Thai Journal of Mechanical Engineering (2024) Vol.1, No.1, Paper No. TJME-24-01-001

วารสารวิศวกรรมเครื่องกลไทย

Thai Journal of Mechanical Engineering

journal homepage: https://ph03.tci-thaijo.org/index.php/tjme/index

# การศึกษาอัตราการเร่งและอัตราการใช้เชื้อเพลิงของรถยนต์ดีเซลก่อนและหลังทำการรีแมพ

# The Study of The Diesel Acceleration and Fuel Consumption before and after Remapping

**อัญชสา ประมวลเจริญกิจ[1], อมลิน ต้องกระโทก[2]*, สรบุญ ดอกแก้ว[2], คุณากร หนูมา[2], ฉัตรชัย สร้อยเสน[2], ธนัทเทพ เวทยะเวทิน[2] และ ธนานัส กนกกูล[2]**

*[1]โครงการจัดตั้งวิทยาลัยนานาชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร 10900*

*[2]คณะวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสกลนคร ต.เชียงเครือ อ.เมือง จ.สกลนคร 47000*

**ผู้ประพันธ์บรรณกิจ ammarin.to@ku.th*

***บทคัดย่อ***

อัตราการใช้เชื้อเพลิงที่มากขึ้นและมีอัตราเร่งที่ลดลงเป็นปัญหาสำคัญของรถยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงดีเซลที่มีอายุการใช้งานที่ยาวนานนั้น รวมทั้งอาจพบปัญหาจากอัตราเร่งของรถยนต์ไม่คงที่ได้อีกด้วย งานวิจัยนี้จึงสนใจทำรีแมพ และโปรแกรมของกล่อง ECU ในรถยนต์ทดสอบที่ใช้เครื่องดีเซล โดยทำงานทดสอบหาอัตราการใช้เชื้อเพลิงและอัตราเร่งของรถยนต์ในการทำรีแมพ 2 ครั้ง ทั้งก่อนและหลังการทำรีแมพแต่ละครั้ง จากผลการทดสอบพบว่าอัตราการใช้เชื้อเพลิงของรถยนต์ และอัตราเร่งของรถยนต์ก่อนการรีแมพเท่ากับ 11.88 กิโลเมตรต่อลิตร และ 1.23 m/s² ตามลำดับ หลังจากการรีแมพครั้งที่ 1 และ 2 พบว่าอัตราการใช้เชื้อเพลิงของรถยนต์ และอัตราเร่งของเครื่องยนต์ เท่ากับ 12.72 กิโลเมตรต่อลิตร 17.25 กิโลเมตรต่อลิตร 1.27 m/s² และ 1.76 m/s² ตามลำดับ จากผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่ารถยนต์ใช้เชื้อเพลิงดีเซลที่ใช้ในการทดสอบ ลดลง 7.07 และ 45.20 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และอัตราเร่งของรถยนต์มีค่าเพิ่มขึ้น 3.25 และ 43.08 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ข้อมูลจากงานวิจัยนี้สามารถนำไปใช้สนับสนุนการตัดสินใจทำรีแมพของเจ้าของรถยนต์ดีเซลได้

***คำหลัก:*** เครื่องยนต์ดีเซล, รีแมพ, อัตราการใช้เชื้อเพลิง, อัตราการเร่ง

***ABSTRACT***

Problems, which old diesel-engine cars facing, are higher fuel consumption but lower acceleration. These problems also include unstable acceleration. This current work focused on remapping the operation conditions and Electronic Control Unit or ECU programs of a diesel-engine test car twice aiming to improve the car fuel consumption and acceleration. This work experimentally investigated the consumption and acceleration of the test car in both remapping; before and after each remapping. From results, fuel consumption and acceleration of the car before remapping were 11.88 km/liter and 1.23 m/s², respectively. After the first and second remapping, the consumption and acceleration were 12.72 km/liter, 17.25 km/liter, 1.27 m/s², and 1.76 m/s² respectively. Noticeably, the test car consumed less fuel at 7.07% and 45.2%, respectively, as well as it could accelerate faster at 3.25% and 43.08%, respectively. The information obtained from this work could be used to help diesel-car owners in making decision for remapping their cars.

***Keywords:*** diesel-engine, remapping, fuel consumption, acceleration

Received: March 8, 2024; Revised: April 14, 2024; Accepted: April 21, 2024

ISSN XXXX-XXXx (Online)

## 1. บทนำ

ในการดำเนินชีวิตในปัจจุบัน การเดินทางถือเป็นสิ่งที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิต ทำให้การเดินทางและการขนส่งแรงงาน และผลิตภัณฑ์มีบทบาทสำคัญในการใช้ชีวิตของมนุษย์ รถบรรทุก รถโดยสาร และรถประเภทอื่นๆ เป็นพาหนะที่มีความสำคัญในการดำรงชีวิตของมนุษย์เพื่ออำนวยความสะดวกสบาย และทำให้การใช้พาหนะทุกประเภทให้ความสำคัญเกี่ยวกับความปลอดภัยในการเดินทางไปยังสถานที่ต่างๆ จากภาวะเศรษฐกิจที่ถดถอย การใช้น้ำมันซึ่งเป็นเชื้อเพลิงในการขับเคลื่อนของพาหนะ โดยภายในพาหนะในปัจจุบันนั้นมีอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่มีพื้นฐานมาจากคอมพิวเตอร์ รูปทรงสี่เหลี่ยมขนาดประมาณฝ่ามือหน้าที่หลักทำงานคล้ายกับสมองของพาหนะ โดยทำหน้าที่รับข้อมูลจากเซ็นเซอร์ต่างๆ รอบตัวพาหนะ เพื่อนำมาประมวลผลและใช้ในการควบคุมการการสั่งจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงและการจุดระเบิดของเครื่องยนต์ที่รวมไปถึงการตรวจสอบสถานะการทำงานของอุปกรณ์อื่นๆ เช่นระบบอัดอากาศ (Turbo) ระบบปรับความยาวท่อร่วมไอดีแปรผัน ระบบวาล์วแปรผัน การทำงานของระบบปรับอากาศ พัดลมระบายความร้อน ระบบควบคุมไอน้ำมันเชื้อเพลิง รวมถึงระบบกันขโมย (Immobilizer) เรียกอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ภายในพาหนะชิ้นนี้ว่า กล่องอีซียู (Electronic Control Unit, ECU) จึงมีกระบวนการปรับปรุงข้อมูลในโปรแกรมของกล่อง ECU เพื่อให้เครื่องยนต์ใช้เชื้อเพลิงน้อยลงและมีสมรรถนะเพิ่มมากขึ้นกระบวนการนี้นิยมเรียกว่าการรีแมพ (Remap) หรือ รีแฟลช (Reflash) กระบวนการปรับปรุงข้อมูลในโปรแกรมของกล่อง ECU เพื่อให้สมรรถนะการทำงานของเครื่องยนต์เพิ่มมากขึ้น ทำให้เครื่องยนต์ใช้เชื้อเพลิงน้อยลง และเพิ่มอัตราเร่งให้กับเครื่องยนต์อีกด้วย

ECU (Engine Control Unit) รถยนต์ในอดีตจะไม่มีกล่อง ECU เพราะยังใช้การจ่ายน้ำมันแบบคาร์บูเรเตอร์ ที่อาศัยกลไกควบคุมการจ่าย ไม่ได้มีระบบไฟฟ้าเข้าไปเกี่ยวข้อง หรือแม้แต่รถที่เป็นระบบหัวฉีดก็ใช้กลไกคล้ายปั๊มดีเซล คอยปั๊มน้ำมันเข้าไปในแต่ละสูบ โดยไม่มีระบบไฟฟ้าเข้าไปเกี่ยวข้องเช่นกัน ปัจจุบันมีกฎหมายบังคับเรื่องมลพิษเข้ามาบังคับใช้ในรถยนต์ ระบบกลไกของการจ่ายน้ำมันไม่ละเอียดเท่าที่ควร ทำให้สิ้นเปลืองเชื้อเพลิงอย่างมาก และเพิ่มมลพิษทางอากาศ จึงมีการคิดค้นระบบหัวฉีดไฟฟ้าขึ้นมาแทนที่ระบบจ่ายเชื้อเพลิงแบบกลไก

กล่อง ECU ถูกสร้างขึ้นมาเพื่อควบคุมการทำงานของเครื่องยนต์ ควบคุมการจุดระเบิด และควบคุมการจ่ายเชื้อเพลิง โดยมีแผงวงจรหลัก สำหรับการรับส่งสัญญาณ เช่น การชดเชย (Compensate) ในสภาวะการขับขี่ และอุณหภูมิของการเผาไหม้ นอกจากนี้กล่อง ECU มีเซนเซอร์คอยวัดค่าในจุดต่างๆ อาทิเช่น เซนเซอร์ออกซิเจน (Oxygen Sensor) ทำการวัดปริมาณออกไซด์ ($O_2$) เพื่อวิเคราะห์อัตราส่วนระหว่างอากาศกับเชื้อเพลิง (A/F Ratio) เซนเซอร์วัดความเร็ว (Speed Sensor) ทำการวัดความเร็วของรถยนต์ และเซนเซอร์วัดอุณหภูมิของอากาศ (Air Temp Sensor) เซนเซอร์ที่กล่าวมานี้ จะส่งสัญญาณไปเข้ากล่อง ECU เพื่อแสดงสถานะการทำงานของรถยนต์ โดยโปรแกรมที่อยู่ในกล่อง ECU จะทำหน้าที่ปรับเปลี่ยนตามเงื่อนไขที่ทางผู้ผลิตรถยนต์ต้องการ เพื่อตอบสนองการการทำงาน และการขับขี่ให้มีความสมบูรณ์ตามที่ต้องการ

รีแฟลช (Reflash) เป็นการปรับปรุงกล่อง ECU โดยพัฒนา ROM ที่อยู่ในเมนบอร์ด (Main Board) ของกล่อง ECU เพราะมีการดึงข้อมูลการทำงานกลับมาเหมือนเดิม หากมีข้อมูลที่ผิดปกติไปจากเดิม กล่อง ECU จะทำการเปลี่ยนแปลงข้อมูลที่ผิดปกติกับมาเป็นข้อมูลเดิม การรีแฟลช มี 2 แบบ คือ แบบที่หนึ่ง การจูนแบบ Real Time จาก Tune ซึ่งเป็นการจูนตามเงื่อนไขจริงตามที่ต้องการ แบบที่ 2 การจูนแบบการใช้โปรแกรมสำเร็จ เป็นการจูนโดยการส่งข้อมูลไปบริษัทที่ดูแลกล่อง ECU โดยตรง การจูนแบบการใช้โปรแกรมสำเร็จมีข้อดี คือ เครื่องยนต์จะมีแรงม้าที่สูงขึ้น เครื่องยนต์มีการเดินเบาเหมือนเดิม แต่มีข้อเสีย คือ ราคาค่อนข้างสูง

กล่องพ่วง (Piggy Back) คือการนำกล่องมาพ่วงแต่ยังคงมีกล่อง ECU เช่นเดิม แต่กล่องพ่วงจะทำหน้าที่คอยกำกับการทำงานของกล่อง ECU อีกครั้งหนึ่ง โดยการทำงานของรถยนต์กล่อง ECU ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของระบบต่างๆ เช่น ระบบควบคุมพัดลมไฟฟ้าแอร์ ระบบกันขโมย ระบบล็อกประตู ระบบปั๊มเชื้อเพลิง เป็นต้น ส่วนกล่องพ่วงนั้น ทำหน้าที่ควบคุมและกำกับในด้านการทำงานของเครื่องยนต์โดยเฉพาะ เช่น ควบคุมองศาของไฟรถยนต์ และอัตราการฉีดน้ำมันของรถยนต์ เป็นต้น การนำกล่องพ่วงมาจัดการเกี่ยวกับเป็นอีกหนึ่งวิธีที่สำคัญเช่นเดียวกัน

กล่องที่สามารถปรับจูนได้อิสระ (Programmable) สามารถปรับจูนได้อย่างอิสระโดยทำการปรับปรุง และปรับแต่งการทำงานของเครื่องยนต์ โดยช่วยปรับเงื่อนไขให้เครื่องยนต์มีการทำงานได้อย่างสมบูรณ์ที่สุดตามที่ปรับปรุง ซึ่งเป็นอีกหนึ่งทางเลือกของการปรับปรุงการทำงานของเครื่องยนต์ที่ใช้ในปัจจุบัน

คงเดช พะสีนาม และวีรชัย อาจหาญ [1] ศึกษาสมรรถนะและมลพิษของเครื่องยนต์ดีเซลที่ความเร็วรอบปานกลางเมื่อใช้น้ำมันไบโอดีเซล ทำการทดลองโดยใช้นำมันดีเซล นำมันไบโอดีเซล 20 เปอร์เซ็นต์ น้ำมันไบโอดีเซล 50 เปอร์เซ็นต์ และน้ำมันไบโอดีเซล 100 เปอร์เซ็นต์ ทดสอบกับเครื่องยนต์ CUMMINS รุ่น 6B5.9 โดยใช้เครื่อง AW–Dynamometer Model NEB2–300 ใช้สำหรับวัดแรงบิดและกำลังของเครื่องยนต์ โดยมีความสามารถรับแรงบิดได้ถึง 1,490 นิวตัน–เมตร torque dynamometer และ 4,475 นิวตัน–เมตร torque drive line และสามารถรับกำลังของเครื่องยนต์ได้ถึง 74.6 156.6 และ 223.7 กิโลวัตต์ที่ความเร็วรอบ 540 1,000 และ 2,000 รอบต่อนาทีตามลำดับ และใช้เครื่องวัดความเร็วรอบ (Tachometer) ยี่ห้อ DIGICON Model DT–240P มาวัดความเร็วรอบเครื่องยนต์ เพื่อให้สามารถกำหนดรอบเครื่องยนต์ที่ค่าต่างๆ กัน ให้คงที่ตามมาตรฐานการทดสอบ และใช้เครื่องวัดอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงแบบ Volumetric Gravitational Flow Meter เพื่อวัดอัตราการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ จากนั้นนำค่าที่ได้มาเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง ความเร็วรอบกับกำลังเครื่องยนต์ ความเร็วรอบกับแรงบิดเครื่องยนต์ และความเร็วรอบกับอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงจำเพาะ เป็นผลทำให้ทราบว่าน้ำมันดีเซล ให้ค่ากำลัง และแรงบิดสูงที่สุด และมีอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงน้ำมันจำเพาะน้อยที่สุด

ประทาน ศรีชัย [2] ได้ศึกษาอิทธิพลของช่วงเวลาและความดันในการฉีดเชื้อเพลิงปาล์มไบโอดีเซล ในระบบฉีดเชื้อเพลิงดีเซลแบบรางร่วม ทำการทดลองโดยเริ่มจากการใช้ปั๊มมือ (Hand pump) อัดน้ำมันที่ใช้ในการทดลองเข้าสู่ห้องจำลองผ่านวาล์ว โดยมีการควบคุมความดันในห้องจำลองเริ่มต้นให้เท่ากับ 45 บาร์ มีคอมพิวเตอร์เป็นตัวสร้างสัญญาณความถี่ ซึ่งความถี่จะถูกแปลงสัญญาณไปยังวาล์วควบคุมปริมาณน้ำมัน โดยวาล์วจะทำหน้าที่ควบคุมปริมาณน้ำมันเข้าสู่ปั๊มน้ำมัน ซึ่งปั๊มน้ำมันจะทำหน้าที่จ่ายน้ำมันและถูกควบคุมอุณหภูมิด้วยระบบออยคูลเลอร์ ให้อุณหภูมิเชื้อเพลิง ก่อนจ่ายเข้าปั๊มมีอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส โดยมีค่าความผิดพลาด 2 องศาเซลเซียส ก่อนจ่ายเข้าไปยังรางคอมมอนเรล (Rail) ทำให้เกิดความดันสูง ซึ่งใช้ความดันในการฉีดเชื้อเพลิง (Injection Pressure) 800 1200 และ 1600 บาร์ โดยมีค่าความคลาดเคลื่อนของความดันก่อนฉีดเชื้อเพลิง 10 ถึง 20 บาร์ ก่อนที่ส่งสัญญาณไปยังตัวควบคุมสัญญาณอิเล็กทรอนิกส์ ให้สั่งหัวฉีดทำงาน จากนั้นนำผลการทดลองที่ได้ ซึ่งเป็นสัญญาณความดันที่ได้จากการฉีดไปคำนวณหาอัตราการฉีดเชื้อเพลิงจากนั้นหาคุณลักษณะการฉีดและคำนวณเกี่ยวกับอัตราการฉีดเชื้อเพลิงเฉลี่ย เป็นผลให้ทราบว่า ผลของช่วงเวลาในการฉีดเชื้อเพลิงมีแนวโน้มคงที่ต่อปริมาณในการฉีดเชื้อเพลิง แต่ผลของความดันในการฉีดเชื้อเพลิงส่งผลได้ดีกว่า ผลของช่วงเวลาในการฉีดเชื้อเพลิง

ศุภรัตน์ ดำยศ [3] ได้ศึกษาการควบคุมความดันเชื้อเพลิงในระบบฉีดเชื้อเพลิงแบบรางร่วม โดยใช้แผนควบคุมแบบเลื่อนในเครื่องยนต์ดีเซลเชื้อเพลิงร่วม การควบคุมความดันในการฉีดเชื้อเพลิงแบบรางร่วม ปั๊มเชื้อเพลิงแรงดันสูงทำหน้าที่สร้างแรงดันเชื้อเพลิงให้มีแรงดันที่สูง และส่งเชื้อเพลิงไปยังรางร่วม รางร่วมจะมีท่อต่อไปยังหัวฉีดเชื้อเพลิงเพื่อฉีดเชื้อเพลิงเข้าสู่ห้องเผาไหม้ ที่รางร่วมจะติดตั้งเซนเซอร์วัดความดันเพื่อวัดความดันเชื้อเพลิงและส่งข้อมูลความดันไปยังหน่วยควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ หน่วยควบคุมอิเล็กทรอนิกส์จะคำนวณสัญญาณควบคุมความดันและสั่งงานไปยังปั๊มเชื้อเพลิงแรงดันสูง เพื่อสั่งให้ปั๊มแรงดันสูงสร้างแรงดันเชื้อเพลิงที่เหมาะสมกับสภาวะการทำงานของเครื่องยนต์ขณะนั้นๆ เป็นผลให้ทราบว่าหากต้องการเพิ่มความดันในการฉีดเชื้อเพลิง สามารถทำได้โดยปรับค่าข้อมูลในกล่อง ECU เพื่อสั่งให้ปั๊มความดัน ทำความดันเชื้อเพลิงให้เพิ่มขึ้นจากเดิม ที่ความเร็วรอบต่างๆ

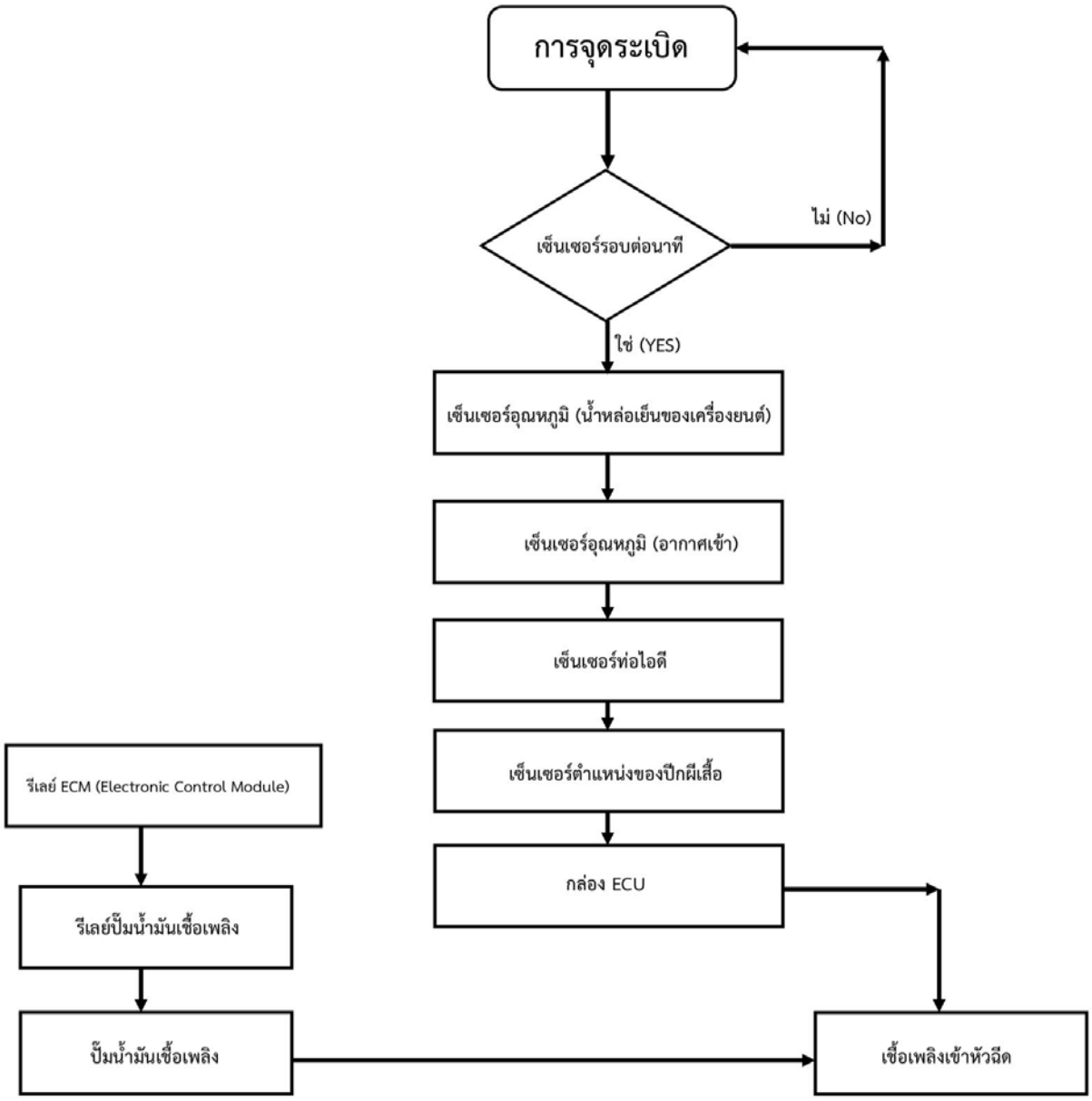
ดังนั้นคณะผู้จัดทำสนใจศึกษาหลักการทำงาน และอุปกรณ์ที่ต้องใช้ในกระบวนการทำรีแมพ อีกทั้งกระบวนการปรับปรุงข้อมูลในโปรแกรมของกล่อง ECU นอกจากนี้ทำการหาประสิทธิภาพการทำงานของรถยนต์ก่อนและหลังการทำรีแมพ โดยการวัดอัตราการใช้เชื้อเพลิงและอัตราเร่งของเครื่องยนต์และรถบรรทุกที่ใช้น้ำมันดีเซลเป็นน้ำมันเชื้อเพลิง เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องยนต์ก่อน และหลังการทำรีแมพ ส่งผลต่อการใช้ใช้เชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ที่ลดลง และสามารถเพิ่มอัตราเร่งให้กับเครื่องยนต์อีกด้วย

## 2. วิธีการทดลอง

จากผลกระทบของรถยนต์ดีเซลที่มีอายุการใช้งานที่ยาวนานนั้น วิธีหนึ่งที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องยนต์ คือ การรีแมพกล่อง ECU โดยรถยนต์ดีเซลที่นำมาทดสอบการรีแมพ ทางคณะผู้จัดทำนำรถยนต์เครื่องยนต์ดีเซล ยี่ห้อนิสสัน นาวารา มีน้ำหนักโดยรวมเท่ากับ

2230 กิโลกรัม เครื่องยนต์ดีเซลขนาด 2.3 ลิตร เทอร์โบคู่ 190 แรงม้า (ดังแสดงในรูปที่ 1) โดยทำการใช้ซอฟต์แวร์ WinOLS 2.24 รูปที่ 2 แสดงขั้นตอนของระบบการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง หลังจากการรีแมพ

**รูปที่ 1** รถยนต์เครื่องยนต์ดีเซลที่นำมาทดสอบการรีแมพ




**รูปที่ 2** ขั้นตอนของระบบการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง หลังจากการรีแมพ

สำหรับการทดสอบทางคณะผู้จัดทำศึกษาอัตราการเร่งและอัตราการใช้เชื้อเพลิงของรถยนต์ดีเซลก่อนและหลังทำการรีแมพ สำหรับเงื่อนไขการทดสอบอัตราการใช้เชื้อเพลิงของรถยนต์ เก็บข้อมูลน้ำหนักของรถยนต์ ปริมาณการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง ทำการทดสอบที่ระยะทาง 50 กิโลเมตร จากข้อมูลที่ได้จะได้อัตราการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงในหน่วย (กิโลกรัมต่อลิตร) สำหรับการทดสอบอัตราการเร่งของเครื่องยนต์นั้น ทำการเก็บเวลาที่ใช้ในการการเคลื่อนที่ของรถยนต์ที่ระยะทาง 50 กิโลเมตรเช่นกัน โดยการทดสอบอัตราการใช้เชื้อเพลิงของรถยนต์ และอัตราการเร่งของเครื่องยนต์ ทดสอบทดสอบก่อนการรีแมพ และหลังจากการรีแมพ (ทำการทำทดสอบจำนวน 2 ครั้ง ในแต่ละครั้งทำการทดสอบ 3 รอบ)

## 3. ผลและวิจารณ์การทดลอง

*3.1 การทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของรถยนต์ก่อนและหลังการทำรีแมพ โดยการวัดอัตราการใช้เชื้อเพลิงและอัตราเร่งของเครื่องยนต์*

*3.1.1 การทดสอบอัตราการใช้เชื้อเพลิง*

จากตารางที่ 1 พบว่าอัตราการใช้เชื้อเพลิงก่อนรีแมพ รอบที่ 1 มีอัตราการใช้เชื้อเพลิงอยู่ที่ 10.08 กิโลเมตร/ลิตร รอบที่ 2 มีอัตราการใช้เชื้อเพลิงอยู่ที่ 13.13 กิโลเมตร/ลิตร รอบที่ 3 มีอัตราการใช้เชื้อเพลิงอยู่ที่ 12.44 กิโลเมตร/ลิตร และสรุปได้ว่าอัตราการใช้เชื้อเพลิงเฉลี่ยก่อนรีแมพอยู่ที่ 11.88 กิโลเมตร/ลิตร

จากตารางที่ 2 พบว่าการทดสอบอัตราการใช้เชื้อเพลิงหลังรีแมพครั้งที่ 1 รอบที่ 1 มีอัตราการใช้เชื้อเพลิงอยู่ที่ 11.87 กิโลเมตร/ลิตร รอบที่ 2 มีอัตราการใช้เชื้อเพลิงอยู่ที่ 13.08 กิโลเมตร/ลิตร รอบที่ 3 มีอัตราการใช้เชื้อเพลิงอยู่ที่ 13.20 กิโลเมตร/ลิตร สรุปได้ว่าอัตราการใช้เชื้อเพลิงเฉลี่ยหลังรีแมพครั้งที่ 1 เท่ากับ 12.72 กิโลเมตร/ลิตร เมื่อนำค่าอัตราการใช้เชื้อเพลิงหลังรีแมพครั้งที่ 1 เปรียบเทียบอัตราการใช้เชื้อเพลิงก่อนรีแมพมีค่าลดลง 7.07 เปอร์เซ็นต์

จากตารางที่ 3 พบว่าการทดสอบอัตราการใช้เชื้อเพลิงหลังรีแมพครั้งที่ 2 รอบที่ 1 มีอัตราการใช้เชื้อเพลิงอยู่ที่ 13.38 กิโลเมตร/ลิตร รอบที่ 2 มีอัตราการใช้เชื้อเพลิงอยู่ที่ 17.84 กิโลเมตร/ลิตร รอบที่ 3 มีอัตราการใช้เชื้อเพลิงอยู่ที่ 19.12 กิโลเมตร/ลิตร และสรุปได้ว่าว่าอัตราการใช้เชื้อเพลิงเฉลี่ยหลังรีแมพครั้งที่ 2 เท่ากับ 16.78 กิโลเมตร/ลิตร เมื่อนำค่าอัตราการใช้เชื้อเพลิงหลังรีแมพครั้งที่ 2 เปรียบเทียบอัตราการใช้เชื้อเพลิงก่อนรีแมพมีค่าลดลง 45.2 เปอร์เซ็นต์

**ตารางที่ 1** อัตราการใช้เชื้อเพลิงก่อนทำการรีแมพ

| รอบที่ | ปริมาณที่เติม (ลิตร) | น้ำหนักรถ (กิโลกรัม) | ระยะทาง (กิโลเมตร) | อัตราการใช้เชื้อเพลิง (กิโลเมตร/ลิตร) |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 5.049 | 2230 | 50.89 | 10.08 |
| 2 | 3.883 | 2230 | 51.00 | 13.13 |
| 3 | 4.076 | 2230 | 50.72 | 12.44 |
| **ค่าเฉลี่ย** | **4.336** | **2230** | **50.88** | **11.88** |

**ตารางที่ 2** อัตราการใช้เชื้อเพลิงหลังทำการรีแมพ ครั้งที่ 1

| รอบที่ | ปริมาณที่เติม (ลิตร) | น้ำหนักรถ (กิโลกรัม) | ระยะทาง (กิโลเมตร) | อัตราการใช้เชื้อเพลิง (กิโลเมตร/ลิตร) |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 4.272 | 2230 | 50.72 | 11.87 |
| 2 | 3.883 | 2230 | 50.82 | 13.08 |
| 3 | 3.846 | 2230 | 50.84 | 13.20 |
| **ค่าเฉลี่ย** | **4.000** | **2230** | **50.79** | **12.72** |

**ตารางที่ 3** อัตราการใช้เชื้อเพลิงหลังทำการรีแมพ ครั้งที่ 2

| รอบที่ | ปริมาณที่เติม (ลิตร) | น้ำหนักรถ (กิโลกรัม) | ระยะทาง (กิโลเมตร) | อัตราการใช้เชื้อเพลิง (กิโลเมตร/ลิตร) |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 3.810 | 2230 | 50.82 | 13.38 |
| 2 | 2.858 | 2230 | 50.84 | 17.84 |
| 3 | 2.667 | 2230 | 50.82 | 19.12 |
| **ค่าเฉลี่ย** | **3.111** | **2230** | **50.83** | **16.78** |

*3.1.2 การทดสอบอัตราเร่งของเครื่องยนต์*

จากผลการทดสอบอัตราเร่งของเครื่องยนต์ในตารางที่ 4 พบว่าอัตราเร่งก่อนรีแมพ รอบที่ 1 2 และ 3 เท่ากับ 1.25 2.73 และ 1.91 m/s² ตามลำดับ สรุปได้ว่าอัตราเร่งของเครื่องยนต์เฉลี่ยก่อนรีแมพ อยู่ที่ 1.96 m/s² จากตารางที่ 5 พบว่าอัตราเร่งของเครื่องยนต์หลังรีแมพครั้งที่ 1 รอบที่ 1 2 และ 3 เท่ากับ1.31 1.26 m/s² และ 1.23 m/s² ตามลำดับ และสรุปได้ว่าว่าอัตราเร่งเฉลี่ยของเครื่องยนต์หลังรีแมพครั้งที่ 1 อยู่ที่ 1.27 m/s² เมื่อนำค่าอัตราการอัตราเร่งเฉลี่ยของเครื่องยนต์หลังรีแมพครั้งที่ 1 เปรียบเทียบอัตราการอัตราเร่งของเครื่องยนต์ก่อนรีแมพมีค่าเพิ่มขึ้น 3.25 เปอร์เซ็นต์ และตารางที่ 6 พบว่าอัตราเร่งของเครื่องยนต์หลังรีแมพครั้งที่ 2 รอบที่ 1 2 และ 3 เท่ากับ 1.96 1.61 และ 1.74 m/s² ตามลำดับ และสรุปได้ว่าว่าอัตราเร่งเฉลี่ยของเครื่องยนต์หลังรีแมพ ครั้งที่ 2 อยู่ที่ 1.76 m/s² เมื่อนำค่าอัตราการอัตราเร่งเฉลี่ยของเครื่องยนต์หลังรีแมพครั้งที่ 2 เปรียบเทียบอัตราการอัตราเร่งของเครื่องยนต์ก่อนรีแมพมีค่าเพิ่มขึ้น 43.08 เปอร์เซ็นต์

**ตารางที่ 4** อัตราเร่งของเครื่องยนต์ก่อนทำการรีแมพ

| รอบที่ | อัตราเร็ว (m/s) | เวลาที่ใช้ (s) | อัตราเร่ง (m/s²) |
|---|---|---|---|
| 1 | 22.22 | 25 | 0.88 |
| 2 | 23.58 | 14 | 1.68 |
| 3 | 25.70 | 19 | 1.35 |
| **เฉลี่ย** | **23.83** | **19.33** | **1.23** |

**ตารางที่ 5** อัตราเร่งของเครื่องยนต์หลังทำการรีแมพ ครั้งที่ 1

| **รอบที่** | **อัตราเร็ว (m/s)** | **เวลาที่ใช้ (s)** | **อัตราเร่ง (m/s²)** |
|---|---|---|---|
| 1 | 36.67 | 28 | 1.31 |
| 2 | 36.67 | 29 | 1.26 |
| 3 | 36.94 | 30 | 1.23 |
| **เฉลี่ย** | **36.76** | **29** | **1.27** |

**ตารางที่ 6** อัตราเร่งของเครื่องยนต์หลังทำการรีแมพ ครั้งที่ 2

| **รอบที่** | **อัตราเร็ว (m/s)** | **เวลาที่ใช้ (s)** | **อัตราเร่ง (m/s²)** |
|---|---|---|---|
| 1 | 31.39 | 16 | 1.96 |
| 2 | 33.89 | 21 | 1.61 |
| 3 | 33.06 | 19 | 1.74 |
| **เฉลี่ย** | **32.78** | **18.67** | **1.76** |

*3.2 การเปรียบเทียบอัตราการใช้เชื้อเพลิง และอัตราเร่งเฉลี่ยของรถยนต์ก่อนและหลังการทำรีแมพ*

*3.2.1 การเปรียบเทียบอัตราการใช้เชื้อเพลิง*

จากตารางที่ 7 พบว่าอัตราการใช้เชื้อเพลิงเฉลี่ยก่อนรีแมพอยู่ที่ 13.04 กิโลเมตร/ลิตร อัตราการใช้เชื้อเพลิงเฉลี่ยหลังรีแมพครั้งที่ 1 อยู่ที่ 12.81 กิโลเมตร/ลิตร และอัตราการใช้เชื้อเพลิงเฉลี่ยหลังรีแมพครั้งที่ 2 อยู่ที่ 17.25 กิโลเมตร/ลิตร จะเห็นได้ว่าเมื่อรีแมพครั้งที่ 1 อัตราการใช้เชื้อเพลิงจะมากกว่าก่อนรีแมพ จึงได้ทำการรีแมพครั้งที่ 2 ซึ่งผลปรากฏว่า เมื่อรีแมพครั้งที่ 2 อัตราการใช้เชื้อเพลิงลดลงจากก่อนรีแมพ

**ตารางที่ 7** การเปรียบเทียบอัตราการใช้เชื้อเพลิงเฉลี่ย

| | **ก่อนรีแมพ** | **รีแมพครั้งที่ 1** | **รีแมพครั้งที่ 2** |
|---|---|---|---|
| **อัตราเร่งเฉลี่ย (m/s²)** | 1.23 | 1.27<br>(เพิ่มขึ้น 3.25%) | 1.76<br>(เพิ่มขึ้น 43.08%) |

*3.2.2 การเปรียบเทียบอัตราเร่งเฉลี่ย*

จากตารางที่ 8 พบว่าอัตราการเร่งเฉลี่ยก่อนรีแมพอยู่ที่ 1.23 m/s² อัตราเร่งเฉลี่ยหลังรีแมพครั้งที่ 1 อยู่ที่ 1.27 m/s² และอัตราเร่งเฉลี่ยหลังรีแมพครั้งที่ 2 อยู่ที่ 1.76 m/s² จะเห็นได้ว่าอัตราเร่งเฉลี่ยหลังรีแมพครั้งที่ 2 มีค่ามากกว่าอัตราเร่งเฉลี่ยหลังรีแมพครั้งที่ 1 และก่อนรีแมพ

**ตารางที่ 8** การเปรียบเทียบอัตราเร่งเฉลี่ย

| | ก่อนรีแมพ | รีแมพครั้งที่ 1 | รีแมพครั้งที่ 2 |
|---|---|---|---|
| **อัตราใช้เชื้อเพลิงการเฉลี่ย (กิโลเมตร/ลิตร)** | 11.88 | 12.72 (ลดลง 7.07%) | 17.25 (ลดลง 45.2%) |

จากข้อมูลการทดสอบสามารถวิเคราะห์ได้ว่า เมื่อทำการรีแมพแล้วรถยนต์นั้นมีอัตราการใช้เชื้อเพลิงที่ลดลง และมีอัตราเร่งที่ดีขึ้นกว่าก่อนรีแมพ โดยที่อัตราการใช้เชื้อเพลิงของรถยนต์ และอัตราเร่งของรถยนต์ก่อนการรีแมพเท่ากับ 11.88 กิโลเมตรต่อลิตร และ 1.23 m/s² ตามลำดับ หลังจากการรีแมพครั้งที่ 1 และ 2 พบว่าอัตราการใช้เชื้อเพลิงของรถยนต์ และอัตราเร่งของเครื่องยนต์ เท่ากับ 12.72 กิโลเมตรต่อลิตร 17.25 กิโลเมตรต่อลิตร 1.27 m/s² และ 1.76 m/s² ตามลำดับ จากผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่ารถยนต์ใช้เชื้อเพลิงดีเซลที่ใช้ในการทดสอบ ลดลง 7.07 และ 45.20 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และอัตราเร่งของรถยนต์มีค่าเพิ่มขึ้น 3.25 และ 43.08 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ดังนั้นทางคณะผู้จัดทำจึงสามารถบอกได้ว่า การรีแมพรถยนต์ที่มีอายุการใช้งานมากแล้วนั้น มีผลทำให้อัตราการใช้เชื้อเพลิงลดลง อีกทั้งยังมีอัตราเร่งที่เพิ่มขึ้นดังนั้นหากรถมีอายุการใช้งานที่มากแล้วจึงควรทำการรีแมพเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของรถยนต์ให้ดีขึ้น

## 4. สรุป

จากการศึกษาอัตราการเร่งและอัตราการใช้เชื้อเพลิงของรถยนต์ดีเซลก่อนและหลังทำการรีแมพ โดยทำการนำรถยนต์เครื่องยนต์ดีเซลมาทดสอบอัตราการใช้เชื้อเพลิงและอัตราเร่งของเครื่องยนต์ก่อนรีแมพ มีค่าเท่ากับ 11.88 กิโลเมตรต่อลิตร และ 1.23 m/s² ตามลำดับ และจากผลการทดสอบพบว่าอัตราการใช้เชื้อเพลิงของรถยนต์ และอัตราเร่งของรถยนต์ก่อนการรีแมพเท่ากับ 11.88 กิโลเมตรต่อลิตร และ 1.23 m/s² ตามลำดับ หลังจากการรีแมพครั้งที่ 1 และ 2 พบว่าอัตราการใช้เชื้อเพลิงของรถยนต์ และอัตราเร่งของเครื่องยนต์ เท่ากับ 12.72 กิโลเมตรต่อลิตร 17.25 กิโลเมตรต่อลิตร 1.27 m/s² และ 1.76 m/s² ตามลำดับ จากผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่ารถยนต์ใช้เชื้อเพลิงดีเซลที่ใช้ในการทดสอบ ลดลง 7.07 และ 45.20 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และอัตราเร่งของรถยนต์มีค่าเพิ่มขึ้น 3.25 และ 43.08 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แสดงได้ว่าการรีแมพ แบบกล่องพ่วงร่วมกับการทำงานของกล่อง ECU ส่งผลต่อการใช้ใช้เชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ที่ลดลง และสามารถเพิ่มอัตราเร่งให้กับเครื่องยนต์อีกด้วย

## เอกสารอ้างอิง


[1] Phasinam K Arjharn, W. A study on performance and pollution of medium speed diesel engine using biodiesel fuel. Science and Technology Nakhon Sawan Rajabhat University Journal. 2016; 8(8):115–128.

[2] Srichai P. Influence of injection energizing duration and injection pressure for palm biodiesel in common–rail fuel injection system. Princess of Naradhiwas University Journal. 2018; 10(3):161–176.

[3] Damyot S. Fuel pressure control in common–rail injection system using sliding–mode control in diesel–dual–fuel engine. Master Thesis, Department of Mechanical Engineering, Kasetsart University. 2014.

[4] Engine Control Unit. 2561. Source: http://www.xo–autosport.com/site/ecu–explaining/