่สาม ตั้งการวัดค่า Volt/div 2 V และค่า Time/div 2 mS

จากรูปที่ 14 (ก) สัญญาณพัลส์บนจากกล่อง ECM คาบเวลาที่วัดได้คือ 3.6 mS และสัญญาณพัลส์ล่างจากกล่องที่สร้างขึ้นคาบเวลาที่วัดได้คือ 8

mS

จากรูปที่ 14 (ข) สัญญาณพัลส์ทั้งสองรวมกันจะได้คาบเวลาการฉีดน้ำมันที่วัดได้คือ 8.8 mS จากสัญญาณในช่วงที่ 3 สัญญาณที่ได้มีการเพิ่มคาบเวลา 5.2 mS

5. ช่วงเวลาการเพิ่มคาบเวลาระยะที่สี่ ตั้งการวัดค่า Volt/div 2 V และค่า Time/div 2 mS

จากรูปที่ 15 (ก) สัญญาณพัลส์บนจากกล่อง ECM คาบเวลาที่วัดได้คือ 3.6 mS และสัญญาณพัลส์ล่างจากกล่องที่สร้างขึ้นคาบเวลาที่วัดได้คือ 8.4 mS

จากรูปที่ 15 (ข) สัญญาณพัลส์ทั้งสองรวมกันจะได้คาบเวลาการฉีดน้ำมันที่วัดได้คือ 9.2 mS จากสัญญาณในช่วงที่ 4 สัญญาณที่ได้มีการเพิ่มคาบเวลา 5.6 mS

6. ช่วงเวลาการเพิ่มคาบเวลาระยะที่ห้า ตั้งการวัดค่า Volt/div 2 V และค่า Time/div 2 mS

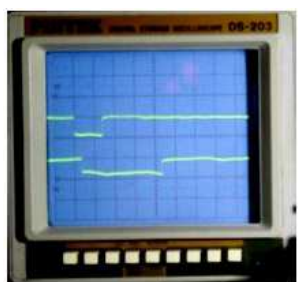


(ก)

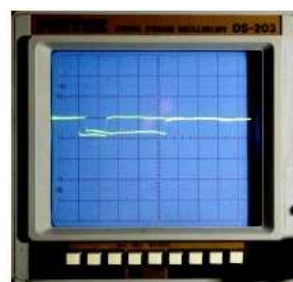


(ข)

รูปที่ 13. คลื่นที่วัดได้ของการจ่ายน้ำมันของกล่อง ECM เทียบกับวงจรควบคุมที่สร้างขึ้น ในช่วงเวลาการเพิ่มคาบเวลาระยะที่สอง

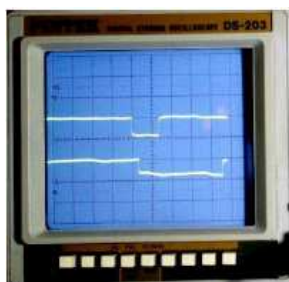


(ก)

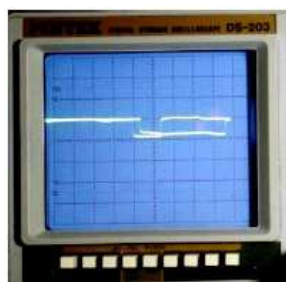


(ข)

รูปที่ 14. คลื่นที่วัดได้ของการจ่ายน้ำมันของกล่อง ECM เทียบกับวงจรควบคุมที่สร้างขึ้น ในช่วงเวลาการเพิ่มคาบเวลาระยะที่สาม

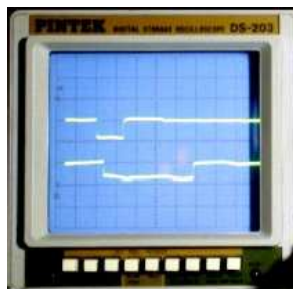


(ก)



(ข)

รูปที่ 15. คลื่นที่วัดได้ของการจ่ายน้ำมันของกล่อง ECM เทียบกับวงจรควบคุมที่สร้างขึ้น ในช่วงเวลาการเพิ่มคาบเวลาระยะที่สี่



(ก)



(ข)

รูปที่ 16. คลื่นที่วัดได้ของการจ่ายน้ำมันของกล่อง ECM เทียบกับวงจรควบคุมที่สร้างขึ้น ในช่วงเวลาการเพิ่มคาบเวลาระยะที่ห้า



รูปที่ 17. การวัดสัญญาณขณะเครื่องยนต์ทำงานโดยใช้น้ำมันแก๊สโซฮอล์ E85 เป็นเชื้อเพลิง

จากรูปที่ 16 (ก) สัญญาณพัลส์บนจากกล่อง ECM คาบเวลาที่วัดได้คือ 3.6 mS และสัญญาณพัลส์ล่างจากกล่องที่สร้างขึ้นคาบเวลาที่วัดได้คือ 8.8 mS

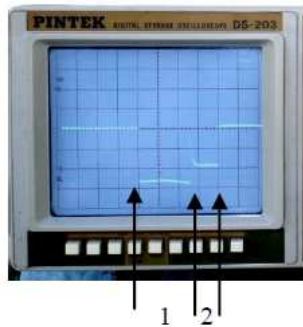
จากรูปที่ 16 (ข) สัญญาณพัลส์ทั้งสองรวมกันจะได้คาบเวลาการฉีดน้ำมันที่วัดได้คือ 9.8 mS จากสัญญาณในช่วงที่ 5 สัญญาณที่ได้มีการเพิ่มคาบเวลา 6.2 mS

การวัดสัญญาณขณะเครื่องยนต์ทำงานโดยใช้น้ำมันแก๊สโซฮอล์ E85 เป็นเชื้อเพลิงแสดงในรูปที่ 17

ขั้นที่ 2 วัดสัญญาณการทำงานขาออกที่ส่งจ่ายให้หัวฉีดในขณะเครื่องยนต์ทำงานโดยใช้น้ำมันแก๊สโซฮอล์ E85 เป็นเชื้อเพลิง

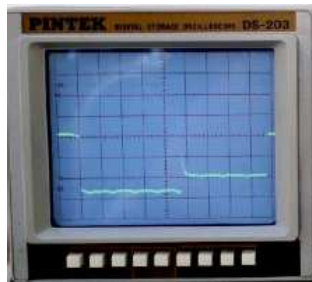
1. วัดค่าการทำงานในรอบเดินเบาของเครื่องยนต์ ตั้งการวัดให้ค่าของ Volt/div 5 V และค่า Time/div 1 mS

ในรูปที่ 18 เป็นสัญญาณที่วัดจากระบบควบคุมการจ่ายเชื้อเพลิงใหม่ขณะติดเครื่องยนต์ในรอบเดินเบา จากภาพเป็นสัญญาณจากกล่อง ECM จ่ายในช่วงหมายเลข 1 และคาบเวลาที่เพิ่มอยู่ช่วงหมายเลข 2 ค่าคาบเวลาที่วัดสัญญาณรวมกันได้คือ 4 ms



รูปที่ 18. รูปคลื่นสัญญาณที่วัดในการสั่งให้หัวฉีดทำงานที่รอบเดินเบา

2. วัดค่าการทำงานในรอบการทำงานของเครื่องยนต์ปกติ ตั้งการวัดให้ค่า Volt/div 5 V และค่า Time/div 1 ms



รูปที่ 19. รูปคลื่นสัญญาณที่วัดได้ในการสั่งหัวฉีด ที่รอบการทำงานเครื่องยนต์ปกติ

ในรูปที่ 19 เป็นสัญญาณที่วัดจากระบบควบคุมการจ่ายเชื้อเพลิงใหม่ขณะติดเครื่องยนต์ในรอบเดินเครื่องยนต์ทำงาน สัญญาณพัลส์จากกล่อง ECM จ่ายร่วมกับวงจรควบคุมใหม่ ได้ค่าคาบเวลาที่วัดรวมได้คือ 8.8 ms

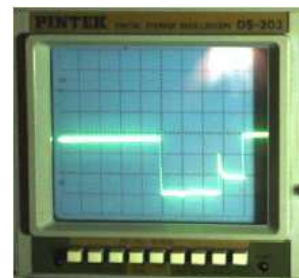
จากรูปที่ 18-19 เป็นสัญญาณเพิ่มคาบเวลาการฉีดขณะเครื่องยนต์ทำงาน สัญญาณคาบเวลาทำงานจริงของเครื่องยนต์ในการสั่งฉีดน้ำมันของระบบควบคุมที่ปรับปรุงใหม่ จากสัญญาณที่วัดได้แสดงให้เห็นว่ากล่อง ECM มีการสั่งจ่ายสัญญาณ

ตามสภาวะการทำงานจริงของเครื่องยนต์ขณะทำงาน และวงจรควบคุมใหม่ที่บรรจุในกล่องต้นแบบที่ต่อรวมจะจ่ายสัญญาณเพิ่มคาบเวลาการฉีดน้ำมัน เพื่อให้เครื่องยนต์ทำงานได้ปกติเมื่อน้ำมันแก๊สโซฮอล์ E85 เป็นเชื้อเพลิง

ขั้นที่ 3 วัดสัญญาณการทำงานขาออกที่สั่งจ่ายให้หัวฉีดในขณะเครื่องยนต์ทำงานโดยใช้ น้ำมันแก๊สโซฮอล์ E85 ผสมรวมกันกับน้ำมันเบนซิน 91 เป็นเชื้อเพลิง

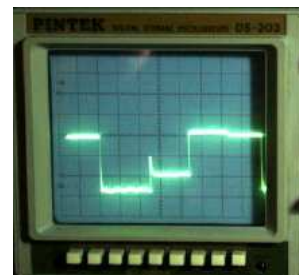
1. วัดค่าการทำงานในรอบเดินเบาของเครื่องยนต์ ตั้งการวัดให้ค่าของ Volt/div 5 V และค่า Time/div 1 ms

จากรูปที่ 20 เป็นรูปคลื่นสัญญาณที่วัดได้จริงในการสั่งให้หัวฉีดทำงานที่รอบเดินเบา สัญญาณพัลส์รวมจากกล่อง ECM จ่ายร่วมกับวงจรควบคุมใหม่ได้ค่าคาบเวลาที่วัดรวมคือ 4 ms



รูปที่ 20. รูปคลื่นสัญญาณที่วัดได้ในการสั่งให้หัวฉีด ที่รอบเดินเบา

2. วัดค่าการทำงานในรอบการทำงานเครื่องยนต์ปกติ ตั้งการวัดให้ค่า Volt/div 5 V และค่า Time/div 2 ms



รูปที่ 21. รูปคลื่นสัญญาณที่วัดได้ในการสั่งให้หัวฉีด ที่รอบการทำงานเครื่องยนต์ปกติ

จากรูปที่ 21 เป็นรูปคลื่นสัญญาณที่วัดได้จริง ในการสั่งให้หัวฉีดทำงานที่รอบเดินเครื่องยนต์ใช้งานปกติ สัญญาณพัลส์รวมจากกล่อง ECM จ่ายร่วมกับวงจรควบคุมใหม่ ได้ค่าคาบเวลาที่วัดรวมคือ 8.8 ms

ในรูปที่ 20-21 สัญญาณคาบเวลาการฉีดน้ำมันของหัวฉีดในขณะที่เครื่องยนต์ทำงาน จากสัญญาณที่วัดได้แสดงให้เห็นว่ากล่องควบคุม ECM มีการสั่งจ่ายสัญญาณตามสภาวะทำงานและวงจรควบคุมใหม่ที่บรรจุในกล่องต้นแบบที่ต่อรวมจะจ่ายสัญญาณเพิ่มคาบเวลา ทำให้การฉีดน้ำมันมีปริมาณเพิ่มขึ้นอีกทั้งนี้เพื่อให้ได้อัตราส่วนผสมของน้ำมันกับอากาศมีความเหมาะสมกับเครื่องยนต์ส่งผลให้เครื่องยนต์ทำงานได้เมื่อใช้น้ำมันแก๊สโซฮอล์ E85 ผสมกับน้ำมันเบนซิน 91

หมายเหตุ: การวัดจากออสซิลโลสโคปใช้ common ขั้วลบสัญญาณแสดงค่าด้านลบ

จากผลการวิจัย การทดลองปรับคาบเวลาการฉีดเชื้อเพลิงโดยเพิ่มคาบเวลาฉีดเชื้อเพลิงเมื่อใช้น้ำมันแก๊สโซฮอล์ E85 จากการทดสอบวิ่งรถเมื่อใช้น้ำมันแก๊สโซฮอล์ E85 รถจักรยานยนต์ทดสอบสามารถใช้น้ำมันดังกล่าวเป็นเชื้อเพลิงได้จริงโดยไม่ต้องปรับแต่งชิ้นส่วนของเครื่องยนต์ใดๆ นอกจากการปรับปรุงระบบฉีดเชื้อเพลิงใหม่ แต่อย่างไรก็ตามปัญหาที่พบในการใช้น้ำมันแก๊สโซฮอล์ E85 ก็คือ การสตาร์ทขณะเครื่องเย็น และอัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากคุณสมบัติของเอทานอลที่ผสมอยู่ในน้ำมันแก๊สโซฮอล์ E85

4. สรุป

ในงานวิจัยนี้ได้ปรับปรุงระบบฉีดเชื้อเพลิง โดยได้ทำการออกแบบ สร้างวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ และเขียนโปรแกรมคำสั่งในตัวไอซีแล้วทำการบรรจุวงจรระบบควบคุมใหม่ลงในกล่องควบคุมและต่อขนาวงจรเข้ากับวงจรในกล่อง ECM ของรถจักรยานยนต์

การตั้งค่าการฉีดน้ำมันของกล่องควบคุมต้นแบบที่สร้างนั้น ทำโดยการปรับช่วงเวลาการฉีดน้ำมันของหัวฉีดให้เพิ่มขึ้นเมื่อส่วนผสมของเชื้อเพลิงมีน้ำมันแก๊สโซฮอล์ E85 ผสมอยู่และให้มีการปรับค่าได้เองอัตโนมัติตามความเร็วรอบเครื่องยนต์ที่เปลี่ยนแปลง

หลักการของการเพิ่มคาบเวลาการฉีดน้ำมันนั้นกำหนดให้มีการเพิ่มคาบเวลาการฉีดน้ำมันแปรผันตามการเปิดของปีกผีเสื้อ โดยเมื่อปิดคันเร่งเพิ่มจะทำให้การเปิดของปีกผีเสื้อมากขึ้นตาม ส่งผลให้มีการเพิ่มคาบเวลาการฉีดน้ำมันของหัวฉีด ทำให้อัตราส่วนผสมของน้ำมันกับอากาศ มีการเปลี่ยนแปลงตามความเร็วรอบเครื่องยนต์ได้อย่างเหมาะสมกับความต้องการของเครื่องยนต์ ดังนั้นรถจักรยานยนต์จึงสามารถใช้ใช้น้ำมันแก๊สโซฮอล์ E85 เป็นเชื้อเพลิง หรือน้ำมันที่มีส่วนผสมของน้ำมันแก๊สโซฮอล์ E85 เป็นเชื้อเพลิง และยังสามารถสลับกลับมาใช้น้ำมันเบนซินที่ใช้อยู่เดิมโดยไม่ต้องถอดวงจรควบคุมในกล่องต้นแบบออกหรือถ้าถอดวงจรควบคุมในกล่องควบคุมต้นแบบออกก็สามารถกลับมาใช้ระบบควบคุมจากกล่อง ECM และกลับมาใช้เชื้อเพลิงเดิมได้

ข้อเสนอแนะ

การทดลองนี้ทดสอบเฉพาะเครื่องยนต์ระบบหัวฉีด PGM FI ในการปรับแต่งระบบควบคุมให้ใช้น้ำมันแก๊สโซฮอล์ E85 เป็นเชื้อเพลิงไม่รวมระบบหัวฉีดประเภทอื่น

5. เอกสารอ้างอิง

- (1) AP Honda. Honda repair manual click i. Bangkok: AP Honda; 2009. Thai.
- (2) Kaivichai V. Internal combustion engines theory and calculations. Bangkok: Vidta-yapat Publishers; 2001. Thai.
- (3) Sriruksaand T, Charoenponpanich J. Ethanol fuel motorcycle. Proceedings of the 22th Conference of the Mechanical

Engineering Network of Thailand; 2008
Oct 15-17. Pathum Thani, Thailand. Thai.

- (4) Sritram P, Chamniprasart K. Improvement of control fuel injection system for motorcycle engine. Proceedings of the 24th Conference of the Mechanical Engineering Network of Thailand; 2010 Oct 19-22. Ubon Ratchathani, Thailand. Thai.