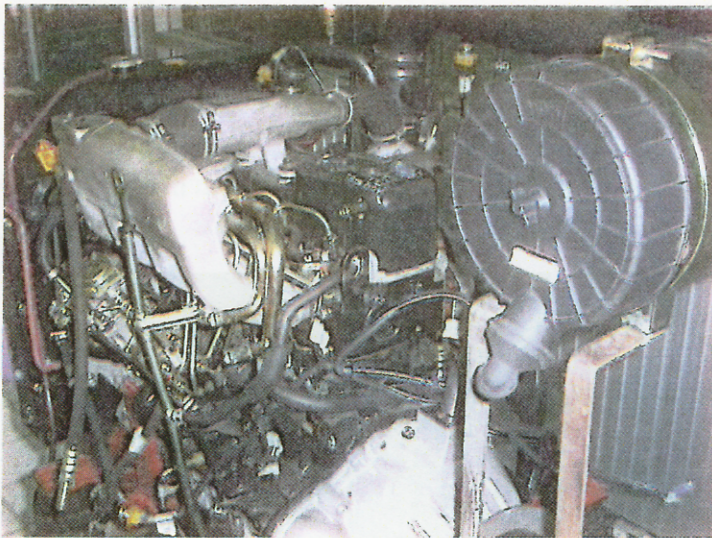


อุปกรณ์และวิธีการทดสอบ

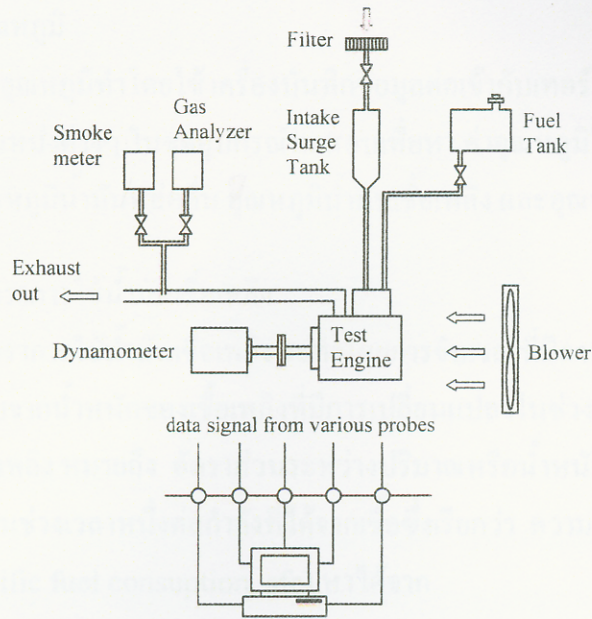
อุปกรณ์และวิธีการทดสอบสำหรับเครื่องยนต์ดีเซลสำหรับรถกระบะแบบฉีดโดยตรง เครื่องยนต์

เครื่องยนต์ที่ใช้ในการทดสอบเป็นเครื่องยนต์แบบฉีดโดยตรงยี่ห้อ Isuzu

เครื่องยนต์	อิซูซุ (ISUZU)
รุ่น	4-JB1-T
ชนิด	แบบแถวเรียงสี่จังหวะการทำงาน
ระบบห้องเผาไหม้	ระบบฉีดตรง (Direct Injection)
จำนวนกระบอกสูบ	4
ขนาดกระบอกสูบ	102 mm.
ช่วงชัก	93 mm.
ปริมาตรกระบอกสูบ	2771 cc
แรงม้าสูงสุด	110 แรงม้าที่ 3,600 รอบต่อนาที
แรงบิดสูงสุด	226 นิวตัน-เมตร ที่ 2,300 รอบต่อนาที
อัตราส่วนการอัด	18 : 1
ระบบหล่อลื่น	ฉีดส่งด้วยปั๊ม โดยมีลิ้นเพิ่มความดัน
ระบบระบายความร้อน	ด้วยน้ำ



รูปที่ 2 เครื่องยนต์ อิซูซุ

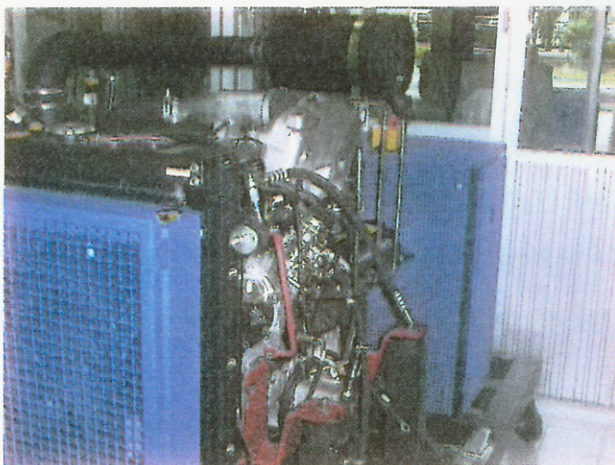


รูปที่ 3 แผนภูมิการติดตั้งอุปกรณ์ทดสอบ

อุปกรณ์สำหรับการทดสอบสมรรถนะและความทนทานเครื่องยนต์ดีเซลสำหรับรถกระบะแบบฉีดโดยตรง

□ ไคนาโมมิเตอร์

ชุดไคนาโมมิเตอร์ที่ใช้เป็นแบบ eddy – current dynamometer ยี่ห้อ T.T.E. ซึ่งสามารถป้อนภาระโหลด (Load) และ กำหนดความเร็วรอบ (Speed) ที่เครื่องยนต์ต้องทำงานได้ โดยมี Dresden type KAS strain-gauge load cell และ เครื่องมือวัดความเร็วรอบแบบดิจิทัล เป็นเครื่องมือวัดและควบคุม รวมทั้งสามารถกำหนดตำแหน่งของปีกผีเสื้อได้ด้วยระบบควบคุมจากเครื่องคอมพิวเตอร์



รูปที่ 4 ไคนาโมมิเตอร์และชุดแทนทดสอบเครื่องยนต์

□ ระบบเครื่องมือวัดและการบันทึกข้อมูล

○ การวัดอุณหภูมิ

การวัดค่าอุณหภูมิทำโดยใช้ เครื่องบันทึกข้อมูลต่อเข้ากับเทอร์โมคัปเปิล ชนิด เค ซึ่งติดตั้งที่ตำแหน่งต่างๆ ในชุดอุปกรณ์ทดสอบเพื่อหา ค่าอุณหภูมิไอเสีย อุณหภูมิ อากาศเข้า อุณหภูมิน้ำมันหล่อลื่น อุณหภูมิ น้ำมันเชื้อเพลิง และอุณหภูมิห้อง

○ การวัดอัตราการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง

การวัดอัตราการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง จะทำโดยการจับเวลาที่มีการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง โดยตรวจสอบจากน้ำหนักของเชื้อเพลิงที่มีการเปลี่ยนแปลงในช่วงเวลานั้น อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง หมายถึง อัตราส่วนระหว่างปริมาณหรือน้ำหนักของเชื้อเพลิงที่เผาไหม้หมดไปในช่วงเวลาหนึ่งต่อกำลังที่ได้จากเชื้อซึ่งเรียกว่า ความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะ (specific fuel consumption, sfc) หาได้จาก

$$sfc = (W_f \times 1,000) / BP$$

โดยที่ คือ W_f น้ำหนักของเชื้อเพลิงที่หมดสิ้นไป (g/h)

BP คือ กำลังเบรค (W)

○ การวัดอัตราการไหลเข้าของอากาศ

อัตราการไหลเข้าของอากาศถูกวัดโดยเครื่องมือวัดอัตราการไหลเชิงปริมาตร โดยมีเคอร์วัดความชื้นสัมพัทธ์ และจากข้อมูลอุณหภูมิห้องขณะนั้น อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศสามารถคำนวณหาได้จากผลคูณระหว่างอัตราการไหลเชิงปริมาตรกับความหนาแน่น

○ การวัดค่าควันดำของไอเสีย

ค่าควันดำของ ไอเสียจากเครื่องยนต์จะเป็นค่าของควันดำที่อ่านมาจากเครื่องมือวัด ควันดำแบบกระดาษกรอง BOSCH smoke meter

โดยขั้นตอนการวัดควันดำจะทำในระหว่างการทดสอบการใช้งานของเครื่องยนต์ ทุกๆ 5000 กิโลเมตร โดยวิธีการทดสอบเป็นไปตามที่กำหนดในคู่มือ ในการวัดค่าควันดำขณะผู้วิจัยได้มีการใช้เครื่องมือวัดควันดำแบบการวัดค่าทึบแสงของไอเสีย ด้วยเครื่องมือ PHERMANN model DO 285 opacimeter ในการนี้เครื่องมือชุดนี้ได้ถูกนำมาเปรียบเทียบค่ากับเครื่องมือวัดควันดำแบบกระดาษของ BOSCH

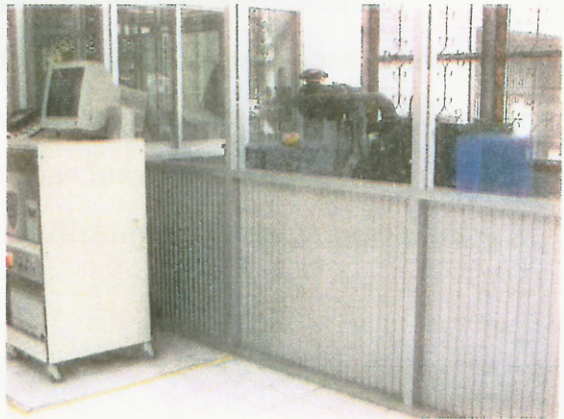
ฝ่ายหอสมุด
คุณหญิงหลง อรรถกระวิสุนทร



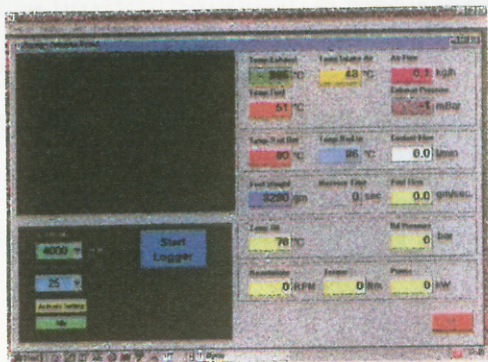
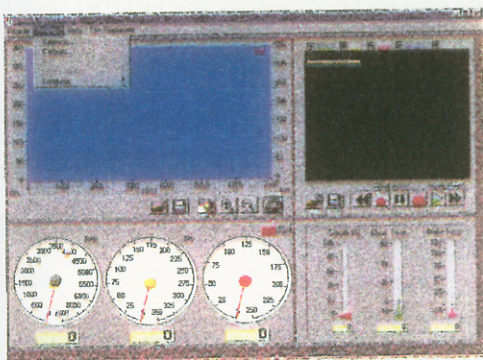
รูปที่ 5 เครื่องมือวัดค่าวันดำ

□ การเก็บและประมวลผลข้อมูล

ข้อมูลในการทดสอบ ส่วนใหญ่จะถูกเก็บบันทึกแบบอัตโนมัติลงในแผ่นบันทึกข้อมูลเพื่อใช้ประมวลผลและแสดงผลต่อไป โดยระบบคอมพิวเตอร์ ดังตัวอย่าง ข้อมูลเหล่านี้ ได้แก่ อุณหภูมิต่างๆ อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง ความเร็วรอบ ภาระของเครื่องยนต์



รูปที่ 6 ชุดระบบควบคุมการทดสอบและห้องทดสอบ



รูปที่ 7 ตัวอย่างรูปแบบโปรแกรมการควบคุมการเก็บบันทึก และประมวลผลข้อมูล

Handwritten signature or mark.

วิธีการทดสอบสมรรถนะและความทนทานเครื่องยนต์ดีเซลสำหรับรถกระบะแบบฉีดโดยตรง

เครื่องยนต์ใหม่จะถูกติดตั้งเข้ากับ ไลนา โมมิเตอร์พร้อมชุดอุปกรณ์เครื่องมือวัดครบถ้วน จากนั้นจะมีการเดินเครื่องเพื่อให้เครื่องพร้อมใช้งาน (Broken-in condition) เป็นระยะเวลา ประมาณ 10 ชั่วโมงภายในห้องทดสอบของคณะผู้วิจัย

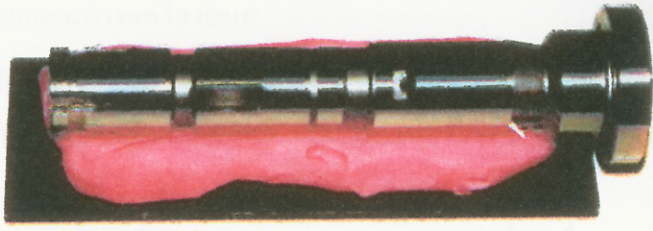
หลังจากนั้น ทำการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันหล่อลื่นเป็นชุดใหม่แล้ว ก็ทำการวัดสมรรถนะของ เครื่องยนต์ก่อนเริ่มคัน จากนั้นก็จะทำการทดสอบด้วยน้ำมันดีเซลพื้นฐานก่อน ที่สภาวะคงที่ ความเร็วรอบ 2,500 รอบต่อนาที และภาระโหลด 50% ของภาระโหลดสูงสุด

การทดสอบจะดำเนินการทดสอบเป็นระยะเวลาเทียบเท่ากับการที่ได้ขับซึ่งแบบไม่ต่อเนื่อง เป็นระยะทางรวม 20,000 กิโลเมตร จนครบ โดยทุกๆ 20,000 กิโลเมตร จะทำการเก็บข้อมูลของ แรงบิด กำลัง และ อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง ทุกๆ 5,000 กิโลเมตร จะทำการเก็บตัวอย่าง น้ำมันหล่อลื่นและข้อมูลของควันค่า โดยทำการเดินเครื่องยนต์เฉลี่ย 8 – 10 ชั่วโมงต่อวัน หลังจากเสร็จสิ้นการทดสอบในแต่ละชนิดของเชื้อเพลิง จะทำการแกะเครื่องเพื่อดูสภาพความสึกหรอของชิ้นส่วนอุปกรณ์ จากนั้น จะทำการเปลี่ยนชิ้นส่วนใหม่ และประกอบเครื่องยนต์กลับสู่สภาพเดิม แล้วทำการทดสอบน้ำมันดีเซลผสมน้ำมันปาล์มดิบ โดยกระบวนการทดสอบที่เหมือนกัน

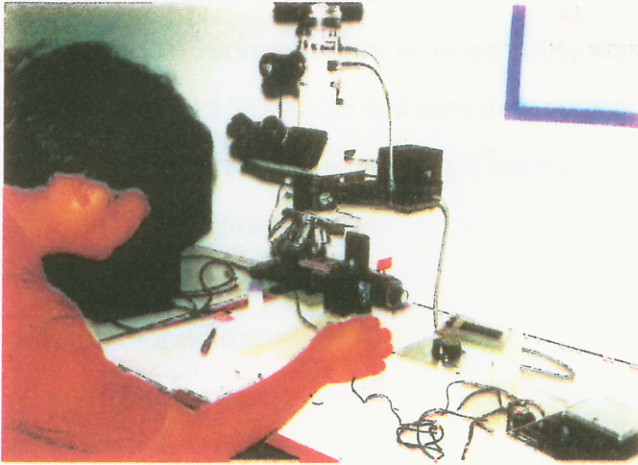
ในการเก็บตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่น กระทำโดยการดูดน้ำมันหล่อลื่นตัวอย่างออกมาจากอ่างน้ำมัน ประมาณ 0.3 ลิตร ขณะที่เครื่องยนต์เดินเครื่องตามปกติ จากนั้นจะทำการเติมน้ำมันหล่อลื่นใหม่ลงไปแทนตามปริมาณที่ดูดออกมา ส่วนในการวัดควันค่า สำหรับ Opacimeter จะทำการวัดระหว่างความเร็วเครื่องยนต์จากรอบเดินเบาไปที่รอบสูงสุด ในช่วงเวลาเฉลี่ย ประมาณ 2 วินาที

การวัดการสึกหรอจากการใช้งานยาวนานของเครื่องยนต์

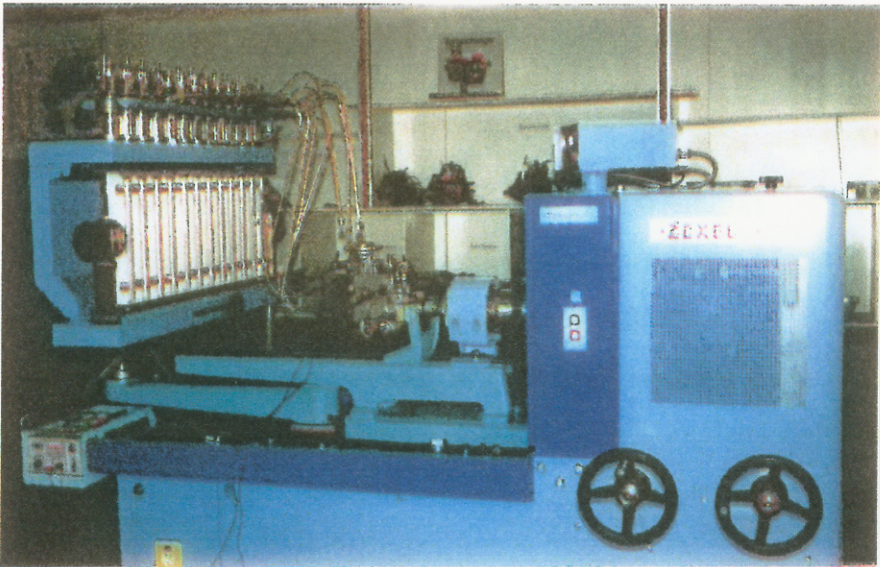
ในการตรวจวัดสภาพการสึกหรอของเครื่องยนต์ หลังจากใช้งานครบ 20,000 กิโลเมตร แล้วนั้น จะมีการตรวจสอบปริมาณเศษโลหะจากการกรองน้ำมันหล่อลื่น มีการตรวจสภาพและชั่งน้ำหนักไส้กรองน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้ด้วยเครื่องชั่งละเอียด มีการนำน้ำมันหล่อลื่น ณ อายุการใช้งานต่างๆ ไปวิเคราะห์หาคุณสมบัติที่อาจเปลี่ยนไป โดยส่งให้ทาง สถาบันวิจัยและเทคโนโลยีของ ปตท. ตรวจวัด มีการแกะเครื่องออกเพื่อตรวจสอบการสึกหรอของลูกสูบปั๊มจ่ายเชื้อเพลิงแรงดันสูง สภาพวาล์ว หัวฉีด ลูกสูบ โดยกล้องจุลทรรศน์ และการทดสอบปั๊มเชื้อเพลิงแรงดันสูงจากการใช้งาน เทียบกับค่ามาตรฐาน โดยใช้เครื่องมือทดสอบปั๊มเชื้อเพลิง ZEXEL model 15 NP fuel pump tester



รูปที่ 8 ลูกสูบปั๊มจ่ายเชื้อเพลิงแรงดันสูง



รูปที่ 9 การใช้กล้องจุลทรรศน์ตรวจการสึกหรอ



รูปที่ 10 เครื่องทดสอบการทำงานของปั๊มเชื้อเพลิงแรงดันสูง

สรุปขั้นตอนการทดสอบ

การเตรียมชุดทดสอบและสภาพเครื่องยนต์

- ถอดชุดลูกสูบและกระบอกสูบ ปั่นหัวฉีดส่งน้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์มาวิเคราะห์ดูสภาพการสึกหรอเบื้องต้นด้วยสายตา และมีการบันทึกภาพด้วยกล้องจุลทรรศน์ รวมถึงการวิเคราะห์น้ำมันหล่อลื่น
- เปลี่ยนน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์และชุดกรองน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์
- เปลี่ยนชุดกรองน้ำมันเชื้อเพลิงและชุดคักน้ำ
- ติดตั้งเครื่องยนต์ทดสอบกับชุดแท่นทดสอบแรงม้า
- ทดสอบเครื่องยนต์โดยใช้ น้ำมันเชื้อเพลิงเป็นน้ำมันดีเซล 100% ทำการทดสอบและเก็บข้อมูลโดยป้อนภาระเข้าเครื่องยนต์ 25, 50, 75 % ด้วยความเร็วรอบของเครื่องยนต์ 1,500, 2,500, 3,500 rpm เป็นระยะทาง 500 กิโลเมตร แบบไม่ต่อเนื่อง
 - วัดอุณหภูมิการทำงานของเครื่องยนต์
 - วัดแรงม้าที่ออกจากเครื่องยนต์
 - วิเคราะห์ไอเสียจากเครื่องยนต์
 - วัดอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมัน

การทดลองและการตรวจวัด เก็บข้อมูล (น้ำมันดีเซล 100 % เป็นอ้างอิง)

- ทำการเดินเครื่องยนต์บนชุดทดสอบเป็นระยะทาง 5,000 กิโลเมตร แบบไม่ต่อเนื่อง ด้วยความเร็วรอบของเครื่องยนต์ 2,500 rpm และภาระโหลด 50 % โดยเก็บข้อมูลจาก
 - วัดอุณหภูมิการทำงานของเครื่องยนต์
 - วัดค่าวันค่าของไอเสียจากเครื่องยนต์ทุก ๆ 5,000 กิโลเมตร
 - วัดกำลังแรงม้า และแรงบิดที่ได้จากเครื่องยนต์ทุก ๆ 2,000 กิโลเมตร
 - วัดอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงทุก ๆ 2,000 กิโลเมตร
- เก็บตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นและชุดกรองน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์มาวิเคราะห์หาเศษโลหะที่สึกหรอลงในน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ เติมน้ำมันหล่อลื่นใหม่ลงไปเท่ากับปริมาณที่เก็บตัวอย่างออกมา
- ทำการประกอบชุดเดิมกลับเข้าไปใหม่
- ทำการถอดชุดลูกสูบ กระบอกสูบ แหวน วาล์ว ไอดี ไอเสีย ป้อนน้ำมันเชื้อเพลิงและลูกสูบ ป้อนน้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์มาวิเคราะห์สภาพการสึกหรอโดยเปรียบเทียบสภาพเบื้องต้นที่เริ่มทดสอบด้วยสายตาและมีการบันทึกภาพด้วยกล้องจุลทรรศน์ ทดสอบการทำงานของปั้มน้ำมันเชื้อเพลิง
- เริ่มทดสอบซ้ำใหม่จนครบ 20,000 กิโลเมตร

การทดลองและการตรวจวัด เก็บข้อมูล (น้ำมันผสมดีเซลชีวภาพ 10 %)

- ทำการประกอบชุดปั้มน้ำมันเชื้อเพลิง โดยชุดลูกสูบและกระบอกสูบส่งน้ำมันเชื้อเพลิงตัวใหม่ ทดสอบและปรับแต่งการแบ่งจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิง
- ประกอบชุดปั้มน้ำมันเชื้อเพลิงเข้ากับเครื่องยนต์
- ประกอบ กรองน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์และเติมน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ชุดใหม่
- เดินเครื่องยนต์ ทดสอบและวิเคราะห์ผลและบันทึกข้อมูล สำหรับน้ำมันผสมดีเซลชีวภาพ 10% โดยทำการเดินเครื่องยนต์บนชุดทดสอบเป็นระยะทาง 5,000 กิโลเมตร ทำซ้ำ ๆ แบบไม่ต่อเนื่อง จนครบ 20,00 กิโลเมตร ด้วยความเร็วรอบของเครื่องยนต์ 2,500 rpm และภาระโหลด 50 % โดยเก็บข้อมูลจาก
 - วัดอุณหภูมิการทำงานของเครื่องยนต์
 - วัดค่าควันดำของไอเสียจากเครื่องยนต์ทุก ๆ 5,000 กิโลเมตร
 - วัดกำลังแรงม้า และแรงบิดที่ได้จากเครื่องยนต์ทุก ๆ 2,000 กิโลเมตร
 - วัดอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงทุก ๆ 2,000 กิโลเมตร
- นำผลจากการทดลองมาวิเคราะห์เปรียบเทียบ