

PRO-MEC

198

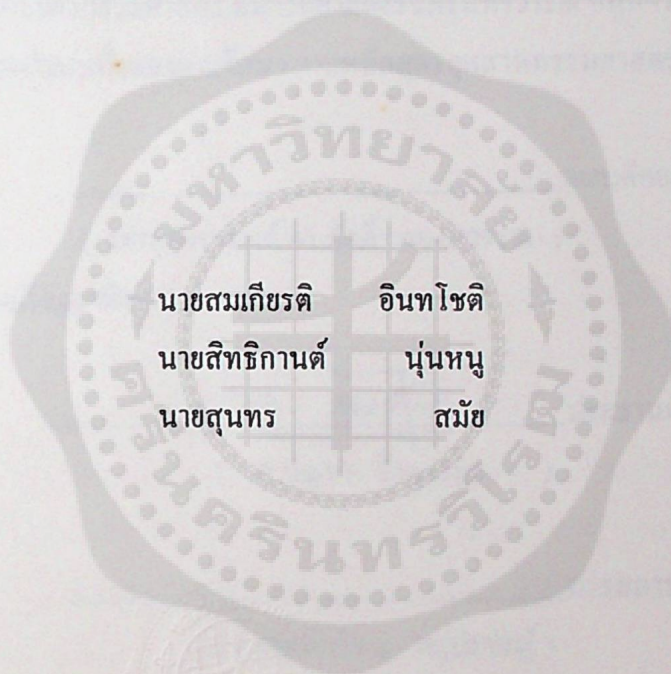
2542

ร.2

30162

ชุดสาธิตระบบไฟฟ้ารถยนต์แบบโมโน-โมโทรนิคส์
THE MONO-MOTRONICS DEMONSTRATION UNIT

-2 พ.ศ. 2543



นายสมเกียรติ อินทโชติ
นายสิทธิกันต์ นุ่นหนู
นายสุนทร สมัย

โครงการวิศวกรรมศาสตร์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

อุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมเครื่องกล ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ปีการศึกษา 2542

หัวข้อโครงการวิศวกรรมศาสตร์
โดย

ชุดสาธิตระบบไฟฟ้ารถยนต์แบบโมโน-โมโทรนิคส์

นายสมเกียรติ อินทโชติ

นายสิทธิกันต์ นุ่นหนู

นายสุนทร สมัย

ภาควิชา

วิศวกรรมเครื่องกล

อาจารย์ที่ปรึกษา

นายบัญชา คังตระกูล

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

นายสมนึก อริสวงค์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ อนุมัติให้นับโครงการ
วิศวกรรมศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต

คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร.ศักดิ์ กองสุวรรณ)

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์

ประธานกรรมการ

(อ.บัญชา คังตระกูล)

กรรมการ

(อ.กัณฑ์วิรัชญ์ พลุประชญ์)

กรรมการ

(อ.สุวนิช จิตศิริพานิช)

กรรมการ

(อ.สมชาย แฉ่มไธ)

ชุดสาธิตระบบไฟฟ้ารถยนต์แบบโมโน-โมโทรนิคส์

ปีการศึกษา 2542

โดย

นายสมเกียรติ อินทโชติ

นายสิทธิกันต์ นุ่นหนู

นายสุนทร สมัย

อาจารย์ที่ปรึกษา

นายบัญชา คังตระกูล

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

นายสมนึก อริสขวงศ์

บทคัดย่อ

โครงการวิศวกรรมศาสตร์ฉบับนี้ กล่าวถึงการทดสอบชิ้นส่วนการทำงานของชุดสาธิตระบบไฟฟ้ารถยนต์แบบโมโน-โมโทรนิคส์ โดยเปรียบเทียบผลที่ได้จากการทดลองกับข้อมูลของบริษัทผู้ผลิต ซึ่งในการทดลองได้เลือกระบบส่วนประกอบของระบบไฟฟ้ารถยนต์แบบโมโน-โมโทรนิคส์มาทำการทดลองเพื่อวัดค่าตามวิธีการทดลองของบริษัทผู้ผลิต

ผลที่ได้ออกมาจะอยู่ในรูปของกราฟสัญญาณบนหน้าจอของออสซิลโลสโคปที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างส่วนประกอบย่อยกับกลไกการทำงานของระบบซึ่งแยกออกเป็นกราฟสัญญาณของแต่ละส่วนประกอบ ซึ่งในการทดลองมี 1 ระบบรวม 14 หัวข้อการทดลอง

THE MONO-MOTRONICS DEMONSTRATION UNIT

Academic Year 1999

By

Mr.SOMKIEAT INTACHOT

Mr.SITTHIKARN NUNNOO

Mr.SUNTORN SAMAI

Project Report Advisor

Mr.BANCHA KONGTRAGOOL

Project Report Co-Advisor

Mr.SOMNULK ARISRIYAWONG

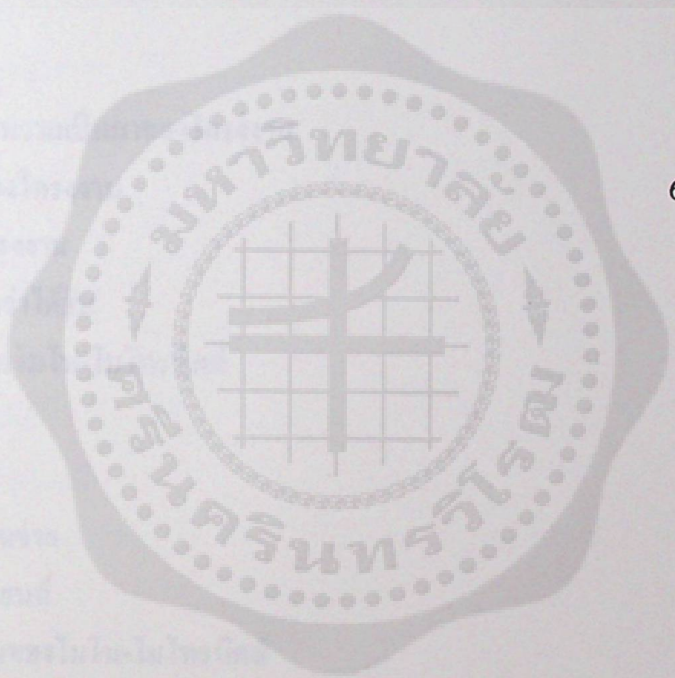
ABTRACT

This engineering project was experimental studied of electric system.The simulation of electric car system is done by mono-motronics.The results of this experiment was compare with company results.The experiment choose some item of the mono-motronics to studied follow by the company experimental method.

The result of graph of oscilloscope show the relation between parts of component mechanism of system.Fourteen items of experiment was conducted.

กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอขอบพระคุณ อาจารย์บัญชา คังตระกูล และ อาจารย์สมนึก อริสวงศ์ ที่ให้คำปรึกษาตลอดจนตรวจสอบแก้ไขจนทำให้โครงการวิศวกรรมศาสตร์ฉบับนี้เสร็จสิ้นด้วยดี ขอขอบพระคุณคณะกรรมการตรวจสอบโครงการวิศวกรรมศาสตร์ที่ให้คำแนะนำและตรวจสอบแก้ไขอีกครั้งหนึ่งเพื่อให้โครงการนี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น และทำนี้ขอขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่ และคณาจารย์ทุกท่านที่ได้อบรมสั่งสอนให้ความรู้แก่ผู้เขียนมาตั้งแต่ต้นจนกระทั่งทำให้ผู้เขียนมีโอกาสเขียนโครงการวิศวกรรมฉบับนี้ได้สำเร็จ



คณะผู้จัดทำ

6 กุมภาพันธ์ 2543

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย

ค

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ

ง

กิตติกรรมประกาศ

จ

สารบัญ

ฉ

สารบัญรูป

ญ

บทที่

1. บทนำ

1

ความสำคัญและความเป็นมาของโครงการ

1

วัตถุประสงค์ของโครงการ

1

ขอบเขตของโครงการ

2

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

2

2. อุปกรณ์ของระบบโมโน-โมโทรนิคส์

3

ชุดหัวเทียน

3

ชุดปั๊มฉีดกลาง

4

ตัวขับเคลื่อนจานจ่าย

5

ชุดจำลองเครื่องยนต์

6

กลไกการทำงานของโมโน-โมโทรนิคส์

7

ส่วนนำออกการจุดระเบิด

8

ชุดวัดความเร็วรอบและวัดเวลาการฉีด

9

ชุดจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิง

10

การประกอบและทดสอบเริ่มต้น

11

การป้องกันเพื่อความปลอดภัย

14

3. วิธีทดลองและผลการทดลอง

15

ส่วนประกอบของระบบโมโน-โมโทรนิคส์

15

ความหมายของตัวอักษรในแผนผังวงจรของโมโน-โมโทรนิคส์

18

การทดลอง

19

ชิ้นส่วนที่ทำการทดลอง

20

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ (ต่อ)	
เครื่องตรวจวัดตำแหน่งลิ้นเร่ง	20
เครื่องส่งสอลต์	22
เซนเซอร์ออกซิเจน	24
เซนเซอร์น้ำหล่อเย็น	25
เซนเซอร์อุณหภูมิอากาศ	27
สวิตช์ควบคุมความเฉื่อย	29
แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้า	30
ลิ้นจ่าย	32
ลิ้นเร่งน้ำมันของมอเตอร์	34
รีเลย์ปั้มน้ำมัน	35
ลิ้นถังอากาศไอเสีย	37
ส่วนนำออกการจุระเบิด	39
รีเลย์สำหรับท่อดูดความร้อน	40
4. ผลการทดลอง	43
เครื่องตรวจวัดตำแหน่งลิ้นเร่ง	43
เครื่องส่งสอลต์	45
เซนเซอร์ออกซิเจน	46
เซนเซอร์น้ำหล่อเย็น	48
เซนเซอร์อุณหภูมิอากาศ	49
สวิตช์ควบคุมความเฉื่อย	51
แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้า	52
ลิ้นจ่าย	54
ลิ้นเร่งน้ำมันของมอเตอร์	55
รีเลย์ปั้มน้ำมัน	57
ลิ้นถังอากาศไอเสีย	59

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ (ต่อ)	
ส่วนนำออกการจุดระเบิด	60
รีเลย์สำหรับท่อชุดความร้อน	62
5. วิเคราะห์ผลการทดลอง	64
เครื่องตรวจวัดตำแหน่งลื่นปีกผีเสื้อ	64
เครื่องส่งฮอลล์	64
เซนเซอร์ออกซิเจน	64
เซนเซอร์น้ำหล่อเย็น	65
เซนเซอร์อุณหภูมิอากาศ	65
สวิทช์ควบคุมความถี่	65
แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้า	65
ลื่นจ่าย	65
ลื่นแรงน้ำมันของมอเตอร์	66
รีเลย์ปั้มน้ำมัน	66
ลื่นถังอากาศไอเสีย	66
ส่วนนำออกการจุดระเบิด	66
รีเลย์สำหรับท่อชุดความร้อน	67
สรุปผลการทดลอง	67
เครื่องตรวจวัดตำแหน่งลื่นแรง	68
เครื่องส่งฮอลล์	67
เซนเซอร์ออกซิเจน	68
เซนเซอร์น้ำหล่อเย็น	68
เซนเซอร์อุณหภูมิอากาศ	69
สวิทช์ควบคุมความถี่	70
แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้า	70
ลื่นจ่าย	70
ลื่นแรงน้ำมันของมอเตอร์	71

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ (ต่อ)	
รีเลย์ปั๊มน้ำมัน	71
ลิ้นถึงอากาศไอเสีย	71
ส่วนนำออกการจุดจุดระเบิด	71
รีเลย์สำหรับท่อจุดความร้อน	72
ข้อเสนอแนะ	72
เอกสารอ้างอิง	74
ภาคผนวก	75
ประวัติผู้จัดทำ	80



สารบัญรูป

หน้า

รูปที่

2.1 แสดงชุดหัวเทียน	3
2.2 แสดงชุดปั๊มฉีดกลาง	4
2.3 แสดงชุดตัวขับเคลื่อน	5
2.4 แสดงชุดจำลองเครื่องยนต์	6
2.5 แสดงตำแหน่งจุดต่อต่างๆ	7
2.6 แสดงกลไกการทำงานของระบบโมโน-โมโทรนิคส์	7
2.7 แสดงชุดคอยล์จุดระเบิด	8
2.8 แสดงชุดวัดความเร็วรอบและวัดเวลาการฉีด	9
2.9 แสดงชุดการจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิง	10
2.10 แสดงการประกอบและติดตั้งชุดทดลอง	11
2.11 แสดงโปรแกรมที่หน้าจอคอมพิวเตอร์	13
3.1 แสดงส่วนประกอบของระบบโมโน-โมโทรนิคส์	16
3.2 แสดงแผนผังวงจรของระบบโมโน-โมโทรนิคส์	17
3.3 แสดงเครื่องตรวจวัดตำแหน่งลิ้นเร่ง	20
3.4 แสดงการวัดเครื่องตรวจวัดตำแหน่งลิ้นเร่ง	20
3.5 แสดงหน้าจอของออสซิลโลสโคป	21
3.6 แสดงหน้าจอของออสซิลโลสโคป	21
3.7 แสดงเครื่องส่งฮอลล์	22
3.8 แสดงวงจรการวัดเครื่องส่งฮอลล์	22
3.9 แสดงหน้าจอของออสซิลโลสโคป	23
3.10 แสดงลักษณะเซนเซอร์ออกซิเจน	24
3.11 แสดงวงจรการวัดเซนเซอร์ออกซิเจน	24
3.12 แสดงหน้าจอของออสซิลโลสโคป	25
3.13 แสดงลักษณะของเซนเซอร์น้ำหล่อเย็น	25
3.14 แสดงวงจรการวัดน้ำหล่อเย็น	26
3.15 แสดงหน้าจอของออสซิลโลสโคป	26

สารบัญรูป (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ (ต่อ)	
3.16 แสดงเซนเซอร์อุณหภูมิอากาศ	27
3.17 แสดงวงจรการวัดเซนเซอร์อุณหภูมิอากาศ	27
3.18 แสดงหน้าจอของออสซิลโลสโคป	28
3.19 แสดงลักษณะของสวิตช์ควบคุมความถี่	29
3.20 แสดงวงจรการวัดสวิตช์ควบคุมความถี่	29
3.21 แสดงหน้าจอของออสซิลโลสโคป	30
3.22 แสดงลักษณะของแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้า	30
3.23 แสดงวงจรการวัดแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้า	31
3.24 แสดงหน้าจอของออสซิลโลสโคป	31
3.25 แสดงลักษณะของลิ้นจ่าย	32
3.26 แสดงวงจรการวัดลิ้นจ่าย	32
3.27 แสดงหน้าจอของออสซิลโลสโคป	33
3.28 แสดงลักษณะของลิ้นเร่งน้ำมันของมอเตอร์	34
3.29 แสดงวงจรการวัดลิ้นเร่งน้ำมันของมอเตอร์	34
3.30 แสดงหน้าจอของออสซิลโลสโคป	35
3.31 แสดงลักษณะรีเลย์ปั้มน้ำมัน	35
3.32 แสดงวงจรการวัดรีเลย์ปั้มน้ำมัน	36
3.33 แสดงหน้าจอของออสซิลโลสโคป	36
3.34 แสดงลักษณะลิ้นถังอากาศไอสเซีย	37
3.35 แสดงวงจรการวัดลิ้นถังอากาศไอสเซีย	37
3.36 แสดงหน้าจอของออสซิลโลสโคป	38
3.37 แสดงลักษณะส่วนนำออกการจุระเบิด	39
3.38 แสดงวงจรการวัดส่วนนำออกการจุระเบิด	39
3.39 แสดงหน้าจอของออสซิลโลสโคป	40
3.40 แสดงลักษณะรีเลย์สำหรับท่ออุดความร้อน	40
3.41 แสดงวงจรการวัดรีเลย์สำหรับท่ออุดความร้อน	41

สารบัญรูป (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ (ต่อ)	
3.42 แสดงหน้าจอของออสซิลโลสโคป	41
4.1 แสดงเครื่องตรวจวัดตำแหน่งถิ่นเร่ง	43
4.2 แสดงการวัดเครื่องตรวจวัดตำแหน่งถิ่นเร่ง	43
4.3 แสดงผลการวัดสัญญาณที่หน้าจอของออสซิลโลสโคป	44
4.4 แสดงผลการวัดสัญญาณที่หน้าจอของออสซิลโลสโคป	44
4.5 แสดงเครื่องส่งฮอลล์	45
4.6 แสดงวงจรการวัดเครื่องส่งฮอลล์	45
4.7 แสดงผลการวัดสัญญาณที่หน้าจอของออสซิลโลสโคป	46
4.8 แสดงลักษณะเซนเซอร์ออกซิเจน	46
4.9 แสดงวงจรการวัดเซนเซอร์ออกซิเจน	47
4.10 แสดงผลการวัดสัญญาณที่หน้าจอของออสซิลโลสโคป	47
4.11 แสดงลักษณะของเซนเซอร์น้ำหล่อเย็น	48
4.12 แสดงวงจรการวัดน้ำหล่อเย็น	48
4.13 แสดงผลการวัดสัญญาณที่หน้าจอของออสซิลโลสโคป	49
4.14 แสดงเซนเซอร์อุณหภูมิอากาศ	49
4.15 แสดงวงจรการวัดเซนเซอร์อุณหภูมิอากาศ	50
4.16 แสดงผลการวัดสัญญาณที่หน้าจอของออสซิลโลสโคป	50
4.17 แสดงลักษณะของสวิตช์ควบคุมความถี่	51
4.18 แสดงวงจรการวัดสวิตช์ควบคุมความถี่	51
4.19 แสดงผลการวัดสัญญาณที่หน้าจอของออสซิลโลสโคป	52
4.20 แสดงลักษณะของแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้า	52
4.21 แสดงวงจรการวัดแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้า	53
4.22 แสดงผลการวัดสัญญาณที่หน้าจอของออสซิลโลสโคป	53
4.23 แสดงลักษณะของลิ้นจ่าย	54
4.24 แสดงวงจรการวัดลิ้นจ่าย	54
4.25 แสดงผลการวัดสัญญาณที่หน้าจอของออสซิลโลสโคป	55

สารบัญรูป (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ (ต่อ)	
4.26 แสดงลักษณะของดินเร่งน้ำมันของมอเตอร์	55
4.27 แสดงวงจรการวัดดินเร่งน้ำมันของมอเตอร์	56
4.28 แสดงผลการวัดสัญญาณที่หน้าจอของออสซิลโลสโคป	56
4.29 แสดงลักษณะรีเลย์ปั้มน้ำมัน	57
4.30 แสดงวงจรการวัดรีเลย์ปั้มน้ำมัน	57
4.31 แสดงผลการวัดสัญญาณที่หน้าจอของออสซิลโลสโคป	58
4.32 แสดงลักษณะดินถึงอากาศไอเสีย	59
4.33 แสดงวงจรการวัดดินถึงอากาศไอเสีย	59
4.34 แสดงผลการวัดสัญญาณที่หน้าจอของออสซิลโลสโคป	60
4.35 แสดงลักษณะส่วนนำออกการจุดระเบิด	60
4.36 แสดงวงจรการวัดส่วนนำออกการจุดระเบิด	61
4.37 แสดงผลการวัดสัญญาณที่หน้าจอของออสซิลโลสโคป	61
4.38 แสดงลักษณะรีเลย์สำหรับท่อจุดความร้อน	62
4.39 แสดงวงจรการวัดรีเลย์สำหรับท่อจุดความร้อน	62
4.40 แสดงผลการวัดสัญญาณที่หน้าจอของออสซิลโลสโคป	63
 รูปภาคผนวกที่	
1.1 แสดงชุดหัวเทียน	76
1.2 แสดงชุดปั้มน้ำมันกลาง	76
1.3 แสดงชุดตัวขับเคลื่อนจานจ่าย	77
1.4 แสดงชุดจำลองเครื่องยนต์	77
1.5 แสดงกลไกการทำงานของโมโน-โมโทรนิคส์	78
1.6 แสดงชุดส่วนนำออกการจุดระเบิด	78
1.7 แสดงชุดวัดความเร็วรอบและเวลาการฉีด	79
1.8 แสดงชุดจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิง	79

บทที่ 1

บทนำ

ความสำคัญและที่มาของโครงการ

ในปัจจุบันรถยนต์ได้มีการปรับปรุงให้มีสมรรถนะในการทำงานที่สูงขึ้น โดยเฉพาะเครื่องยนต์ในปัจจุบันนี้เครื่องยนต์หลายรุ่นของรถยนต์หลายยี่ห้อได้เปลี่ยนมาใช้เครื่องยนต์ที่ใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ในการควบคุมระบบการทำงานของชิ้นส่วนเครื่องยนต์ หนึ่งในระบบอิเล็กทรอนิกส์เหล่านั้นคือ ระบบโมโน-โมโทรนิคส์(Mono-motronics)

ในอนาคตเครื่องยนต์ของรถยนต์ขนาดเล็กโดยเฉพาะรถยนต์นั่งซึ่งมีแนวโน้มที่จะเปลี่ยนมาใช้ระบบอิเล็กทรอนิกส์ทั้งหมดในการควบคุมเครื่องยนต์ ดังนั้นสถานศึกษาที่มีการเรียนการสอนเกี่ยวกับทางด้านเครื่องยนต์จึงจำเป็นต้องจัดหาอุปกรณ์ที่จะศึกษาถึงการทำงานของระบบการทำงานของเครื่องยนต์มาใช้ในการเรียนการสอน

ในปัจจุบันบริษัทเอลเว่(EIwe)ได้จัดทำอุปกรณ์เกี่ยวกับระบบเหล่านี้ขึ้นมาเพื่อใช้ในการทดสอบเพื่อศึกษาการทำงานของระบบเครื่องยนต์ โดยเฉพาะระบบจุดระเบิดแบบโมโน-โมโทรนิคส์ซึ่งเกี่ยวกับระบบไฟฟ้ารถยนต์ แต่เอกสารที่มีอยู่นั้นอยู่ในรูปของทฤษฎี ซึ่งผ่านการทดสอบจากบริษัทผู้ผลิตมาแล้ว ดังนั้นเพื่อทำการตรวจสอบการทำงานของระบบต่างๆที่อุปกรณ์การทดลองสามารถทำได้เพื่อดูว่าผลการทดลองนั้นเป็นไปตามเอกสารของบริษัทหรือไม่จึงต้องทำการทดสอบโดยการทดลองจริง แล้วทำการสรุปผลการทดลองและเปรียบเทียบกับเอกสารของบริษัทผู้ผลิต เพื่อแปลงเอกสารเหล่านั้นมาเป็นเอกสารประกอบการเรียนการสอนต่อไป

วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. เพื่อศึกษาชุดสถิติการทำงานของเครื่องยนต์ระบบฉีดเชื้อเพลิงแบบโมโน-โมโทรนิคส์
2. เพื่อจัดเตรียมความพร้อมในการใช้อุปกรณ์ประกอบการเรียนปฏิบัติการวิศวกรรมยานยนต์

3. เพื่อให้เข้าใจถึงระบบการทำงานของเครื่องชนิดระบบฉีดเชื้อเพลิงมากขึ้น

ขอบเขตของโครงการ

1. ศึกษาข้อมูลจากเอกสารคู่มือของบริษัทผู้ผลิต
2. จัดทำเอกสารการทดลองเพื่อใช้ในการปฏิบัติทดลองจากข้อมูลของเอกสารคู่มือของบริษัทผู้ผลิตเป็นเอกสารประกอบการเรียนการสอนทุกหัวข้อการทดลอง
3. จัดทำอุปกรณ์จำลองการทำงานจำนวน 3 ชุด ประกอบด้วย
 - ชุดปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิง
 - ชุดหัวเทียน
 - ชุดเกว้ัดความดัน

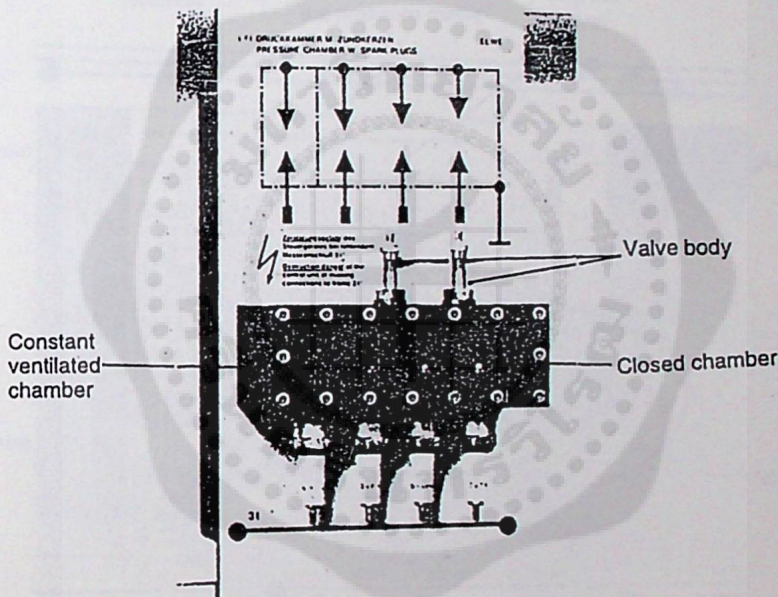
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เพื่อให้เข้าใจในระบบการทำงานของระบบฉีดเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์
2. สามารถวิเคราะห์และแก้ปัญหาเกี่ยวกับเครื่องยนต์ได้
3. สามารถนำผลที่ได้จากการทดลองมาเป็นสื่อการสอนวิชาวิศวกรรมยานยนต์ได้

บทที่ 2

อุปกรณ์ของระบบโมโน-โมโทรนิคส์

ชุดหัวเทียน (Spark plug unit)



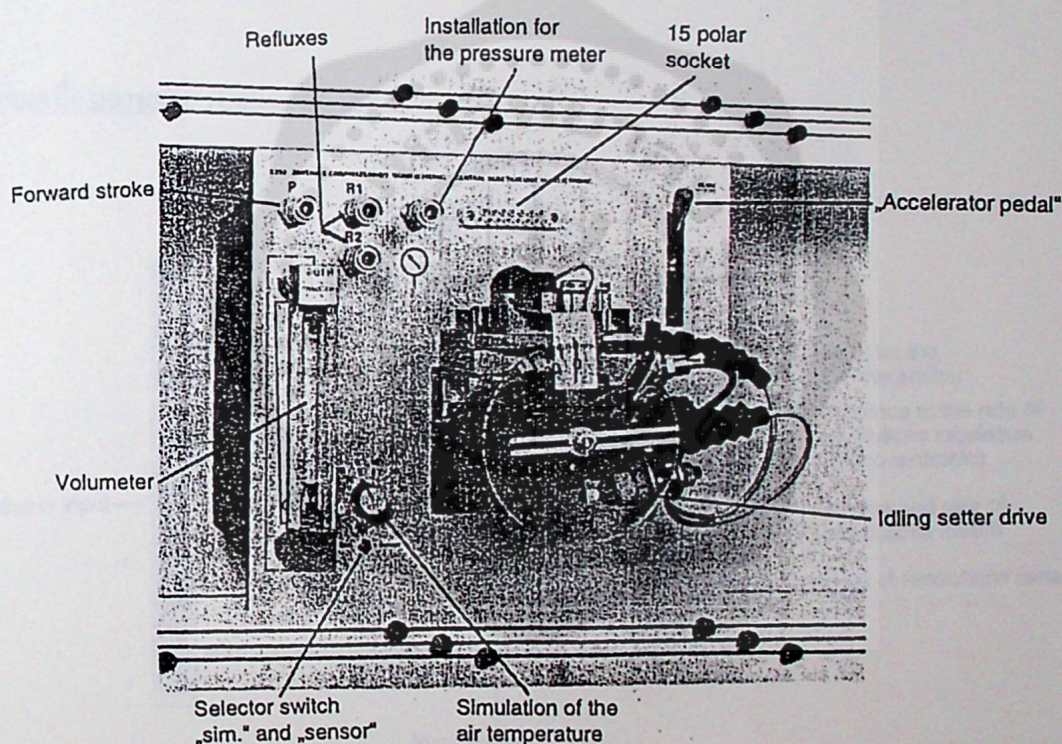
รูปที่ 2.1 แสดงชุดหัวเทียน

ชุดหัวเทียนประกอบด้วยหัวเทียน 4 หัว พร้อมฝาครอบโปร่งใส หัวเทียนที่อยู่ในห้อง(Chamber) ทางด้านซ้ายเป็นชุดพื้นฐานซึ่งเปิดออกสู่บรรยากาศปกติ หัวเทียนอีก 3 หัวอยู่ในห้องปิดทางขวามือและมีลิ้น 2 ตัว โดยไม่มีเรือนลิ้นและสามารถทำงานได้จากความดันแต่ต้องต่อแหล่งลมที่มีความดันเข้าทางตัวลิ้นที่ปราศจากฝาครอบ ความดันที่ต่อเข้ามาจะลดลงเมื่อฝาครอบหลวม

ข้อควรระวัง

ระวังอย่าให้ไฟแรงสูงลัดวงจรเพราะจะทำให้ชิ้นส่วนไฟฟ้าเสียหายได้รวมไปถึงทำให้ข้อ 31 ต่อกับขั้วลบของแหล่งจ่าย การจุดประกายของการจุดระเบิดสามารถทำให้เกิดการออกซิเดชันที่ขั้วหัวเทียนและห้องเผาไหม้ โดยอย่าให้เกิดออกไซด์ที่ลิ้นตัวที่ 2 ขณะเปิดอยู่(ยกเว้นเกิดจากความดันของแรงเคลื่อนการจุดระเบิด)

ชุดปั๊มฉีดกลาง (Central Injection Unit)



รูปที่ 2.2 แสดงชุดปั๊มฉีดกลาง

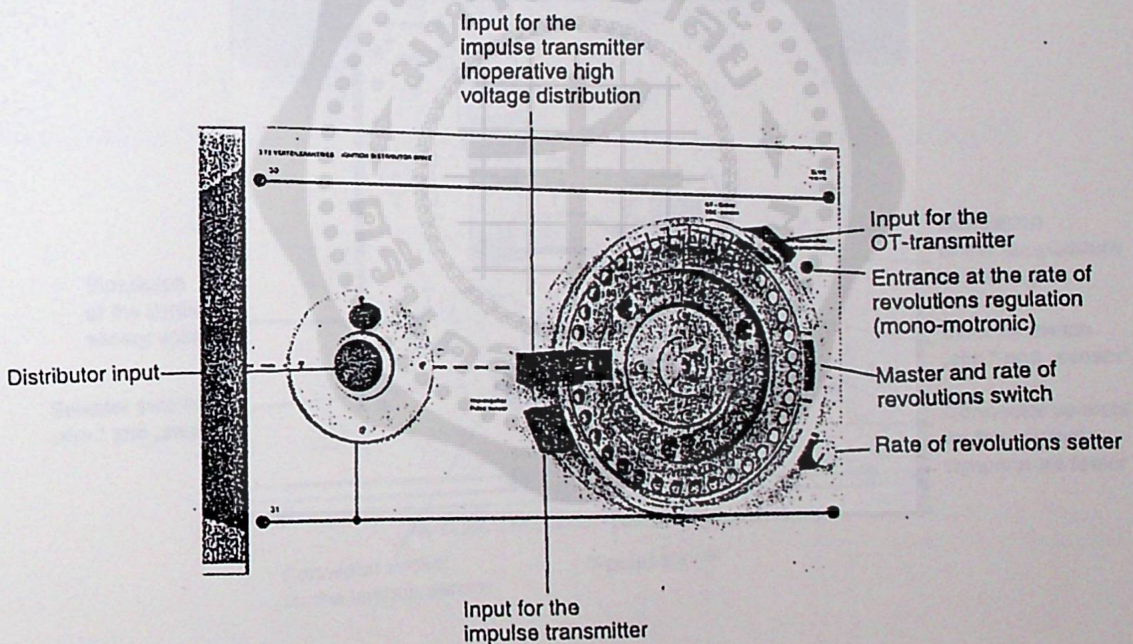
ชุดปั๊มฉีดประกอบด้วยระบบตัดการไหลด้วยความดัน ชุดทดสอบที่ใช้กับระบบโมโนเจ็ทโทรนิคส์(Monojetronics) และโมโน-โมโทรนิคส์(Mono-motronics) ช่อง P,R1 และ R2 เป็นช่องจ่ายไฮดรอลิกส์ โดยจ่ายทางช่อง P และไหลกลับทางช่อง R1และ R2 และประกอบด้วยตัววัดความดัน(Pressure meter) MDR 14 03 020(ช่วงทดสอบ 0 – 6 บาร์)

การวัดอุณหภูมิทางท่อทดสอบสามารถปรับสวิตช์มาที่ตำแหน่ง “sim” ซึ่งวัดช่วง 20°C ถึง 30°C หรือตำแหน่งเซนเซอร์ซึ่งวัดจากถื่นปั๊มฉีดด้วยเซนเซอร์

ตำแหน่งเดินเบารับได้ด้วยถื่นปีกผีเสื้อจากกลไก เป็นการปรับที่ช่องทางดูดทางด้านขวา ตำแหน่งถื่นปีกผีเสื้อสามารถปรับได้ด้วยแป้นเหยียบ (Accelerating pedal) และอ่านตำแหน่งการเปิดได้จากแผ่นสเกลสีแดง

ชุดปั๊มฉีดทำงานโดยการขับของมอเตอร์ซึ่งมีช่องเสียบ 15 ช่องสำหรับการต่อสายควบคุมการวัดโดยตรงที่ปั๊มฉีดคือที่สวิตช์เดินเบโดยใช้โพลาร์เมซเซอร์แมนทีอะแดปเตอร์ (Polar measurement adapter)

ตัวขับเคลื่อนจานจ่าย (Universal drive)



รูปที่ 2.3 แสดงชุดตัวขับเคลื่อนจานจ่าย

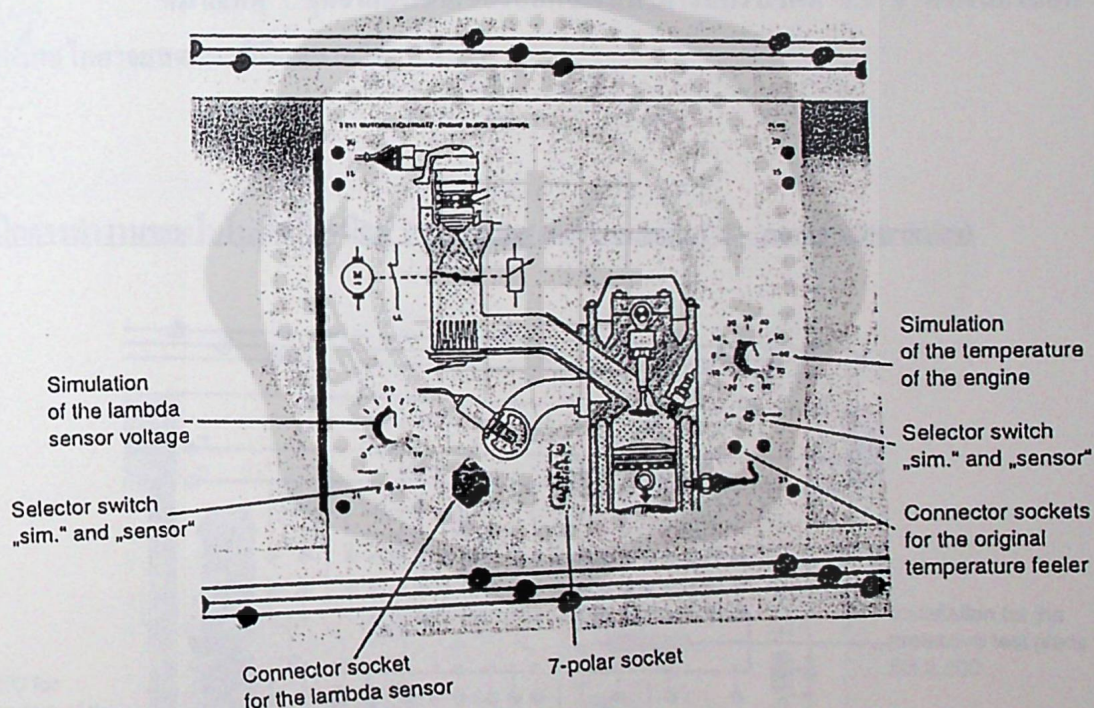
มอเตอร์ขับเคลื่อนเป็นตัวหลักรักษาระดับภาระถึง 20 A จากระบบไฟฟ้า 12 V ล้อช่วยแรงถูกควบคุมความเร็วในช่วง 0 – 700 รอบต่อนาที และขับผ่านเฟืองทด 2 : 1 ในช่วงความเร็วที่ตำแหน่งที่ 2 (0 – 1100 รอบต่อนาที) ความเร็วมอเตอร์ถูกรักษาให้คงที่โดยตัวควบคุม (Controller) ซึ่งปรับความเร็วรอบสามารถปรับเหมือนการทำงานของตัววัดตำแหน่งถื่นปีกผีเสื้อ (Throttle potentiometer) ถ้าความเร็วที่กำหนดหมุนลดลงด้วยปุ่มควบคุมความเร็วความเร็วของถื่อน

ช่วยแรงจะค่อยๆลดความเร็วลงอย่างช้าๆ การหยุดทันทีทำได้โดยการปิดสวิตช์หลักมันจะทำให้เบรคของมอเตอร์ทำงาน

งานจ่ายทุกแบบที่ใช้ชุดตัวตะขอแบบเดิมๆผิวหน้างานของล้อช่วยแรงมีเครื่องหมายที่จำเป็นทำให้สำหรับเซนเซอร์ซึ่งใช้ในการทดสอบกับระบบเชื้อเพลิงและระบบจุดระเบิด

มอเตอร์และชุดขับเคลื่อนงานจ่ายจะแยกระบบไฟฟ้าต่างหากเพื่อป้องกันปัญหาในการวัด ชุดขับต่อกับขั้วลบของแบตเตอรี่ทุกการทดลอง

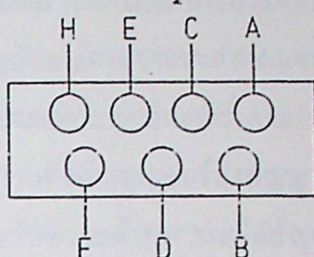
ชุดจำลองเครื่องยนต์ (Motor block substitute)



รูปที่ 2.4 แสดงชุดจำลองเครื่องยนต์

ชุดทดลองแสดงส่วนของท่อดูดและตำแหน่งของเซนเซอร์อุณหภูมิเครื่องยนต์จำลองได้โดยใช้สวิตช์ปรับ ใช้เครื่องวัดจากเซนเซอร์ออกซิเจน การติดตั้งเซนเซอร์กระทำได้ที่ช่องเสียบ(Socket) สัญญาณของเซนเซอร์ออกซิเจนอยู่ในช่วง 0...1 V อุณหภูมิเครื่องยนต์ -20°C...+80°C

ตำแหน่งจุดต่อต่างๆ

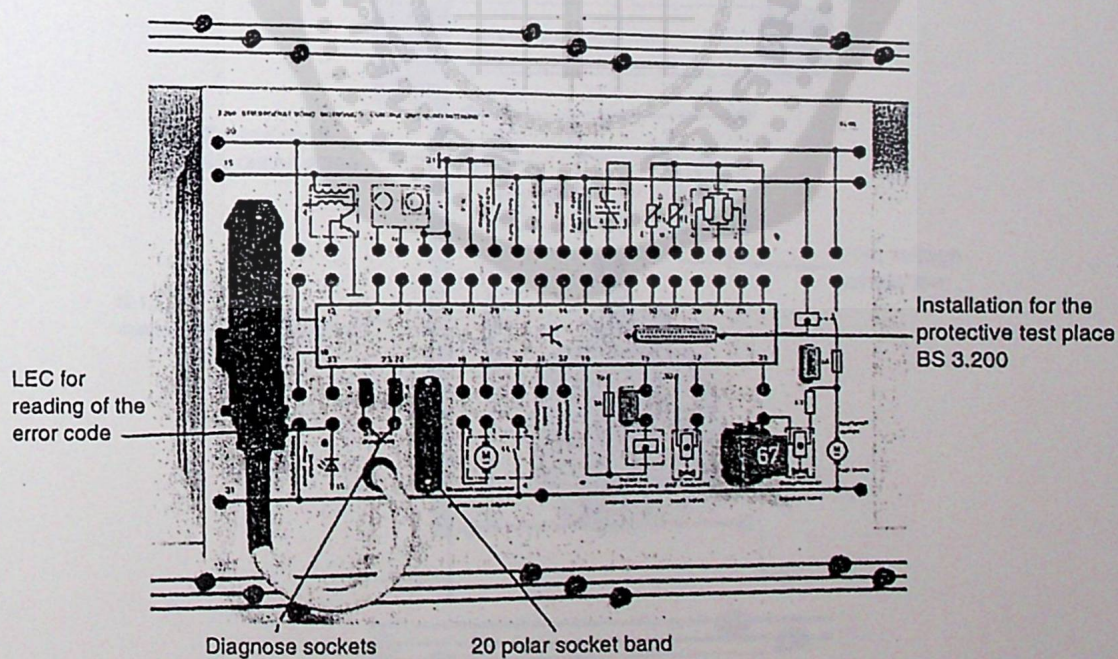


- A. สัญญาณอุณหภูมิ
- B. ไม่ใช่
- C. ไม่ใช่
- D. สายกราวด์
- E. ไม่ใช่
- F. สัญญาณออกซิเจน

รูปที่ 2.5 แสดงตำแหน่งจุดต่อต่างๆ

หมายเหตุ : ชุดจำลองเซนเซอร์ออกซิเจนสามารถปรับได้ทั้ง 0.5 V ดังนั้นถ้านอกจากนี้กลไกอาจแสดงผลที่ผิดพลาดได้

กลไกการทำงานของโมโน-โมโทรนิกส์ (Operating mechanism of the mono-motronics)



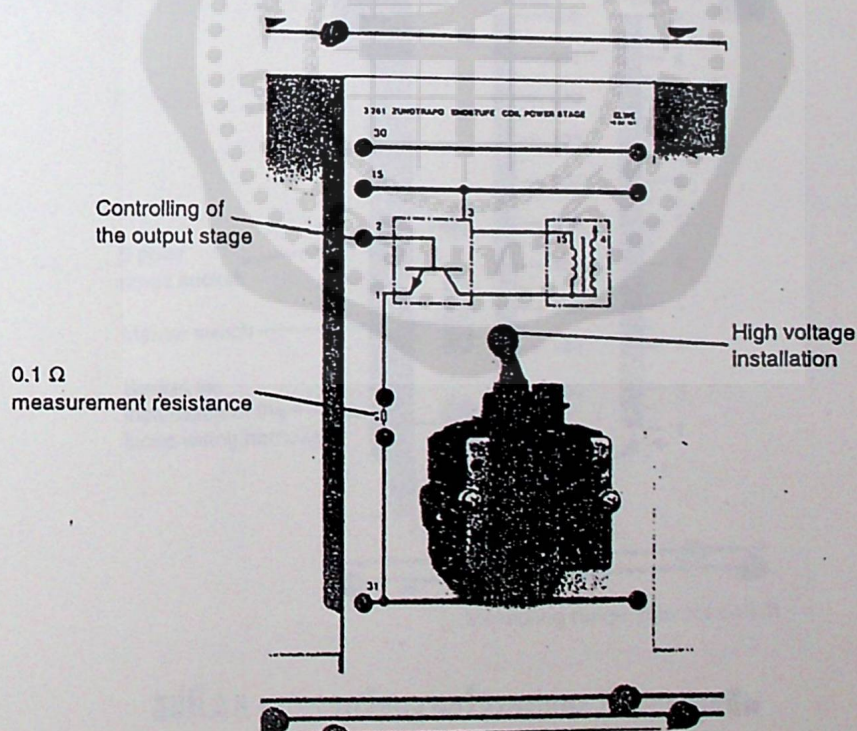
รูปที่ 2.6 แสดงกลไกการทำงานของโมโน-โมโทรนิกส์

ทางด้านซ้ายของชุดทดลองเป็นกลไกการทำงานของโมโน-โมโทรนิคส์ดันฉบับเหมือนกับที่ใช้ในรถรุ่น VW Passat และ Golf การประกอบกลไกให้ทำงานโดยการต่อขั้วโดยมีช่องเสียบซึ่งมี 35 ขั้ว ตามชื่อหรือสัญลักษณ์ตามวงจรของเซนเซอร์และแอ็กเตอร์(Aktor)ให้ตรงกัน

ต้องประกอบเซนเซอร์และแอ็กเตอร์(Aktor) ก่อนๆที่จะต่อสายเข้ากับช่องเสียบซึ่งมี 20 ขั้ว หลังจากนั้นถอดปลั๊กสะพานคือตัวเซนเซอร์ส่งสัญญาณที่กระตุ้นกลไกการทำงานโดยตรงหรือแอ็กเตอร์เป็นตัวควบคุมเหมือนกับความต้านทานหรือสัญญาณจากการต่อสายของส่วนประกอบที่สามารถวัดได้โดยใช้ปลั๊กต่อ 59 00 050 ซึ่งสามารถวัดสัญญาณที่จุดนี้ได้

ที่ช่องเสียบสำหรับการวิเคราะห์ VAG แบบเดิมต่อกับไมโครโปรเซสเซอร์ซึ่งควบคุมอุปกรณ์การวัดอยู่คือ VGA 1551 หรือเครื่องวัด ELWE 15 03 520 สำหรับใช้กับซอฟต์แวร์ ELWE MMD

ชุดส่วนนำออกการจุดระเบิด (Ignition transformer output stage)



รูปที่ 2.7 แสดงชุดส่วนนำออกการจุดระเบิด

การควบคุมสัญญาณขาออกของ P 3.261 ประกอบที่จุด 2 สำหรับกลไก P 3.260 ทำงาน การต่อกลไกการทำงานกระทำโดยใช้ปลั๊กกรุ๊ปด้วย

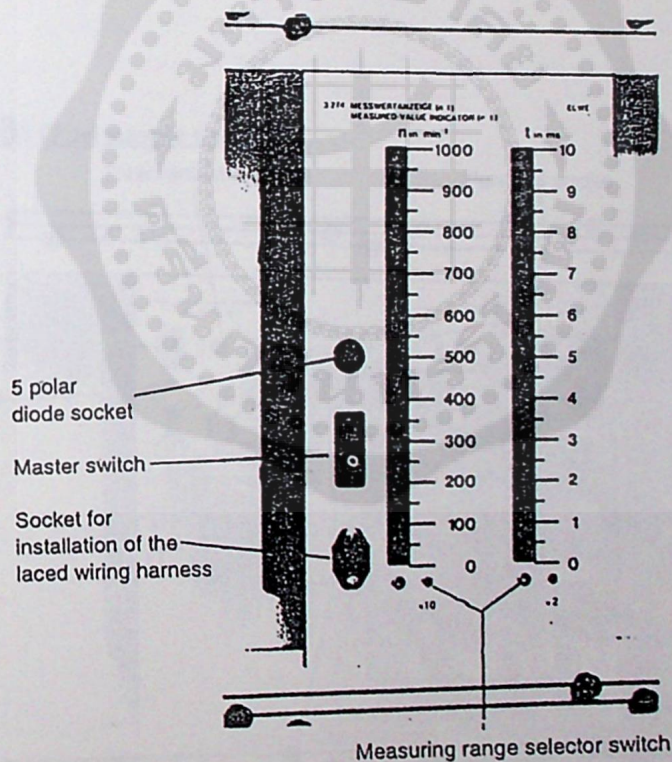
สายของชุดส่วนนำออกการจุดระเบิดแรงสูง(4) ต่อกับขดลวดจุดระเบิดทุติยภูมิ 23 03 132 กับจานจ่าย และต่อกราฟแสดงสมรรถนะ 15 03 147 ที่จุดทดลองตัวขับเคลื่อนจานจ่าย P 3.72

ความต้านทานเกินกว่า 0.1 โอห์มที่สามารถเป็นกระแสชั่วคราวนาซิสเตอร์($0.1 \text{ V} = 1 \text{ A}$) สำหรับการปิด-เปิดทรานซิสเตอร์ (= กระแสปฐมภูมิของคอยล์จุดระเบิด)

ข้อแนะนำ : การต่อไฟกับการปรับตั้งด้วยสายปฐมภูมิของส่วนนำออกการจุดระเบิด

ข้อควรระวัง : อันตรายจากการต่อสายไฟแรงสูง

ชุดวัดความเร็วรอบและวัดเวลาการฉีด (Test valve signal)



รูปที่ 2.8 แสดงชุดวัดความเร็วรอบและวัดเวลาการฉีด

ชุดวัดความเร็วรอบสามารถแสดงค่าอัตราความเร็วรอบของเครื่องยนต์(ตัวขับเคลื่อนจานจ่าย) และเวลาการเปิดของลิ้นหัวฉีดโดยแสดงเป็นสเกลสีแดง

เมื่อจ่ายกระแสแกว่งจรจะเกิดการตอบสนองของสัญญาณอัตราความเร็วรอบที่คอยล์
จตุระเบิด สัญญาณเวลาการคิดของปั๊มฉีดได้รับจากสัญญาณไฟฟ้าที่ตัวควบคุมลิ้นหัวฉีด

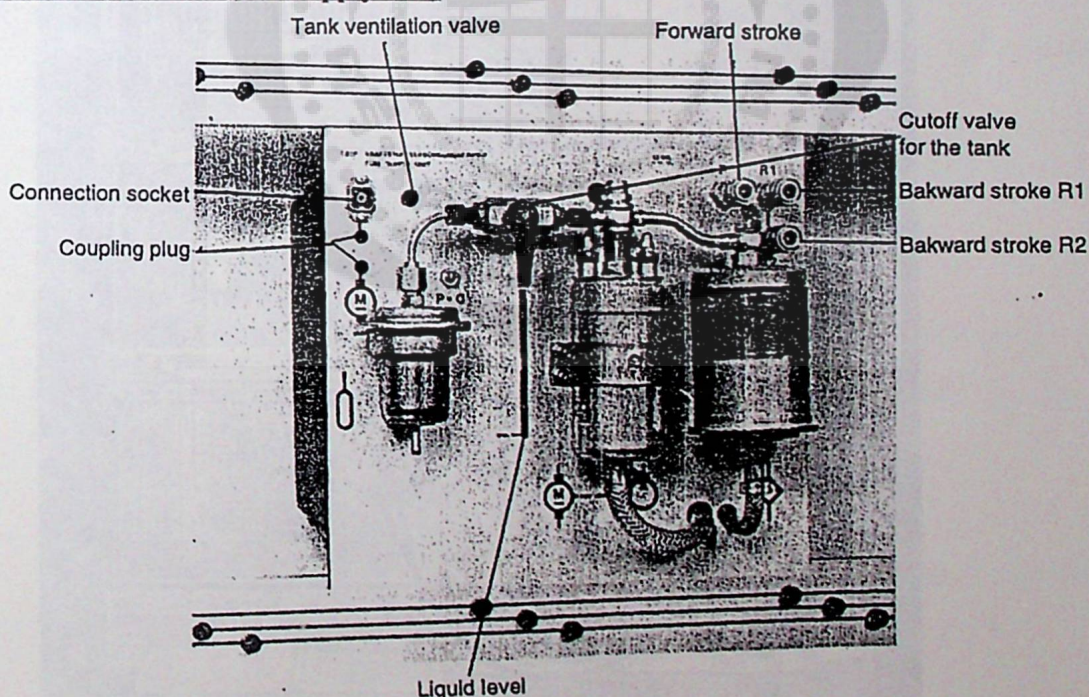
ไม่ใช่ชุดหัวฉีดกลาง P 3.273 ที่ใช้ในการปรับตั้งการทดสอบที่ทำการทดสอบค่า
สัญญาณโดยการต่อโดยตรงด้วยสายไฟฟ้ากับช่องเสียบโดยเปรียบเทียบที่เวลาเดียวกัน ชุดหัวฉีด
กลางเป็นเกินกว่าการต่อระหว่างการทดสอบค่าสัญญาณและแหล่งสัญญาณโดยใช้สายต่อๆด้วยได
โอด 5

ข้อ 15 03 377 ระหว่างการทดสอบค่าสัญญาณและชุดหัวฉีด

การวัดอัตราความเร็วรอบของระบบจตุระเบิดอื่นเกินกว่าการต่อด้วยสาย 145 03 374
โดยตรงกับคอยล์จตุระเบิด

ช่วงการวัดอัตราความเร็วรอบสามารถขยายได้ด้วยแฟคเตอร์ 10 (0.....10000 รอบ
ต่อนาที) และช่วงการวัดช่วงเวลาการคิดด้วยแฟคเตอร์ 2 (0....100 ms) ซึ่งแสดงด้วยหลอด LED

ชุดจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิง (Fuel supply unit)



รูปที่ 2.9 แสดงชุดการจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิง

แผนนี้จะใช้กับระบบหัวฉีดทั้งหมด การต่อไฮดรอลิกส์ทั้งหมดทำโดยใช้หัวต่อซึ่งจะ
สูญเสียน้ำมันเพียงเล็กน้อยเมื่อทำการปรับตั้งอุปกรณ์

บันทึกสำคัญ : ก่อนการเดินเครื่องเป็นครั้งแรกให้ปรับสกรูและแหวนพลาสติกของลิ้นระบายอากาศออกก่อน

หมายเหตุ

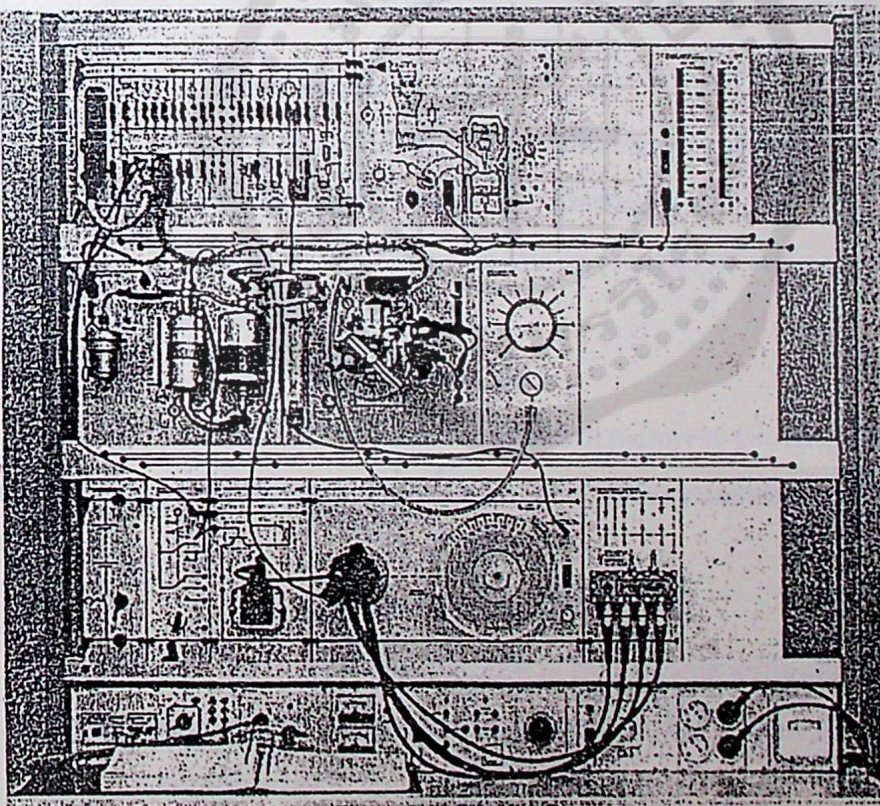
การตรวจสอบการสูญเสียของเหลวที่เป็นไปได้ทำได้โดยให้อากาศเข้าไปในลิ้นระบายของถัง(Tank ventilation valve) ของเหลวไม่ควรออกไปได้ทางลิ้นระบาย

เพื่อความปลอดภัยควรตั้งแผงไว้และเพื่อความปลอดภัยในการขนส่งควรใส่สกรู M 4 x 6 และแหวนพลาสติกในลิ้นระบายอากาศในถัง

ตรวจสอบระดับน้ำมันในถังเป็นประจำและเติมเมื่อจำเป็น

การประกอบและทดสอบเริ่มต้น

1. ประกอบแผ่นชุดอุปกรณ์และติดตั้งดังรูป



รูปที่ 2.10 แสดงการประกอบและติดตั้งชุดทดลอง

2. การต่อสายน้ำมันทำได้โดย

2.1 ต่อสาย P กับ P

2.2 ต่อสาย R1 กับ R1 และ R2 กับ R2 ตามลำดับ

2.3 ต่อสายเกจวัดความดันและทำการตรวจระดับน้ำมันให้ได้ระดับตามที่

ได้ตั้งไว้

3. การต่อสายไฟฟ้าโดยการต่อของ

3.1 ชุดจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิง 4 ขั้ว

3.2 ชุดหน่วยฉีดกลาง 15 ขั้ว

3.3 ชุดจำลองเครื่องยนต์ 7 ขั้ว

3.4 สายทดสอบสัญญาณ 4 ขั้ว

3.5 ตัวกลางการแปลงสัญญาณ 3 ขั้ว

3.6 ขั้วต่อ 2 ที่คอยล์จุดระเบิดและชุดส่งสัญญาณออกต่อด้วยปลั๊กขนาด 4

มิลลิเมตร

3.7 ต่อขั้วระหว่างพิน 25 ของกลไกการทำงานและขั้ว DK-Poti ที่ชุดขับ

งานจ่ายด้วยปลั๊ก

4. การติดตั้งพร้อมใช้งาน

4.1 เชื่อมต่อแผงการทดลองไปยังขั้วเบตเตอร์ 30,15 และ 31(ขั้วเบตเตอร์ 30 และ 31 ของแผ่นเชื่อมต่อเบตเตอร์เชื่อมด้วยปลั๊ก 4 มิลลิเมตร)

4.2 ติดตั้งปลั๊กสะพานไฟระหว่างแผงชุดส่วนจัดการเครื่องยนต์และชุดจำลองเครื่องยนต์(ขั้วเบตเตอร์ 30,15,31)

4.3 ต่อสายคอยล์จุดระเบิด

4.4 พิจารณาความปลอดภัยของการติดตั้งของห้องความดันกับการจุดประกายหัวเทียน(ความผิดพลาดของการติดตั้งสามารถก่อให้เกิดความเสียหายแก่ส่วนจัดการเครื่องยนต์ได้)

4.5 การติดตั้งสวิทช์สะพานไฟ

4.6 การติดตั้งสวิทช์สะพานไฟระหว่างแผงเชื่อมต่อเบตเตอร์ แผงสวิทช์จุดระเบิด แผงคอยล์จุดระเบิดและชุดขับเคลื่อนงานจ่าย(ขั้วเบตเตอร์ 30 และ 31)

การทดสอบเริ่มต้น

ในการเริ่มต้นการทดสอบให้ทำการปรับตั้งตามค่าต่างๆดังต่อไปนี้

1. อุณหภูมิอากาศ NTC 20°C ปรับสวิทช์ไปตำแหน่ง "simulation"

2. อุณหภูมิมอเตอร์ NTC 20°C ปรับสวิทช์ไปตำแหน่ง "simulation"

3. ความเร็วรอบของเครื่องยนต์ 200 รอบต่อนาที

4. ตัวจำลองเครื่องตรวจวัดออกซิเจน 0.5 V ปรับสวิตช์ไปตำแหน่ง “simulation” ผลของการอ่านสัญญาณจากการปรับตั้งจะอ่านสัญญาณการฉีดได้ 0.4 ms(โรตารีมิเตอร์อ่านได้ 27 มิลลิเมตร)

ถ้าอุณหภูมิของเครื่องยนต์ NTC อยู่ที่ 80°C สัญญาณการฉีดจะอ่านได้ 3.4 ms(โรตารีมิเตอร์อ่านได้ 24 มิลลิเมตร)

ข้อแนะนำ

ในขณะที่ระบบโมโน-โมโทรนิคส์ทำงานอุณหภูมิของเครื่องยนต์ต้องไม่เปลี่ยนแปลงจากร้อนไปเย็นเพราะจะทำให้ส่วนจัดการเครื่องยนต์ทำงานผิดพลาด

การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ของระบบโมโน-โมโทรนิคส์

การเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ทำได้โดยการต่อกับพอร์ตคอม 1 และแผงของชุดส่วนจัดการเครื่องยนต์(ปลั๊กสีดำต่อกับขั้ว + - และปลั๊กสีขาวต่อกับขั้ว 23/24)

MONO - MOTRONIC DIAGNOSE					
Input variable					
Throttle valve angle	20.3	'	DRK-Poti track 1	3.98	V
			DRK-Poti track 2	0.39	V
Speed	1975	min-1			
Engine temperature	21.3	'C			
Suction air temperature	20.3	'C			
Battery voltage	13.5	V			
Lambda integrator	0	%	Lambda sensor voltage	0.515	V
Idling switch to					
Output variable			Educational storage		
Injection time	4.024	ms	Lambda adaption 0 %		
Ignition angle	28.7	'KW			
Press any key to get back!					

รูปที่ 2.10 แสดงโปรแกรมที่หน้าจอคอมพิวเตอร์

การป้องกันความปลอดภัย

หลีกเลี่ยงอันตรายที่จะก่อให้เกิดกับบุคคลและหรือความเสียหายต่อทรัพย์สินและ
คอยล์จุกะเบิดโดยปฏิบัติตามคำแนะนำต่อไปนี้

1. อย่าสัมผัสขณะเกิดการเผาไหม้ของวงจรเมื่อมีการจุกะเบิดและเกิดการทำงาน
2. ระบบการจุกะเบิดไฟฟ้าจะทำงานในขอบเขตของความจุ โดยที่สัมผัสกับส่วน
ที่ขึ้นออกมาของแม่แรงอัดสปริงเป็นส่วนหนึ่งของตัวนำไฟฟ้าแรงสูง ซึ่งหมายถึงอันตรายถึงชีวิต
3. ผู้ปฏิบัติการไม่ควรปฏิบัติการใด ๆ ขณะเครื่องเกิดการจุกะเบิด
4. อย่าแทนที่การจุกะเบิดสะพานไฟจนจ่าย 1k(วัดในหน่วย RIX) ด้านกัน
5. อย่าตรวจสอบโดยใช้แสง



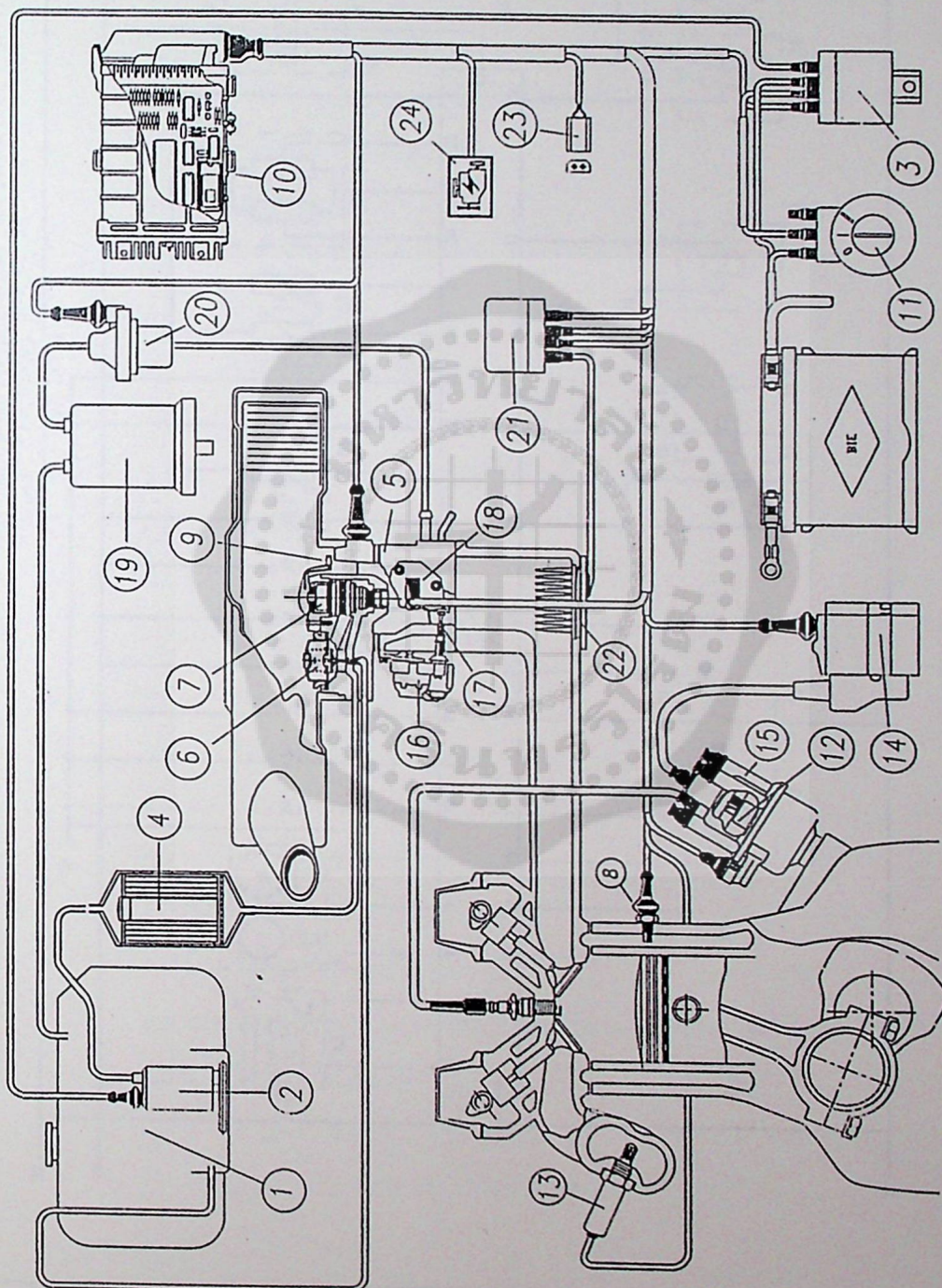
บทที่ 3

วิธีการทดลองและผลการทดลอง

ส่วนประกอบย่อยของระบบโมโน-โมโทรนิคส์

- 1 = ถังน้ำมัน
- 2 = ปั๊มน้ำมันไฟฟ้า
- 3 = รีเลย์ปั๊มน้ำมันไฟฟ้า
- 4 = กรองน้ำมัน
- 5 = หน่วยรวมการฉีด
- 6 = เครื่องควบคุมความดัน
- 7 = วาล์วหัวฉีด
- 8 = เซนเซอร์น้ำหล่อเย็น
- 9 = เครื่องอุณหภูมิอากาศ
- 10 = หน่วยประมวลผลกลาง
- 11 = สวิตช์จุดระเบิด
- 12 = เครื่องส่งฮอลล์
- 13 = เซนเซอร์ออกซิเจน
- 14 = คอยล์จุดระเบิด
- 15 = จานจ่าย
- 16 = ตัวติดตั้งลิ้นเร่งน้ำมัน
- 17 = เซนเซอร์ลิ้นเร่งน้ำมัน
- 18 = เครื่องวัดตำแหน่งลิ้นเร่งน้ำมันเชื้อเพลิง
- 19 = ถังหมุนเวียนคาร์บอน
- 20 = ลิ้นถังไอเสีย
- 21 = รีเลย์ของท่อดูดความร้อน

- 22 = ตัวนำความร้อนสำหรับทอดความร้อน
 23 = ส่วนติดต่อกับโปรแกรมตรวจสอบความผิดพลาด
 24 = เครื่องส่งแสงไฟรบกวน



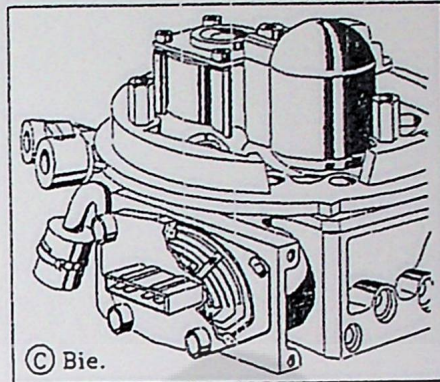
รูปที่ 3.1 แสดงส่วนประกอบของระบบโมโน-โมรอนิกส์

ความหมายของตัวอักษรในระบบโมโน-โมทรอนิกส์ในแผนผังวงจร

- Y5 = ป้อนน้ำมันไฟฟ้า
 K2 = รีเลย์ป้อนน้ำมันไฟฟ้า
 Y4 = ถังจ่ายน้ำมัน
 B2 = เซนเซอร์น้ำหล่อเย็น
 B3 = เครื่องโอนถ่ายอุณหภูมิเพื่อลดความร้อน
 A1 = ส่วนจัดการเครื่องยนต์
 B5 = เครื่องส่งฮอลล์
 L1 = เครื่องจ่ายการจุดระเบิด
 A2 = ส่วนนำออกของแหล่งจุดระเบิด
 Y1 = งานจ่ายไฟฟ้าแรงดันสูง
 Y2 = คัดตั้งลิ้นเร่งน้ำมันของมอเตอร์
 B4 = เครื่องวัดตำแหน่งลิ้นเร่งน้ำมันเชื้อเพลิง
 S2 = สวิตช์ควบคุมความเฉื่อย
 Y3 = ลิ้นถังไอเสีย
 K1 = รีเลย์ของท่อลดความร้อน
 B1 = เซนเซอร์ออกซิเจน
 H1 = เครื่องส่งแสงไฟรบกวน
 X1 = ส่วนติดต่อโปรแกรมตรวจสอบความผิดปกติ
 X4 = การเชื่อมต่อกับเกียร์อัตโนมัติ
 X5 = ตัวปรับระดับเกียร์อัตโนมัติ
 X3 = สัญญาณการเผาไหม้
 X2 = สัญญาณของอัตราการทำงานสำหรับเครื่องวัดรอบการหมุน
 F2 = ฟิวส์ป้อนน้ำมันไฟฟ้า
 F1 = ฟิวส์รีเลย์ของท่อลดความร้อน
 X9 = พิมพ์รหัส/รหัสความเปลี่ยนแปลง
 S1 = สัญญาณแทรก
 X7 = อากาศที่เตรียมไว้
 X6 = เครื่องกีดอากาศ
 X8 = รหัสออกซิเจน
 R1 = เตรียมความดันทานที่จะเชื่อมต่อ

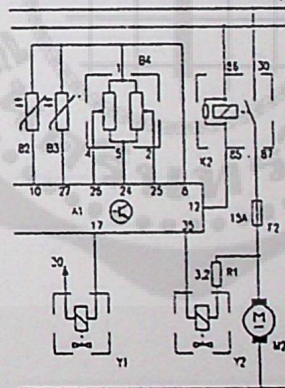
ชิ้นส่วนที่ทำการทดลอง

1. เครื่องตรวจวัดตำแหน่งลิ้นร่งน้ำมัน



รูปที่ 3.3 แสดงเครื่องตรวจวัดตำแหน่งลิ้นร่ง

แผนผังวงจรส่วนย่อย



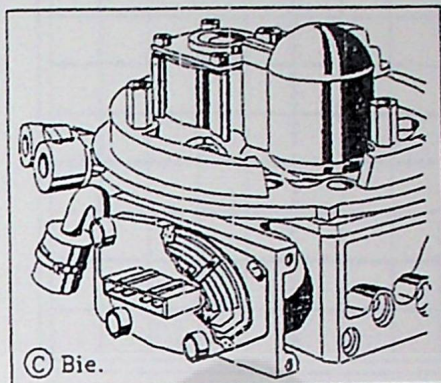
รูปที่ 3.4 แสดงวงจรการวัดเครื่องตรวจวัดตำแหน่งลิ้นร่ง

ความถี่ของสัญญาณต่างๆ

เกี่ยวข้องกับการทำงานของเครื่องยนต์

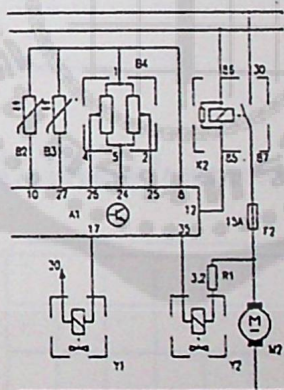
ชั้นส่วนที่ทำการทดลอง

1. เครื่องตรวจวัดตำแหน่งลิ้นเร่งน้ำมัน



รูปที่ 3.3 แสดงเครื่องตรวจวัดตำแหน่งลิ้นเร่ง

แผนผังวงจรตัวน้อย

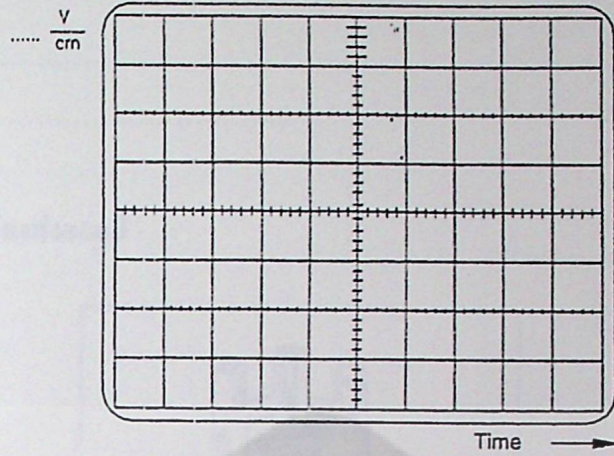


รูปที่ 3.4 แสดงวงจรการวัดเครื่องตรวจวัดตำแหน่งลิ้นเร่ง

ความเกี่ยวเนื่องของอุปกรณ์ต่างๆ		
---------------------------------	--	--

เกี่ยวข้องกับการทำงานของเครื่องชนิด		
-------------------------------------	--	--

แรงดันสัญญาณที่วัดได้ของเครื่องตรวจตำแหน่งลิ้นเร่งน้ำมัน(ช่วงภาระต่ำ)



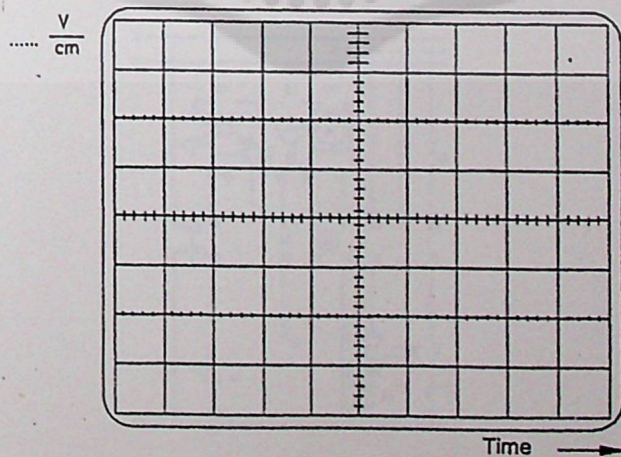
รูปที่ 3.5 แสดงหน้าจอของออสซิลโลสโคป

ส่วนอธิบายอ้างอิง

.....

.....

แรงดันสัญญาณที่วัดได้ของเครื่องตรวจวัดตำแหน่งลิ้นเร่งน้ำมัน(ช่วงภาระมาก)

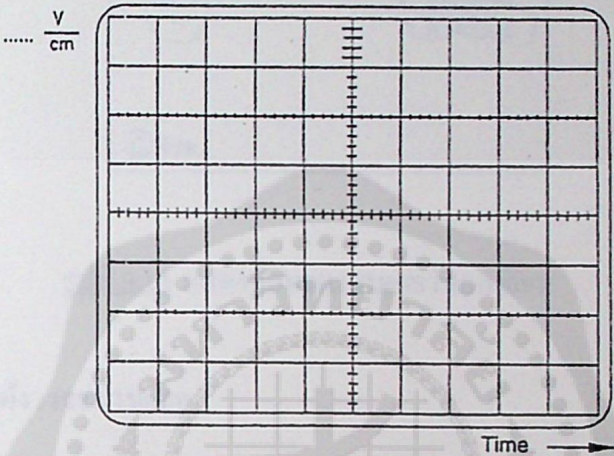


รูปที่ 3.6 แสดงหน้าจอของออสซิลโลสโคป

ความถี่ของอุปกรณ์ต่างๆ		
------------------------	--	--

เกี่ยวข้องกับการทำงานของเครื่องยนต์		
-------------------------------------	--	--

แรงดันสัญญาณที่วัดได้ของเครื่องส่งฮอลล์



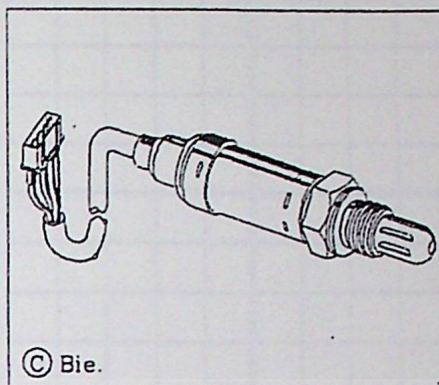
รูปที่ 3.9 แสดงหน้าจอของออสซิลโลสโคป

ส่วนอธิบายอ้างอิง

.....

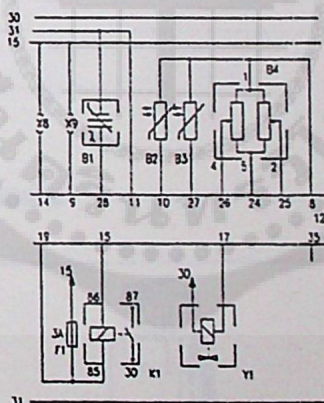
.....

3. เซนเซอร์ออกซิเจน



รูปที่ 3.10 แสดงลักษณะเซนเซอร์ออกซิเจน

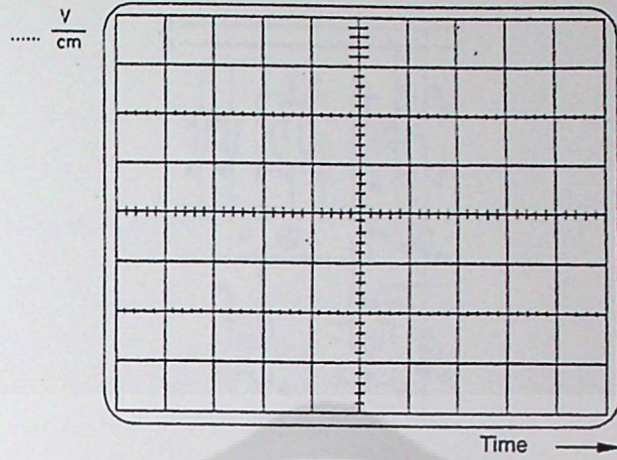
แผนผังวงจรส่วนย่อย



รูปที่ 3.11 แสดงวงจรการวัดเซนเซอร์ออกซิเจน

ความถี่ของสัญญาณของอุปกรณ์ต่างๆ		
เกี่ยวข้องกับการทำงานของเครื่องยนต์		

แรงดันสัญญาณที่วัดได้ของเซนเซอร์ออกซิเจน



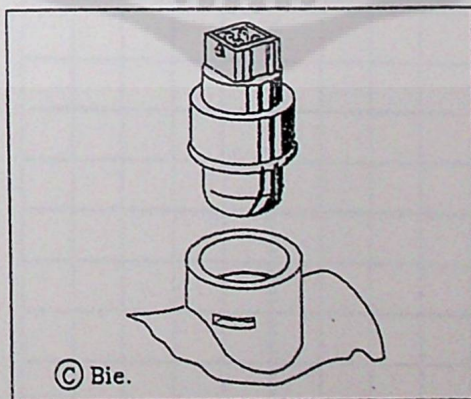
รูปที่ 3.12 แสดงหน้าจอของออสซิลโลสโคป

ส่วนอธิบายอ้างอิง

.....

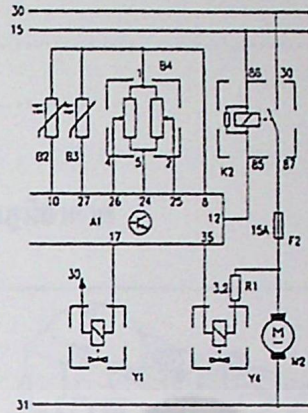
.....

4. เซนเซอร์น้ำหล่อเย็น



รูปที่ 3.13 แสดงลักษณะของเซนเซอร์น้ำหล่อเย็น

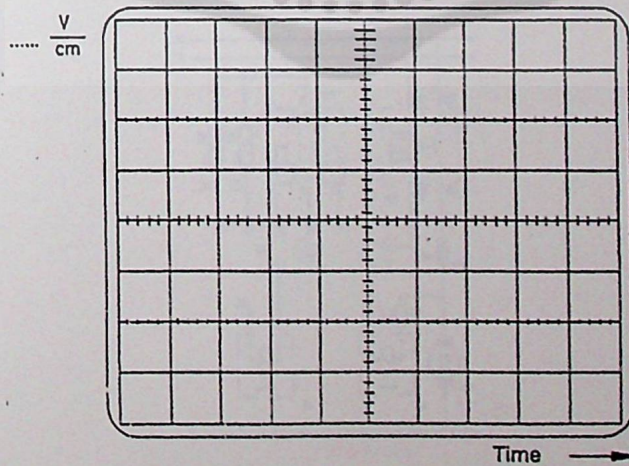
แผนผังวงจรส่วนย่อย



รูปที่ 3.14 แสดงวงจรการวัดเซนเซอร์น้ำหล่อเย็น

ความเกี่ยวเนื่องของอุปกรณ์ต่างๆ		
เกี่ยวข้องกับการทำงานของเครื่องยนต์		

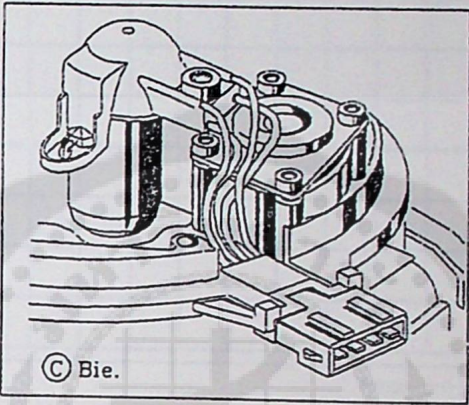
แรงดันสัญญาณที่วัดได้ของเซนเซอร์น้ำหล่อเย็น



รูปที่ 3.15 แสดงหน้าจอของออสซิลโลสโคป

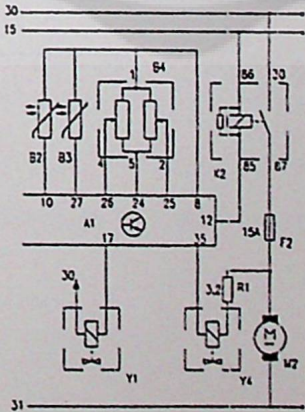
ส่วนอธิบายอ้างอิง

5. เซนเซอร์อุณหภูมิอากาศ



รูปที่ 3.16 แสดงเซนเซอร์อุณหภูมิอากาศ

แผนผังวงจรส่วนย่อย

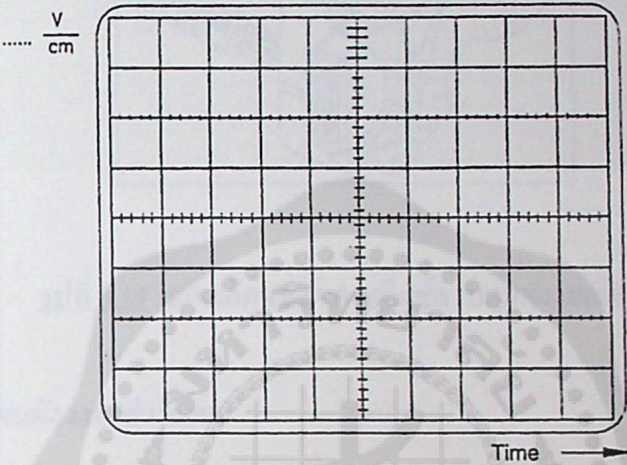


รูปที่ 3.17 แสดงการวัดเซนเซอร์อุณหภูมิอากาศ

ความถี่ของอุปกรณ์ต่างๆ		
------------------------	--	--

เกี่ยวข้องกับการทำงานของเครื่องยนต์		
-------------------------------------	--	--

แรงดันสัญญาณที่วัดได้ของเซนเซอร์อุณหภูมิอากาศ



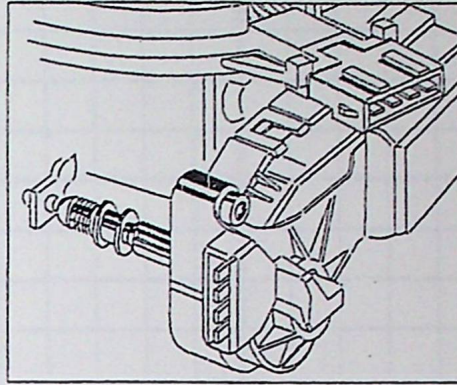
รูปที่ 3.18 แสดงหน้าจอของออสซิลโลสโคป

ส่วนอธิบายอ้างอิง

.....

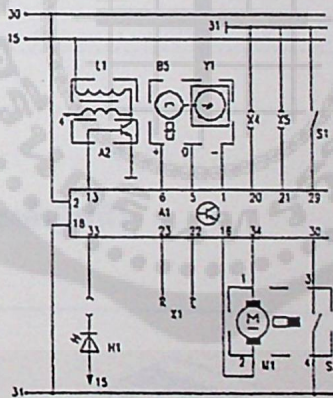
.....

6. สวิตช์ควบคุมความเฉื่อย



รูปที่ 3.19 แสดงลักษณะของสวิตช์ควบคุมความเฉื่อย

แผนผังวงจรส่วนย่อย

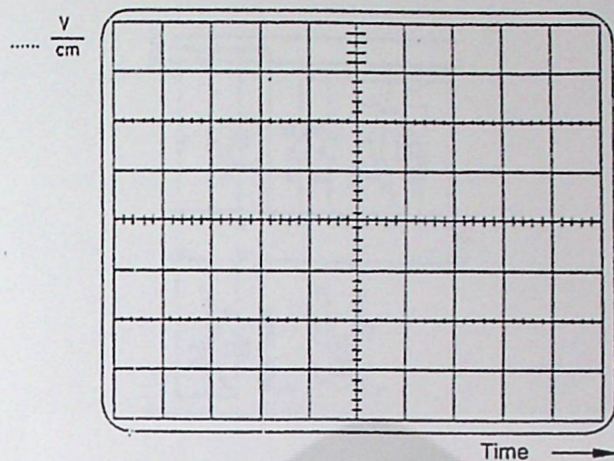


รูปที่ 3.20 แสดงวงจรการวัดสวิตช์ควบคุมความเฉื่อย

ความถี่ของสัญญาณของอุปกรณ์ต่างๆ		
---------------------------------	--	--

เกี่ยวข้องกับการทำงานของเครื่องยนต์		
-------------------------------------	--	--

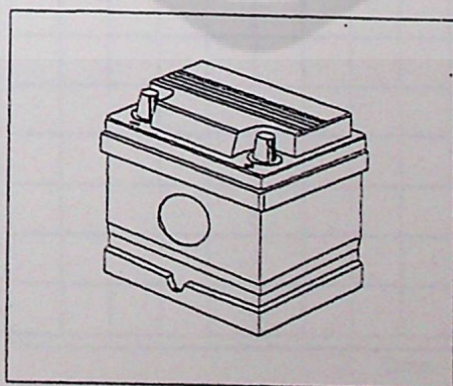
แรงดันสัญญาณที่วัดได้ของสวิทช์ควบคุมความถี่



รูปที่ 3.21 แสดงหน้าจอของออสซิลโลสโคป

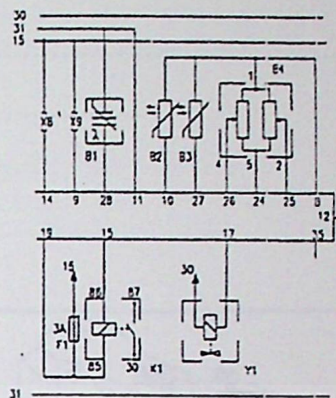
ส่วนอธิบายอ้างอิง

7. แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้า



รูปที่ 3.22 แสดงลักษณะแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้า

แผนผังวงจรส่วนย่อย

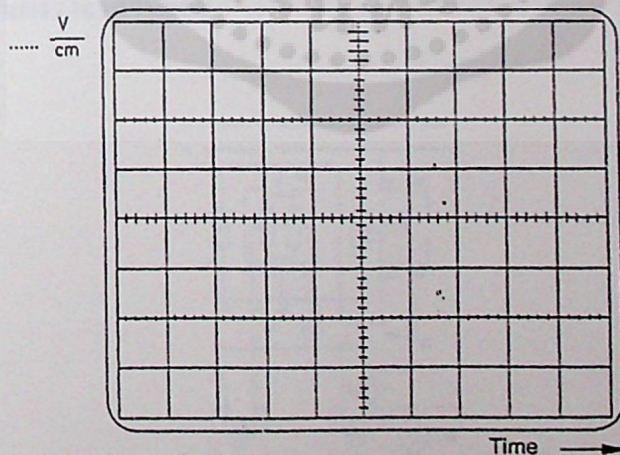


รูปที่ 3.23 แสดงวงจรการวัดแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้า

ความถี่ของของอุปกรณ์ต่างๆ		
---------------------------	--	--

เกี่ยวข้องกับการทำงานของเครื่องยนต์		
-------------------------------------	--	--

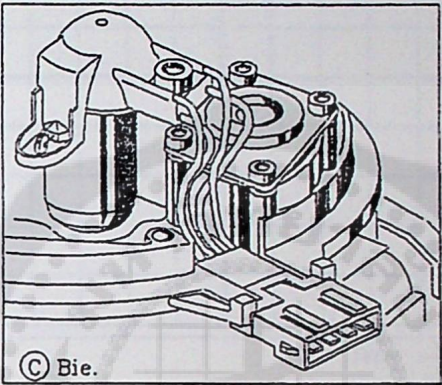
แรงดันสัญญาณที่วัดได้ของสัญญาณแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้า



รูปที่ 3.24 แสดงหน้าจอของออสซิลโลสโคป

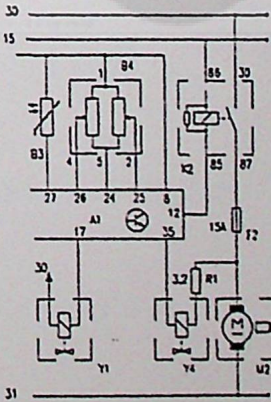
ส่วนอธิบายอ้างอิง

8. ลินจ่าย



รูปที่ 3.25 แสดงลักษณะของลื่นฉีดจ่าย

แผนผังวงจรส่วนย่อย

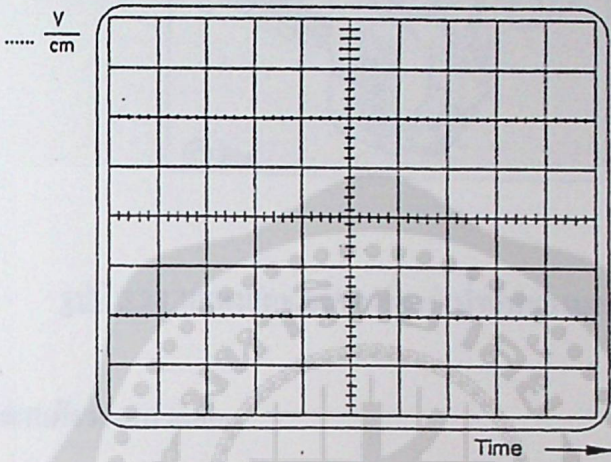


รูปที่ 3.26 แสดงวงจรการวัดลื่นจ่าย

ความถี่ของสัญญาณ		
------------------	--	--

เกี่ยวข้องกับการทำงานของเครื่องชนิด		
-------------------------------------	--	--

แรงดันสัญญาณที่วัดได้ของอินพุต



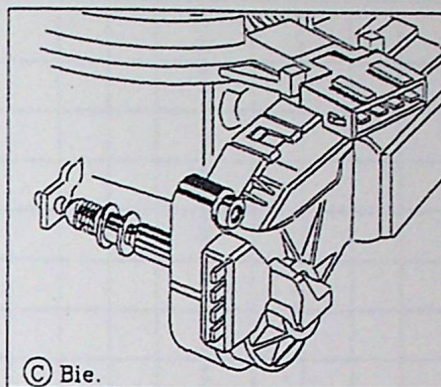
รูปที่ 3.27 แสดงหน้าจอของออสซิลโลสโคป

ส่วนอธิบายอ้างอิง

.....

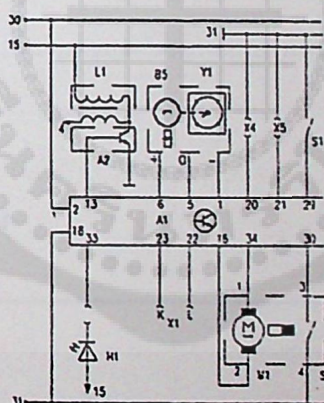
.....

9. ลินเร่งน้ำมันของมอเตอร์



รูปที่ 3.28 แสดงลักษณะของลินเร่งน้ำมันของมอเตอร์

แผนผังวงจรส่วยย่อย

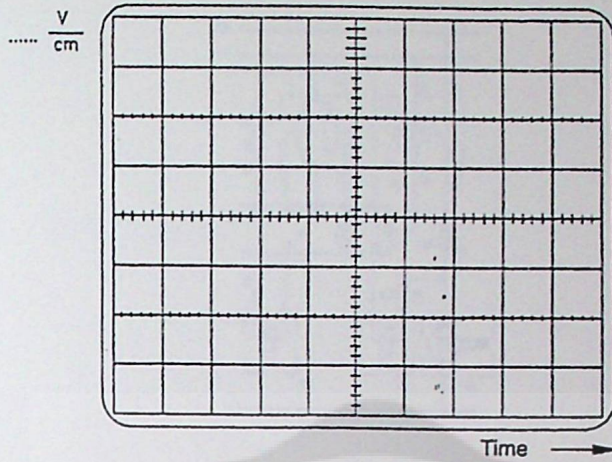


รูปที่ 3.29 แสดงวงจรการวัดลินเร่งน้ำมันของมอเตอร์

ความถี่ของอุปกรณ์ต่างๆ		
------------------------	--	--

เกี่ยวข้องกับการทำงานของเครื่องยนต์		
-------------------------------------	--	--

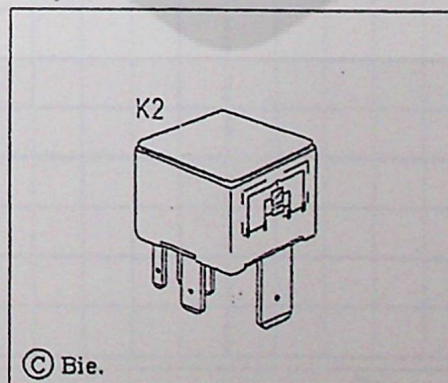
แรงดันสัญญาณที่วัดได้ของลิ้นเร่งน้ำมันของมอเตอร์



รูปที่ 3.30 แสดงหน้าจอของออสซิลโลสโคป

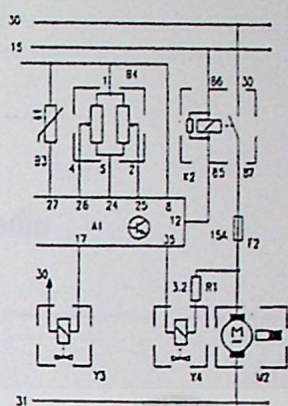
ส่วนอธิบายอ้างอิง

10. รีเลย์ปั๊มน้ำมัน



รูปที่ 3.31 แสดงลักษณะรีเลย์ปั๊มน้ำมัน

แผนผังวงจรส่วนย่อย

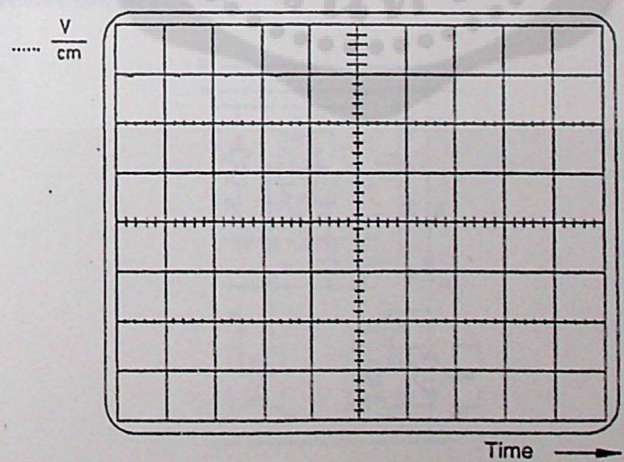


รูปที่ 3.32 แสดงวงจรการวัดรีเลย์ปั้มน้ำมัน

ความถี่ของสัญญาณ		
------------------	--	--

เกี่ยวข้องกับการทำงานของเครื่องยนต์		
-------------------------------------	--	--

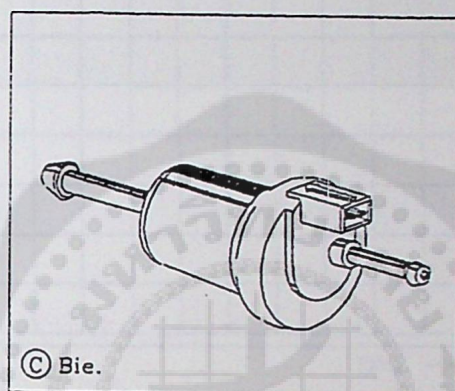
แรงดันสัญญาณที่วัดได้ของรีเลย์ปั้มน้ำมัน



รูปที่ 3.33 แสดงหน้าจอของออสซิลโลสโคป

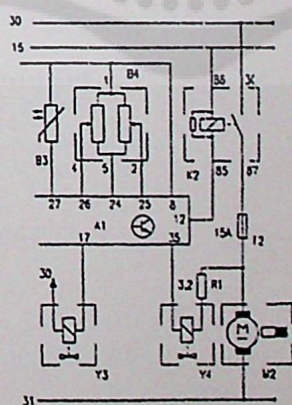
ส่วนอธิบายอ้างอิง

11. ถัดถึงอากาศไอเสีย



รูปที่ 3.34 แสดงลักษณะถัดถึงอากาศไอเสีย

แผนผังวงจรส่วนย่อย

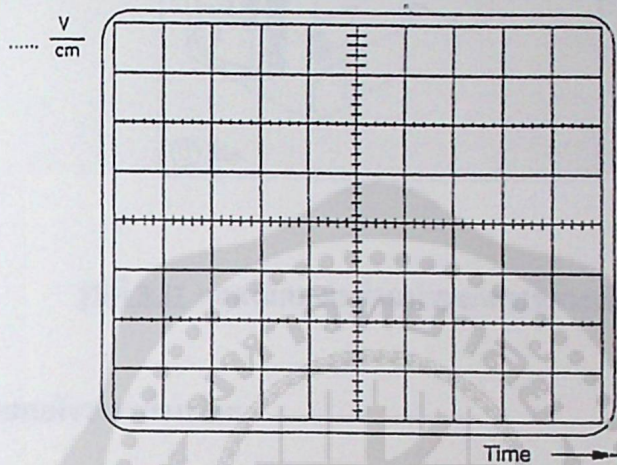


รูปที่ 3.35 แสดงวงจรการวัดถัดถึงอากาศไอเสีย

ความถี่ของอุปกรณ์ต่างๆ		
------------------------	--	--

เกี่ยวข้องกับการทำงานของเครื่องยนต์		
-------------------------------------	--	--

แรงดันสัญญาณที่วัดได้ของดินถึงอากาศไอเสีย



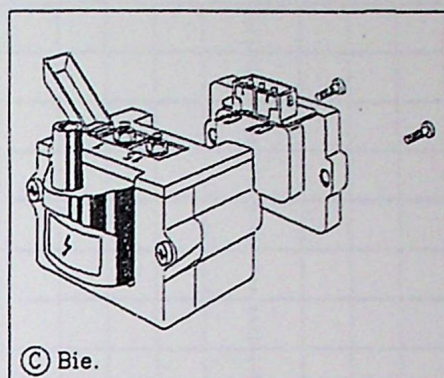
รูปที่ 3.36 แสดงหน้าจอของออสซิลโลสโคป

ส่วนอธิบายอ้างอิง

.....

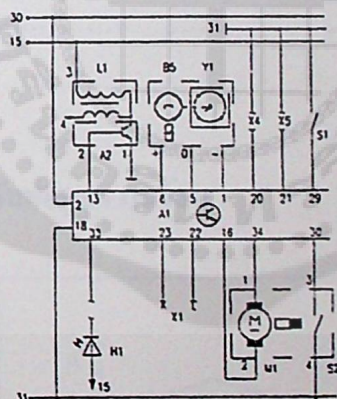
.....

12. ส่วนนำออกการจุกระเบิด



รูปที่ 3.37 แสดงลักษณะส่วนนำออกการจุกระเบิด

แผนผังวงจรส่วนย่อย

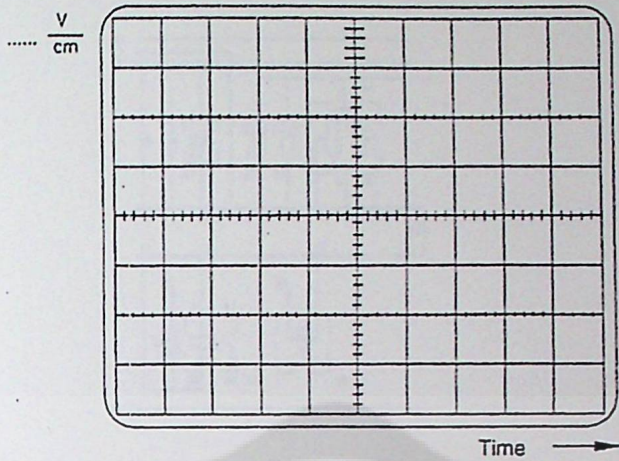


รูปที่ 3.38 แสดงวงจรการวัดส่วนนำออกการจุกระเบิด

ความถี่ของเครื่องจักรต่าง ๆ		
-----------------------------	--	--

เกี่ยวข้องกับการทำงานของเครื่องยนต์		
-------------------------------------	--	--

แรงดันสัญญาณที่วัดได้ของส่วนนำออกการจุกะเบิด



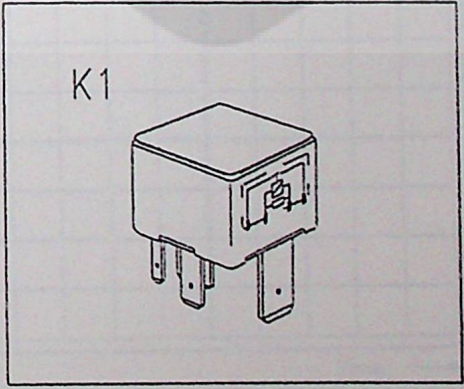
รูปที่ 3.39 แสดงหน้าจอของออสซิลโลสโคป

ส่วนอธิบายอ้างอิง

.....

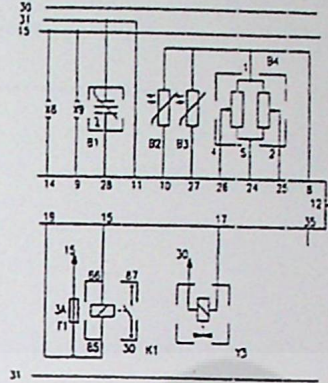
.....

13. รีเลย์สำหรับท่ออุดความร้อน



รูปที่ 3.40 แสดงลักษณะรีเลย์สำหรับท่ออุดความร้อน

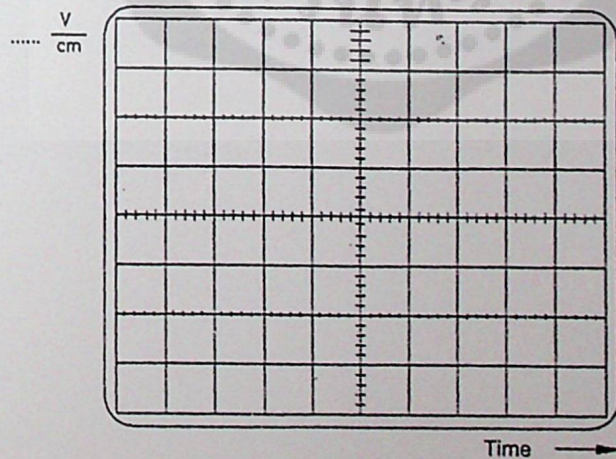
แผนผังวงจรตัวช่วย



รูปที่ 3.41 แสดงวงจรการวัดรีเลย์สำหรับทดสอบความร้อน

ความถี่ของอุปกรณ์ต่างๆ		
เกี่ยวข้องกับการทำงานของเครื่องยนต์		

แรงดันสัญญาณที่วัดได้ของรีเลย์สำหรับทดสอบความร้อน



รูปที่ 3.42 แสดงหน้าจอของออสซิลโลสโคป

ส่วนอธิบายอ้างอิง

.....

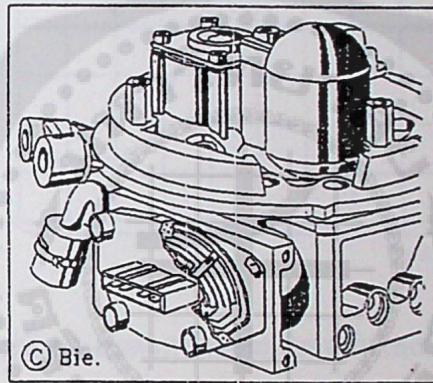
.....



บทที่ 4

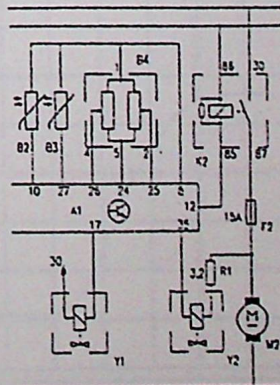
ผลการทดลอง

1. เครื่องตรวจวัดตำแหน่งลิ้นเร่งน้ำมัน



รูปที่ 4.1 แสดงเครื่องตรวจวัดตำแหน่งลิ้นเร่ง

แผนผังวงจรส่วนย่อย

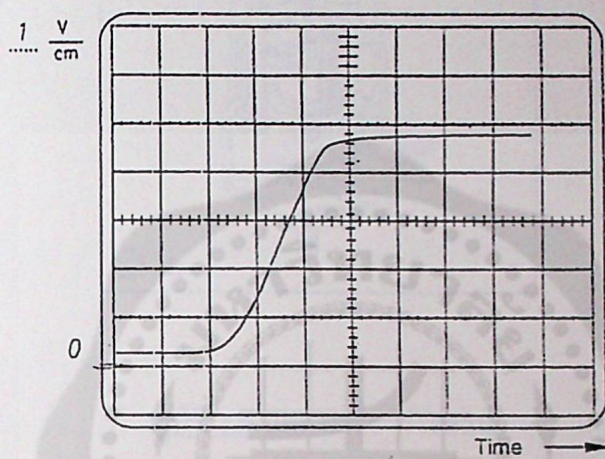


รูปที่ 4.2 แสดงวงจรการวัดเครื่องตรวจวัดตำแหน่งลิ้นเร่ง

ความถี่ของอุปกรณ์ต่างๆ	2	1
------------------------	---	---

เกี่ยวข้องกับการทำงานของเครื่องยนต์	25	8
-------------------------------------	----	---

แรงดันสัญญาณที่วัดได้ของเครื่องตรวจตำแหน่งลิ้นเร่งน้ำมัน (ช่วงภาระต่ำ)

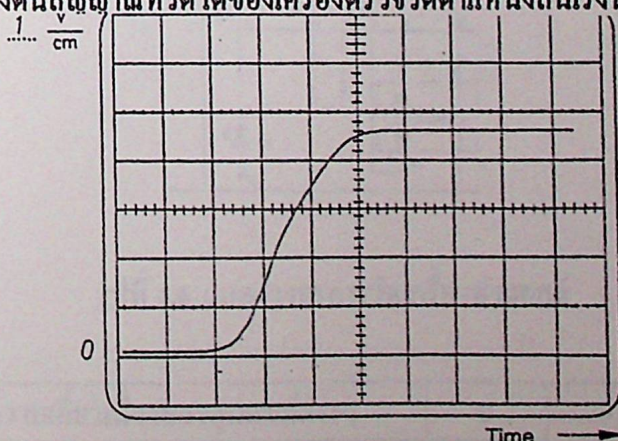


รูปที่ 4.3 แสดงหน้าจอของออสซิลโลสโคป

ส่วนอธิบายอ้างอิง

มุมของลิ้นเร่งน้ำมันเปิดมากกว่าจะมีสัญญาณแรงเคลื่อนที่สูงกว่า

แรงดันสัญญาณที่วัดได้ของเครื่องตรวจวัดตำแหน่งลิ้นเร่งน้ำมัน (ช่วงภาระมาก)

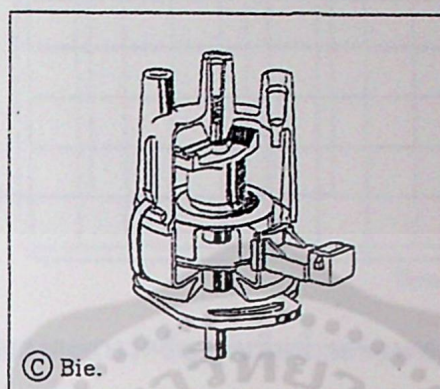


รูปที่ 4.4 แสดงผลการวัดสัญญาณที่หน้าจอของออสซิลโลสโคป

ส่วนอธิบายอ้างอิง

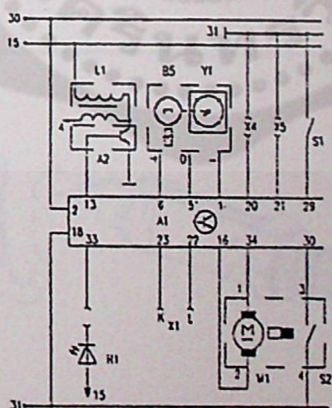
มุมของดินร่วนน้ำมันมากกว่าจะมีแรงดันสัญญาณสูงกว่า

2. เครื่องส่งฮอลล์



รูปที่ 4.5 แสดงเครื่องส่งฮอลล์

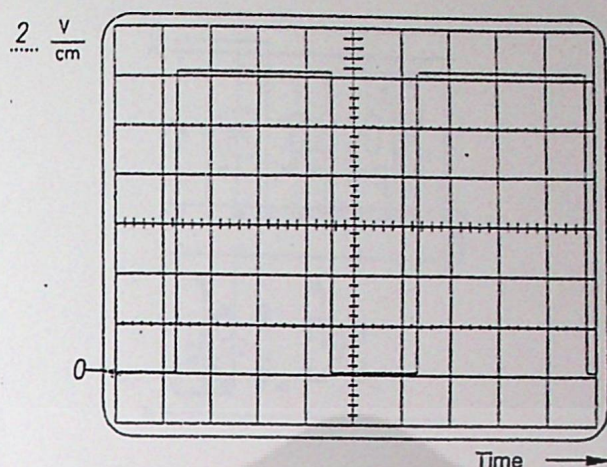
แผนผังวงจรส่วนย่อย



รูปที่ 4.6 แสดงวงจรการวัดเครื่องส่งฮอลล์

ความถี่ของสัญญาณของอุปกรณ์ต่างๆ	0	-
เกี่ยวข้องกับการทำงานของเครื่องชนิด	5	1

แรงดันสัญญาณที่วัดได้ของเครื่องส่งฮอลล์

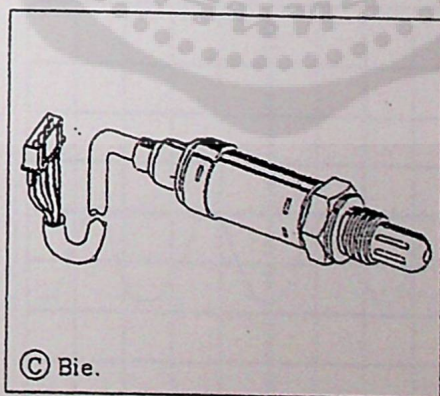


รูปที่ 4.7 แสดงผลการวัดสัญญาณที่หน้าจอบของออสซิลโลสโคป

ส่วนอธิบายอ้างอิง

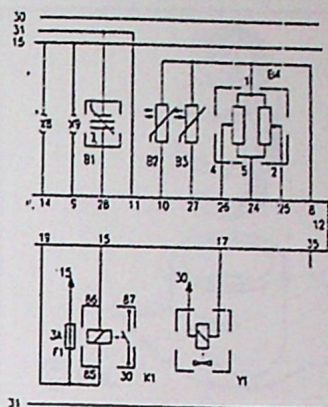
อัตราความเร็วรอบของมอเตอร์มากกว่าจะมีสัญญาณแรงดันต่อเวลามากกว่าซึ่งเห็นได้จากออสซิลโลสโคป

3. เซนเซอร์ออกซิเจน



รูปที่ 4.8 แสดงลักษณะเซนเซอร์ออกซิเจน

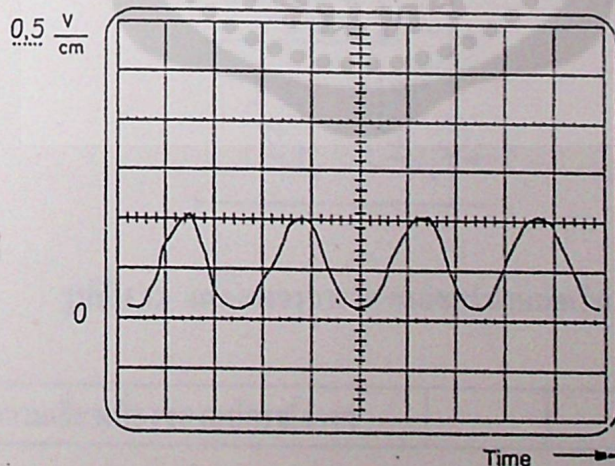
แผนผังวงจรส่วนย่อย



รูปที่ 4.9 แสดงวงจรการวัดเซนเซอร์ออกซิเจน

ความเกี่ยวเนื่องของอุปกรณ์ต่างๆ	-	-
เกี่ยวข้องกับการทำงานของเครื่องยนต์	28	11

แรงดันสัญญาณที่วัดได้ของเซนเซอร์ออกซิเจน

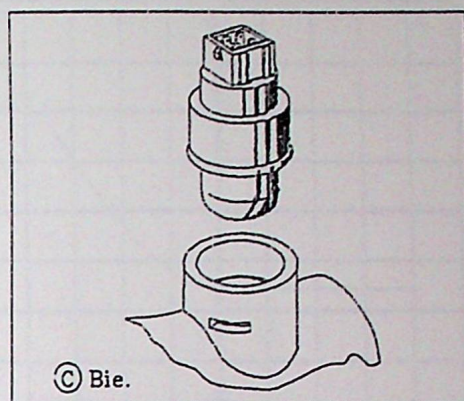


รูปที่ 4.10 แสดงผลการวัดสัญญาณที่หน้าจอของออสซิลโลสโคป

ส่วนอธิบายอ้างอิง

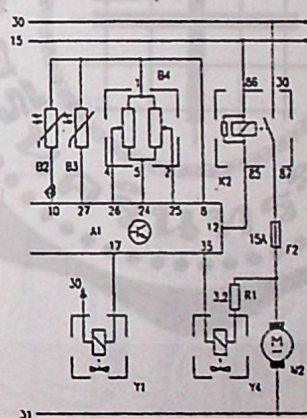
แรงดันสัญญาณของเซนเซอร์ออกซิเจนอยู่ระหว่าง 100 mV และ 1000 mV

4. เซนเซอร์น้ำหล่อเย็น



รูปที่ 4.11 แสดงลักษณะของเซนเซอร์น้ำหล่อเย็น

แผนผังวงจรตัวอย่าง

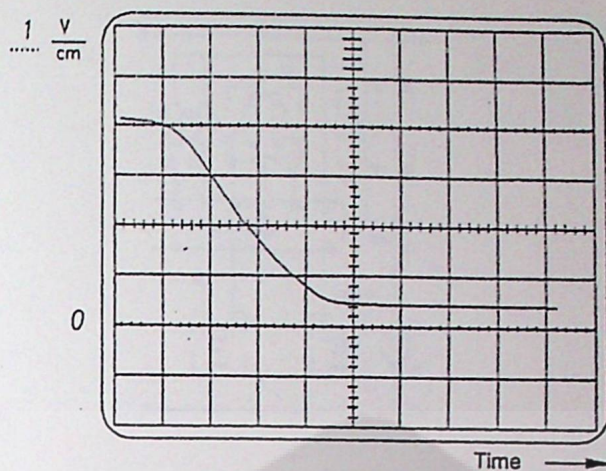


รูปที่ 4.12 แสดงวงจรการวัดเซนเซอร์น้ำหล่อเย็น

ความเกี่ยวเนื่องของอุปกรณ์ต่างๆ	-	-
---------------------------------	---	---

เกี่ยวข้องกับการทำงานของเครื่องยนต์	10	8
-------------------------------------	----	---

แรงดันสัญญาณที่วัดได้ของเซนเซอร์น้ำหล่อเย็น

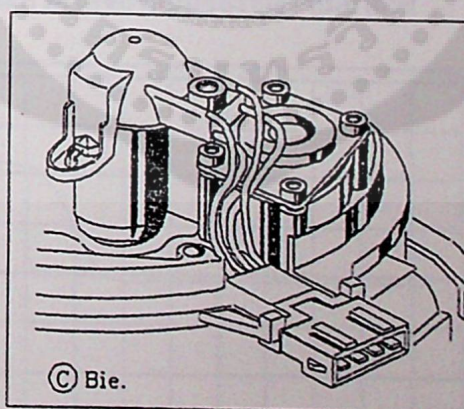


รูปที่ 4.13 แสดงผลการวัดสัญญาณที่หน้าจอของออสซิลโลสโคป

ส่วนอธิบายอ้างอิง

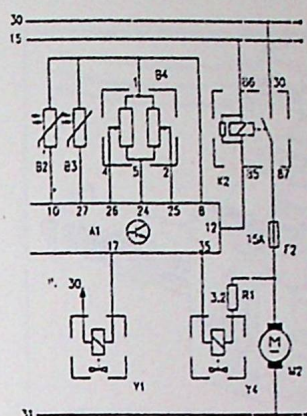
อุณหภูมิของมอเตอร์สูงแรงดันสัญญาณของเซนเซอร์น้ำหล่อเย็นจะต่ำ

5. เซนเซอร์อุณหภูมิอากาศ



รูปที่ 4.14 แสดงเซนเซอร์อุณหภูมิอากาศ

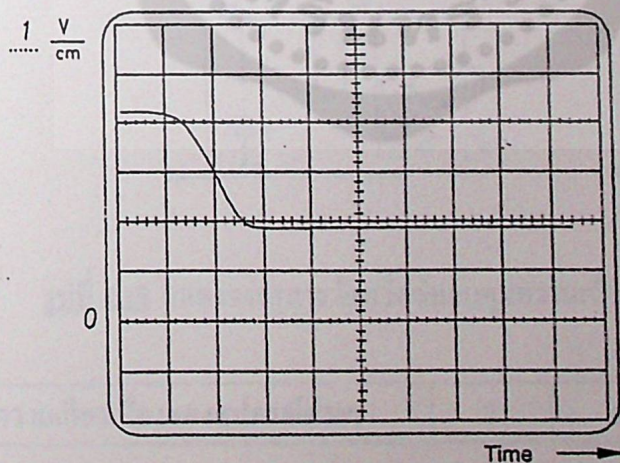
แผนผังวงจรส่วนย่อย



รูปที่ 4.15 แสดงวงจรการวัดเซนเซอร์อุณหภูมิอากาศ

ความถี่ของสัญญาณ	-	-
เกี่ยวข้องกับการทำงานของเครื่องยนต์	27	8

แรงดันสัญญาณที่วัดได้ของเซนเซอร์อุณหภูมิอากาศ

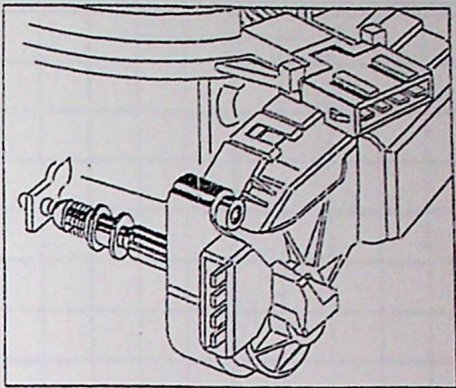


รูปที่ 4.16 แสดงผลการวัดสัญญาณที่หน้าของออสซิลโลสโคป

ส่วนอธิบายอ้างอิง

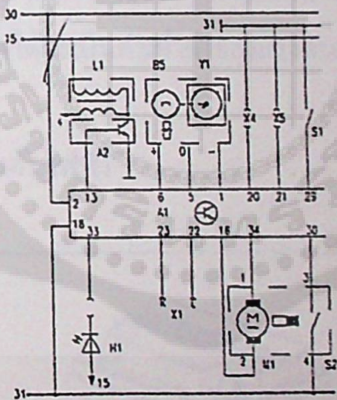
อุณหภูมิของอากาศส่วนที่วัดสูงแรงดันสัญญาณของเซนเซอร์อุณหภูมิอากาศจะต่ำ

6. สวิตช์ควบคุมความเฉื่อย



รูปที่ 4.17 แสดงลักษณะของสวิตช์ควบคุมความเฉื่อย

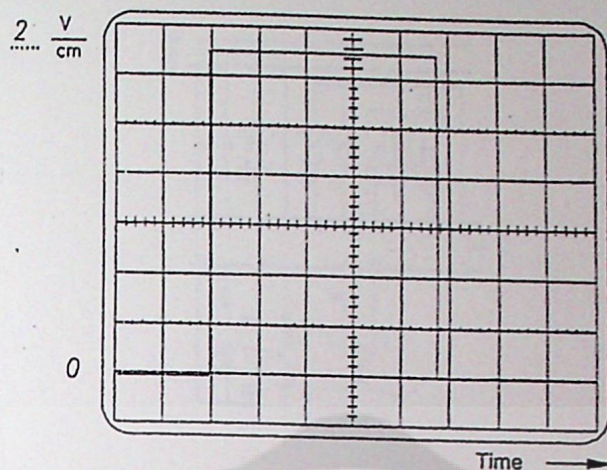
แผนผังวงจรส่วนย่อย



รูปที่ 4.18 แสดงวงจรการวัดสวิตช์ควบคุมความเฉื่อย

ความถี่ของสัญญาณของอุปกรณ์ต่างๆ	3	4
เกี่ยวข้องกับการทำงานของเครื่องชนิด	30	Minus

แรงดันสัญญาณที่วัดได้ของสวิทช์ควบคุมความถี่

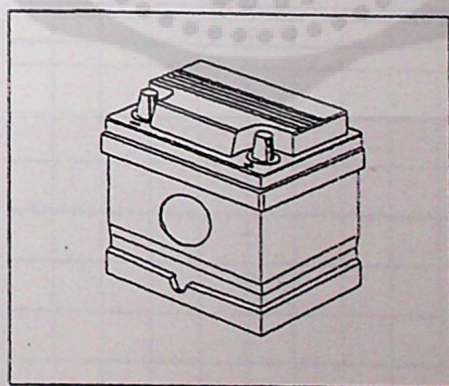


รูปที่ 4.19 แสดงผลการวัดสัญญาณที่หน้าจอกของออสซิลโลสโคป

ส่วนอธิบายอ้างอิง

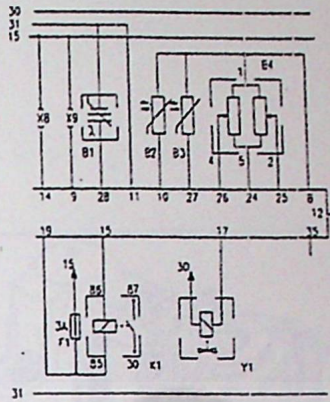
เมื่อปิดสวิทช์ควบคุมความถี่ค่าแรงเคลื่อนจะอยู่ระหว่างเหนือจุด 0 โวลต์คือจะเปรียบเทียบกับขณะเปิดซึ่งค่าที่วัดได้จะเป็นค่าเท่าค่าของแรงดันแหล่งจ่าย

7. แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้า



รูปที่ 4.20 แสดงลักษณะแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้า

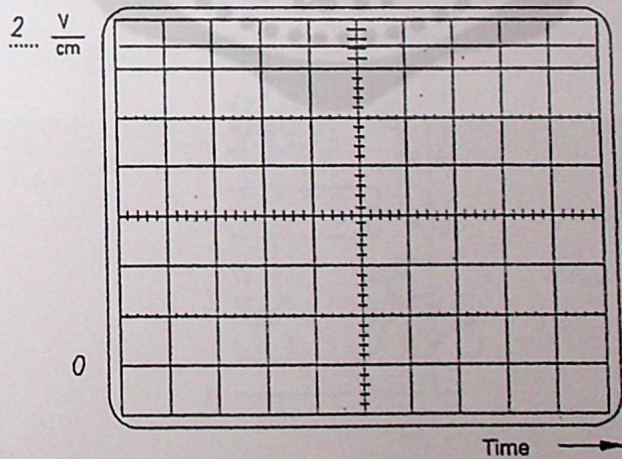
แผนผังวงจรส่วนย่อย



รูปที่ 4.21 แสดงวงจรการวัดแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้า

ความถี่ของอุปกรณ์ต่างๆ	-	-
เกี่ยวข้องกับการทำงานของเครื่องชนิด	27	8

แรงดันสัญญาณที่วัดได้ของแหล่งจ่าย

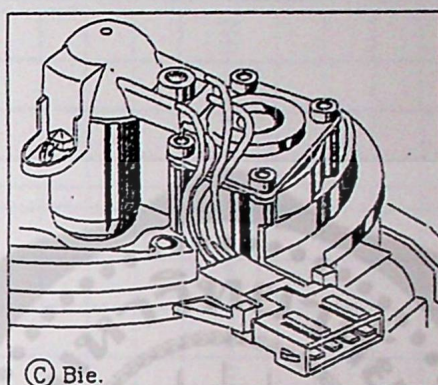


รูปที่ 4.22 แสดงผลการวัดสัญญาณที่หน้าจอบของออสซิลโลสโคป

ส่วนอธิบายอ้างอิง

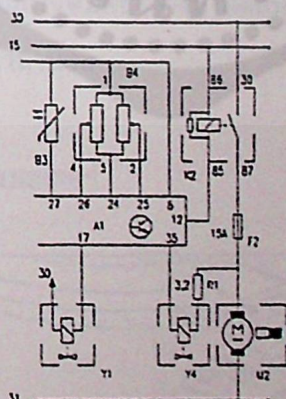
อุณหภูมิต่ำ ความหนาแน่นของกระแสของวงจรไฟฟ้าจะต่ำและเป็นตำแหน่งที่แก้ไขของการชาร์ตแบตเตอรี่

8. ลินจ่าย



รูปที่ 4.23 แสดงลักษณะของลินฉีดจ่าย

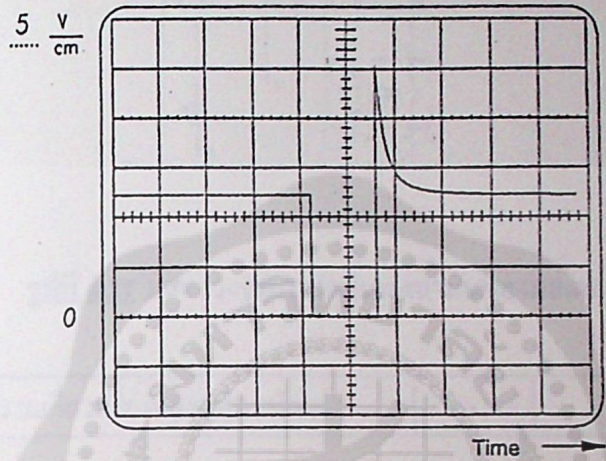
แผนผังวงจรส่วนย่อย



รูปที่ 4.24 แสดงวงจรการวัดลินจ่าย

ความถี่ของสัญญาณ	-	-
เกี่ยวข้องกับการทำงานของเครื่องชนิด	35	Minus

แรงดันสัญญาณที่วัดได้ของลิ้นจ้าย

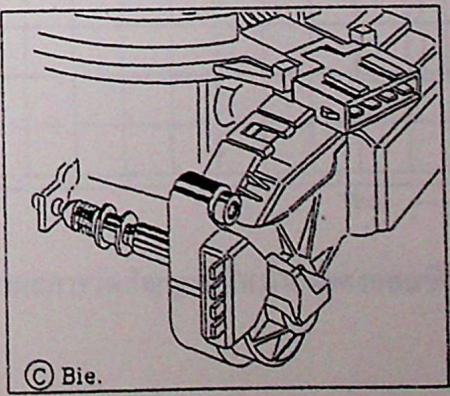


รูปที่ 4.25 แสดงผลการวัดสัญญาณที่หน้าจอของออสซิลโลสโคป

ส่วนอธิบายอ้างอิง

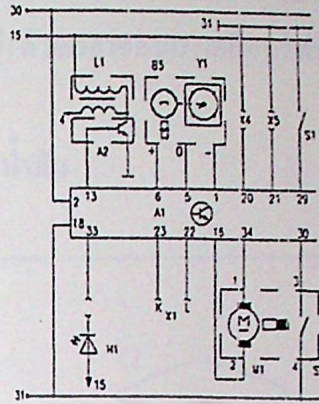
เวลาของการควบคุมลิ้นจ้ายมีผลอย่างมากต่อมุมของลิ้นเร้งน้ำมัน การตั้งค่ามุมมากเป็นสาเหตุให้ใช้เวลานาน มุมเล็กใช้เวลาน้อย

9. ลิ้นเร้งน้ำมันของมอเตอร์



รูปที่ 4.26 แสดงลักษณะของลิ้นเร้งน้ำมันของมอเตอร์

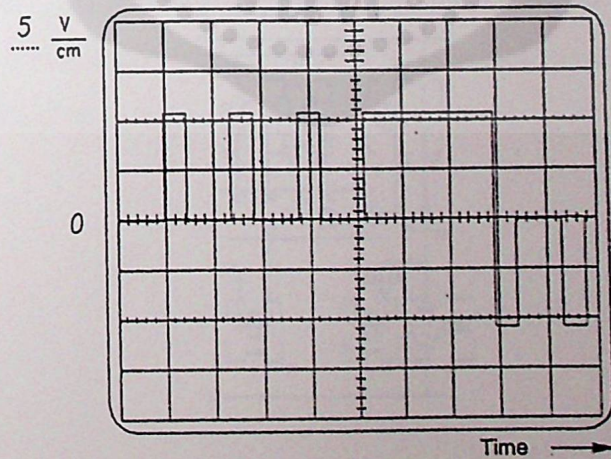
แผนผังวงจรส่วยย่อย



รูปที่ 4.27 แสดงวงจรการวัดลิ้นร่งน้ำมันของมอเตอร์

ความถี่ของสัญญาณของอุปกรณ์ต่างๆ	-	-
เกี่ยวข้องกับการทำงานของเครื่องชนิด	27	8

แรงดันสัญญาณที่วัดได้ของลิ้นร่งน้ำมันของมอเตอร์

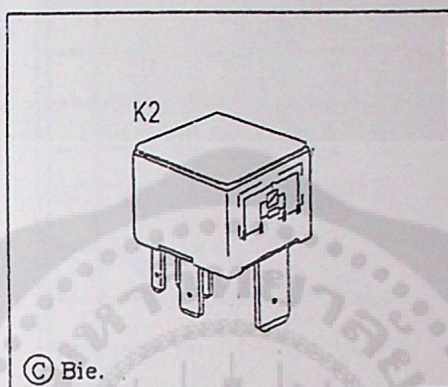


รูปที่ 4.28 แสดงผลการวัดสัญญาณที่หน้าจอของออสซิลโลสโคป

ส่วนอธิบายอ้างอิง

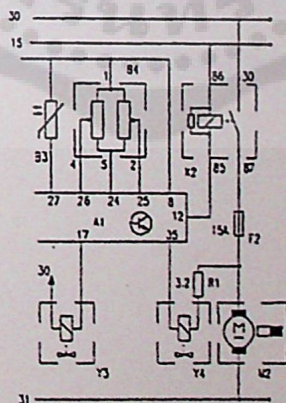
การปรับตั้งลิ้นเร่งน้ำมันนั้นเป็นสิ่งจำเป็นหลังจากทำการปรับค่าต่างๆแล้ว(การปรับระยะเร็ว ช้า เล็กหรือใหญ่) ด้วยเวลาของแรงเคลื่อนไฟฟ้าหรือการควบคุมให้คงที่

10. รีเลย์ปั๊มน้ำมัน



รูปที่ 4.29 แสดงลักษณะรีเลย์ปั๊มน้ำมัน

แผนผังวงจรส่วนย่อย

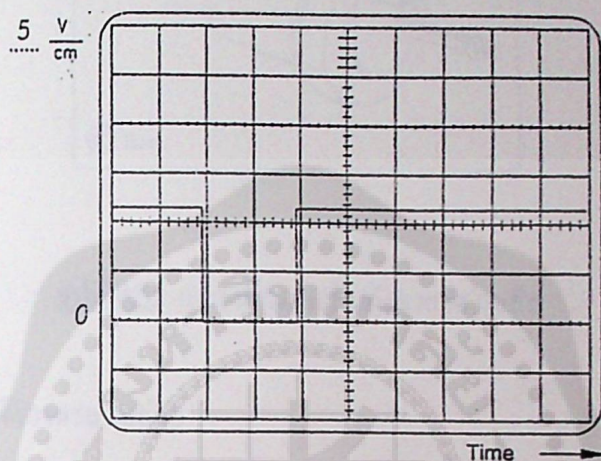


รูปที่ 4.30 แสดงวงจรการวัดรีเลย์ปั๊มน้ำมัน

ความถี่ของอุปกรณ์ต่างๆ	85	Minus
------------------------	----	-------

เกี่ยวข้องกับการทำงานของเครื่องชนิด	12	Minus
-------------------------------------	----	-------

แรงดันสัญญาณที่วัดได้ของรีเลย์ปัมน้ำมัน

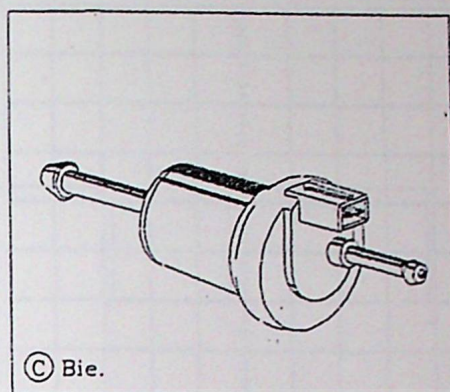


รูปที่ 4.31 แสดงผลการวัดสัญญาณที่หน้าจอของออสซิลโลสโคป

ส่วนอธิบายอ้างอิง

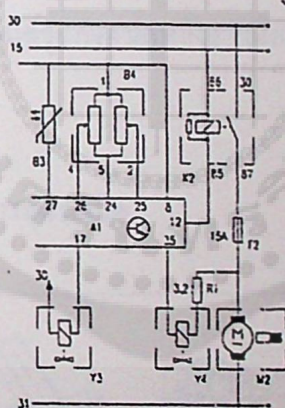
เมื่อมีการปิด-เปิดการจุดระเบิดสามารถรู้ได้จากสัญญาณแรงเคลื่อนที่ควบคุมด้วยรีเลย์ การเก็บข้อมูลของส่วนจัดการเครื่องชนิดจะไม่มีสัญญาณการหมุนเป็นกระแสวิกจร หลังจากไม่มีการเชื่อมอีกครั้งเป็นครั้งที่ 2

11. ลิน้ดั่งอากาศไอเสีย



รูปที่ 4.32 แสดงลักษณะล้นดั่งอากาศไอเสีย

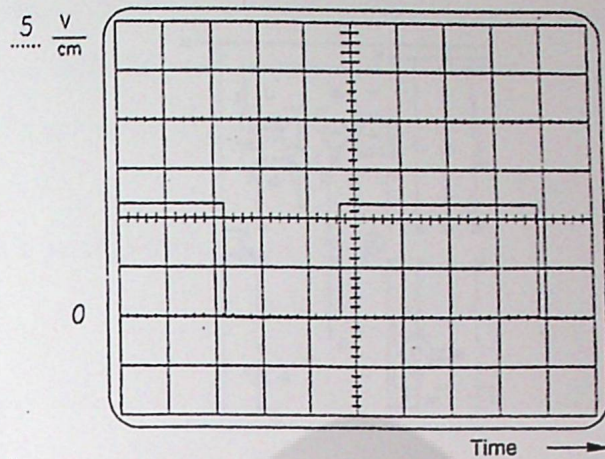
แผนผังวงจรส่วนย่อย



รูปที่ 4.33 แสดงวงจรการวัดล้นดั่งอากาศไอเสีย

ความถี่ของเครื่องจักรต่างๆ	-	-
เกี่ยวข้องกับการทำงานของเครื่องยนต์	17	Minus

แรงดันสัญญาณที่วัดได้ของดินถึงอากาศไอเสีย

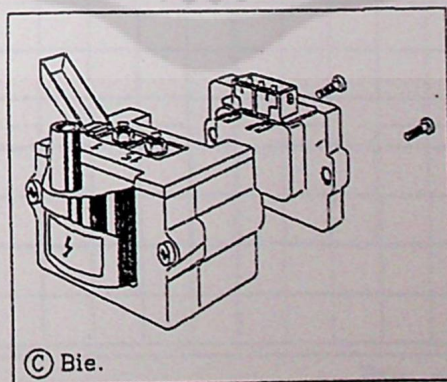


รูปที่ 4.34 แสดงผลการวัดสัญญาณที่หน้าจอของออสซิลโลสโคป

ส่วนอธิบายอ้างอิง

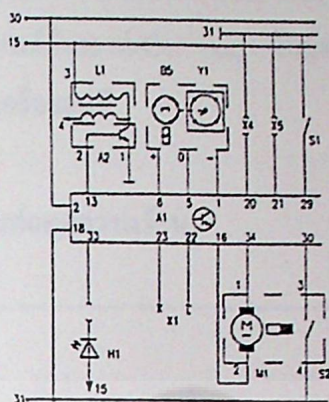
การควบคุมลิ้นเวลาการของดินนั้นเกิดจากข้อบกพร่องบางอย่าง นั่นคือองค์ประกอบ
จังหวะของส่วนการจัดการเครื่องชนิดถูกกำหนดหลังจากมีการขยายของสัญญาณดินแรงน้ำมันและ
สัญญาณเซนเซอร์ออกซิเจน

12. ส่วนนำของการจุดระเบิด



รูปที่ 4.35 แสดงลักษณะส่วนการนำออกการจุดระเบิด

แผนผังวงจรส่วนย่อย

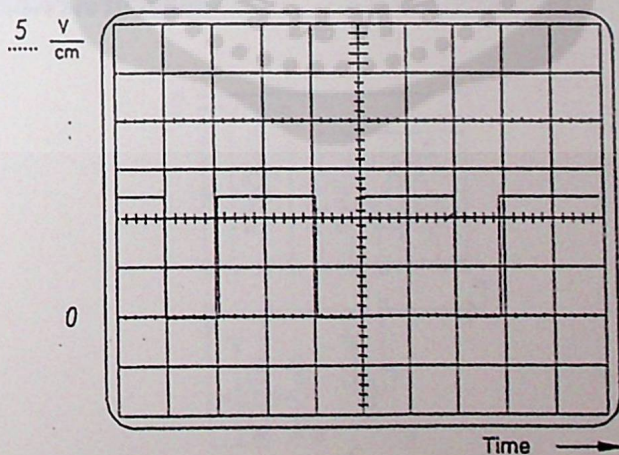


รูปที่ 4.36 แสดงวงจรการวัดส่วนการนำการจุระเบิด

ความถี่ของสัญญาณของอุปกรณ์ต่างๆ	2	Minus
---------------------------------	---	-------

เกี่ยวข้องกับการทำงานของเครื่องชนิด	13	Minus
-------------------------------------	----	-------

แรงดันสัญญาณที่วัดได้ของส่วนนำออกการจุระเบิด

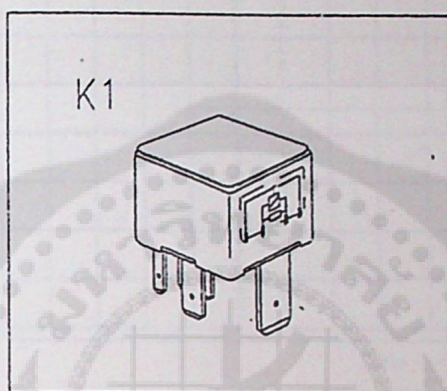


รูปที่ 4.37 แสดงผลการวัดสัญญาณที่หน้าของออสซิลโลสโคป

ส่วนอธิบายอ้างอิง

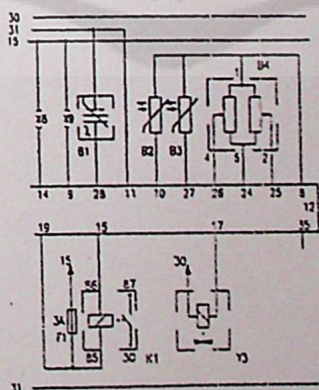
โมเมนต์เริ่มต้นและโมเมนต์คัทเอาต์(Cut out) ของกระแสปฐมภูมิเป็นการนำจาก ส่วนจัดการเครื่องย่นั่นคือโมเมนต์คัทเอาต์(Cut out) ซึ่งเมื่อเริ่มต้นส่วนจัดการเครื่องย่นจะทำให้ การปรับให้เหมาะสมกับสถานะของเครื่องย่น

13. รีเลย์สำหรับท่ออุณหภูมิร้อน



รูปที่ 4.38 แสดงลักษณะรีเลย์สำหรับท่ออุณหภูมิร้อน

แผนผังวงจรส่วยย่อย

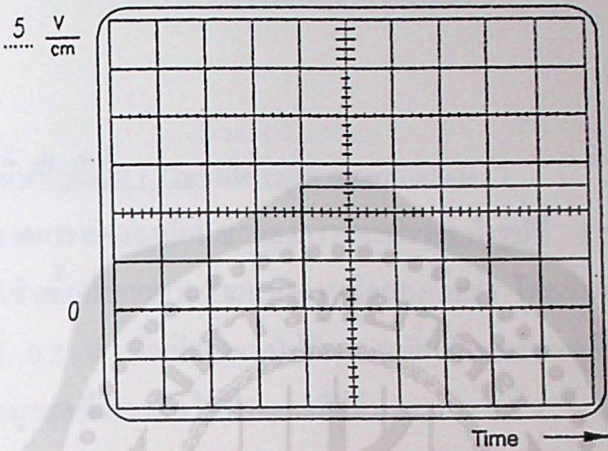


รูปที่ 4.39 แสดงวงจรการวัดรีเลย์สำหรับท่ออุณหภูมิร้อน

ความถี่ของสัญญาณของอุปกรณ์ต่างๆ	86	Minus
---------------------------------	----	-------

เกี่ยวข้องกับการทำงานของเครื่องชนิด	15	Minus
-------------------------------------	----	-------

แรงดันสัญญาณที่วัดได้ของรีเลย์สำหรับทดสอบความร้อน



รูปที่ 4.40 แสดงผลการวัดสัญญาณที่หน้าจอของออสซิลโลสโคป

ส่วนอธิบายอ้างอิง

การแผ่กระจายของอุณหภูมิภายใต้อุณหภูมิ 60°C นั้นรีเลย์จะถูกกระตุ้นจากส่วนจัดการของเครื่องชนิด

บทที่ 5

วิเคราะห์ผลการทดลอง

เครื่องวัดตำแหน่งลิ้นปีกผีเสื้อ (Throttle valve potentiometer)

จากการทดลองลักษณะของกราฟจะปรากฏดังรูปที่ 4.3 แรงดันไฟฟ้าจะเริ่มที่ตำแหน่งต่ำสุดและชันขึ้นเรื่อยๆตามตำแหน่งการเปิดของลิ้นเร่ง โดยเริ่มจากตำแหน่งต่ำสุดมีค่าแรงดันไฟฟ้าประมาณ 0.2 V เมื่อเปิดลิ้นเร่งให้มีมุมมากขึ้นลักษณะของเส้นกราฟจะชันขึ้นเรื่อยๆจนกระทั่งถึงตำแหน่งสูงสุดซึ่งแรงดันไฟฟ้าจะคงที่มีค่าประมาณ 4.6 V

เครื่องส่งฮอลล์ (Hall transmitter)

หลังจากการทดลองพบว่ากราฟที่ปรากฏบนจอออสซิลโลสโคปดังรูปที่ 4.7 มีลักษณะเป็นช่วงคลื่นรูปสี่เหลี่ยมโดยแต่ละช่วงมีการขึ้นและลงโดยทันทีทันใด โดยแรงดันไฟฟ้าสูงสุดมีค่าประมาณ 12 V และยังคงที่ไประยะหนึ่งหลังจากนั้นจะตกลงทันทีโดยมีค่าแรงดันไฟฟ้าต่ำสุดที่ค่าประมาณ 0 V ต่อจากนั้นกราฟจะยังคงที่ไประยะหนึ่งเส้นกราฟก็จะสูงขึ้นอีกครั้งทันทีจนถึงตำแหน่งสูงสุดอีกครั้ง โดยที่ค่าคงที่ตำแหน่งที่มีค่าแรงดัน 12 V จะมีช่วงเวลาที่ยาวกว่าเวลาที่ค่าคงที่ทางด้านต่ำสุด 0 V

เซนเซอร์ออกซิเจน (Lambda sensor)

จากการทดลองลักษณะกราฟจะเป็นรูปคลื่นปรากฏดังรูปที่ 4.10 โดยแรงดันไฟฟ้าที่ตำแหน่งสูงสุดของรูปคลื่นจะมีค่าประมาณ 1 V ตำแหน่งต่ำสุดรูปคลื่นจะมีค่าประมาณ 0.1 V ลักษณะของกราฟจะสูงขึ้นเรื่อยๆจนกระทั่งมีค่าแรงดันไฟฟ้าสูงสุดที่มีค่าประมาณ 1 V และเส้นกราฟจะลดลงมาจนกระทั่งถึงค่าแรงดันไฟฟ้าต่ำสุดที่มีค่าประมาณ 0.1 V ลักษณะของเส้นกราฟจะเป็นลักษณะนี้ไปเรื่อยๆ

เซนเซอร์น้ำหล่อเย็น (Coolant temperature)

จากการทดลองลักษณะกราฟที่ปรากฏดังรูปที่ 4.13 ลักษณะของเส้นกราฟจะลาดเอียงลงมาและจะคงที่ โดยที่ตำแหน่งบนสุดของเส้นกราฟมีแรงดันไฟฟ้าประมาณ 4 V และค่อยๆ ลาดเอียงลงมาจนถึงค่าคงที่ที่มีแรงดันไฟฟ้าประมาณ 0.2 V โดยที่เส้นกราฟจะคงที่ตลอด ณ ตำแหน่งนี้

เซนเซอร์อุณหภูมิอากาศ (Air temperature transmitter)

จากการทดลองเส้นกราฟจะมีลักษณะลาดเอียงลงมาและจะคงที่ดังรูปที่ 4.16 ตำแหน่งแรงดันไฟฟ้าสูงสุดของกราฟที่ปรากฏบนจอของออสซิลโลสโคปจะมีค่าประมาณ 4 V เมื่อทำการปรับปุ่มเปลี่ยนอุณหภูมิอากาศเส้นกราฟจะเกิดการเปลี่ยนแปลงโดยลดลงมาเรื่อยๆ จนกระทั่งมีค่าประมาณ 2 V

สวิตช์ควบคุมความเฉื่อย (Idling switch)

จากการทดลองดังรูปที่ 4.19 กราฟจะมีรูปร่างลักษณะเป็นช่วงคลื่นรูปสี่เหลี่ยม โดยมีแรงดันไฟฟ้าต่ำสุดเท่ากับ 0 V ซึ่งเป็นตำแหน่งที่สวิตช์เดินเบาอยู่ในตำแหน่งปิดและค่าแรงดันไฟฟ้าสูงสุดมีค่า 12 V ซึ่งเป็นตำแหน่งที่สวิตช์เดินเบาอยู่ในตำแหน่งเปิด

แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้า (Supply voltage)

จากการทดลอง ตามรูปที่ 4.22 กราฟแสดงแรงดันไฟฟ้าจะปรากฏบนจอของออสซิลโลสโคปมีลักษณะเป็นเส้นตรง โดยมีค่าแรงดันไฟฟ้าคงที่ที่ประมาณ 13 V

ลิ้นจ่าย (Injection valve)

จากการทดลองลักษณะของกราฟที่ปรากฏดังรูปที่ 4.25 เส้นกราฟมีลักษณะเป็นค่าคงที่เส้นตรงที่มีค่าแรงดันไฟฟ้าอยู่ที่ 12 V และตกลงมาที่ตำแหน่งแรงดันไฟฟ้ามีค่า 0 V โดยทันที หลังจากนั้นแรงดันไฟฟ้าจะอยู่คงที่ระยะหนึ่งโดยมีลักษณะเป็นเส้นตรงตามเวลาที่เปลี่ยนไปและค่า

แรงดันก็จะสูงขึ้น ไปจนถึงตำแหน่งที่มีค่าแรงดันไฟฟ้าประมาณ 25 V และจะลดลงในลักษณะเป็นเส้นโค้งมาคงที่ที่แรงดันไฟฟ้ามีค่าประมาณ 12 V

ลิ้นเร่งน้ำมันของมอเตอร์ (Throttle valve set motor)

จากรูปการทดลองที่ 4.28 สัญญาณจากกราฟจะเป็นลักษณะรูปสี่เหลี่ยมซึ่งเกิดการเปลี่ยนแปลงเป็นช่วงๆ โดยมีความแตกต่าง 0 – 12 V โดยที่มีช่วงเวลาการเปลี่ยนแปลงที่แตกต่างกันตามสภาวะการทำงานต่างๆ

รีเลย์ปั๊มน้ำมัน (Fuel pump relay)

จากกราฟที่ปรากฏดังรูปที่ 4.31 จะปรากฏเป็นรูปคลื่น ในตำแหน่งแรกแรงดันไฟฟ้าจะสูงประมาณ 12 V เมื่อทำการเปิดสวิตช์กุญแจแรงดันไฟฟ้าจะตกลงทันทีจนมีค่าประมาณ 0 V และเมื่อปล่อยสวิตช์กุญแจแรงดันไฟฟ้าจะเพิ่มขึ้นทันทีจนมีแรงดันไฟฟ้ามีค่า 12 V โดยในตำแหน่งที่ปล่อยสวิตช์กุญแจนั้นปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิงจะทำงานทันที

ลิ้นถังอากาศไอเสีย (Tank air exhaust valve)

จากการทดลองดังรูปที่ 4.34 ลักษณะของกราฟที่ปรากฏจะเป็นรูปคลื่นสี่เหลี่ยม ส่วนสูงสุดของเส้นกราฟจะมีแรงดันไฟฟ้า 13 V และแรงดันที่ต่ำสุดเท่ากับ 0 V

ส่วนนำออกการจุดระเบิด (Ignition output stage)

จากผลการทดลองดังกราฟรูปที่ 4.37 แรงดันไฟฟ้าที่แสดงออกจะมีลักษณะเป็นช่วงๆ ระดับสัญญาณเป็นรูปสี่เหลี่ยม โดยที่ตำแหน่งสูงสุดจะมีค่าแรงดันไฟฟ้า 12 V และจะคงที่ไประยะหนึ่ง หลังจากนั้นลักษณะกราฟจะตกลงทันทีโดยที่ตำแหน่งต่ำสุดมีแรงดันไฟฟ้าเท่ากับ 0 V ซึ่งลักษณะของกราฟจะมีลักษณะรูปคลื่นเป็นช่วงๆ โดยที่ช่วงของค่าแรงดันไฟฟ้าจะคงที่ ในตำแหน่งที่มีค่าแรงดันสูงสุดจะมีช่วงเวลาที่ยาวมากกว่าตำแหน่งที่มีค่าแรงดันไฟฟ้าต่ำสุด

รีเลย์ของท่อดูดความร้อน (Relay for suction pipe heating)

หลังจากการทดลองเมื่อนำออสซิลโลสโคปต่อเข้ากับวงจรจะปรากฏเส้นกราฟดังรูปที่ 4.40 เส้นกราฟจะเริ่มจากตำแหน่งแรงดันไฟฟ้าต่ำสุดที่ 0 V และจะคงที่ไประยะหนึ่ง หลังจากนั้นแรงดันไฟฟ้าจะสูงขึ้นทันทีโดยมีค่าแรงดันไฟฟ้าประมาณ 12.8 V ในตำแหน่งนี้เส้นกราฟจะคงที่ตลอดไปถ้าอุณหภูมิของน้ำหล่อเย็นต่ำกว่า 60 องศา

สรุปผลการทดลอง

เครื่องตรวจวัดตำแหน่งลิ้นปีกผีเสื้อ (Throttle valve potentiometer)

ในตำแหน่งเดินเบาการเปิดของลิ้นเร่งจะน้อยมากซึ่งจะทำให้ความต้านทานในเครื่องตรวจวัดตำแหน่งลิ้นปีกผีเสื้อมีค่าสูงทำให้กระแสไฟฟ้าที่จะส่งไปยังชุดควบคุมมีน้อยซึ่งกราฟที่ปรากฏบนจอของออสซิลโลสโคปจึงมีค่าต่ำ เมื่อปรับตำแหน่งลิ้นเร่งเปิดมากขึ้นค่าความต้านทานของเครื่องตรวจวัดตำแหน่งลิ้นปีกผีเสื้อจะมีค่าความต้านทานน้อยลงทำให้กระแสไฟฟ้าสามารถไหลผ่านได้มากขึ้นซึ่งทำให้ชุดควบคุมปรับเวลาการฉีดน้ำมันได้เหมาะสมดังนั้นเส้นกราฟบนจอของออสซิลโลสโคปจะมีลักษณะชันขึ้นเนื่องจากแรงดันไฟฟ้ามีค่าสูงขึ้น เมื่อปรับลิ้นปีกผีเสื้อจนสุดค่าความต้านทานก็จะคงที่กระแสไฟฟ้าที่ไหลไปยังชุดควบคุมก็จะคงที่ด้วยดังนั้นเส้นกราฟบนจอของออสซิลโลสโคปจึงมีค่าคงที่

เครื่องส่งฮอลล์ (Hall transmitter)

เป็นอุปกรณ์ที่ให้กำเนิดประกายไฟฟ้าที่หัวเทียนโดยการตัดต่อการไหลของกระแสไฟฟ้า ซึ่งภายในประกอบด้วยโรเตอร์สัญญาณ ไคโอดและแม่เหล็ก อุปกรณ์เหล่านี้เป็นตัวตัดต่อสัญญาณไฟฟ้าที่ส่งไปยังชุดควบคุม เมื่อจานจ่ายหมุนไปทำให้โรเตอร์ภายในจานจ่ายหมุนตัดกับขดลวดสัญญาณเกิดการเหนี่ยวนำขึ้นทำให้เกิดแรงดันซึ่งแรงดันนี้จะไปเปิดวงจรทำไฟฟ้าจากชุดควบคุมไหลลงกราวด์ได้เส้นกราฟในช่วงนี้จึงมีแรงดันไฟฟ้าสูงขึ้นมีค่า 12 V

เมื่อโรเตอร์หมุนไปอีกแกนของโรเตอร์จะหมุนมาตรงกับขดลวดสัญญาณและแม่เหล็กถาวรจึงทำให้เส้นแรงแม่เหล็กมีค่าคงที่ เมื่อไม่เกิดการเหนี่ยวนำทางไฟฟ้าเกิดขึ้นกระแสไฟฟ้าที่ไปกระตุ้นภายในวงจรจะหยุดไหลทันทีจึงทำให้แรงดันไฟฟ้าตกลงทันที (มีค่าประมาณ 0 V) เส้นกราฟบนจอของออสซิลโลสโคปจะลดลง เมื่อโรเตอร์หมุนไปอีกแกนของโรเตอร์ก็จะตัดกับ

เส้นแรงแม่เหล็กเกิดการเหนี่ยวนำทางไฟฟ้าขึ้นอีกและทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าไหลไปกระตุ้นวงจร จึงทำให้เส้นกราฟมีลักษณะสูงขึ้นทันทีดังกราฟที่ได้

เซนเซอร์ออกซิเจน (Lambda sensor)

เป็นตัวตรวจจับปริมาณออกซิเจนที่ออกมาจากแก๊สไอเสียและจะส่งผลไปยังชุดควบคุมเพื่อปรับอัตราการฉีดน้ำมันเข้าสู่ห้องเผาไหม้ให้มีอัตราส่วนที่สมบูรณ์ ปริมาณออกซิเจนที่แสดงออกมาจะแสดงถึงอัตราส่วนผสมระหว่างน้ำมันกับอากาศว่าหนาหรือบางเกินไป จากลักษณะของรูปคลื่นแรงดันไฟฟ้าจะมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาเนื่องจากปริมาณของออกซิเจนที่ออกมาหลังจากการเผาไหม้มีการเปลี่ยนแปลง

ในขณะที่ส่วนผสมบางปริมาณของออกซิเจนจะมากทำให้จำนวนกระแสไฟฟ้าที่ออกมาจากตัวเซนเซอร์น้อยเนื่องจากผลต่างของออกซิเจนทั้งด้านในและด้านนอกของอุปกรณ์มีความแตกต่างกันน้อยแรงดันไฟฟ้าจึงต่ำเป็นเหตุให้เส้นกราฟอยู่ในตำแหน่งต่ำโดยมีค่าอยู่ประมาณ 0.1 V เมื่อชุดควบคุมได้รับสัญญาณนี้จะเพิ่มปริมาณการฉีดน้ำมันให้มากขึ้นทำให้ปริมาณออกซิเจนที่ออกมาจากแก๊สไอเสียมีจำนวนน้อยลง เมื่อผลต่างของออกซิเจนด้านในและด้านนอกของตัวเซนเซอร์มีค่ามากจะทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าสูงขึ้นจนมีค่าประมาณ 1 V ดังที่ปรากฏตามลักษณะของเส้นกราฟ ในตำแหน่งนี้ปริมาณออกซิเจนที่ออกมามีน้อยจะทำให้ชุดควบคุมลดปริมาณการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงลงจึงทำให้ปริมาณออกซิเจนที่ออกมาจากแก๊สไอเสียมีจำนวนมากขึ้น ทำให้ผลต่างของออกซิเจนด้านในกับด้านนอกของตัวเซนเซอร์มีค่าน้อยลงจึงทำให้แรงดันไฟฟ้าที่ออกมาจากตัวเซนเซอร์มีค่าน้อยลงด้วย เส้นกราฟจึงลดลงจนกระทั่งถึงส่วนต่ำสุดชุดควบคุมก็จะทำการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเข้าสู่ห้องเผาไหม้มากขึ้นค่าแรงดันที่ออกมาจากตัววัดก็จะเพิ่มมากขึ้นเส้นกราฟก็จะขึ้นขึ้นอีก

เซนเซอร์น้ำหล่อเย็น (Coolant temperature)

เป็นอุปกรณ์ตรวจจับอุณหภูมิน้ำหล่อเย็นของเครื่องยนต์แล้วส่งผลที่ได้ส่งไปยังชุดควบคุมเพื่อประมวลผลรวมกับตัวเซนเซอร์ตัวอื่นๆเพื่อนำไปปรับปรุงการจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงเข้าสู่ห้องเผาไหม้ที่เหมาะสม การทำงานนั้นจะอาศัยความต้านทานที่สามารถเปลี่ยนแปลงค่าได้ภายในตัวเซนเซอร์อุณหภูมิน้ำหล่อเย็นโดยใช้การเปลี่ยนแปลงค่าความร้อนของน้ำหล่อเย็นทำให้ค่าความต้านทานเปลี่ยนแปลงไป

จากการทดลองตามลักษณะกราฟที่ลาดเอียงลงมาจะเกิดจากการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานของเซนเซอร์อุณหภูมิ น้ำหล่อเย็นซึ่งมีผลมาจากการเปลี่ยนแปลงค่าความร้อนของน้ำหล่อเย็น ความต้านทานที่ใช้เป็นชนิด NTC ในขณะที่อุณหภูมิ น้ำหล่อเย็นมีอุณหภูมิค่าความต้านทานในตัวเซนเซอร์จะสูงขึ้นทำให้กระแสไฟฟ้าไม่สามารถลงกราวด์ได้มากจึงมีแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมอยู่สูง เห็นกราฟแรงดันไฟฟ้าในช่วงนี้จะสูงขึ้นอยู่ที่ประมาณ 4 V เมื่ออุณหภูมิของเครื่องยนต์สูงขึ้นค่าความต้านทานของตัวเซนเซอร์จะต่ำลงทำให้กระแสไฟฟ้าที่ส่งมายังชุดควบคุมลงกราวด์ได้ง่ายแรงดันของชุดควบคุมจึงมีน้อยจึงทำให้เส้นกราฟที่แสดงแรงดันในช่วงนี้มีค่าต่ำลง เมื่ออุณหภูมิของน้ำหล่อเย็นสูงขึ้นจนมีค่าคงที่อยู่ที่ประมาณ 80 องศา จะทำให้ค่าความต้านทานของตัวเซนเซอร์คงที่ด้วยเส้นกราฟแสดงแรงดันไฟฟ้าในช่วงนี้จะคงที่อยู่ที่ประมาณ 0.2 V

เซนเซอร์อุณหภูมิอากาศ (Air temperature transmitter)

เป็นตัวตรวจวัดอุณหภูมิอากาศที่เข้าสู่เครื่องยนต์และส่งผลของการตรวจวัดนี้ไปยังชุดควบคุมในรูปของสัญญาณไฟฟ้า เพื่อปรับปรุงอัตราการฉีดของน้ำมันเชื้อเพลิงอีกเช่นกัน การทำงานของเซนเซอร์ชนิดนี้จะใช้ความต้านทานภายในชนิด NTC ซึ่งมีลักษณะเปลี่ยนแปลงค่าได้โดยรับผลมาจากการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิอากาศ ลักษณะกราฟที่ปรากฏมีลักษณะดังรูปคลื่นสัญญาณรูปที่ 4.13

เมื่ออากาศที่เข้าสู่เครื่องยนต์มีอุณหภูมิต่ำตัวเซนเซอร์จะมีค่าความต้านทานสูงขึ้นทำให้แรงดันไฟฟ้าที่มาจากชุดควบคุมลงกราวด์ได้น้อยจึงทำให้เกิดแรงดันตกคร่อมสูง จากผลอันนี้จึงทำให้เส้นกราฟแสดงผลที่ค่าแรงดันไฟฟ้ามีค่าประมาณ 4 V เมื่ออุณหภูมิของอากาศเพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ตัวเซนเซอร์มีค่าความต้านทานต่ำลงกระแสไฟฟ้าสามารถไหลลงกราวด์ได้มากขึ้นแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมจึงมีค่าน้อยลงทำให้กราฟที่แสดงแรงดันไฟฟ้าบนจอของออสซิลโลสโคปต่ำ

เมื่ออุณหภูมิของอากาศคงที่ค่าความต้านทานภายในของตัวเซนเซอร์มีค่าคงที่ด้วยกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านมีค่าคงที่เส้นกราฟที่แสดงจึงมีค่าคงที่

สวิตช์ควบคุมความเฉื่อย (Idling switch)

จากการทดลองสวิตช์ควบคุมความเฉื่อยแสดงตำแหน่งของลิ้นเร่งโดยใช้สัญญาณไฟฟ้าส่งไปยังชุดควบคุม ในตำแหน่งเดินเบาหน้าสัมผัสภายในตัวสวิตช์ควบคุมความเฉื่อยจะไม่ทำให้เกิดมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน ดังนั้นเส้นกราฟในตำแหน่งนี้จึงมีแรงดันเท่ากับ 0 V

เมื่อเร่งเครื่องจนตัวถังปีกผีเสื้อจะเปิดออกแกนของสวิตช์ควบคุมความเฉื่อยจะถูกดันออกโดยสปริงทำให้น้ำสัมผัสด้านในต่อกันกระแสไฟฟ้าสามารถไหลผ่านลงกราวด์ได้ ในตำแหน่งนี้เส้นกราฟจะสูงขึ้นทันทีและแรงดันจะถูกส่งไปยังชุดควบคุมเพื่อแสดงผลการทำงาน

แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้า (Supply voltage)

จากลักษณะของกราฟจะมีแรงดันไฟฟ้าประมาณ 12.4 V และเป็นเส้นตรงเนื่องมาจากแรงดันไฟฟ้าจากแบตเตอรี่เป็นแรงดันไฟฟ้าแบบคงที่

ลิ้นจ่าย (Injection valve)

การเกิดกระแสไฟฟ้าของอุปกรณ์ตัวนี้เป็นการวัดค่าแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมจะอาศัยแรงดันไฟฟ้าที่ในตำแหน่งที่ยังไม่มีการฉีด แรงดันไฟฟ้าตกคร่อมของลิ้นจ่ายมีมากเนื่องจากกระแสไฟฟ้าไม่สามารถลงกราวด์ได้ เนื่องจากสัญญาณจากชุดควบคุมไม่ส่งมาคังนั้นแรงดันไฟฟ้าที่แสดงบนจอของออสซิลโลสโคปจึงมีค่าสูงถึง 12 V เมื่อชุดควบคุมได้รับสัญญาณการฉีดมาจากตัวตรวจจับสัญญาณการฉีดชุดควบคุมจะทำการเปิดวงจรทำให้กระแสไฟฟ้าที่หัวฉีดสามารถไหลลงกราวด์ได้ เข็มหัวฉีดจะยกตัวขึ้นทำให้น้ำมันถูกฉีกเข้าสู่ห้องเผาไหม้ ดังนั้นค่าแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมจึงมีค่าเป็น 0 V ซึ่งในตำแหน่งนี้เส้นกราฟจะคงที่อยู่นานแค่ไหนขึ้นอยู่กับสัญญาณกระแสไฟฟ้าของการฉีด ซึ่งหลังจากชุดควบคุมหยุดการส่งสัญญาณกระแสไฟฟ้าก็ไม่สามารถไหลลงกราวด์ได้ทำให้แรงดันไฟฟ้าตกคร่อมของอุปกรณ์สูงขึ้นทันทีซึ่งจะมีค่าประมาณ 25 V อันเนื่องมาจากกระแสไฟฟ้าที่เกิดจากชุดคอยล์ภายในหัวฉีดค้างอยู่ทำให้เส้นกราฟในตำแหน่งนี้มีค่าสูงและลดลงมาจนถึงค่าแรงดันปกติ (12 V)

ลิ้นเร่งน้ำมันของมอเตอร์ (Throttle valve set motor)

การทำงานของลิ้นเร่งน้ำมันของมอเตอร์จะเป็นตัวปรับความเร็วรอบให้เหมาะสมในกรณีที่เกิดความผิดพลาดอันเนื่องมาจากแรงดันไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงและการควบคุมต่างๆต่อการเกิดสัญญาณของออสซิลโลสโคปซึ่งเกิดจากแรงดันตกคร่อมของอุปกรณ์เมื่อชุดควบคุมได้รับสัญญาณจากเซนเซอร์ต่างๆและจะทำการปรับรอบเดินเบาโดยใช้แรงดันไฟฟ้าส่งไปยังอุปกรณ์ใน

ตำแหน่งที่ชุดควบคุมส่งสัญญาณมาซึ่งแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมจะเท่ากับ 0V เมื่อปรับได้ตามต้องการ แล้วชุดควบคุมจะหยุดการส่งสัญญาณซึ่งแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมจะมีค่าเท่ากับ 12 V

รีเลย์ปั๊มน้ำมัน (Fuel pump relay)

จากการทดลองในตำแหน่งแรกนั้นมีแรงดันไฟฟ้าประมาณ 12 V เป็นเพราะเกิดแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมของอุปกรณ์สูง เนื่องจากเป็นตำแหน่งที่ชุดควบคุมไม่ให้แรงดันไฟฟ้าไหลครบวงจร (ลงกราวด์ไม่ได้) เพราะไม่ได้รับสัญญาณการฉีดจากเซนเซอร์ ดังนั้นแรงดันไฟฟ้าทั้งหมดจึงไหลครบวงจรที่ออสซิลโลสโคปแรงดันสแตตัสที่สุดจึงอยู่ที่ 12 V

เมื่อเปิดสวิทช์กุญแจชุดควบคุมจะทำการเปิดวงจรทำให้กระแสไฟฟ้าไหลครบวงจรได้โดยลงกราวด์ที่ชุดควบคุม แรงดันที่ตกคร่อมที่ออสซิลโลสโคปจึงเท่ากับ 0 V ซึ่งในขณะที่เครื่องยนต์ทำงานตัวปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิงจะทำงานตลอดเวลาเนื่องจากรีเลย์ปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิงมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านตลอดเวลาโดยที่ไม่ต้องใช้สัญญาณจากสวิทช์กุญแจแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมจึงครบวงจรที่ออสซิลโลสโคป ค่าแรงดันไฟฟ้าจึงสูง 12 V

ลิ้นถังอากาศไอเสีย (Tank air exhaust valve)

จากการทดลองผลจะได้ดังกราฟที่แสดงดังรูปที่ 4.34 ลักษณะของกราฟที่ปรากฏเป็นกราฟรูปสี่เหลี่ยมค่าสูงสุดของกราฟอยู่ที่ 13 V ค่าต่ำสุดอยู่ที่ 0 V

ส่วนนำออกการจุดระเบิด (Ignition output stage)

จากการทดลองลักษณะของกราฟสามารถอธิบายได้ว่าเมื่อชุดควบคุมได้รับสัญญาณมาจากงานจ่ายชุดควบคุมจะนำผลที่ได้มาประมวลผลรวมกับสัญญาณที่ได้รับจากเซนเซอร์ต่างๆและส่งออกกับสัญญาณไดโอดที่อยู่ภายในชุดคอยล์ทำให้คอยล์จุดระเบิดมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านลงกราวด์ได้ ในตำแหน่งที่มีกระแสไฟฟ้าส่งออกมาชุดควบคุมนี้จะทำให้เส้นกราฟมีแรงดันกระแสไฟฟ้าสูงขึ้นเป็น 12 V เมื่องานจ่ายจัดการจ่ายกระแสไฟฟ้ามายังชุดควบคุมชุดควบคุมก็จะไม่ส่งสัญญาณกระแสไฟฟ้าไปยังคอยล์จุดระเบิดทำให้กระแสไฟฟ้าไม่ไหลผ่านคอยล์จุดระเบิดครบวงจรในช่วงนี้ได้ ภายในคอยล์จุดระเบิดจะเกิดการยุบตัวของสนามแม่เหล็กเกิดการเหนี่ยวนำ

และส่งกระแสไฟฟ้าแรงสูงไปยังหัวเทียน ในตำแหน่งนี้เองแรงดันไฟฟ้าที่อ่านได้บนจอของออสซิลโลสโคปตกลงทันทีดังแสดงบนกราฟ

เมื่อจานจ่ายหมุนต่อไปก็จะเกิดสัญญาณกระแสไฟฟ้าและส่งมายังชุดควบคุมชุดควบคุมก็จะส่งสัญญาณกระแสไฟฟ้ามาที่คอยล์จุดระเบิดซึ่งจะเปิดวงจรทำให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านคอยล์จุดระเบิดลงกราวด์ได้ ในตำแหน่งที่ชุดควบคุมส่งสัญญาณมาที่คอยล์จุดระเบิดเส้นกราฟที่แสดงโดยออสซิลโลสโคปก็จะสูงขึ้นอีก

รีเลย์ของท่อดูดความร้อน (Relay for suction pipe heating)

อุปกรณ์นี้เป็นรีเลย์ที่ใช้ในการเปิดวงจรของกลไกท่อดูดความร้อนที่จะให้เครื่องยนต์ถึงจุดอุณหภูมิทำงานเร็วขึ้น เมื่ออุณหภูมิสูงกว่า 60 องศา ชุดควบคุมจะไม่ส่งสัญญาณออกมาที่รีเลย์ทำให้กลไกไม่สามารถทำงานได้ เส้นกราฟจึงอยู่ในตำแหน่งที่มีแรงดันไฟฟ้าเท่ากับ 0 V

เมื่ออุณหภูมิของเครื่องยนต์มีค่าต่ำกว่า 60 องศา เซนเซอร์ของตัวตรวจจับอุณหภูมิจะส่งสัญญาณมายังชุดควบคุมชุดควบคุมก็จะส่งสัญญาณกระแสไฟฟ้ามายังรีเลย์ของท่อดูดความร้อนจึงทำให้เส้นกราฟสูงขึ้นทันทีโดยมีแรงดันไฟฟ้าอยู่ที่ประมาณ 12.8 V เพื่อให้กลไกของท่อดูดความร้อนทำงานจนกว่าอุณหภูมิของน้ำหล่อเย็นจะสูงกว่า 60 องศาในตำแหน่งนี้จะเห็นว่าลักษณะของเส้นกราฟจะเป็นเส้นตรงตามแนวนอนจนกว่าอุณหภูมิของน้ำหล่อเย็นจะสูงกว่า 60 องศาซึ่งเส้นกราฟจะมีค่าตกลงอยู่ที่ 0 V

ข้อเสนอแนะ

1. ก่อนอ่านค่าใดๆหลังจากทำการปรับสถานะของอุปกรณ์ตามที่กำหนดแล้วควรรออย่างน้อย 10 วินาทีแล้วจึงอ่านค่า
2. ในการทดลองบางการทดลองนั้นหลังจากต่อออสซิลโลสโคปตามวงจรการวัดแล้วการอ่านค่าจะต้องกระทำคู่กับการปรับอุปกรณ์บางตัวจึงจะอ่านค่านั้นได้ หมายถึงการเกิดสัญญาณที่หน้าจอของออสซิลโลสโคป ดังนั้นในการทดลองจึงต้องพิจารณาว่าการทดลองที่ทดลองอยู่อุปกรณ์นั้นสัมพันธ์กับอุปกรณ์ตัวไหนเพื่อที่จะทำการปรับได้ถูกต้อง ขณะที่บางการทดลองไม่จำเป็นต้องปรับขณะทำการอ่านค่า

3. เนื่องจากการทดลองจะเกี่ยวข้องกับกระแสและอุปกรณ์ทางไฟฟ้า ดังนั้นในการทดลองจึงควรทดลองด้วยความระมัดระวังเพื่อป้องกันอันตรายที่จะเกิดต่อตัวผู้ทดลองและอุปกรณ์การทดลอง



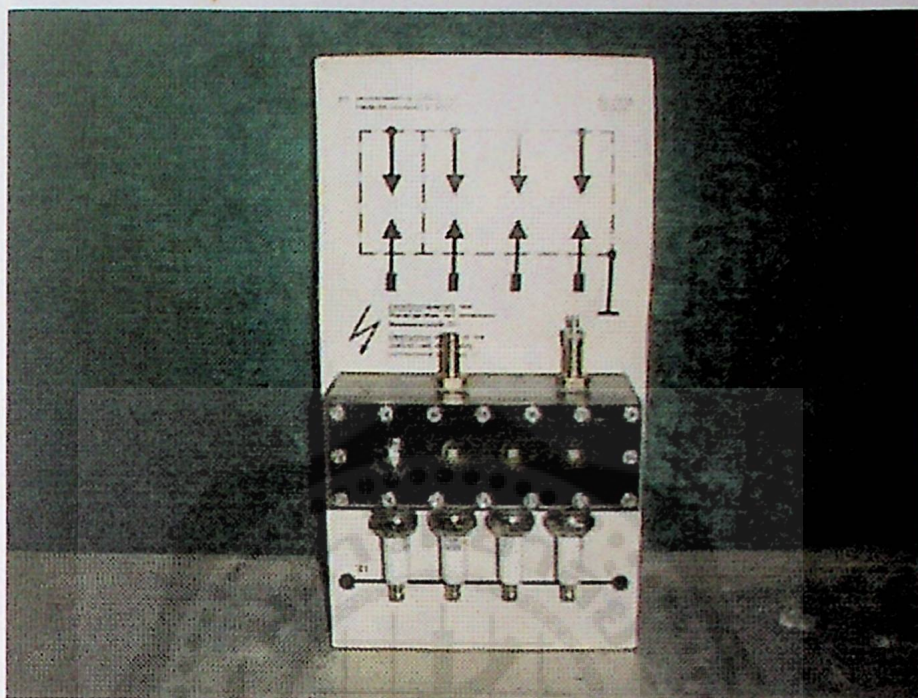
เอกสารอ้างอิง

1. บริษัทเอลเว่ (ประเทศไทย) จำกัด, คู่มือโมโน-โมโทรนิคส์, 2542
2. นกคต เวชวิฐาน, เครื่องยนต์หัวฉีด EFI, พิมพ์ครั้งที่ 1. สมาคมส่งเสริมไทยญี่ปุ่น, มิถุนายน 2535

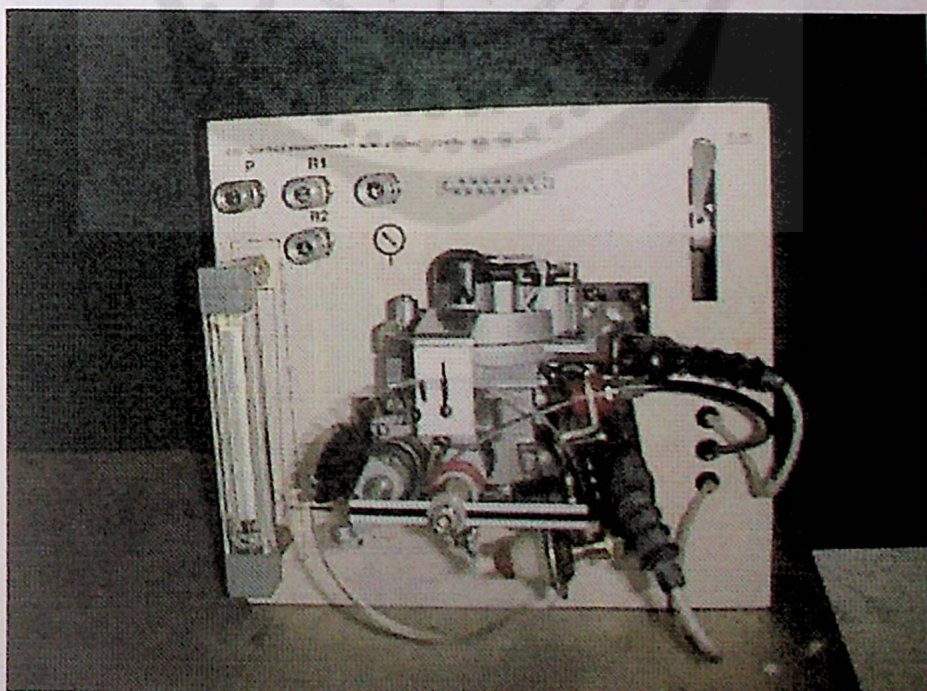


ภาคผนวก
รูปแสดงชุดอุปกรณ์

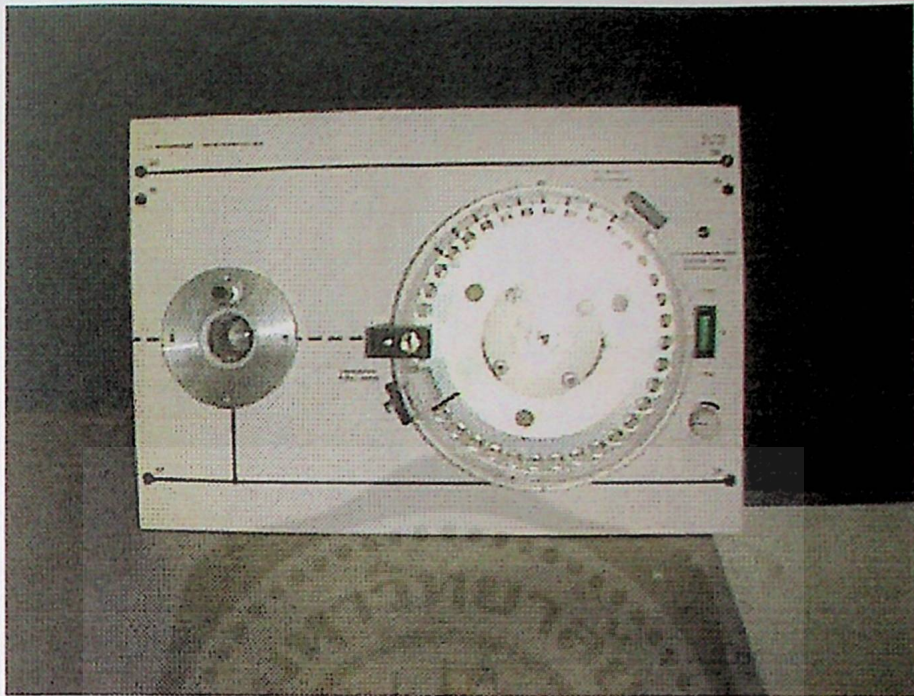




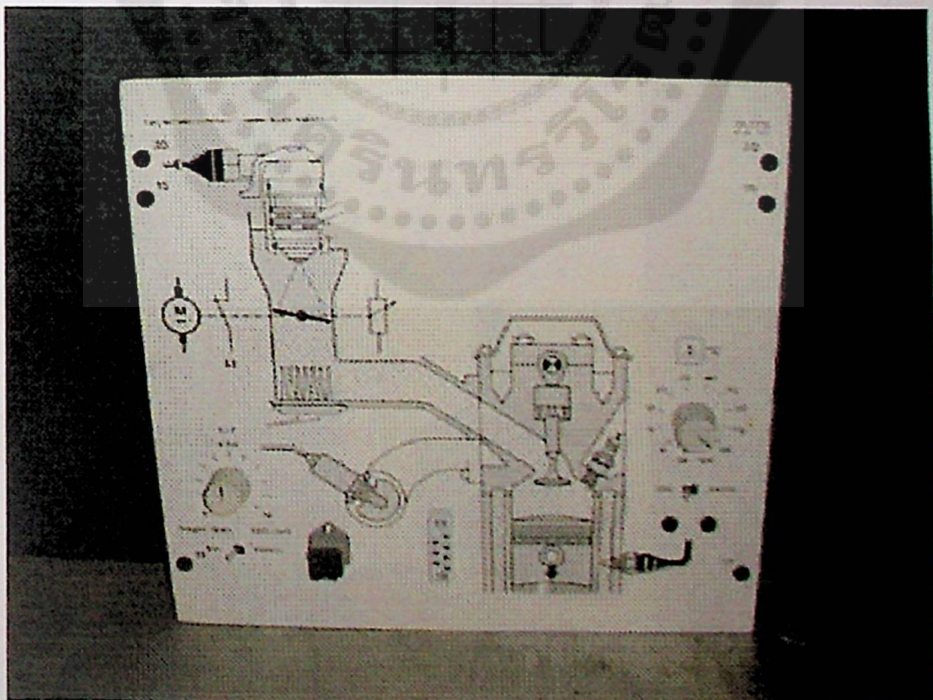
รูปภาคผนวกที่ 1.1 แสดงชุดหัวเทียน



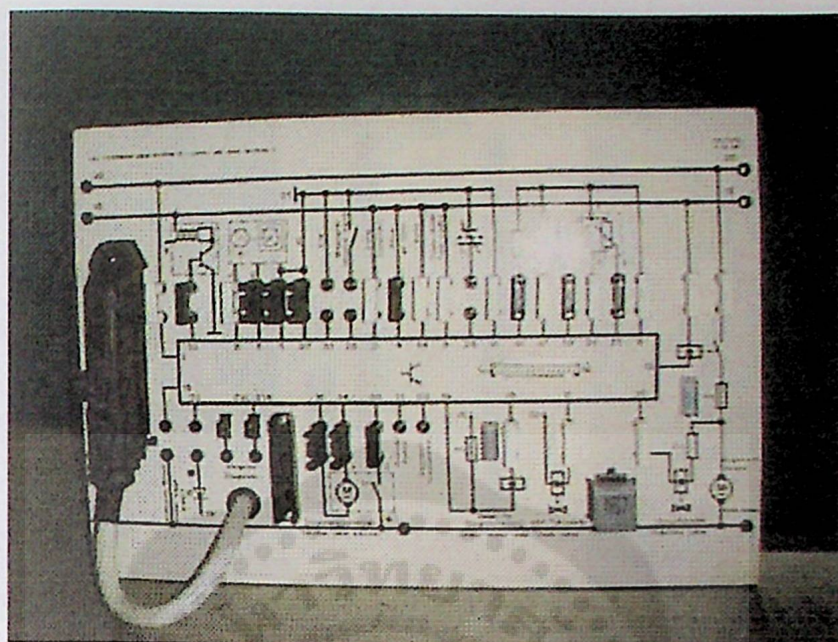
รูปภาคผนวกที่ 1.2 แสดงชุดปั๊มฉีดกลาง



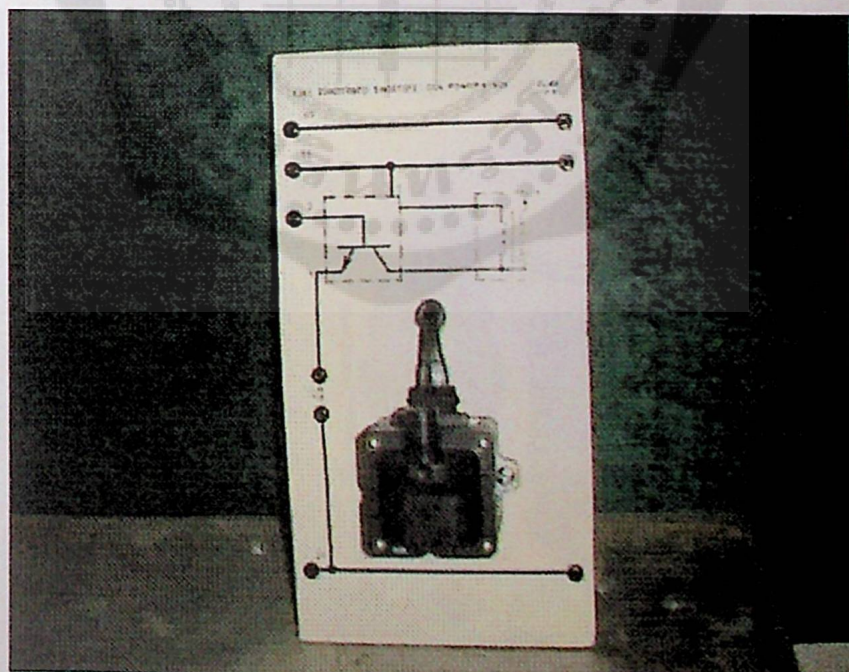
รูปภาคผนวกที่ 1.3 แสดงชุดตัวขับเคลื่อนงานจ่าย



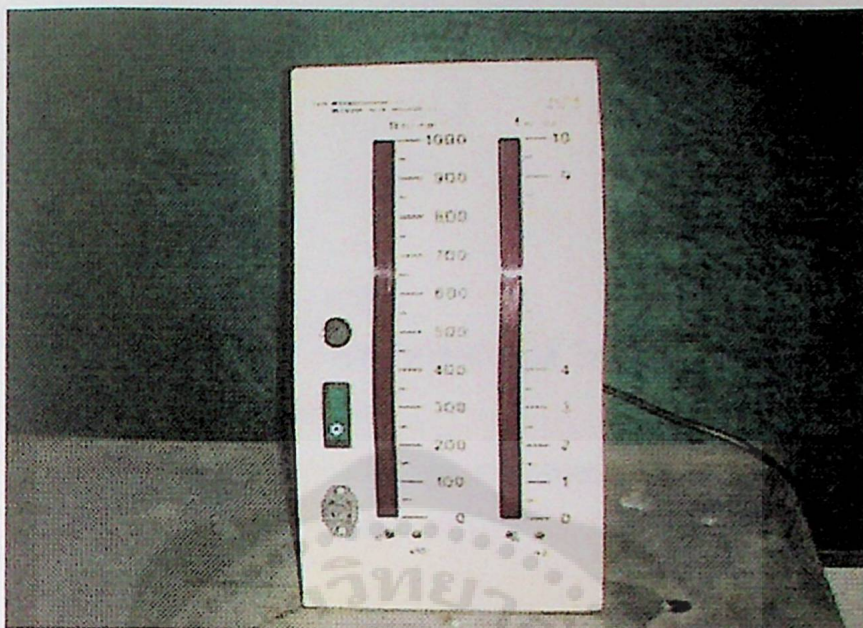
รูปภาคผนวกที่ 1.4 แสดงชุดจำลองเครื่องยนต์



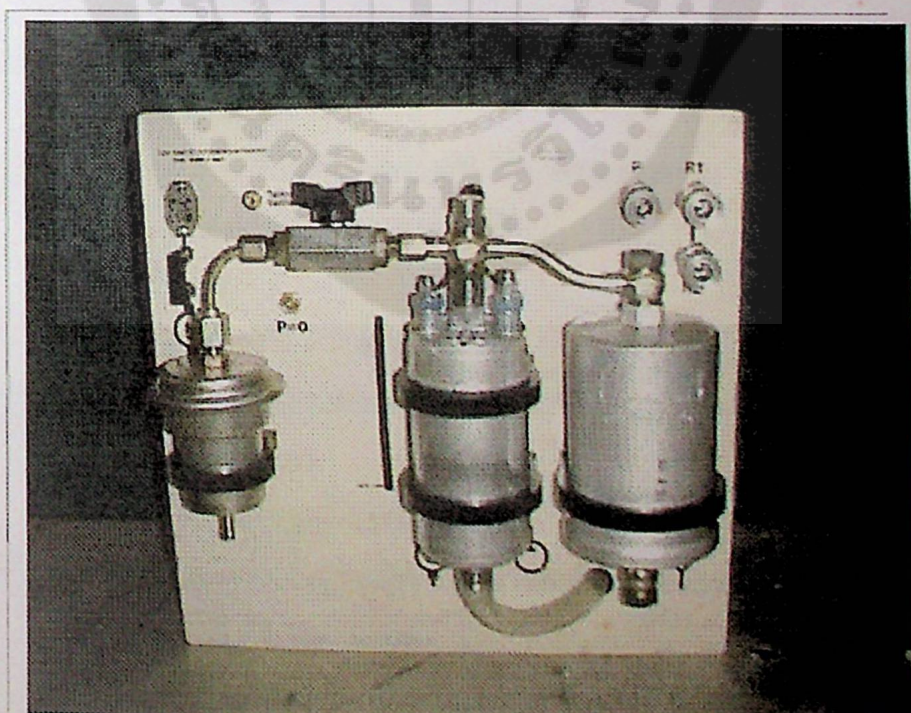
รูปภาคผนวกที่ 1.5 แสดงกลไกการทำงานของโมโน-มอเตอร์ิกส์เร็ว



รูปภาคผนวกที่ 1.6 แสดงชุดคอยล์จตุระเบ็ด



รูปภาคผนวกที่ 1.7 แสดงชุดวัดความเร็วรอบและวัดเวลาการฉีด



รูปภาคผนวกที่ 1.8 ชุดจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิง

ประวัติผู้จัดทำ

1. ชื่อ นายสมเกียรติ อินทโชติ
 ที่อยู่ปัจจุบัน 35/2 หมู่ 2 แขวงบางบอน
 เขตบางบอน
 จังหวัดกรุงเทพมหานคร
 ประวัติการศึกษา ประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคราชสีห์ธาราม
 2537, กรุงเทพมหานคร
 ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคราชสีห์ธาราม
 2539, กรุงเทพมหานคร
2. ชื่อ นายสิทธิกันต์ นุ่นหนู
 ที่อยู่ปัจจุบัน 133 หมู่ 4 ตำบลวังอ่าง
 อำเภอชะอวด
 จังหวัดนครศรีธรรมราช 80180
 ประวัติการศึกษา ประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาช่างกลโรงงาน วิทยาลัยเทคนิคพัทลุง
 2537, พัทลุง
 ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาช่างกลโรงงาน สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล
 วิทยาเขตนนทบุรี 2539, นนทบุรี
3. ชื่อ นายสุนทร สมัย
 ที่อยู่ปัจจุบัน 51/1291 หมู่ 2 ตำบลคูคต
 อำเภอลำลูกกา
 จังหวัดปทุมธานี 12130
 ประวัติการศึกษา ประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคนครศรีธรรมราช
 2538, นครศรีธรรมราช
 ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาช่างยนต์ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล
 วิทยาเขตภาคใต้ 2540, สงขลา