

รถยนต์ประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิง

ECONO POWAR CAR



โดย

นาย จักรกฤษ แดงเต็มเกียรติ

นาย มีเกียรติ มุสิกกุล

นาย วาฬิน เลิศปัญญา

นาย อัครวิทย์ วิจิตรนนท์

อาจารย์ที่ปรึกษา

ศศ. ธวัชชัย นาคพิพัฒน์



2545
2155
2745

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....50166
วัน,เดือน,ปี 1 เ.ย. 2547

b.....
i.....

ปริญญาบัตรนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2545

ปริญญาโทปีการศึกษา 2545

ภาควิชา วิศวกรรมเครื่องกล

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เรื่อง รถยนต์ประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิง

ECONO POWER CAR

ผู้จัดทำ

- | | | |
|-----------------|----------------|-----------------------|
| 1. นายจักรกฤษ | แดงเคิมเกียรติ | รหัสประจำตัว 43015411 |
| 2. นายมีเกียรติ | มุสิกุล | รหัสประจำตัว 43015432 |
| 3. นายวาทิน | เลิศปัญญา | รหัสประจำตัว 43015434 |
| 4. นายอัศวิน | วิจิตรานนท์ | รหัสประจำตัว 43015451 |



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
แม้ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รพระหยัดน้ำมันเชื้อเพลิง

นาย จักรกฤษ	แดงเคิมเกียรติ	รหัสประจำตัว 43015411
นาย มีเกียรติ	มุสิกุต	รหัสประจำตัว 43015432
นาย วาพิน	เลิศปัญญา	รหัสประจำตัว 43015434
นาย อัสวิน	วิจิตรานนท์	รหัสประจำตัว 43015451
ผศ. ธวัชชัย	นาคพิพัฒน์	อาจารย์ที่ปรึกษา

ปีการศึกษา 2545

บทคัดย่อ

โครงการนี้เป็นกรนำเสนอถึงการศึกษาและพัฒนา รพระหยัดพลังงานเชื้อเพลิงขนาดเล็กทั้งในทางทฤษฎีและปฏิบัติ โดยองค์ประกอบที่มีผลต่อการรพระหยัดน้ำมันเชื้อเพลิงที่นำมาพิจารณา คือ ขนาดและน้ำหนักของรพ ระบบส่งถ่ายกำลัง ล้อช่วยแรง รอบการทำงานของเครื่องยนต์ การเปิดปิดวาล์วและองศาการจุดระเบิด ได้มีการใช้หลักการทางทฤษฎีและจากการทดลอง ทำการพัฒนาองค์ประกอบต่างๆของรถยนต์ ทำให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นทั้งในส่วนองระบบต่างๆรวมทั้งเครื่องยนต์จากผลการทดลองที่ได้ปรากฏผลของความประหยัดเป็นที่น่าพอใจ และทำให้มองเห็นแนวทางที่จะพัฒนาในขั้นต่อไปเพื่อให้ได้ความประหยัดสูงสุด

ECONO POWER CAR

Chakkrit Taengtoemkiat

Mekiet Musikul

Watin Lerdpunya

Asawin Vichitranonde

Asst.Prof. Tawatchai Nakpipat Advisor

Year 2002

ABSTRACT

This project presents the theory and practices for develop Econo power car. The considerably components are size, weight, transmission system, flywheel, engine revolution, lifting and timing of intake valve. There for we apply a theory and from the tasting, we develop all components of the car. Which make high efficiency in both all systems and including the engine itself. The engine performed well in tests and we have the satisfaction for low fuel consumption. These are the tendency to design and develop for the lowest fuel consumption on the next step.

กิตติกรรมประกาศ

1. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง และภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล ที่มอบทุนในการทำโครงการนี้
2. ผศ. รัชชัย นาคพิพัฒน์ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ ซึ่งเป็นผู้ให้คำแนะนำ เทคนิคต่างๆ และคำปรึกษาตลอดเวลาการทำโครงการ
3. อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกลทุกท่าน ที่คอยให้คำแนะนำต่างๆ
4. ขอบคุณเพื่อนๆ ปี 3 ต่อเนื่องทุกคนที่คอยให้กำลังใจ คำแนะนำ รวมถึงให้ความช่วยเหลือต่างๆ ในช่วงการทำโครงการตลอดจนถึงการแข่งขัน
5. ขอบคุณ บริษัท เบลออยล์ จำกัด และบริษัท สยามมิชลิน รีเสิร์ช (ประเทศไทย) จำกัด ที่มอบทุนและผลิตภัณฑ์สนับสนุน โครงการ
6. ขอบคุณ บริษัท เอพี ฮอนด้า จำกัด ที่มอบเครื่องยนต์และทุนสนับสนุน โครงการ
7. ขอขอบคุณอาจารย์ บุญล้อม ไรต์ตัน ผู้เชี่ยวชาญทางด้านรถประหยัดเชื้อเพลิง ที่คอยให้คำปรึกษา และแนะนำทำให้โครงการนี้สำเร็จไปด้วยดี
8. ขอขอบพระคุณ บิดา มารดา ของพวกเราทุกคนที่เป็นกำลังใจในการทำงานเสมอมา

บทที่ 5 การทดลองและผลการทดลอง	76
5.1 วิธีการทดลอง	76
5.2 ผลการทดลองระบบจุกระเบิดเดิม	77
5.3 ผลการทดลองระบบจุกระเบิดรถยนต์ 1 หัวเทียน	81
5.4 ผลการทดลองระบบจุกระเบิดรถยนต์ 2 หัวเทียน	85
5.5 ผลการทดลองเมื่อเปลี่ยนแปลงน้ำหนักล้อยช่วยแรง	89
5.6 ผลการทดลองเมื่อเปลี่ยนคาร์บูเรเตอร์	93
5.7 ผลการทดลองเมื่อเปลี่ยนแปลงระยะห่างของวาล์ว	95
5.8 การเปรียบเทียบผลการทดลองในแต่ละระบบต่างๆ	101
บทที่ 6 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	
6.1 สรุปผลการทดลอง	112
6.2 ข้อเสนอแนะ	113



สารบัญแสดงตาราง

	หน้า
บทที่ 5 การทดลองและผลการทดลอง	76
ตารางที่ 5-1 แสดงผลการทดลองระบบจุกระเบิดเดิมที่ 10 องศา BTDC	77
ตารางที่ 5-2 แสดงผลการทดลองระบบจุกระเบิดเดิมที่ 15 องศา BTDC	78
ตารางที่ 5-3 แสดงผลการทดลองระบบจุกระเบิดเดิมที่ 18 องศา BTDC	79
ตารางที่ 5-4 แสดงผลการทดลองระบบจุกระเบิดเดิมที่ 20 องศา BTDC	80
ตารางที่ 5-5 แสดงผลการทดลองระบบจุกระเบิดรถยนต์ 1 หัวเทียนที่ 10 องศา BTDC	81
ตารางที่ 5-6 แสดงผลการทดลองระบบจุกระเบิดรถยนต์ 1 หัวเทียนที่ 15 องศา BTDC	82
ตารางที่ 5-7 แสดงผลการทดลองระบบจุกระเบิดรถยนต์ 1 หัวเทียนที่ 18 องศา BTDC	83
ตารางที่ 5-8 แสดงผลการทดลองระบบจุกระเบิดรถยนต์ 1 หัวเทียนที่ 20 องศา BTDC	84
ตารางที่ 5-9 แสดงผลการทดลองระบบจุกระเบิดรถยนต์ 2 หัวเทียนที่ 10 องศา BTDC	85
ตารางที่ 5-10 แสดงผลการทดลองระบบจุกระเบิดรถยนต์ 2 หัวเทียนที่ 15 องศา BTDC	86
ตารางที่ 5-11 แสดงผลการทดลองระบบจุกระเบิดรถยนต์ 2 หัวเทียนที่ 18 องศา BTDC	87
ตารางที่ 5-12 แสดงผลการทดลองระบบจุกระเบิดรถยนต์ 2 หัวเทียนที่ 20 องศา BTDC	88
ตารางที่ 5-13 แสดงผลการทดลองโดยใช้ล้อยช่วยแรงน้ำหนัก 3 kg	89
ตารางที่ 5-14 แสดงผลการทดลองโดยใช้ล้อยช่วยแรงน้ำหนัก 2.75 kg	90
ตารางที่ 5-15 แสดงผลการทดลองโดยใช้ล้อยช่วยแรงน้ำหนัก 2.5 kg	91
ตารางที่ 5-16 แสดงผลการทดลองโดยใช้ล้อยช่วยแรงน้ำหนัก 2 kg	92
ตารางที่ 5-17 แสดงผลการทดลองโดยใช้คาร์บูเรเตอร์เดิม	93
ตารางที่ 5-18 แสดงผลการทดลองโดยใช้คาร์บูเรเตอร์เครื่องตัดหญ้าขนาดเล็ก	94
ตารางที่ 5-19 แสดงผลการทดลองโดยให้ระยะห่างของวาล์ว 0.4 mm	95
ตารางที่ 5-20 แสดงผลการทดลองโดยให้ระยะห่างของวาล์ว 0.7 mm	96
ตารางที่ 5-21 แสดงผลการทดลองโดยให้ระยะห่างของวาล์ว 1 mm	97
ตารางที่ 5-22 แสดงผลการทดลองโดยให้ระยะห่างของวาล์ว 1.3 mm	98
ตารางที่ 5-23 แสดงผลการทดลองโดยให้ระยะห่างของวาล์ว 1.6 mm	99
ตารางที่ 5-24 แสดงผลการทดลองโดยให้ระยะห่างของวาล์ว 1.9 mm	100

สารบัญแสดงรูปภาพ

	หน้า
บทที่ 2 ทฤษฎีและการออกแบบ	4
รูปที่ 2-1 แสดงลักษณะของแรงโดยรวมที่กระทำบนตัวรถ	5
รูปที่ 2-2 แสดงลักษณะของแรงที่กระทำบนคันหนึ่งด้าน, SFD และ BMD	6
รูปที่ 2-3 แสดงลักษณะรูปที่ใช้ในการคำนวณระยะการโก่งตัว	8
รูปที่ 2-4 แสดงระบบบังคับเลี้ยว ระบบมุมที่ห้า และระบบอ็คเคมาน	9
รูปที่ 2-5 แสดงมุมแคสเตอร์	9
รูปที่ 2-6 แสดงมุมแคมเบอร์	10
รูปที่ 2-7 แสดงมุมเอียงสลักล้อ	10
รูปที่ 2-8 แสดงการเปรียบเทียบการเลี้ยวของรถที่ล้อทุกล้อร่วมศูนย์กลางเดียวกัน และไม่ร่วมศูนย์กลางเดียวกัน	12
รูปที่ 2-9 แสดงระบบบังคับเลี้ยวแบบอ็คเคมาน	13
รูปที่ 2-10 แสดงกลไก 4 bar ของระบบบังคับเลี้ยว	13
รูปที่ 2-11 ระยะชัก	14
รูปที่ 2-12 แสดงมุมเพลลาข้อเหวี่ยง	15
รูปที่ 2-13 แสดงอัตราส่วนการอัด	16
รูปที่ 2-14 แสดงแรงบิด	17
รูปที่ 2-15 ชุดเฟือง	18
รูปที่ 2-16 แสดง torque curve	18
รูปที่ 2-17 แสดงแรงที่กระทำหลักข้อเหวี่ยงเคลื่อนที่	19
รูปที่ 2-18 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเครื่องยนต์กับแรงม้า	19
รูปที่ 2-19 ชุดฝาสูบ	21
รูปที่ 2-20 ลิ้น (valve)	22
รูปที่ 2-21 สปริงลิ้น	23
รูปที่ 2-22 แบบเพลาราวลิ้นเดี่ยว	24
รูปที่ 2-23 ตัวปรับความตึงโซ่	25
รูปที่ 2-24 แบบปรับอัตโนมัติ	26
รูปที่ 2-25 เสื้อสูบ	26
รูปที่ 2-26 ลูกสูบ	27
รูปที่ 2-27 แหวนลูกสูบ	28
รูปที่ 2-28 เครื่องยนต์ 4 จังหวะ	29
รูปที่ 2-29 การทำงานของเครื่องยนต์ 4 จังหวะดูด	29

รูปที่ 2-30	การทำงานของเครื่องยนต์ จังหวะอัด	30
รูปที่ 2-31	การทำงานของเครื่องยนต์ จังหวะระเบิด	30
รูปที่ 2-32	การทำงานของเครื่องยนต์ จังหวะ คาย	31
รูปที่ 2-33	ตำแหน่งการเปิด-ปิดของลิ้น	32
รูปที่ 2-34	เพลาราวลิ้นเดี่ยวบนฝาสูบ	33
รูปที่ 2-35	ระบบจุดระเบิดแบบ ซีดีไอ	34
รูปที่ 2-36	ไทรริสเตอร์	35
รูปที่ 2-37	โครงสร้างของ SCR	35
รูปที่ 2-38	ส่วนประกอบและวงจรของระบบจุดระเบิดแบบ ซีดีไอ	36
รูปที่ 2-39	หลักการการทำงานของระบบจุดระเบิดแบบ ซีดีไอ	37
รูปที่ 2-40	หลักการการทำงานของระบบจุดระเบิดแบบ ซีดีไอ	38
รูปที่ 2-41	หลักการการทำงานของระบบจุดระเบิดแบบ ซีดีไอ	38
รูปที่ 2-42	ระบบจุดระเบิดแบบ ซีดีไอ ใช้กระแสสลับ	39
รูปที่ 2-43	หลักการเบื้องต้นของการเร่งไฟให้แก๊ซขึ้น หรือ อ่อนลง	40
รูปที่ 2-44	วงจรเลือกจังหวะการระเบิด	41
รูปที่ 2-45	จังหวะการระเบิด	41
รูปที่ 2-46	หลักการทำงานเบื้องต้นของระบบจุดระเบิดแบบ ซีดีไอ ใช้กระแสตรง	42
รูปที่ 2-47	หลักการงานเบื้องต้นของคาร์บูเรเตอร์	43
รูปที่ 2-48	แสดงการไหลของอากาศผ่านคาร์บูเรเตอร์	44
รูปที่ 2-49	แสดงกลไกสำหรับควบคุมปริมาณส่วนผสมของอากาศกับน้ำมันเชื้อเพลิง	44
รูปที่ 2-50	แสดงอัตราส่วนผสมทางเคมี ที่ทำให้เกิดการเผาไหม้ในลักษณะต่างๆ	46
รูปที่ 2-51	คาร์บูเรเตอร์แบบ วีเอ็ม	47
รูปที่ 2-52	แสดงลักษณะของห้องลูกลอยแบบปริมาตรไม่คงที่	48
รูปที่ 2-53	แสดงลูกลอย	49
รูปที่ 2-54	แสดงชุดนมหนูลูกลอย	49
รูปที่ 2-55	แสดงท่อลิ้น	50
รูปที่ 2-56	แสดงห้องผสม	50
รูปที่ 2-57	แสดงลักษณะของลิ้นเร่ง	51
รูปที่ 2-58	แสดงลักษณะของนมหนูน้ำมัน	52
รูปที่ 2-59	แสดงลักษณะของเข็มเร่งหรือเข็มนมหนู	52
รูปที่ 2-60	แสดงช่องทางส่วนผสมเดินเบาออก และช่องทางอากาศช่วย	53
รูปที่ 2-61	แสดงสกรูปรับอากาศ	54
รูปที่ 2-62	การทำงานของคาร์บูเรเตอร์แบบ วีเอ็ม ที่ตำแหน่งลูกเร่งเปิด 0-1/8 ของ	55

ระยะการเคลื่อนที่ของลูกเร่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2-63	การทำงานของคาร์บูเรเตอร์แบบ วีเอ็ม ที่ตำแหน่งลูกเร่งเปิด 1/8 – 1/4 ของระยะการทำงานเคลื่อนที่ของลูกเร่ง	55
รูปที่ 2-64	การทำงานของคาร์บูเรเตอร์แบบ วีเอ็ม ที่ตำแหน่งลูกเร่งเปิด 1/4 – 3/4 ของระยะการทำงานเคลื่อนที่ของลูกเร่ง	56
รูปที่ 2-65	การทำงานของคาร์บูเรเตอร์แบบ วีเอ็ม ที่ตำแหน่งลูกเร่งเปิด 3/4 - 1 ของระยะการทำงานเคลื่อนที่ของลูกเร่ง	57
บทที่ 3	การสร้างชิ้นส่วนและการประกอบ	58
รูปที่ 3-1	แสดงโครงรถ	58
รูปที่ 3-2	แสดงโครงรถ	59
รูปที่ 3-3	แสดงโครงรถ	59
รูปที่ 3-4	แสดงโครงฝาครอบ	60
รูปที่ 3-5	แสดงคานล้อหน้า	60
รูปที่ 3-6	แสดงแท่นเครื่อง	61
รูปที่ 3-7	แสดงหน้าแปลนยึดแกนล้อ	61
รูปที่ 3-8	แสดงโครงรถที่เสร็จสมบูรณ์	62
รูปที่ 3-9	แสดงการบังคับเบรกของรถยนต์	63
รูปที่ 3-10	แสดงตำแหน่งเดนมอเตอร์	64
รูปที่ 3-11	แสดงระบบบังคับเบรก	65
รูปที่ 3-12	แสดงชิ้นส่วนมือจับ	66
รูปที่ 3-13	แสดงคันชักคันส่งขั้นที่ 1	67
รูปที่ 3-14	แสดงคันชักคันส่งขั้นที่ 2	67
รูปที่ 3-15	แสดงก้านต่อด้านซ้าย	68
รูปที่ 3-16	แสดงก้านต่อด้านขวา	69
รูปที่ 3-17	แสดงคุมล้อ	70
รูปที่ 3-18	แสดงคานหน้า	71
บทที่ 4	การดัดแปลงและปรับปรุงเครื่องยนต์	72
รูปที่ 4-1	แสดงเครื่องยนต์ที่ผ่านการดัดแปลงแล้ว	72
รูปที่ 4-2	แสดงห้องเพลาค้อเหวี่ยงที่ทำขึ้นใหม่	73
รูปที่ 4-3	แสดงระบบจุดระเบิดที่ทำการดัดแปลงแล้ว	74
รูปที่ 4-4	แสดงคาร์บูเรเตอร์ของเครื่องตัดหญ้า	75

บทที่ 5 การทดลองและผลการทดลอง	76
รูปที่ 5-1 แสดงผลการทดลองระบบจตุระเบ็ดเดิมที่ 10 องศา BTDC	77
รูปที่ 5-2 แสดงผลการทดลองระบบจตุระระบบเดิมที่ 15 องศา BTDC	78
รูปที่ 5-3 แสดงผลการทดลองระบบจตุระระบบเดิมที่ 18 องศา BTDC	79
รูปที่ 5-4 แสดงผลการทดลองระบบจตุระเบ็ดเดิมที่ 20 องศา BTDC	80
รูปที่ 5-5 แสดงผลการทดลองระบบจตุระเบ็ดรถยนต์ 1 หัวเทียนที่ 10 องศา BTDC	81
รูปที่ 5-6 แสดงผลการทดลองระบบจตุระเบ็ดรถยนต์ 1 หัวเทียนที่ 15 องศา BTDC	82
รูปที่ 5-7 แสดงผลการทดลองระบบจตุระเบ็ดรถยนต์ 1 หัวเทียนที่ 18 องศา BTDC	83
รูปที่ 5-8 แสดงผลการทดลองระบบจตุระเบ็ดรถยนต์ 1 หัวเทียนที่ 20 องศา BTDC	84
รูปที่ 5-9 แสดงผลการทดลองระบบจตุระเบ็ดรถยนต์ 2 หัวเทียนที่ 10 องศา BTDC	85
รูปที่ 5-10 แสดงผลการทดลองระบบจตุระเบ็ดรถยนต์ 2 หัวเทียนที่ 15 องศา BTDC	86
รูปที่ 5-11 แสดงผลการทดลองระบบจตุระเบ็ดรถยนต์ 2 หัวเทียนที่ 18 องศา BTDC	87
รูปที่ 5-12 แสดงผลการทดลองระบบจตุระเบ็ดรถยนต์ 2 หัวเทียนที่ 20 องศา BTDC	88
รูปที่ 5-13 แสดงผลการทดลองโดยใช้ล้อยช่วยแรงน้ำหนัก 3 kg	89
รูปที่ 5-14 แสดงผลการทดลองโดยใช้ล้อยช่วยแรงน้ำหนัก 2.75 kg	90
รูปที่ 5-15 แสดงผลการทดลองโดยใช้ล้อยช่วยแรงน้ำหนัก 2.5 kg	91
รูปที่ 5-16 แสดงผลการทดลองโดยใช้ล้อยช่วยแรงน้ำหนัก 2 kg	92
รูปที่ 5-17 แสดงผลการทดลองโดยใช้คาร์บูเรเตอร์เดิม	93
รูปที่ 5-18 แสดงผลการทดลองโดยใช้คาร์บูเรเตอร์เครื่องตัดหญ้าขนาดเล็ก	94
รูปที่ 5-19 แสดงผลการทดลองโดยให้ระยะห่างของวาล์ว 0.4 mm	95
รูปที่ 5-20 แสดงผลการทดลองโดยให้ระยะห่างของวาล์ว 0.7 mm	96
รูปที่ 5-21 แสดงผลการทดลองโดยให้ระยะห่างของวาล์ว 1 mm	97
รูปที่ 5-22 แสดงผลการทดลองโดยให้ระยะห่างของวาล์ว 1.3 mm	98
รูปที่ 5-23 แสดงผลการทดลองโดยให้ระยะห่างของวาล์ว 1.6 mm	99
รูปที่ 5-24 แสดงผลการทดลองโดยให้ระยะห่างของวาล์ว 1.9 mm	100
รูปที่ 5-25 แสดงการเปรียบเทียบแรงบิดของระบบจตุระเบ็ดที่ 10 องศา BTDC	101
รูปที่ 5-26 แสดงการเปรียบเทียบแรงบิดของระบบจตุระเบ็ดที่ 15 องศา BTDC	101
รูปที่ 5-27 แสดงการเปรียบเทียบแรงบิดของระบบจตุระเบ็ดที่ 18 องศา BTDC	102
รูปที่ 5-28 แสดงการเปรียบเทียบแรงบิดของระบบจตุระเบ็ดที่ 20 องศา BTDC	102
รูปที่ 5-29 แสดงการเปรียบเทียบแรงบิดของล้อยช่วยแรงที่มีน้ำหนักต่างกัน	103
รูปที่ 5-30 แสดงการเปรียบเทียบแรงบิดเมื่อเปลี่ยนคาร์บูเรเตอร์	103
รูปที่ 5-31 แสดงการเปรียบเทียบแรงบิดของระยะห่างวาล์วต่างๆ	104
รูปที่ 5-32 แสดงการเปรียบเทียบ SFC ของระบบจตุระเบ็ดที่ 10 องศา BTDC	104
รูปที่ 5-33 แสดงการเปรียบเทียบ SFC ของระบบจตุระเบ็ดที่ 15 องศา BTDC	105
รูปที่ 5-34 แสดงการเปรียบเทียบ SFC ของระบบจตุระเบ็ดที่ 18 องศา BTDC	105

รูปที่ 5-35	แสดงการเปรียบเทียบ SFC ของระบบจตุระเบ็ดที่ 20 องศา BTDC	106
รูปที่ 5-36	แสดงการเปรียบเทียบ SFC ของล้อยช่วยแรงที่มีน้ำหนักต่างกัน	106
รูปที่ 5-37	แสดงการเปรียบเทียบ SFC ของระยะห่างวาล์วต่างๆ	107
รูปที่ 5-38	แสดงการเปรียบเทียบ SFC เมื่อเปลี่ยนคาร์บูเรเตอร์	107
รูปที่ 5-39	แสดงการเปรียบเทียบ BSFC ของระบบจตุระเบ็ดที่ 10 องศา BTDC	108
รูปที่ 5-40	แสดงการเปรียบเทียบ BSFC ของระบบจตุระเบ็ดที่ 15 องศา BTDC	108
รูปที่ 5-41	แสดงการเปรียบเทียบ BSFC ของระบบจตุระเบ็ดที่ 18 องศา BTDC	109
รูปที่ 5-42	แสดงการเปรียบเทียบ BSFC ของระบบจตุระเบ็ดที่ 20 องศา BTDC	109
รูปที่ 5-43	แสดงการเปรียบเทียบ BSFC ของล้อยช่วยแรงที่มีน้ำหนักต่างกัน	110
รูปที่ 5-44	แสดงการเปรียบเทียบ BSFC ของระยะห่างวาล์วต่างๆ	110
รูปที่ 5-45	แสดงการเปรียบเทียบ BSFC เมื่อเปลี่ยนคาร์บูเรเตอร์	111



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มา

ในสภาวะการปัจจุบัน พลังงานยังคงเป็นสิ่งจำเป็นต่อมนุษย์ ไม่ว่าจะเป็นพลังงานจากน้ำมัน แร่ธาตุ แสงอาทิตย์ ลม และอื่น ๆ ซึ่งเราจะเห็นได้ว่า พลังงานมีแต่จะใช้หมดไป โดยแหล่งพลังงานที่เห็นได้ชัดคือ น้ำมัน ซึ่งเป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญเป็นอันดับต้น ๆ ซึ่งจะใช้เป็นแหล่งพลังงานของรถยนต์ การทำความร้อน เครื่องบิน โดยเฉพาะรถยนต์ ซึ่งเป็นยานพาหนะที่ใช้มาก และมีบทบาทสำคัญในชีวิตประจำวัน โดยน้ำมันเชื้อเพลิงที่รถยนต์ใช้จะมีทั้ง น้ำมันดีเซล น้ำมันเบนซิน และก๊าซธรรมชาติ เมื่อราคาของเชื้อเพลิงมีราคาสูงขึ้นและมีจำนวนลดน้อยลง ทำให้เกิดแนวคิดที่จะหาพลังงานในรูปแบบอื่น ๆ มาใช้แทน เช่น พลังงานแสงอาทิตย์ โซลาร์เจน พลังงานไฟฟ้า หรือแม้แต่พลังงานจากถ่านไม้ แต่อย่างไรก็ตามยังประสบกับปัญหาหลายด้านทั้งด้านการบริการ การหาแหล่งพลังงานต่าง ๆ

จากเหตุผลข้างต้นทำให้เรากลับมามองดูรถยนต์ที่ใช้การสันดาปภายในทำให้เกิดพลังงานขึ้นว่า เราจะสามารถพัฒนาตรงจุดไหน ได้บ้าง จึงทำให้เกิดแนวคิดที่จะจัดทำรถประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิงขนาดเล็กขึ้น เพื่อเป็นแนวทางที่จะใช้ในการพัฒนารถยนต์ที่ใช้งานในชีวิตประจำวันต่อไป ซึ่งถ้าเรามองลงไปให้ลึกในรายละเอียดจะเห็นได้ว่า ตัวแปรหรือระบบการทำงานใดบ้างที่มีผลต่อการสูญเสียพลังงานที่ป้อนเข้าไป หรือการเพิ่มประสิทธิภาพของรถยนต์ โดยตัวแปรสำคัญจะประกอบด้วย

- เครื่องยนต์
- ระบบส่งกำลัง
- ตัว โทรงรถ
- ผู้ขับขี่

เมื่อเรากล่าวถึงเครื่องยนต์เราจะทราบว่าเครื่องยนต์ในปัจจุบัน มีประสิทธิภาพในการทำงานประมาณ 20 - 30% ซึ่งพลังงานที่สูญเสียไปจะสูญเสียไปกับ การระบายความร้อน ไอเสีย และความฝืดในการทำงานของเครื่องยนต์ ซึ่งเราสามารถลดการสูญเสียเหล่านี้ได้โดย ทำให้เกิดการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ ลดความเสียดทานในเครื่องยนต์ นำไอเสียกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ ซึ่งสามารถทำให้เราเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ได้ ในส่วนของระบบส่งกำลังเราจะต้องสามารถส่งถ่ายกำลังจากเครื่องยนต์ไปใช้งานให้ได้มากที่สุด และสามารถเปลี่ยนความเร็วได้อย่างเหมาะสม ส่วนตัวรถต้องมีความแข็งแรง แต่ต้องมีน้ำหนักเบา รวมถึงระบบบังคับเลี้ยวและระบบรองรับน้ำหนักต้องดี ในส่วนของตัวแปรสุดท้ายคือผู้ขับขี่ ไม่ว่าจะทำการรถยนต์ให้มีประสิทธิภาพสูงเท่าไร ถ้าผู้ขับขี่ไม่มีความรู้หรือเข้าใจ ลักษณะการทำงานในระบบต่าง ๆ ของรถที่ขับขี่ก็จะทำให้รถไม่สามารถทำงานให้ประสิทธิภาพที่สูงสุด

1.2 วัตถุประสงค์ของการดำเนินงาน

จากที่ได้ทราบแล้วว่าน้ำมันเชื้อเพลิงเป็นแหล่งพลังงาน ที่จำเป็นต่อโลกในปัจจุบัน และได้มีความพยายามในการนำน้ำมันมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด ซึ่งรวมทั้งได้มีการพัฒนาเครื่องยนต์ให้มีระบบการทำงานที่ทันสมัย สามารถมีการเผาไหม้ได้อย่างสมบูรณ์และมีมลพิษต่ำ ซึ่งรัฐบาลในหลายๆ ประเทศได้ให้ความสำคัญต่อสิ่งแวดล้อมมากขึ้น สังเกตได้จากที่กฎหมายควบคุมมลพิษ ได้มีเข้มงวดขึ้นเรื่อยๆ จึงทำให้เกิดแนวคิดในการพัฒนาเครื่องยนต์ ให้มีประสิทธิภาพสูงสุด ซึ่งเป็นผลทำให้มีแนวคิดที่จะทำให้เครื่องยนต์ทำงานโดยที่ให้มีมลพิษต่ำ รวมถึงประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิงอีกด้วย โดยจุดประสงค์ของการดำเนินงานโครงการนี้จะประกอบด้วย

1. ทำการศึกษาระบบการทำงานของเครื่องยนต์เบนซินขนาดเล็กแบบ 4 จังหวะ ซึ่งเราจะทำการศึกษาการทำงานของเครื่องยนต์ ทั้งระบบน้ำมันเชื้อเพลิง ระบบไฟจุดระเบิด ระบบส่งกำลัง และการทำงานของชิ้นส่วนต่าง ๆ ของเครื่องยนต์ เพื่อเป็นฐานในการพัฒนาเครื่องยนต์ต่อไป
2. ทำการออกแบบและจัดสร้างระบบส่งกำลังแบบใหม่ ให้มีประสิทธิภาพในการส่งกำลังที่ดีขึ้น และสามารถนำแรงบิดของเครื่องยนต์มาใช้ได้อย่างเหมาะสมกับความเร็วของรถยนต์ โดยระบบส่งกำลังที่ใช้จะเป็น ระบบส่งกำลังแบบคลัตช์แห้ง ซึ่งส่งผ่านกำลังผ่านชุดเกียร์ และ ใช้ที่ทำการคิดแปลงจากของรถจักรยาน
3. ทำการศึกษาและจัดสร้างตัวรถประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิง โดยเราจะยึดหลักของการออกแบบ โดยเน้นที่น้ำหนักโดยรวม และความแข็งแรง ซึ่งจะพิจารณาถึงขนาดและชนิดของวัสดุที่จะนำมาจัดสร้างตัวรถประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิง ซึ่งขนาดโดยรวมของตัวรถจะอ้างอิงจากกติกาการแข่งขัน Honda Econo Power Contest เป็นตัวกำหนด
4. ทำการปรับปรุงเครื่องยนต์ให้มีประสิทธิภาพในการประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิง และให้ได้แรงบิดสูงสุด และศึกษาถึงตัวแปรที่สำคัญต่างๆ ของเครื่องยนต์ที่มีผลต่อการประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิงโดยวิธีการทดสอบเราจะใช้การทดลองเป็นหลัก ซึ่งการทดลองกับส่วนต่างของเครื่องยนต์เช่น การเปลี่ยนชนิดของคาร์บูเรเตอร์ การเปลี่ยนระบบจุดระเบิด ระยะยกของวาล์ว การตั้งองศาไฟจุดระเบิด รวมถึงการลดแรงเสียดทานในเครื่องยนต์

1.3 ขอบเขตของโครงการ

ในการจัดทำโครงการรถประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิงขนาดเล็ก เราได้วางขอบเขตของการดำเนินงานออกเป็นหัวข้อหลัก ๆ คือ

1. ตัวรถ ทำการจัดสร้างตัวรถที่มีความแข็งแรง และมีน้ำหนักเบาที่สุดเท่าที่จะทำได้
2. ระบบส่งกำลังทำการออกแบบและพัฒนา ระบบส่งกำลังที่เหมาะสมกับการทำงานของเครื่องยนต์

3. เครื่องยนต์ทำการลดน้ำหนักของเครื่องยนต์ลง แต่ยังคงความแข็งแรงของตัว โครงสร้าง และ เครื่องยนต์มีความทนทานในการทำงาน พร้อมทั้งพัฒนาระบบจุดระเบิด ระบบจ่าย น้ำมันเชื้อเพลิงระบบประจุอากาศ เพื่อให้เครื่องยนต์มีประสิทธิภาพในการประหยัดน้ำมัน เชื้อเพลิงสูงสุด
4. ศึกษาหาเทคนิคการขับขี่ที่เหมาะสมกับสภาพการใช้งานของเครื่องยนต์
5. เข้าร่วมการแข่งขัน Honda Econo Power Contest

1.4 วิธีการดำเนินงาน

ในการจัดทำโครงการรถประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิงขนาดเล็กหลังจากที่ได้กำหนดวัตถุประสงค์ของการดำเนินงานแล้ว มีวิธีการดำเนินงานดังนี้คือ

1. ทำการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับรถประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิง โดยอันดับแรกทำการศึกษาจากโครงการเก่าๆที่เคยทำมา และหาข้อมูลเพิ่มเติม โดยการติดต่อทางบริษัท AP. Honda เพื่อทราบข้อมูลเกี่ยวกับกติกาการแข่งขันเพราะว่าในการออกแบบตัวรถและการปรับปรุงเครื่องยนต์ต่างๆ จะต้องถูกต้องตามกติกาการแข่งขันที่ทาง Honda กำหนดไว้
2. เมื่อทำการศึกษาเกี่ยวกับข้อมูลเบื้องต้นแล้ว ทำการวางแผนในการจัดหาเครื่องยนต์ ซึ่งเครื่องยนต์ที่ใช้เป็นเครื่องยนต์ของ Honda แบบ 4 จังหวะขนาด 125 ซีซี พร้อมทั้งระบบสตาร์ทด้วยไฟฟ้า แต่ในท้องตลาดเครื่องยนต์ตัวนี้มีราคาค่อนข้างสูง จึงได้ขอรับการสนับสนุน เครื่องยนต์จากทาง Honda
3. เมื่อได้เครื่องยนต์แล้ว จึงจะทำการออกแบบตัวรถ ซึ่งความสำคัญในการออกแบบ คือน้ำหนักโดยรวม ขนาดและวัสดุที่จะนำมาจัดสร้างรวมถึงรูปร่างและผู้ขับขี่ด้วย ซึ่งจากการวิเคราะห์และคำนวณ (ในบทที่ 2) จะใช้เหล็กในการจัดทำ
4. ทำการออกแบบระบบส่งกำลัง ซึ่งจากข้างต้นเป็นที่ทราบกันแล้วว่า จะใช้คลัตช์ส่งกำลังผ่านชุดโซ่และเกียร์ที่ทำการดัดแปลงจากรถจักรยาน
5. ทำการดัดแปลงปรับปรุงเครื่องยนต์ โดยทำการเปลี่ยนแปลงชิ้นส่วนและอุปกรณ์บางส่วนในเครื่องยนต์ แล้วมาทำการทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพ ในการประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิงสูงสุด
6. ทำการประกอบตัวเครื่องยนต์ ระบบส่งกำลังเข้ากับตัวรถ เพื่อพร้อมในการทดสอบวิ่งจริง ซึ่งการทดสอบวิ่งนี้จะใช้ในการประเมินผลในทุกเรื่องที่เราทำการ ออกแบบ จัดสร้าง และทดลองมาว่า จะมีประสิทธิภาพประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิงอย่างไร ซึ่งขั้นตอนนี้จะใช้เวลาเป็นอย่างมาก เพราะขั้นตอนนี้จะทำให้ปัญหาต่าง ๆ เกิดขึ้นอย่างมากมาย
7. นำรถเข้าแข่งขัน Honda Econo Power Contest
8. ทำการสรุปผลการดำเนินงาน

บทที่ 2

ทฤษฎีและการออกแบบ

สำหรับในส่วนของทฤษฎีและการออกแบบนั้นเราได้แบ่งออกเป็น 4 องค์ประกอบหลักดังนี้

- โครงสร้าง
- ระบบบังคับลิฟต์
- ระบบส่งถ่ายกำลัง
- เครื่องยนต์

2.1 โครงสร้าง

2.1.1 หลักการออกแบบโครงสร้างหลักของรถประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิง

ภายหลังจากทำการวางแผนการทำงานโดยละเอียดแล้ว ก็กำหนดรูปแบบที่ใช้ในการออกแบบและดำเนินการสร้างเป็นต้นว่า ลักษณะของรถโดยทั่วไปเป็นอย่างไร มีล้อจำนวนเท่าไร คนขับนั่งบริเวณไหน เครื่องยนต์ติดตั้ง ณ ตำแหน่งใด รับแรงอย่างไร รูปร่างของโครงสร้างที่ต้องการ รูปทรงของตัวถังภายนอก (โดยคำนึงถึงรูปร่างของคนขับด้วย) วัสดุที่ต้องการนำมาใช้จากนั้นจึงเริ่มทำการออกแบบและกำหนดขั้นตอนของการสร้าง

การออกแบบถือเป็นขั้นตอนก่อนลงมือทำการสร้างจริง เป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญมากเพราะต้องใช้อ้างอิงในการสร้าง โดยหลักการสำคัญก็คือการพยายามแสดงรายละเอียดในแต่ละส่วนให้มากที่สุด (วัสดุและขนาด)

อันดับแรกเป็นการออกแบบรูปร่างภายนอกคร่าวๆก่อน เพราะจะสามารถใช้เป็นแนวทาง ในการออกแบบและกำหนดขนาดของส่วนโครงสร้างภายในได้ จากนั้นจึงออกแบบระบบโครงสร้างภายใน โดยดูรายละเอียด อยู่ในขอบเขตของรูปร่างภายนอกอีกที ส่วนในจุดอื่นๆก็แยกออกมาเฉพาะเพื่อให้เห็น รายละเอียดได้ชัดเจนกว่า ซึ่งในขั้นตอนของการออกแบบนี้ อาจจะยังมีกรณีเปลี่ยนแปลงในรายละเอียดบางอย่าง เพื่อให้เหมาะสมยิ่งขึ้นก่อนที่จะลงมือทำการสร้างตามที่ได้ออกแบบไว้

ในส่วนของ การออกแบบ โครงสร้างภายใน สิ่งที่ต้องคำนึงถึงเป็นอย่างมากก็คือ น้ำหนักและความแข็งแรง ระบบโครงสร้างในปัจจุบันที่ได้รับการยอมรับว่ามีความแข็งแรงและน้ำหนักเบา ก็คือ ระบบตัวถังที่เป็นแบบ สเตซเฟรม(Space Frame) ซึ่งสามารถให้ความแข็งแรงและน้ำหนักเบา โดยหลักการแล้วตัวถังแบบสเตซเฟรมเป็น โครงสร้างที่มีแนวคิมาจากระบบแบบนั่งร้าน คือความแข็งแรงที่ได้มาจาก การออกแบบให้มีการกระจายแรงออกไปตามทิศทางต่างๆ อย่างเหมาะสมแทนที่จะใช้ขนาดของ โครงสร้างที่มีขนาดใหญ่ ซึ่งมีน้ำหนักมาก การวางตำแหน่งของ โครงสร้างแต่ละส่วนสามารถทำได้โดยการพิจารณาแนวแรงที่จะมากระทำกับตัวรถในทิศทางต่างๆจากนั้นก็ทำการออกแบบ โครงสร้างขึ้นมารับกับแนวแรงนั้นๆ โดยในการ

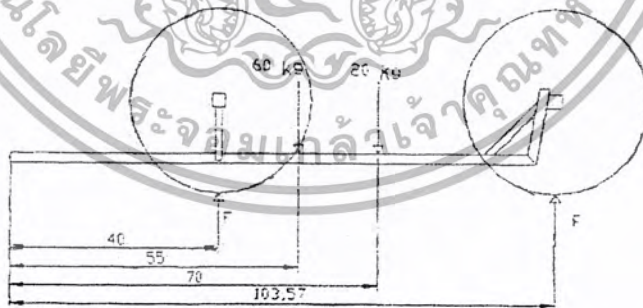
ออกแบบที่ดีการกำหนด โครงสร้างในแต่ละชั้นควรมีตำแหน่งที่รองรับจำนวนแรง ให้ได้มากที่สุด ในชั้น ส่วนเดียว และการออกแบบจะต้องพยายามให้ชั้นส่วนแต่ละชั้นมีการรับแรงที่อยู่ในลักษณะของการอัดหรือ การดึง เพราะชั้นส่วนส่วนใหญ่จะมีความสามารถในการรับแรงอัดและแรงดึง ได้มากกว่าแรงเฉือนที่มา กระทำ ดังนั้นต้องพยายามหลีกเลี่ยงไม่ให้ชั้นส่วนของ โครงสร้างต้องรับแรงเฉือน โดยเด็ดขาด เพราะ โครง สร้างในตำแหน่งที่ต้องรับแรงเฉือนมักเป็นตำแหน่งที่ ได้รับความเสียหายซึ่งเป็นอันตรายต่อผู้ขับชื้ออย่างยิ่ง ดังนั้นผู้ที่ทำการออกแบบต้องพิจารณาในส่วนของชั้นส่วนที่ต้องมีการรับแรงเฉือนให้ดูว่ามีความแข็งแรงพอ หรือไม่ หากในบางตำแหน่งมีความจำเป็นต้องออกแบบ โครงสร้างให้มีการรับแรงเฉือน ควรมีการเสริมชั้น ส่วนเพื่อช่วยในการรับแรงให้กับ โครงสร้างในบริเวณนั้น ๆ เช่น หาก โครงสร้างที่ออกแบบได้ทำการเชื่อม ต่อกันเป็นมุมฉากเราควรจะทำกรติด โลหะรูปสามเหลี่ยมมุมฉากเข้าไปที่บริเวณที่เราทำการเชื่อมต่อชั้นส่วน เข้าด้วยกัน ควรพยายามทำการออกแบบโครงสร้างโดยรวมออกมาในลักษณะที่เป็นรูปกล่องมากที่สุด เพื่อที่ จะสามารถรับแรงบิดตัวได้ดี

2.1.2 หลักการคำนวณเพื่อหาวัสดุและขนาดที่ใช้สร้างโครงสร้างรถ

ในการคำนวณ โครงสร้างของตัวรถประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิงขนาดเล็ก จะต้องคำนึงถึงความแข็งแรง, น้ำหนัก เป็นสำคัญซึ่งใช้หลักการคำนวณตามหลักวิชา Static Mechanic , Solid Mechanic และ Machine Design เป็นสำคัญ ซึ่งมีขั้นตอนในการคำนวณดังนี้

2.1.2.1 การคำนวณหาวัสดุ เลือกใช้เหล็ก

ตัวอย่างการคำนวณหาขนาดของเหล็ก



รูปที่ 2-1 แสดงลักษณะของแรง โดยรวมที่กระทำบนตัวรถ

ทำการประมาณแรงสูงสุดที่กระทำบนตัวรถ

น้ำหนักคน	50 kg
น้ำหนักรถ	10 kg

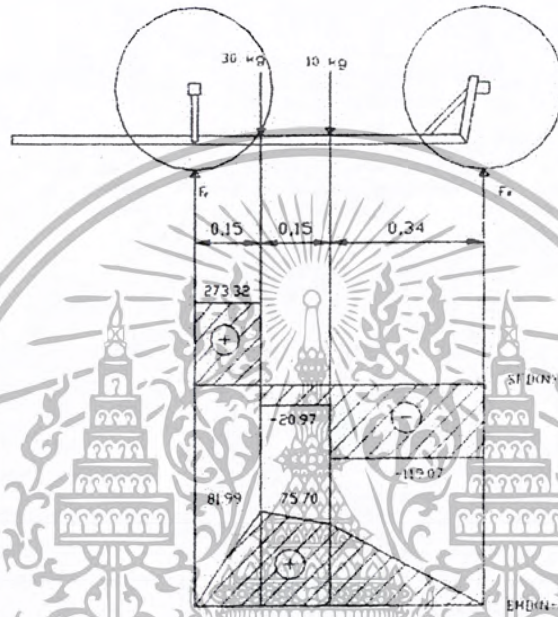
น้ำหนักเครื่องยนต์ 20 kg

จากรูปที่ 2-1 ทำการแยกคิดคานค้ำเดียว

$$\text{จาก } \sum M_A = 0 ; \text{ ได้ } F_R = 119.075 \text{ N}$$

และ

$$\sum F_Y = 0 ; \text{ ได้ } F_F = 273.325 \text{ N}$$



รูปที่ 2-2 แสดงลักษณะแรงที่กระทำบนคาน 1 ด้าน SFD และ BMD

จากรูปที่ 2-2 จะได้

ค่าแรงเฉือนสูงสุด (V_{max}) เท่ากับ 273.325 N

ค่าโมเมนต์ค้ดสูงสุด (M_{max}) เท่ากับ 81.99 N.m

งานที่ทำการเลือกใช้เหล็กซึ่งมีค่า

Ultimate Stress (σ_u) เท่ากับ 100 - 160 Mpa

Yield Stress (σ_y) เท่ากับ 40 - 130 Mpa

และสำหรับลักษณะแรงอยู่นิ่ง ทำการเลือกค่าความปลอดภัย ; $N_y = 2$

เลือกค่าเฉลี่ย $\sigma_y = 85 \text{ Mpa}$

พิจารณาแรงเฉือน

จากทฤษฎีความเค้นเฉือนสูงสุดจะได้

$$\tau_y = \frac{\sigma_y}{2} \tag{1}$$

ได้ค่าความเค้นเฉือนที่จุดครากเท่ากับ 42.5 Mpa

และ
$$\tau_{max} = \frac{\sigma_y}{2N_y} \tag{2}$$

ได้ค่าความเค้นเฉือนสูงสุดเท่ากับ 21.25 Mpa

จาก
$$\tau_{max} = \frac{V_{max}}{A} \tag{3}$$

ได้พื้นที่ A เท่ากับ 12.862 mm²

ในขณะที่ตามท้องตลาดมีเหล็กขนาด 1cm x 1cm ซึ่งมีความหนาให้เลือกคือ 1.5 mm และ 2 mm โดยที่ขนาดความหนา 1.5 mm มีพื้นที่ 72.5 ตารางมิลลิเมตร และขนาดความหนา 2 mm มีพื้นที่ 345 ตารางมิลลิเมตร จะเห็นว่าเหล็กทั้ง 2 ขนาดสามารถรับแรงเฉือนสูงสุดได้

พิจารณาโมเมนต์คดสูงสุด

$$M_{max} = 81.99 \text{ N.m}$$

$$\sigma_d = \frac{\sigma_y}{N_y} \tag{4}$$

ได้ค่าความเค้นออกแบบ (σ_d) เท่ากับ 42.5 Mpa

และ
$$\sigma_d = \frac{MC}{I} \tag{5}$$

จะได้ค่า $\frac{C}{I}$ เท่ากับ $5.183 \times 10^{-5} \text{ m}^{-3}$

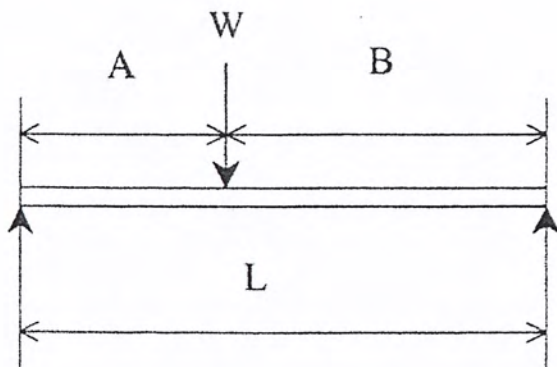
ซึ่งอะลูมิเนียมที่มีความหนา 1.5 mm.

จะมีค่า $\frac{C}{I}$ เท่ากับ $5.09 \times 10^{-5} \text{ m}^{-3}$ จะทำให้มีค่า σ_d เท่ากับ 41.7 Mpa.

และเหล็กที่มีความหนา 2 mm. จะมีค่า $\frac{C}{I}$ เท่ากับ $2.99 \times 10^{-5} \text{ m}^{-3}$ จะทำให้มีค่า σ_d เท่ากับ 24.5 Mpa

จะเห็นว่าเหล็กทั้ง 2 ขนาดสามารถรับโมเมนต์คดสูงสุดได้

พิจารณาระยะการโก่งตัว (Deflection)



รูปที่ 2-3 แสดงรูปที่ใช้ในการคำนวณระยะการ โกงตัว

จากสูตรการหาระยะการ โกงตัว (V)

$$V = \frac{-Wba}{6EI} (L^2 - b^2 - a^2) \tag{6}$$

สำหรับเหล็ก 1.5 mm. ได้ $V = 3.866$ mm.

และเหล็กหนา 2 mm ได้ $V = 2.274$ mm.

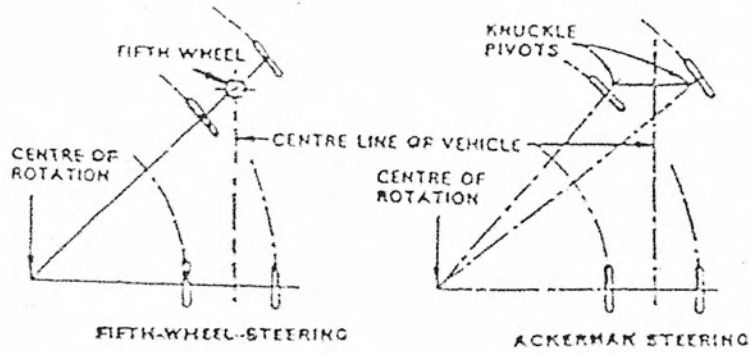
จะเห็นว่าเหล็กหนา 1.5 mm. มีระยะการ โกงตัวมากกว่า. รวมถึงค่าความเค้น ที่ได้จากโมเมนต์ดัด มีค่าใกล้เคียงกับความเค้นในการออกแบบ (σ_y) มากเกินไป จึงทำการเลือกเหล็กขนาด 1cm X 1 cm หนา 2 mm. มาทำการสร้างโครงรถ

2.2 ระบบบังคับล้อ

2.2.1 การพัฒนาของระบบบังคับล้อ ระบบบังคับล้อ ทำหน้าที่ควบคุมให้รถเคลื่อนในทิศทางที่ต้องการ โดยมีระบบบังคับล้อแบ่งได้ดังนี้

2.2.1.1 ระบบจุดหมุนจุดเดียวหรือระบบล้อที่ห้า (Fifth Wheel) ระบบนี้ล้อและเพลาคือชิ้นที่เปลี่ยนตำแหน่ง ไปด้วยกัน ถ้ารถเคลื่อนเร็วๆ รถจะเสียการทรงตัวระบบนี้มักใช้กับยานพาหนะที่ถูกขับ โดยการลาก เช่น รถลาก และยานที่มีล้อลากสูง ไม่นิยมใช้กับยานพาหนะที่ขับเคลื่อนได้เอง

2.2.1.2 ระบบจุดหมุนสองจุดหรือระบบของอัครเกอแมน (Ackerman) ระบบนี้ล้อหน้าจะติดกับหุสติก (Pivoted Knuckles) และจะมีแกนบังคับต่อจากหุสติกทั้งสองข้าง ระบบนี้จะนำมาใช้ในรถ ประหยัดน้ำมัน เชื้อเพลิงขนาดเล็ก ซึ่งจะกล่าวในรายละเอียดต่อไป

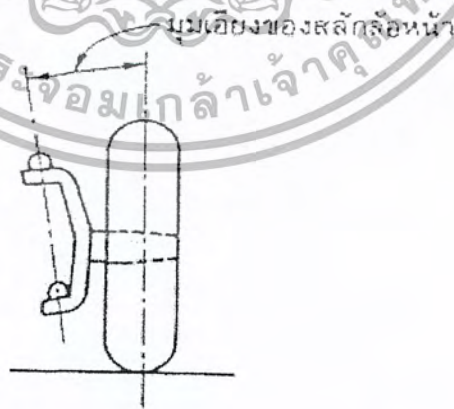


รูปที่ 2-4 แสดงระบบบังคับล้อระบบมุมที่ห้าและระบบอ็คเคอแมน

2.2.2 การตั้งศูนย์ล้อหน้า (Front Wheel Alignment)

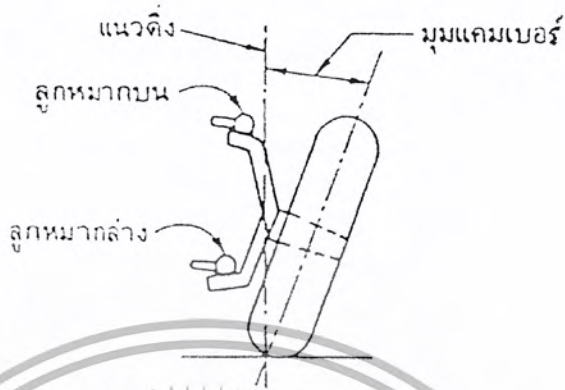
มุมล้อหน้ามีผลทำให้สามารถขับได้สบาย มีการทรงตัวในขณะที่เลี้ยวได้ดี และทำให้ยางสึกหรอน้อยที่สุดด้วย ศูนย์ล้อหน้าสามารถตั้งได้โดยการปรับตั้งมุมเหล่านี้ คือ มุมแคสเตอร์(caster angle) มุมแคมเบอร์(camber angle) มุมเอียงสลักล้อ(king pin inclination angle) มุมโท(toe) มุมต่าง ๆ เหล่านี้จะสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน ถ้ามุมหนึ่งมุมใดเปลี่ยนไปก็จะทำให้มุมอื่น ๆ ผิดพลาดไปด้วย

มุมแคสเตอร์(caster angle) มุมแคสเตอร์วัดเป็นองศาของการเอียงของแกนเลี้ยวล้อทางส่วนปลายบนที่เอียงออกจากแนวตั้งไปทางด้านหน้าหรือด้านหลังของตัวรถ เมื่อมองจากด้านข้างของรถ มุมแคสเตอร์บวก(positive caster) คือมุมที่เกิดจากด้านบนของแกนเลี้ยวล้อเอียงไปทางด้านหลัง มุมแคสเตอร์ลบ (negative caster) คือมุมที่เกิดจากด้านบนของแกนเลี้ยวล้อเอียงไปทางด้านหน้าของตัวรถ สำหรับมุมแคสเตอร์ที่ใช้ในรถประหยัคน้ำมันเชื้อเพลิงขนาดเล็กนี้จะใช้มุมแคสเตอร์เป็นมุมแคสเตอร์บวก



รูปที่ 2-5 แสดงมุมแคสเตอร์

มุมแคสเตอร์ทำให้เกิดทรลิ่ง(trailing effect) ทำให้รถมีเสถียรภาพในการบังคับทิศทางถ้ามุมแคสเตอร์ไม่ถูกต้องจะทำให้เกิดความยุ่งยากขึ้น เช่น เลี้ยวได้ยาก ดิ่งไปข้างใดข้างหนึ่งเมื่อห้ามล้อและเกิดการสั่น



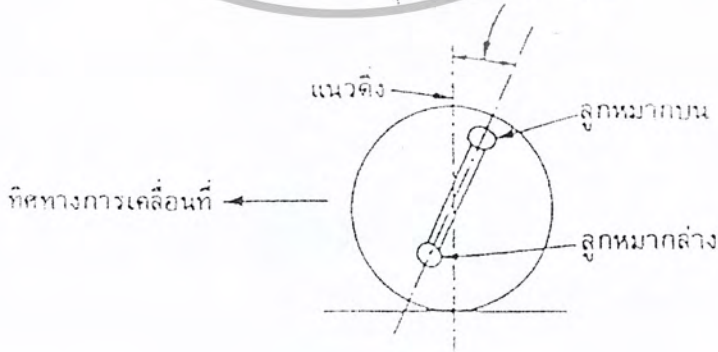
รูปที่ 2-6 แสดงมุมแคมเบอร์

มุมแคมเบอร์(camber angle) คือจำนวนองศาที่ล้อหน้าเอียงออกจากแนวตั้งเมื่อมองจากหน้ารถเข้าไป ถ้าด้านบนของล้อหน้าเอียงออกนอกตัวรถ เรียกว่า แคมเบอร์บวก(positive camber) และถ้าล้อหน้าเอียงเข้าในตัวรถเรียกว่า แคมเบอร์ลบ (negative camber)

มุมเอียงสลักล้อ(king pin inclination angle)คือเส้นศูนย์กลางที่ล้อหน้าบิดหมุนเลี้ยวรอบแกนนี้เขียนย่อว่า KPI หรือจะพูดว่าเป็นมุมเอียงเข้าข้างในรถของเส้นแกนเลี้ยวล้อจากแนวตั้ง มุมเอียงแกนล้อจะร่วมกับมุมแคสเตอร์ทำให้เกิดเสถียรภาพในการบังคับทิศทาง และทำให้จุดศูนย์กลางการเลี้ยวของยางอยู่บนถนน

มุมรวม หมายถึง การบวกมุมแคมเบอร์เข้ากับมุมเอียงสลักล้อ อันเป็นมุมที่บ่งบอกถึงความสัมพันธ์ของมุมแคมเบอร์ มุมเอียงสลักล้อและมุม โทล้อหน้า เพราะมุมทั้งสามนี้จะทำงานร่วมกันในขณะที่รถแล่นตรงไปข้างหน้า

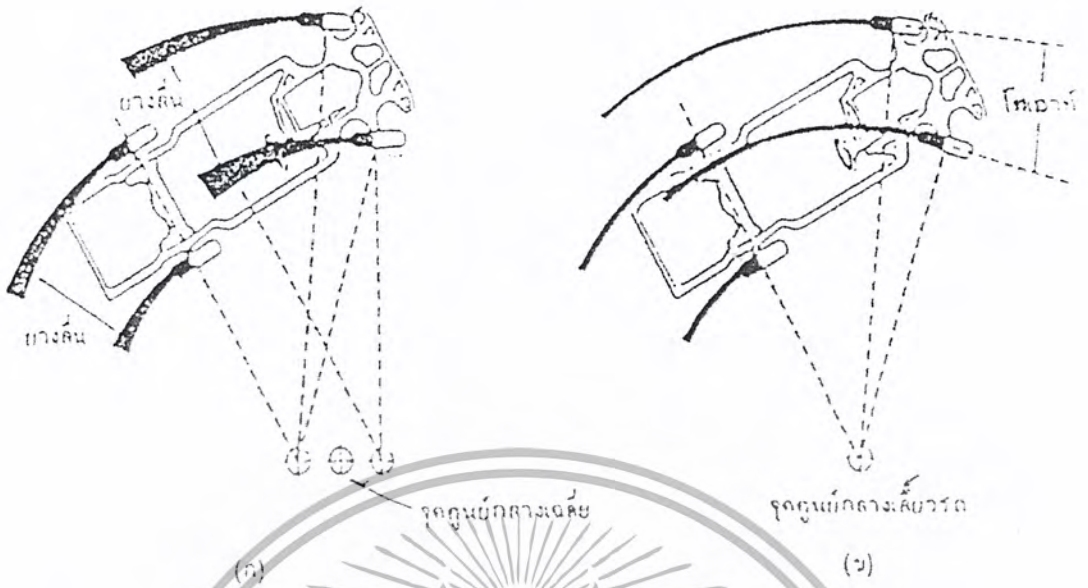
มุมคาสเตอร์เป็นบวก



รูปที่ 2-7 แสดงมุมเอียงสลักล้อ

มุมโท (Toe) ในขณะที่รถแล่นตรงไปข้างหน้า ล้อหน้าทั้งสองข้างของรถจะมีระยะช่วงล้อทางด้านหน้าและทางด้านหลังของยางเท่ากันหรือไม่เท่ากันตามแต่จะได้รับการออกแบบ และมุมโทนี้ทำงานสัมพันธ์ร่วมกันกับมุมแคมเบอร์ โทอิน (toe-in) หมายความว่า ระยะห่างจากเส้นศูนย์กลางของล้อหน้าสั้นกว่าระยะห่างจากเส้นศูนย์กลางของล้อด้านหลังเมื่อมองจากด้านบนของรถ โทเอาท์ (toe-out) หมายความว่า ระยะห่างระหว่างเส้นศูนย์กลางของล้อหน้ายาวกว่าระยะห่างจากเส้นศูนย์กลางของล้อด้านหลังเมื่อมองจากด้านบนของรถ ขณะที่รถกำลังแล่นอยู่นั้นล้อทุก ๆ ล้อจะขนาดกันและกัน เพื่อให้ล้อหมุนกลิ้งไปข้างหน้าในทิศทางเดียวกันเพื่อหลีกเลี่ยงการที่ยางถูไปกับบนทางแล่น เพื่อเป็นการรักษาระยะโทของล้อหน้าขณะรถแล่นให้เป็นศูนย์ จึงจำเป็นที่จะตั้งล้อให้เป็น โทอิน ในขณะที่รถอยู่กับที่เป็นการทดแทนสำหรับการหันเหของล้อที่เกิดขึ้นจากแรงเสียดทานของล้อบนผิวถนน และแรงที่เกิดจากการเบรก ซึ่งแรงเสียดทานของล้อบนผิวถนนและแรงเบรคนี้จะทำให้เกิดเป็นโมเมนต์ อันเป็นแนวโน้มที่ทำให้ล้อเกิดการกางออกเป็น โทเอาท์ให้ล้อแล่นแยกออกจากกัน ดังนั้นถ้าขณะที่รถอยู่กับที่ทำการปรับตั้งระยะโทให้ขนานกัน เมื่อรถแล่นหรือเบรกก็จะทำให้ล้อฉีกกางออกแล่นแยกจากกันเล็กน้อย ล้อหน้าทั้งสองจึงมีทิศทางกลิ้งไปของล้อ ไม่สัมพันธ์กันและกัน และยังไม่สัมพันธ์กับล้อหลังซึ่งเป็นล้อขับเคลื่อนด้วย อันเป็นสาเหตุให้ดอกยางเกิดการถูกับผิวถนนสึกหรือเร็วกว่าปกติ แล้วยังทำให้การเกาะถนนของรถลดลงด้วยและจากผลของการที่เป็นมุมแคมเบอร์บวกทำให้ล้อหน้าแล่นออกจากกันเปรียบเหมือนการกลิ้งของกรวย ดังนั้นเมื่อจัดตั้งระยะโทให้ข้างหน้าแคบเข้าก็จะส่งผลให้ล้อแล่นเข้าหากันเมื่อปรับตั้งระยะ โทสัมพันธ์กับมุมแคมเบอร์ก็จะเป็นผลให้ล้อแล่นตรงไปข้างหน้าตามทิศทางแล่นของรถ

โทเอาท์ขณะเลี้ยว (Toe out on turn) เป็นมุมของล้อหน้าที่เกิดขึ้นขณะรถแล่นอยู่บนทางโค้งหรือขณะที่รถเลี้ยว จากความต้องการเบื้องต้นในการแล่นของรถที่มีการเกาะถนนที่ดึ้นนั้น ล้อทุก ๆ ล้อของรถจะต้องกลิ้งไปบนถนนโดยไม่มีการขจัดหรือลากไปบนผิวทางแล่น ดังนั้นในขณะที่รถเลี้ยวล้อหน้าจึงเป็นมุมโทเอาท์ เพราะว่าล้อด้านนอกของทางโค้งแล่นไปบนส่วน โค้งที่ใหญ่กว่าล้อด้านในของทาง โค้งล้อด้านนอกต้องบิดเลี้ยวเป็นมุมน้อยกว่าล้อด้านใน ด้วยเหตุนี้จึงทำให้รัศมีเลี้ยวของล้อหน้ากว้างกว่าด้านหลัง แต่เนื่องจากการวัดโทเอาท์ ขณะเลี้ยวเป็นองศาจึงเรียกว่า มุมรัศมีเลี้ยวรถ อันหมายถึงการบิดเลี้ยวของล้อหน้าให้ล้อทุก ๆ ล้อของรถมีจุดศูนย์กลางของส่วน โค้งที่ล้อทุกล้อกลิ้งไปเพียงจุดเดียวหรือมีจุดศูนย์กลางของส่วน โค้งร่วมกัน



รูปที่ 2-8 แสดงการเปรียบเทียบการเลี้ยวของรถที่ล้อทุกล้อมีจุดศูนย์กลางเดียวกัน และไม่รวมจุดศูนย์กลางเดียวกัน

รูป ก) ล้อรถทุกล้อเลี้ยวโดยไม่รวมจุดศูนย์กลางเดียวกัน จึงต้องมีจุดศูนย์กลางเฉลี่ยเพราะล้อหน้าทั้งสองบิดเลี้ยวด้วยมุมที่เท่ากัน

รูป ข) ล้อทุกล้อเลี้ยวโดยที่มีจุดศูนย์กลางร่วมกัน เพราะล้อหน้าเป็น โทเอาร์ท์ ขณะเลี้ยว

2.2.3 กลไกการบังคับเลี้ยวแบบอ็คเคอมาน

คันชักคันส่งของรถได้ออกแบบไว้เพื่อเป็นตัวแก้มุมเลี้ยวล้อของแต่ละล้อขณะที่รถแล่นบนทางโค้งให้ถูกต้อง การออกแบบนี้เรียกว่า หลักการของ อ็คเคอมาน (Ackermanns principle) หลักการนี้คือ การที่ล้อสองล้อมีการต่อให้บิดเลี้ยวไปด้วยกัน ล้อที่แล่นไปบนวงกลมที่ต่างกันและจะต้องบิดเลี้ยวไปในมุมที่ขนาดไม่เท่ากันด้วย การควบคุมโทเอาร์ท์ขณะเลี้ยวได้ทำการออกแบบให้แขนเลี้ยวล้อ (Steering arms) ทำมุมกับเส้นศูนย์กลางล้อ เพราะถ้าเลี้ยวล้อขนานกับเส้นศูนย์กลางของล้อ ล้อหน้าทั้งสองจะบิดเลี้ยวไปเท่ากันดังเช่นสี่เหลี่ยมด้านขนาน จะทำให้จุดศูนย์กลางของส่วนโค้งที่ล้อแต่ละล้อแล่นไปอยู่คนละจุดกัน เป็นผลให้ยางถูไปกับพื้นถนน ดังนั้นถ้าต้องการให้มุมเลี้ยวล้อหน้าแต่ละล้อ ไม่เท่ากันจะต้องทำให้คันส่ง และแขนเลี้ยวล้อประกอบกันเป็นสี่เหลี่ยมคางหมู โดยเมื่อล้ออยู่ในตำแหน่งตรงไปข้างหน้าถ้าลากเส้นต่อไปจากแขนเลี้ยวล้อทั้งสองข้างแล้ว เส้นต่อทั้งสองจะตัดกันบนเส้นศูนย์กลางของเพลาล้อหลังที่จุดกึ่งกลาง

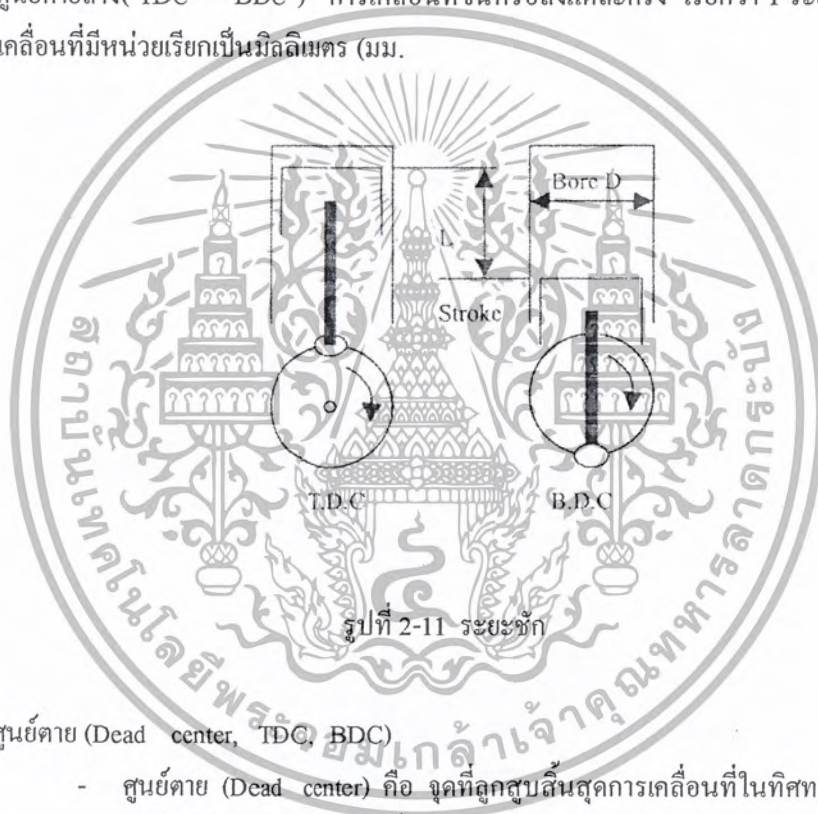
ให้ล้อทั้งหมดเกิดการกลิ้งอย่างแท้จริง ตามเงื่อนไขพื้นฐานดังกล่าวมานี้ ล้อหน้าทั้งสองจะต้องหมุนรอบจุดศูนย์กลางร่วมจุดเดียวกัน ซึ่งจุดศูนย์กลางนี้เป็นจุดศูนย์กลางหมุนชั่วขณะ (Instantaneous center) เนื่องจากแนวแกนล้อหลังอยู่คงที่ ดังนั้นจุดศูนย์กลางร่วมจุดนี้จะต้องยื่นออกไปนอกตัวรถ

2.3 เครื่องยนต์แบ่งออกได้เป็นส่วน ๆ ดังนี้

2.3.1 ทฤษฎีและหลักการทำงานของเครื่องยนต์

- ระยะเวลา , ช่วงชัก (Stroke)

การที่ลูกสูบเคลื่อนที่ขึ้นจากศูนย์ตายล่าง ไปสู่ศูนย์ตายบน (BDC – TDC) หรือเคลื่อนที่ลงจากศูนย์ตายบนสู่ศูนย์ตายล่าง (TDC – BDC) การเคลื่อนที่ขึ้นหรือลงแต่ละครั้ง เรียกว่า 1 ระยะเวลา (Stroke, L) ระยะเวลาเคลื่อนที่มีหน่วยเรียกเป็นมิลลิเมตร (มม.)



รูปที่ 2-11 ระยะเวลาชัก

- ศูนย์ตาย (Dead center, TDC, BDC)

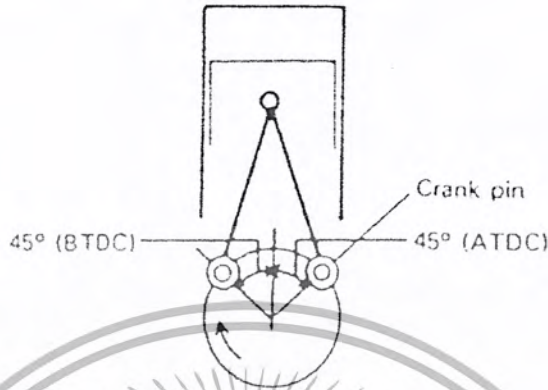
- ศูนย์ตาย (Dead center) คือ จุดที่ลูกสูบสิ้นสุดการเคลื่อนที่ในทิศทางนั้น ๆ หรือเคลื่อนที่ต่อไปในทิศทางนั้นไม่ได้นั่นเอง
- ศูนย์ตายบน (Top Dead Center, TDC) คือ จุดสูงสุดที่ลูกสูบเริ่มที่จะเคลื่อนที่ลง
- ศูนย์ตายล่าง (Bottom Dead Center, BDC) คือ จุดต่ำสุดที่ลูกสูบเริ่มที่จะเคลื่อนที่ขึ้น

- ความโตกระบอกสูบ, ขนาดของกระบอกสูบ (Bore)

ความโตกระบอกสูบคือ เส้นผ่านศูนย์กลางภายในของกระบอกสูบ(D) มีหน่วยเป็นมิลลิเมตร

- มุมเพลลาข้อเหวี่ยง (Crank angle)

มุมเพลาช้อเหวี่ยง คือ มุมที่เกิดจากเส้นตรงที่ลากจากจุดศูนย์กลางสลักลูกสูบมายังศูนย์กลางเพลาช้อเหวี่ยง (Center Line) กับเส้นตรงที่ลากผ่านจุดศูนย์กลางสลักช้อเหวี่ยง (Crank pin) มายังจุดศูนย์กลางเพลาช้อเหวี่ยง โดยการเปรียบเทียบกับ TDC และ BDC



รูปที่ 2-12 แสดงมุมเพลาช้อเหวี่ยง

การเปรียบเทียบ TDC 45 องศา ก่อนศูนย์ตายบน (45° BTDC) 45 องศา หลังศูนย์ตายบน (45° ATDC) การเปรียบเทียบกับ BDC จะบอกเป็นจำนวนองศา ก่อนศูนย์ตายล่าง (Before Bottom Dead Center, BBDC) หรือจำนวนองศา หลังศูนย์ตายล่าง (After Bottom Dead Center, ABDC)

- ความจุกระบอกสูบ ปริมาตรที่ลูกสูบเคลื่อนแทนที่ (Positive displacement) เมื่อลูกสูบเคลื่อนที่ขึ้น จากศูนย์ตายล่างสู่ศูนย์ตายบน ปริมาตรที่ลูกสูบเคลื่อนแทน (Displacement Volume) บางครั้งเรียกว่า “ปริมาตรระยะชัก” (Stroke Volume) ความจุกระบอกสูบมีหน่วยเป็นลูกบาศก์เซนติเมตร (cc, cm³) และลิตร (1,000 cc) การคำนวณความจุกระบอกสูบ คำนวณได้จากสูตรดังนี้

$$V = \pi r^2 LN = \frac{\pi D^2 LN}{4} \tag{7}$$

เมื่อ D : ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางกระบอกสูบ

N : จำนวนกระบอกสูบ

r : รัศมีของกระบอกสูบ

π : 22/7 = 3.1416

V : ความจุกระบอกสูบ

- ปริมาตรห้องเผาไหม้ (Combustion chamber volume)

ปริมาตรห้องเผาไหม้ คือ ปริมาตรของช่องว่างเหนือลูกสูบเมื่อลูกสูบอยู่ที่ศูนย์ตายบน ถึงฝาสูบ

- ปริมาตรกระบอกสูบ คือ ปริมาตรเหนือหัวลูกสูบเมื่อลูกสูบอยู่ที่ศูนย์ตายล่างถึงฝาสูบหรือผลบวกของความจุกระบอกสูบ (ปริมาตรระยะชัก) กับปริมาตรห้องเผาไหม้นั่นเอง

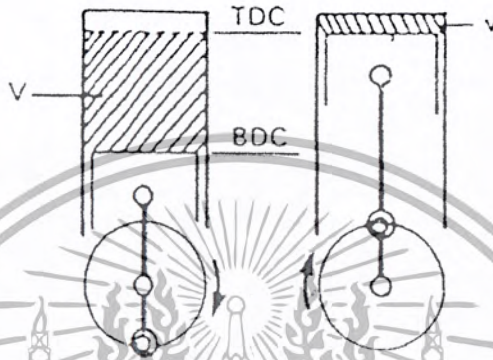
• อัตราส่วนการอัด (Compression ratio)

อัตราส่วนการอัด คือ อัตราส่วนของปริมาตรกระบอกสูบ ต่อปริมาตรห้องเผาไหม้

เมื่อ $R =$ อัตราส่วนการอัด

$v =$ ปริมาตรห้องเผาไหม้

$V =$ ปริมาตรระยะชัก



รูปที่ 2-13 แสดงอัตราส่วนการอัด

การคำนวณอัตราส่วนการอัด คำนวณได้จากสูตรดังนี้

$$\text{Compression ratio, } R = \frac{\text{Combustion chamber volume, } V + \text{Displacement, } V}{\text{Combustion chamber volume, } V}$$

$$= (V/v) + 1 \tag{8}$$

เครื่องยนต์ซึ่งมีอัตราส่วนการอัดสูง ซึ่งมีรอบเครื่องยนต์สูงขึ้นตามไปด้วย แต่อัตราส่วนการอัดก็มีข้อจำกัด เนื่องจากความสามารถในการต้านทานการน็อกของน้ำมันเบนซิน (Octane number) เครื่องยนต์โดยทั่วไปของรถจักรยานยนต์ จะมีอัตราส่วนกำลังอัดดังนี้

เครื่องยนต์ 2 จังหวะ มีอัตราส่วนการอัดตัวที่ 6-8 : 1

เครื่องยนต์ 4 จังหวะ มีอัตราส่วนการอัดตัวที่ 8-10 : 1

• ความเร็วลูกสูบ (Piston speed)

เมื่อเครื่องยนต์ทำงาน ความเร็วลูกสูบจะมีค่าเป็น 0 ที่ศูนย์ตายบนและศูนย์ตายล่าง โดยความเร็วสูงสุดอยู่ที่ระยะกึ่งกลางของระยะชัก ดังนั้นความเร็วลูกสูบก็คือค่าความเร็วลูกสูบโดยเฉลี่ย การคำนวณหาความเร็วลูกสูบ คำนวณได้จากสูตรต่อไปนี้

$$V = \frac{2LN}{60} = \frac{LN}{30} \quad (9)$$

V = ความเร็วเฉลี่ยลูกสูบ (Average piston speed, m/s)

L = ระยะชัก (Stroke,m)

N = ความเร็วรอบเครื่องยนต์ (Engine speed , RPM)

● แรงบิด (Torque)

แรงหมุน (Turning Force) ที่ทำให้ชิ้นส่วนเกิดการหมุน เรียกว่า “แรงบิด” ดังเช่น จักรยานยนต์ ถูกขับเคลื่อนโดยแรงบิดของเพลาข้อเหวี่ยง ดังเช่น เมื่อมีแรง F ซึ่งมีหน่วยเป็นกิโลกรัม (kg) มากระทำกับประแจ ยาว r ซึ่งมีหน่วยเป็นเมตร (m) ในการขันหัวสกรู

แรงบิด = แรง X ระยะทางจากจุดหมุนที่ตั้งฉากกับแรง

$$T = F \times r \quad (10)$$

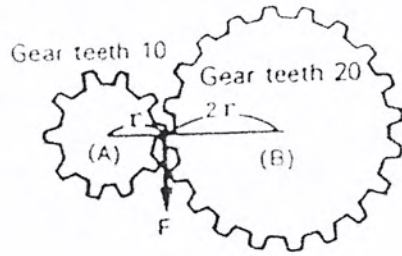


รูปที่ 2-14 แสดงแรงบิด

การเปลี่ยนแรงบิดในเกียร์ด้วยการทดสอบ ดังเช่นเมื่อมีแรง F มากระทำที่เฟืองขับ A ซึ่งมีรัศมี r และเฟือง A ขบอยู่กับเฟือง B ซึ่งมีรัศมี 2r

$$\begin{aligned} \therefore \text{แรงบิดบนเพลา A, } T_A &= F \times r \\ \text{แรงบิดบนเพลา B, } T_B &= F \times 2r \end{aligned}$$

แรงบิดเพลา B จะเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า แต่ความเร็วจะลดลงเหลือเพียงครึ่งเดียว นั่นก็คือเฟืองตามยิ่ง มีฟันจำนวนฟันมาก แรงบิดก็ยิ่งเพิ่มขึ้นแต่ความเร็วก็จะยิ่งลดลง



ชุดที่ 2-15 ชุดเฟือง

ในกรณีของเครื่องยนต์เครื่องหนึ่ง จากการเปรียบเทียบความยาวของประแจ (r) ก็คือระยะจากจุดศูนย์กลางเพลาคือเหวี่ยงไปยังสลักข้อเหวี่ยงนั่นเอง ซึ่งจะมีระยะเป็นครึ่งหนึ่งของระยะชัก ($L/2$)

แรงที่มากกระทำที่ประแจ (F) ก็คือแรงคั้นจากการเผาไหม้ ที่มากกระทบบนหัวลูกสูบผลักดันให้ลูกสูบเคลื่อนที่ลงนั่นเอง เนื่องจากระยะ r คงที่ ดังนั้นแรงบิด (T) จึงเปลี่ยนแปลงไปตามค่าแรงคั้น (F)



รูปที่ 2-16 แสดง Torque curve

ค่าแรงคั้น (F) จะเปลี่ยนแปลงไปตามความเร็วของเครื่องยนต์ นั่นก็คือเปลี่ยนแปลงไปตามประสิทธิภาพการเผาไหม้ ดังนั้นค่าแรงบิด (T) จึงเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย

จากการทำงานจริง ๆ ของเครื่องยนต์ เครื่องยนต์เครื่องหนึ่งจะให้ค่าแรงบิดสูงสุด (Maximum Torque) ณ ที่ความเร็วของเครื่องยนต์เพียงความเร็วเดียวเท่านั้น จากความเร็วนั้นแม้จะเพิ่มความเร็วให้สูงขึ้นไปอีก แรงบิดก็มิได้สูงขึ้นตามไปด้วย แต่กลับจะค่อย ๆ ลดลง

ดังนั้นจากแผ่น โฆษณาของจักรยานต่าง ๆ จะระบุค่าแรงบิดสูงสุด พร้อมกับความเร็วของเครื่องยนต์เอาไว้ เมื่อจักรยานยนต์ัวงที่ความเร็วรอบที่ให้ค่าแรงบิดสูงสุด แรงขับที่ไปขับล้อหลังก็จะสูงสุดด้วย จึงควรเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างแรงบิดกับความเร็วรอบของเครื่องยนต์ เช่น ณ ความเร็วเดียวกัน

เครื่องยนต์ที่ให้ค่าแรงบิดสูงสุดกว่าก็จะมีแรงขับที่ล้นสูงกว่า แต่ถ้าแรงบิดสูงสุดเท่ากันที่ความเร็วแตกต่างกัน เครื่องยนต์ที่ให้ค่าแรงบิดสูงสุดที่ความเร็วต่ำกว่า จะได้อัตราเร่งที่ดีกว่า

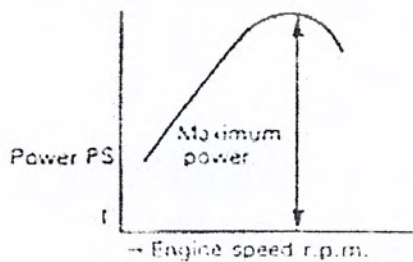
● กำลังงาน (Power)

กำลังงาน คือ อัตราการทำงาน หรือความสามารถในการทำงานในหนึ่งหน่วยเวลาการคำนวณกำลังงาน คำนวณได้จากสูตร

$$\text{Power} = \frac{\text{Work done}}{\text{Time Taken}}$$

กำลังงาน = อัตราส่วนระหว่าง งานที่ทำได้ ต่อเวลาที่ใช้

● การคำนวณกำลังงานของเพลาคือเหวี่ยง (Calculation of crankshaft power)



รูปที่ 2-18 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วของเครื่องยนต์กับแรงม้า

จากสูตรกำลังงาน จะเห็นว่า กำลังงานจะเปลี่ยนแปลงไปตามผลคูณระหว่างแรงบิด ที่เพลาข้อเหวี่ยงกับความเร็วยรอบของเครื่องยนต์นั่นคือความเร็วยิ่งสูงขึ้น กำลังงานก็จะยิ่งสูงขึ้นตามไปด้วย แต่การทำงานจริง ๆ ของเครื่องยนต์ ณ ที่ความเร็วหนึ่ง แรงบิดจะเริ่มลดลง ดังนั้นกำลังงานเริ่มลดลงด้วย.

เครื่องยนต์เครื่องหนึ่งจะมีความเร็วหนึ่งที่ให้กำลังงานสูงสุด (Maximum Power) กำลังงานหรือแรงม้าซึ่งมีความสัมพันธ์กับความเร็วของเครื่องยนต์จะแสดงให้เห็นถึงสมรรถนะของเครื่องยนต์ (Engine performance)

2.4 แบบของห้องเพลาข้อเหวี่ยง (Type of crankcase)

ห้องเครื่องที่ใช้กับเครื่องยนต์ 2 จังหวะมี 2 แบบ คือ

2.4.1 แบบแยกตามแนวนอน (Horizontally split type crankcase) ห้องเครื่องแบบแยกตามแนวนอนนี้ ใช้โดยทั่วไปกับเครื่องยนต์สูบเดี่ยว การถอดประกอบจำเป็นต้องใช้เครื่องมือพิเศษบางอย่าง

2.4.2 แบบแยกแนวตั้ง (Vertically split type crankcase) ห้องเครื่องแบบแยกตามแนวตั้งนี้ ใช้โดยทั่วไปกับเครื่องยนต์หลายสูบเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับแบบแยกตามแนวนอนแบบแยกตามแนวตั้งจะประกบฝาสูบได้ง่ายกว่าปัญหาการรั่วที่หน้าประกบน้อยกว่า ประกอบแบริงได้ง่ายกว่านอกจากนั้นการถอดประกอบก็ไม่จำเป็นต้องใช้เครื่องมือพิเศษและการบริการง่ายกว่า

2.5 โครงสร้างและหน้าที่ของชิ้นส่วนหลักของเครื่องยนต์ 4 จังหวะ

(Construction and Function of main parts of Four - Stroke Engine)

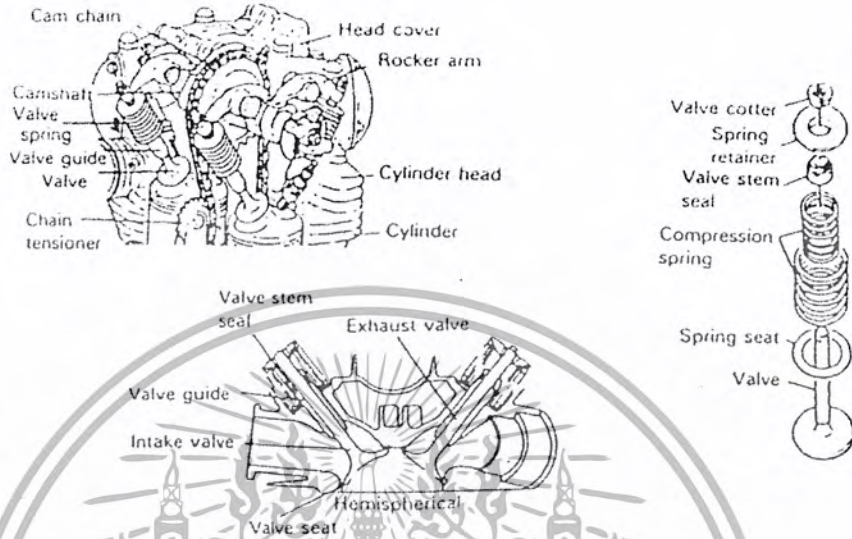
2.5.1 ชูดฝาสูบ (Cylinder head)

ชูดฝาสูบ เป็นที่ติดตั้งของลิ้นไอดี (Intake valve) และลิ้นไอเสีย (Exhaust valve) และเป็นส่วนประกอบของห้องเผาไหม้ นอกจากนี้ยังเป็นที่ตั้งของกลไกบังคับลิ้นต่าง ๆ (Valve mechanism, Valve gear) เช่น เพลาลูกเบี้ยว (Camshaft) ซึ่งถูกขับ โดยโซ่ (Cam chain) กระเดื่องกดลิ้น (Rocker arms) เป็นต้น โดยลิ้นและกลไกต่าง ๆ ถูกปิดและอยู่ภายใต้ฝาครอบ (Cylinder head cover)

2.5.2 ฝาสูบ (Cylinder head)

ฝาสูบทำด้วยอะลูมิเนียมผสม และมีปลอกนำลิ้น (Valve guides) อัดอยู่ นอกจากนี้ยังมีบ่าลิ้นหรือเบาะลิ้น (Valve seats) ที่นำมาจาก โลหะซินเตอร์ผสม (Sintered alloy) ซึ่งทนต่อความร้อนและทนต่อการสึกหรอเป็นเลิศ อัดอยู่ด้วย

หมายเหตุ โลหะชิ้นเตอร์ผสมทำโดยการอัดส่วนผสมของผงเหล็ก ผงทองแดง และกราไฟต์ ลงไปในแบบหล่อ มีคุณสมบัติในการดูดซึม ทนต่อความร้อนและการสึกหรอ จึงเป็นวัสดุที่เหมาะสมสำหรับ ทำชิ้นส่วนของเฟืองขับโซ่ โรเตอร์ปั๊มและบ่าลิ้น



รูปที่ 2-19 ชุดลิ้นสูบ

2.5.3 ลิ้น (Valve)

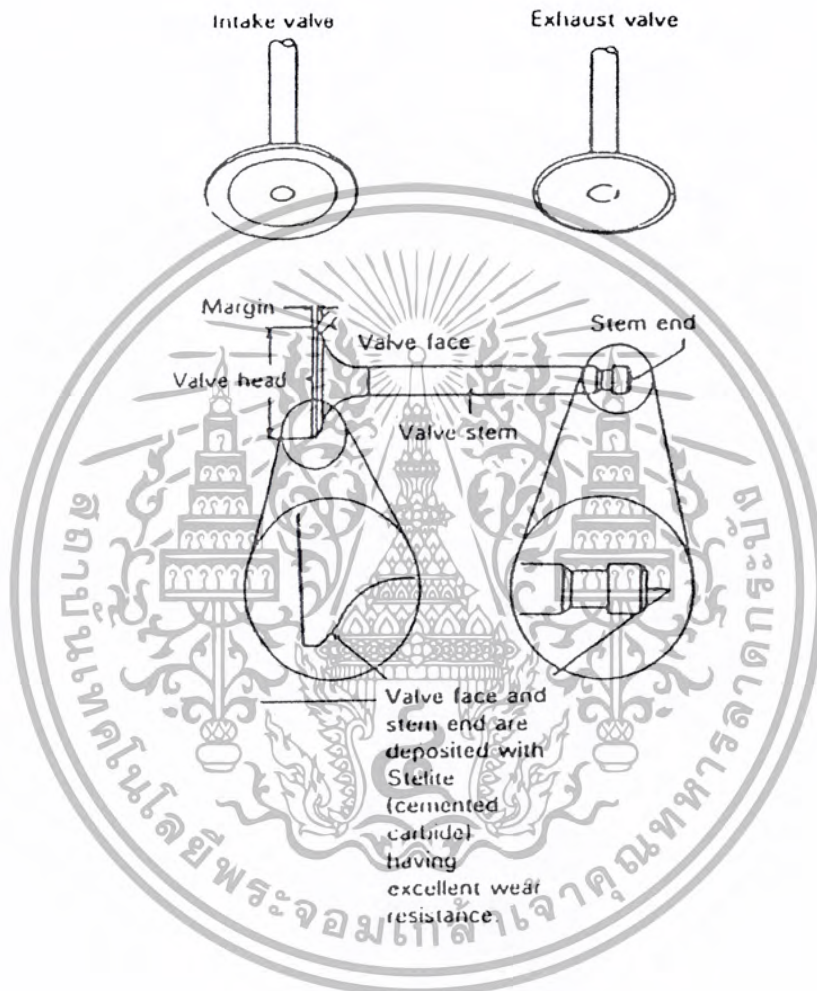
ลิ้นไอดีและไอเสีย มีรูปร่างคล้ายดอกเห็ด จึงเรียกกันว่าลิ้นดอกเห็ด (Poppet valve) เนื่องจากลิ้นต้องสัมผัสกับอุณหภูมิและแรงดันที่สูงอยู่ตลอดเวลา นอกจากนั้นยังต้องเคลื่อนที่ขึ้นลงด้วยความเร็วสูง ดังนั้นวัสดุที่ใช้ทำ จึงต้องมีความแข็งแรงเป็นเลิศ มีความทนทานต่อความร้อน และการสึกหรอได้สูง มีการถ่ายเทความร้อนได้ดี แนบสนิทกับบ่าลิ้น วัสดุที่มีคุณสมบัติดังกล่าวที่นำมาทำลิ้นก็คือเหล็กกล้าพิเศษ (Special steel) เช่น เหล็กกล้าผสมนิกเกิล โครเมียม (Nickel - chrome steel)

2.5.4 ลิ้นไอดี (Intake valve)

ลิ้นไอดี ต้องรับอุณหภูมิสูงจากการเผาไหม้ และได้รับการระบายความร้อนด้วยไอดี ดังนั้นการขยายตัวของหัวลิ้น (Valve head) จึงไม่สม่ำเสมอทำให้หน้าลิ้น (Valve face) สัมผัสไม่แนบสนิทกับบ่าลิ้น (Valve seat) เพื่อป้องกันเหตุดังกล่าวจึงต้องตัดบ่าลิ้นให้เป็นบ่ารับหัวลิ้นนอกจากนั้น เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการดูดขนาดของช่องไอดี (Valve port) ต้องใหญ่ที่สุดเท่าที่จะทำได้

2.5.5 ลิ้นไอเสีย (Exhaust valve)

ลิ้นไอเสียต้องรับทั้งอุณหภูมิและแรงดันสูง ดังนั้นจึงมักเป็นเหตุให้การสัมผัสของหน้าลิ้นกับบ่าลิ้นไม่เหมาะสม นอกจากนั้นปลอกนำลิ้นยังสึกหรออย่างรวดเร็วอีกด้วย เพื่อป้องกันเหตุดังกล่าวจึงจำเป็นต้องเผื่อช่องว่างระหว่างก้านลิ้น (Valve stem) กับปลอกนำลิ้นไว้ด้วย



รูปที่ 2-20 ลิ้น (Valve)

หมายเหตุ

- ช่องว่างระหว่างก้านลิ้นกับปลอกนำลิ้น ของลิ้น ไอเสียจะมีค่ามากกว่าลิ้น ไอดี
- ปลอกนำลิ้น ทำด้วยเหล็กหล่อผสมโครเมียม (Chrome cast iron) ได้รับการหล่อลิ้นจากน้ำมันหล่อลิ้น ที่ไหลผ่านระหว่างปลอกนำลิ้นกับก้านลิ้น จากนั้นน้ำมันก็จะไหลเข้าไปเผาไหม้ในกระบอกสูบ เพื่อใช้น้ำมันหล่อลิ้นเข้าไปเผาไหม้น้อยที่สุด จะมีซีลก้านลิ้น (Valve stem seal) สวมอยู่ที่ก้านลิ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.6 สปริงลิ้น (Valve springs)

สปริงลิ้นทำหน้าที่กดหน้าลิ้นให้แนบสนิทกับวาล์วลิ้นทำให้แรงอัดไม่รั่ว นอกจากนั้นยังช่วยเปิดและปิดลิ้นเพื่อให้การเปิดและปิดของลิ้นที่ความเร็วสูงๆเป็นไปอย่างสม่ำเสมอจะใช้สปริงที่มีขนาดและจำนวนกดไม่เท่ากัน 2 ตัว สวมซ้อนกันอยู่ที่ก้านลิ้น เป็นการป้องกันไม่ให้ลิ้นเกิดการสะท้อน (Resonance) อยู่ตลอดเวลา อันเนื่องมาจากความถี่ตามธรรมชาติของสปริง (Natural oscillation)



2.5.7 กลไกบังคับลิ้น (Valve trains)

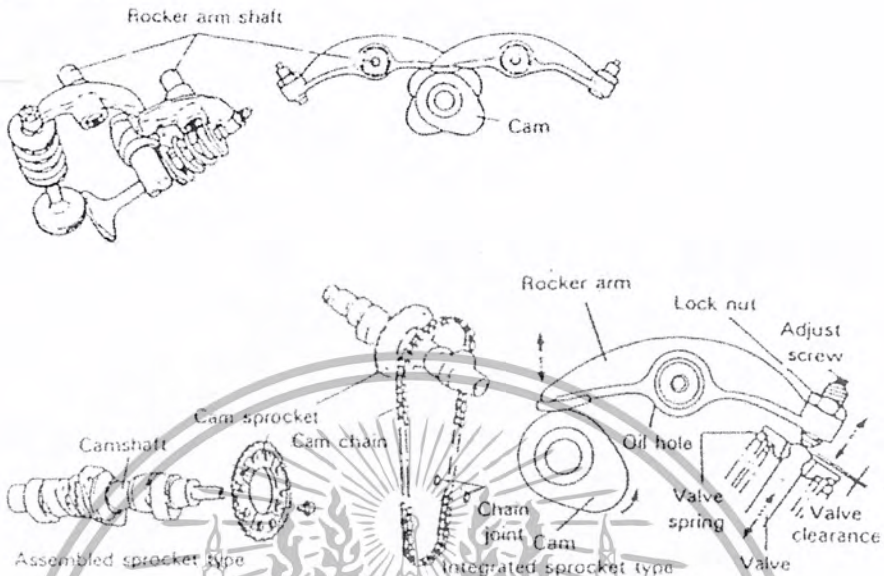
กลไกบังคับลิ้นทำหน้าที่บังคับให้ลิ้นเปิดและปิดเมื่อลูกสูบเลื่อนถึงตำแหน่งที่กำหนดซึ่งแบ่งออกได้เป็นหลายแบบ ตามตำแหน่งการติดตั้งของลิ้นและเพลาคำลิ้นหรือเพลาลูกเบี้ยว โดยทั่วไปจักรยานยนต์ใช้กลไกบังคับลิ้นแบบลิ้นอยู่ด้านบน (Over head Valve , OHV) แบ่งได้เป็น

1. เพลาราวลิ้น (Cam shafts)
2. เฟืองโซ่ราวลิ้น (Cam sprockets)
3. โซ่ราวลิ้น (Cam chain)
4. กระจีเอ็งกกลลิ้น (Rocker arms)
5. ตัวปรับความตึงโซ่ (Chain tensioner)

2.5.8 เพลาราวลิ้น (Cam shaft)

ทำด้วยเหล็กหล่อพิเศษ (Special cast iron) มีความต้านทานต่อการสึกหรอสูง จำนวนลูกเบี้ยวมีเท่ากับจำนวนลิ้น ทำหน้าที่เปิดและปิดลิ้นผ่านทางกระจีเอ็งกกลลิ้น โดยลูกเบี้ยวเพลาราวลิ้นจะเตะกระจีเอ็งกกลลิ้นให้เปิด ลักษณะรูปร่างของลูกเบี้ยวเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของตำแหน่งการเปิดและปิดของลิ้น (Valve timing) และระยะการยกของลิ้น (Valve lift)

(S.O.H.C)



รูปที่ 2-22 แบบเพลาราวลื่นเดี่ยว

2.5.9 เฟืองโซ่ราวลิ้น (Cam sprockets)

แบ่งตามการยึดติดกับเพลาราวลิ้น เป็น 2 แบบ คือ

1. แบบถอดแยกได้ (Assembled sprocket type)
2. แบบถอดแยกไม่ได้ (Integrated sprocket type)

เฟืองโซ่ราวลิ้น จะมีจำนวนฟันเป็น 2 เท่าของเฟืองโซ่ข้อเหวี่ยง ดังนั้นความเร็วของเพลาราวลิ้นจึงเป็นครึ่งหนึ่งของความเร็วเพลาสื่อเหวี่ยง

เฟืองโซ่ราวลิ้น ถูกขับโดยเฟืองโซ่ข้อเหวี่ยง ด้วยโซ่ราวลิ้น ดังนั้นการหมุนของเพลาราวลิ้น(Valve Timing) จึงเป็นครึ่งหนึ่งของความเร็วเพลาสื่อเหวี่ยง

2.5.10 โซ่ราวลิ้น (Cam chain)

โซ่ราวลิ้น คล่องที่เฟืองโซ่เพลาสื่อเหวี่ยงกับเฟืองโซ่เพลาราวลิ้น โดยเฟืองโซ่ข้อเหวี่ยงเป็นเฟืองขับเฟืองโซ่ราวลิ้นเฟืองตาม เนื่องจากความเร็วของเฟืองทั้งสองมีความสัมพันธ์กันดังกล่าวมาแล้ว บางครั้งโซ่ราวลิ้นมีชื่อเรียกว่า “โซ่ไทมิ่ง” (Timing chain)

2.5.11 กระต็องกดลิ้น (Rocker arms)

กระต็องกดลิ้น ติดตั้งอยู่กับเพลากะต็อง (Rocker arm shaft) ที่ฝาสูบทำหน้าที่เปิดลิ้น โดยการเตะของเพลาราวลิ้น ระยะห่างหรือช่องว่างระหว่างกระต็องกดลิ้นกับตีนลิ้น (Stem end) สามารถปรับระยะห่างดังกล่าวได้ ซึ่งเรียกโดยทั่วไปว่าระยะห่างลิ้น (Valve clearance) ด้วยการหมุนสกรูปรับ (Adjust screw)

2.5.12 ตัวปรับความตึงโซ่ (Chain Tensioner)

ตัวปรับความตึงโซ่ ทำหน้าที่ปรับความตึงโซ่ให้คงที่ถูกต้องตามค่าที่กำหนด ถ้าความตึงโซ่เปลี่ยนแปลงหย่อนหรือตึงเกินไป จะเป็นเหตุให้ความเร็วของเพลาช้อเหวี่ยงกับเพลาราวลิ้น ไม่สัมพันธ์กัน ตำแหน่งลิ้น (Valve timing) หรือตำแหน่งจุดระเบิด (Ignition timing) อาจผิดพลาดไม่ถูกต้อง หรือมีระยะนั้นก็อาจจะมีเสียงคังที่โซ่ จึงจำเป็นต้องมีตัวปรับสำหรับความตึงโซ่

ตัวปรับความตึงโซ่มี 2 แบบ คือ

1. แบบปรับด้วยมือหรือแบบธรรมดา (Manual adjustment type)



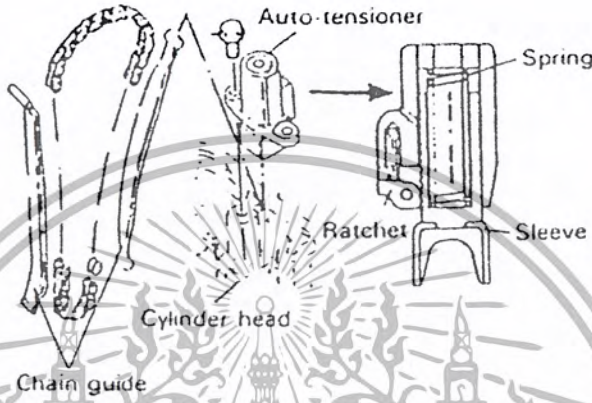
รูปที่ 2-23 ตัวปรับความตึงโซ่

ตัวปรับความตึงโซ่แบบธรรมดามีจำเป็นต้องมีการตรวจสอบความตึงโซ่ตามระยะเวลาที่กำหนด (Periodic check) แล้วทำการปรับ การปรับสามารถทำได้โดยวิธีปรับแกนปรับ (Rod) หรือแขนปรับ (Tensioner arm) ลงไปกดโซ่ให้ตึงทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชิ้นส่วนที่ใช้ในการปรับ ถ้าโซ่หย่อนเล็กน้อยสามารถปรับให้ตึงได้โดยการเพิ่มความแข็งแรงของสปริงที่กด แต่ถ้าตึงเกินไปอาจปรับไม่ได้ เพราะแกนปรับจะลดยออกได้ด้วยระยะหนึ่งที่ยึดกันเท่านั้น

2. แบบปรับ โดยอัตโนมัติ (Automatic adjustment type)

ตัวปรับความตึงโซ่แบบอัตโนมัติไม่จำเป็นต้องมีการตรวจสอบและปรับความตึงโซ่ เพราะว่ามีชิ้นส่วนที่ทำหน้าที่ปรับโดยอัตโนมัติ ทำการปรับได้ดังนี้

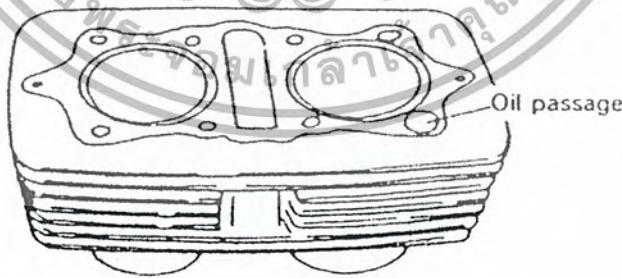
สะพานโซ่ (Chain guide) ถูกกดให้โค้งแนบไปกับ โซ่ด้วยสปริง (Tension spring) ดังนั้น โซ่จึงตึงอยู่ตลอดเวลา เมื่อโซ่หย่อนปลอกปรับ (Tensioner sleeve) จะเลื่อนลงกดสะพานโซ่ให้โค้งมากขึ้น ดังนั้นจึงเป็นการศึกษาความตึงของ โซ่ให้ถูกต้องคงที่อยู่ตลอดเวลา ปลอกปรับจะเคลื่อนที่ได้ในทิศทางเดียว โดย การควบคุมของกลไกรอกแตรก (Ratchet mechanism)



รูปที่ 2-24 แบบปรับแบบอัตโนมัติ

2.5.13 เสื้อสูบ (Cylinders)

เสื้อสูบทำด้วยอะลูมิเนียมผสมหล่อ (Aluminum alloy casting) มีปลอกสูบหรือกระบอกสูบทำด้วยเหล็กหล่อพิเศษ (Special cast iron) สวมอัดอยู่

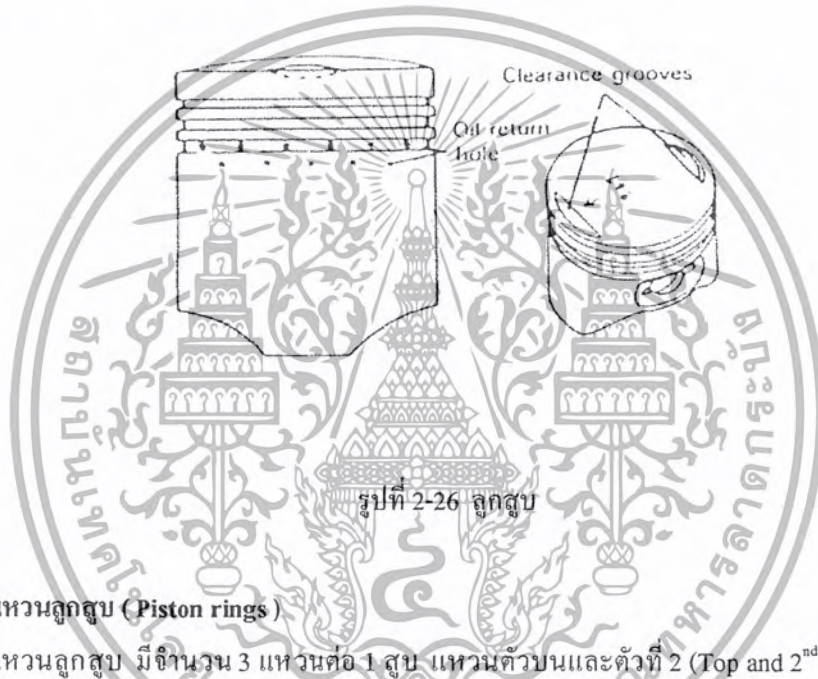


รูปที่ 2-25 เสื้อสูบ

เสื้อสูบเครื่องยนต์ 4 จังหวะ แตกต่างไปจากเสื้อสูบเครื่องยนต์ 2 จังหวะ โดยผนังกระบอกสูบไม่มีช่อง (Port) นอกจากนั้นเสื้อสูบและสลักยึดจะมีช่องน้ำมันหล่อลื่น (Oil passage) เพื่อให้ปั๊มน้ำมันเครื่อง (Oil pump) ส่งน้ำมันที่มีแรงดันจากห้องเครื่องผ่าน

2.5.14 ลูกสูบ (Piston)

ทำด้วยอะลูมิเนียมผสมหล่อ (Aluminum alloy casting) วัสดุที่เลือกใช้ต้องมีคุณสมบัติที่สำคัญดังนี้ คือ ความแข็งแรงทนทาน การถ่ายเทความร้อนดี น้ำหนักเบา อัตราขยายตัวเมื่อได้รับความร้อนต่ำ ข้อแตกต่างจากเครื่องยนต์ 2 จังหวะ คือ เครื่องยนต์ 4 จังหวะลูกสูบจะมีร่องแหวน 3 ร่อง (2 จังหวะมีเพียง 2 ร่อง) ร่องแหวนที่ 3 และใต้ลงมา มีรูน้ำมันไหลกลับ (Oil return holes)



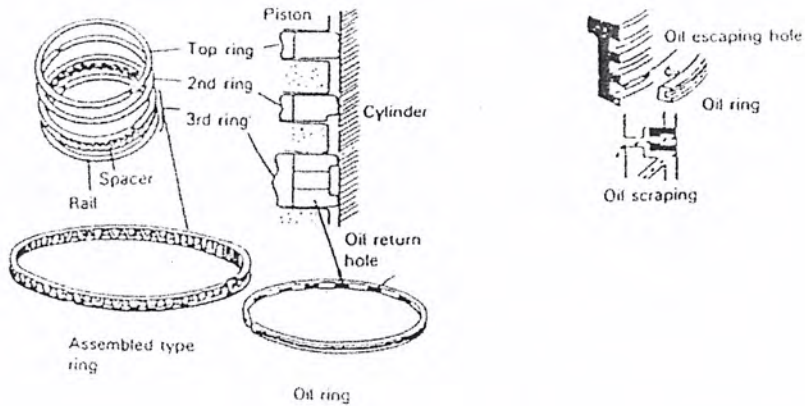
รูปที่ 2-26 ลูกสูบ

2.5.15 แหวนลูกสูบ (Piston rings)

แหวนลูกสูบ มีจำนวน 3 แหวนคือ 1 สิบ แหวนควมบนและตัวที่ 2 (Top and 2nd rings) ทำหน้าที่เป็นแหวนอัด สำหรับแหวนตัวที่ 3 เป็นแหวนน้ำมัน (Oil ring) แหวนน้ำมันทำหน้าที่กวาดน้ำมันเครื่องส่วนเกินที่ผนังกระบอกสูบ ดังนั้นจึงเหลือน้ำมันเครื่องในห้องเผาไหม้ ด้วยปริมาณที่จำเป็นสำหรับการหล่อลื่นเท่านั้น น้ำมันเครื่องส่วนเกินดังกล่าวจะไหลเข้าไปในรูน้ำมันที่ลูกสูบ แล้วให้การหล่อลื่นสลักลูกสูบ

แหวนน้ำมัน (Oil ring) แบ่งตามลักษณะพื้นที่หน้าตัดแหวน (Cross sections) ได้เป็นหลายแบบ บางแบบมีทั้งร่องน้ำมัน (Oil groove) และรูน้ำมัน (Oil hole) ในตัวเดียวกัน หรือบางแบบถอดแยกจากกันได้ (Assembled type oil groove) โดยมีแหวนรอง (spacer) เพื่อให้ น้ำมันเครื่องไหลกลับอยู่ตรงกลาง มีแหวนกวาดน้ำมันบาง ๆ 2 ตัว ประกอบอยู่ด้านบนและด้านล่าง (Upper and Lower rails)

แหวนตัวที่ 2 แบบพิเศษจะทำเป็นมุมเอียง (Tapered) หรือเจาะร่องไว้ (Counter bored) โดยรอบ เพื่อทำหน้าที่ช่วยแหวนกวาดน้ำมัน



รูปที่ 2-27 แหวนลูกสูบ

เมื่อแหวนลูกสูบสึกมาก น้ำมันเครื่องจะไหลผ่านแหวนลูกสูบ หรือผ่นกระบอกสูบขึ้นไปเผาไหม้ในห้องเผาไหม้ ซึ่งจะทราบได้โดยการสิ้นเปลืองน้ำมันเครื่องเพิ่มมากขึ้นผิดปกติ

2.5.16 เพลาช้อเหวี่ยง (Crank Shaft)

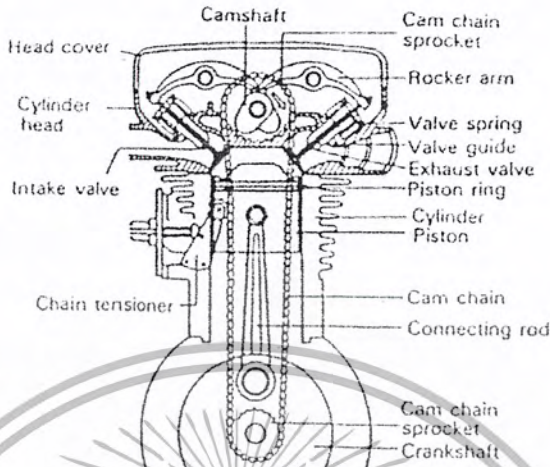
ในกรณีของเครื่องยนต์สูบเดี่ยว (Single - cylinder engine) จะใช้เพลาช้อเหวี่ยงแบบถอดแยกได้ (Assembled type crank shaft) แต่สำหรับเครื่องยนต์หลายสูบ (Multi - cylinder engine) มักใช้เพลาช้อเหวี่ยงแบบถอดแยกไม่ได้ (Integrated type crank shaft) และสลักเพลาช้อเหวี่ยง (Crank pin) มีก้านสูบยึดติดอยู่ เพลาช้อเหวี่ยงรองรับอยู่ด้วยแบร็งเพลาช้อเหวี่ยง (Main bearing) ซึ่งอยู่ที่ห้องแครงค์ จากห้องแครงค์จะมีน้ำมันทะลุไปยังเพลาช้อเหวี่ยงส่วนที่หมุนอยู่ในแบร็ง (Crank shaft journals) จากน้ำมันจะทะลุผ่านไปยังแบร็งของช้อเหวี่ยงและสลักเพลาช้อเหวี่ยงเพื่อการหล่อลื่น

2.6 โครงสร้างและการทำงานเบื้องต้นเครื่องยนต์ 4 จังหวะ (Basic Construction and Features of Four Stroke Engine)

เครื่องยนต์ 4 จังหวะ ลูกสูบจะเคลื่อนที่ขึ้นลงรวม 4 ครั้ง หรือเพลาช้อเหวี่ยงจะหมุนไป 2 รอบ หรือ 720 องศา การทำงานครบวงจรซึ่งได้แก่ ดูด -อัด -ระเบิด -คาย

การที่ได้รับการเรียกว่า "เครื่องยนต์ 4 จังหวะ" เนื่องจากมีการเคลื่อนที่ขึ้นลงของลูกสูบรวม 4 ครั้ง หรือ 4 จังหวะเพลาช้อเหวี่ยงหมุน 2 รอบเครื่องยนต์ทำงานครบวงจรเกิดการระเบิดและได้กำลังงาน 1 ครั้ง

เสื้อสูบ มีลิ้น 2 ลิ้น คือ ลิ้นไอดี และลิ้นไอเสีย เนื่องจากลิ้นทั้งสองทำงานสัมพันธ์กับการขึ้นลงของลูกสูบอยู่แล้ว จึงไม่จำเป็นต้องมีช่องไอดีและช่องไอเสีย



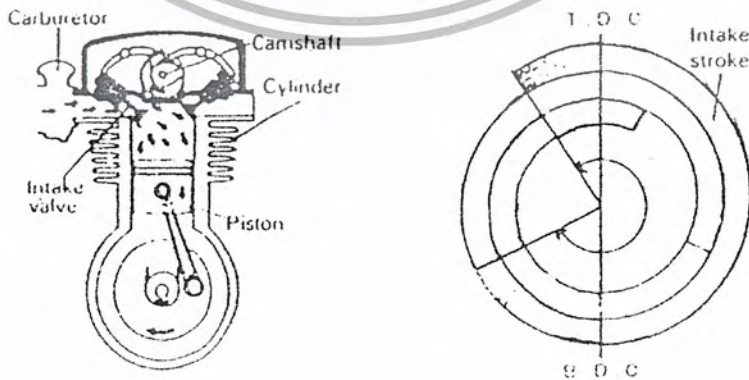
รูปที่ 2-28 เครื่องยนต์ 4 จังหวะ

การทำงานทั้งหมดจะเกิดขึ้นในห้องเผาไหม้ในกระบอกสูบเท่านั้น การเปิดและปิดของลิ้นทั้งสองกระทำโดยกลไกบังคับลิ้น (Valve control mechanism) ที่ติดตั้งอยู่ที่เสื้อสูบ ซึ่งถูกขับโดยเฟลาข้อเหวี่ยง

2.7 การทำงานและแบบของเครื่องยนต์ 4 จังหวะ

การทำงานของเครื่องยนต์ 4 จังหวะ

- จังหวะดูด (Intake stroke)

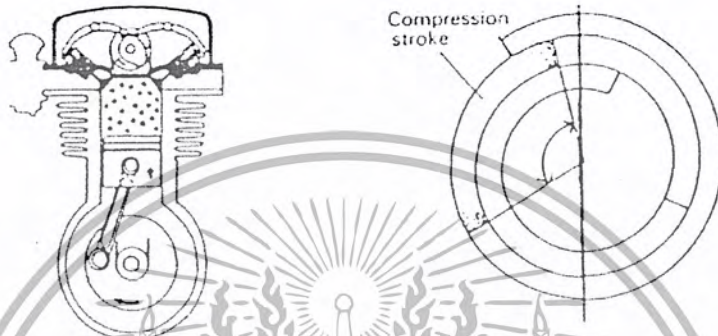


รูปที่ 2-29 การทำงานของเครื่องยนต์จังหวะดูด

จังหวะดูด ขณะลูกสูบ (Piston) เคลื่อนลง แรงดันภายในห้องเผาไหม้จะลดลง เมื่อลิ้นไอดีเปิดไอดีจึงถูกดูดจากคาร์บูเรเตอร์ (Carburetor) เข้ามาภายในกระบอกสูบ

เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการดูดหรือประจุไอดี (Intake efficiency) ลิ้นไอดี จะเปิดก่อนที่ลูกสูบเคลื่อนถึงศูนย์ตายบน (TDC) เล็กน้อย และปิดเมื่อลูกสูบเริ่มเคลื่อนขึ้นจากศูนย์ตายล่าง (BDC) ดังนั้นช่วงการเปิดของไอดีจึงสั้น ไออดีจึงถูกดูดเข้ามาภายในกระบอกสูบเป็นจำนวนมาก

● จังหวะอัด (Compression Stroke)



รูปที่ 2-30 การทำงานของเครื่องยนต์จังหวะอัด

จังหวะอัด ขณะลูกสูบเคลื่อนขึ้นจาก BDC ลิ้นไอดีจะปิด (ลิ้นไอดียังคงปิดอยู่) ไอดีในห้องเผาไหม้จึงถูกอัด การอัดยังคงดำเนินต่อไป จนกระทั่งลูกสูบเคลื่อนขึ้นเกือบถึง TDC ณ จุดนี้แรงดันและอุณหภูมิสูงพอที่จะทำให้ไอดีลุกไหม้ได้อย่างง่ายดายประกายไฟมาจุด และการลุกไหม้จะเป็นไปอย่างรวดเร็ว

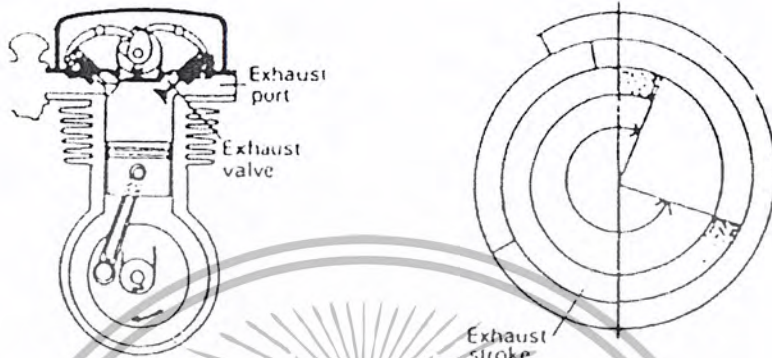
● จังหวะระเบิด (Power, Expansion stroke)



รูปที่ 2-31 การทำงานของเครื่องยนต์จังหวะระเบิด

จังหวะระเบิด ก่อนลูกสูบเลื่อนถึง TDC เล็กน้อย ที่ปลายจังหวะจุด หัวเทียนจะจุดประกายไฟ ใต้อิที่ถูกอัดจึงเกิดการลุกไหม้อย่างรวดเร็ว ทำให้แรงดันในห้องเผาไหม้สูงขึ้น ผลักดันลูกสูบให้เลื่อนลง ไปสู่ BDC ดังนั้นจึงเกิดการส่งถ่ายกำลังผ่านก้านสูบ ไปหมุนเพลาค้อเหวี่ยงทำให้ได้กำลังงาน ไปใช้งาน

● จังหวะคาย (Exhaust stroke)



รูปที่ 2-32 การทำงานของเครื่องยนต์จังหวะคาย

จังหวะคาย ขณะลูกสูบเลื่อนลงก่อนถึง BDC เล็กน้อย ลิ้นไอเสียจะเปิด ไอเสียภายในกระบอกสูบจึงไหลพุ่งออกจากกระบอกสูบเป็นการเริ่มต้นจังหวะคาย

ขณะลูกสูบเลื่อนขึ้นจาก BDC การคายก็ยังคงดำเนินต่อไป ลูกสูบจะผลัดดันให้ไอเสียที่ตกค้างอยู่ ออกไปจากกระบอกสูบอย่างสมบูรณ์ จังหวะคายจะสิ้นสุดหลังจากลูกสูบเริ่มเลื่อนลงจาก TDC เล็กน้อย โดยลิ้นไอเสียจะปิด (ลิ้นไอดีจะเปิด ก่อน TDC เล็กน้อย เป็นการเริ่มจังหวะจุดใหม่)

● จังหวะการเปิดปิดของลิ้น (Valve timing)

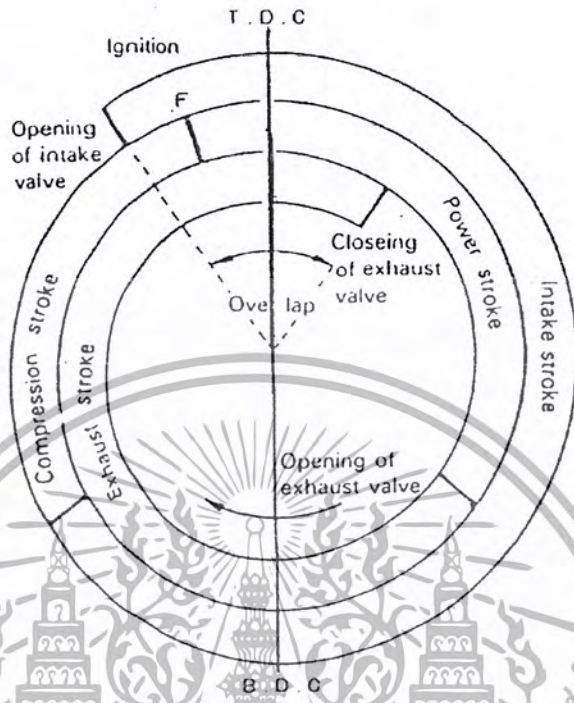
ตำแหน่งหรือจังหวะการเปิดปิดของลิ้นไอดีและไอเสีย ที่สัมพันธ์กับตำแหน่งของลูกสูบเรียกว่า "Valve timing" สำหรับตำแหน่งของลูกสูบ จะเรียกเป็นจำนวนองศา ก่อนหรือหลัง TDC และ BDC โดยเทียบกับมุมเพลาค้อเหวี่ยง (Crank angle) ที่หมุนไป

ดังนั้นไดอะแกรม (Diagram) ที่แสดงความสัมพันธ์ของการเปิดปิดกับตำแหน่งลูกสูบ โดยเทียบกับ TDC และ BDC จึงเรียกว่า "Valve timing diagram" เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการประจุไอดี (Intake efficiency) และการคายไอเสีย (Exhaust efficiency) การทำงานเปิดปิดของลิ้นไอดีและลิ้นไอเสีย จะเป็นดังนี้

ลิ้นไอดี เปิดขณะลูกสูบเลื่อนขึ้น ก่อนถึง TDC เล็กน้อย ปิดขณะลูกสูบเลื่อนขึ้นหลังจาก BDC เล็กน้อย

ลิ้นไอเสีย เปิดขณะลูกสูบเลื่อนลง ก่อนถึง BDC เล็กน้อย ปิดขณะลูกสูบเลื่อนลง หลัง จาก TDC เล็กน้อย

สำหรับ Valve timing diagram มีค่าอยู่ค่าหนึ่ง ซึ่งเป็นค่าที่ควรทราบต่อไป จะพบอยู่บ่อย ๆ และต้องนำไปใช้ในงานปฏิบัติมาก คำนั้นคือ “Valve overlap , overlap”



รูปที่ 2-33 ตำแหน่งการเปิด - ปิดของลิ้น (Valve timing diagram)

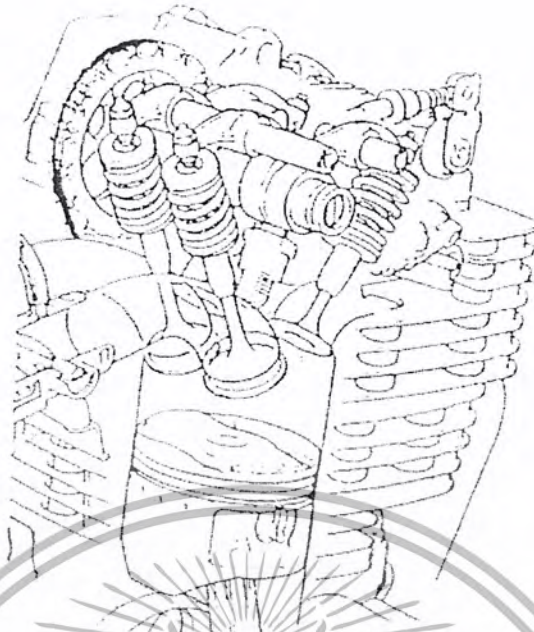
คำว่า "overlap" หมายถึงช่วงที่ทั้งลิ้นไอดีและลิ้นไอเสียเปิดอยู่พร้อมกัน ใกล้ TDC ซึ่งจะเปิดซ้อนกันอยู่ เป็นช่วงต่อระหว่างปลายจังหวะคายกับจังหวะดูด ซึ่งช่วงนี้ไอดีประจุเข้ามาจะมาขยับไล่ไอเสียที่ตกค้างให้ออกไปจากกระบอกสูบ ดังนั้น จึงเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพให้กับจังหวะคายไอเสีย และในขณะเดียวกันแรงเฉื่อยของไอดีก็จะเพิ่มประสิทธิภาพในการประจุไอดีด้วย

ตำแหน่งการเปิดปิดของลิ้น จะเปลี่ยนแปลงไปตามคุณลักษณะและจุดประสงค์ในการนำไปใช้งานของจกัรยานยนต์ เช่น ใช้งานทั่วไป หรือใช้ในการแข่งขัน

2.8 กลไกบังคับลิ้นแบบเพลาราวลิ้นเดี่ยวบนฝาสูบ (SOHC)

- 1.แบบนี้แตกต่างไปจากแบบลิ้นบนฝาสูบ เนื่องจากเพลาราวลิ้นติดตั้งอยู่บนฝาสูบ รับแรงขับผ่านโซ่ขับ (Chain cam) แล้วทำงานเปิดปิดลิ้นด้วยกระเดื่องกลลิ้นโดยตรง จึงไม่จำเป็นต้องใช้ก้านส่งลิ้น
- 2.กลไกบังคับลิ้นมีชิ้นส่วนน้อยกว่าดังนั้นการทำงานของลิ้นจึงไม่คงที่ แม้ว่าจะมีความเร็วสูง ๆ
- 3.แบบนี้มีเพลาราวลิ้นเพียงเพลาดียวจึงเรียกเครื่องยนต์ที่ใช้กลไกบังคับลิ้นแบบนี้ว่า "เครื่องยนต์แบบเพลาราวลิ้นเดี่ยวบนฝาสูบ" (SOHC Engine)
- 4.กลไกบังคับลิ้นแบบนี้ ปัจจุบันใช้นั้นมากกับเครื่องยนต์ของรถจักรยานยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า แม้ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2-34 เพลาราวล้นเดี่ยวบนฝาสูบ

2.9 ระบบจุดระเบิดแบบโซลิดสเตท (Solid state ignition system)

ระบบจุดระเบิดแบบโซลิดสเตท หมายถึง ระบบจุดระเบิดซึ่งมีส่วนประกอบของสารกึ่งตัวนำทางต้าน อิเล็กทรอนิกส์ (Exectronic Semi-Conductors) เช่น ไดโอด (Diode) ทรานซิสเตอร์ (Transistors) ซีลิกอน คอนโทรลเรกติไฟเออร์ (Silicon Controlled Rectifiers) ฯลฯ ระบบจุดระเบิดแบบโซลิดสเตทที่ใช้กันมากมีดังนี้

1. ระบบซีดีไอ (Capacitor , capacitive Discharge Ignition system , CDI)
 - 1.1 ซีดีไอใช้กระแสสลับ (AC. Cdi)
 - 1.2 ซีดีไอใช้กระแสตรง (DC. CDI)
2. ระบบทรานซิสเตอร์ (Transistorized Ignition System)

แต่ในการทำงานของระบบจุดระเบิดของรถประหยัคน้ำมันเชื้อเพลิงที่สร้างขึ้นนี้เราได้นำเอา ระบบจุดระเบิดแบบซีดีไอใช้กระแสตรง (DC - CDI) มาใช้เนื่องจากรถประหยัคน้ำมันเชื้อเพลิงที่เราสร้างขึ้นเราได้ทำการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมของเครื่องยนต์ให้ทำงานที่ความเร็วรอบต่ำ ดังนั้นระบบจุดระเบิดแบบซีดีไอใช้ไฟกระแสตรงจึงเหมาะสมมากกว่าระบบซีดีไอแบบใช้กระแสสลับ เพราะระบบจุดระเบิดแบบซีดีไอใช้กระแสตรงนี้สามารถจ่ายไฟได้สม่ำเสมอมากกว่าซึ่งใช้งานได้ดีในความเร็วรอบต่ำ

ดังนั้นในส่วนนี้จึงเป็นการกล่าวเปรียบเทียบกันระหว่างระบบจุดระเบิดแบบซีดีไอใช้กระแสตรงกับระบบจุดระเบิดแบบซีดีไอใช้กระแสสลับ ว่ามีการทำงานต่างกันอย่างไร

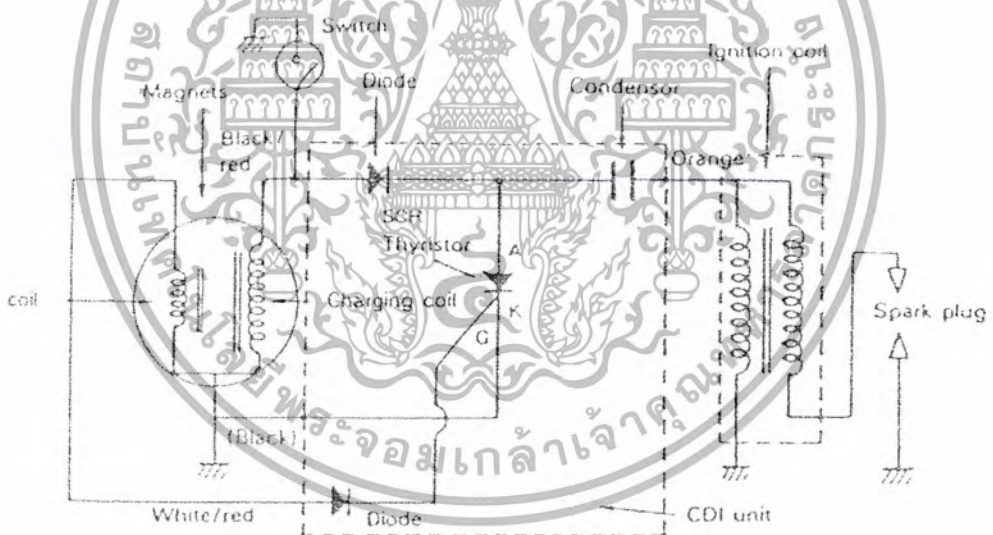
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
แม้ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.10 ระบบซีดีไอ (CDI System)

ระบบจุดระเบิดแบบซีดีไอ เป็นระบบจุดระเบิดแบบ โซลิดสเตทแบบหนึ่งซึ่งนิยมใช้กันในรถจักรยานยนต์ เนื่องจากระบบจุดระเบิดแบบที่กล่าวนี้ประกอบด้วยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ซึ่งมีขนาดเล็กและไม่มีชิ้นส่วนที่มีการเคลื่อนไหว ดังนั้นจึงไม่จำเป็นต้องมีการปรับแต่งแต่อย่างใด

ข้อดีของระบบจุดระเบิดแบบซีดีไอ

1. ลดการบำรุงรักษาลง
2. ยืดอายุการใช้งานของหัวเทียน
3. ไม่ต้องมีชุดทองขาว
4. สตาร์ทติดง่าย
5. กระแสไฟแรงเคลื่อนสูงที่เกิดขึ้นสูงกว่า
6. การจุดระเบิดล่วงหน้าใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และเป็นไปอย่างอัตโนมัติ
7. อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ถูกซีลไว้เพื่อป้องกันฝุ่น , สิ่งสกปรกน้ำมัน หรือ ความชื้น
8. ทำงานสม่ำเสมอตลอดอายุการใช้งาน
9. เครื่องยนต์เดินเรียบทั้งในขณะที่เครื่องยนต์เดินเบาและทำงานหนัก



รูปที่ 2-35 ระบบจุดระเบิดแบบซีดีไอ (Capacitive Discharge Ignition System, CDI)

2.10.1 วงจร CDI ประกอบด้วยส่วนสำคัญ ๆ 3 ส่วน คือ

1. แหล่งจ่ายไฟ ในที่นี้คือแม็กเนโต (Magneto) ซึ่งประกอบด้วย

1.1 ชาร์จคอยล์ (Charge Coil) ทำหน้าที่สร้างกระแสไฟ จำนวนหนึ่งเพื่อนำ

ไปประจุให้กับตัวเก็บประจุ (Capacity) และจ่ายให้กับ A (Anode) ของ SCR

1.2 พัลเซอร์คอยล์ (Pulser Coil) จะทำหน้าที่สร้างกระแสไฟจำนวนหนึ่งเช่นกัน และจ่ายไปให้กับ G (Gate) เพื่อไปทริกให้ SCR นำกระแส

2. วงจรทริกเกอร์ (Trigering Circuit or Timing Circuit) วงจรนี้จะทำหน้าที่กำหนดเวลาที่จะทำให้ SCR นำกระแสได้ช้าหรือเร็ว โดยจะทำงานร่วมกับแรงไฟที่ได้รับมาจากพัลเซอร์คอยล์

3. โหลด (Load) ในที่นี้ก็คือชุดคอยล์จุดระเบิด (Ignition coil) ส่วนประกอบชุดนี้มีหน้าที่สร้างไฟสูงเพื่อจ่ายไปให้กับหัวเทียน

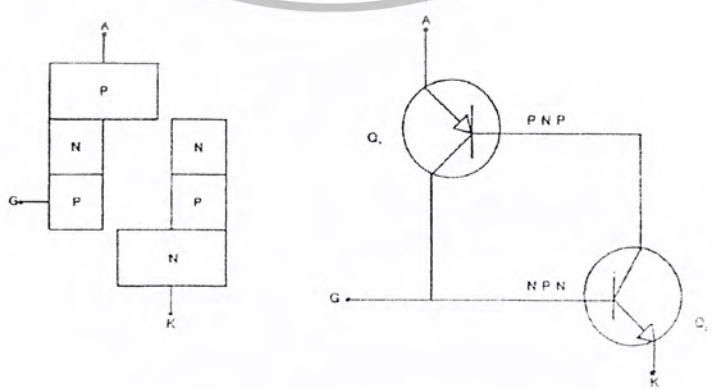
ไทรสเตอร์ (Thyristor) คือ สารกึ่งตัวนำที่ทำหน้าที่คล้ายสวิตช์ เปิด ปิด ซึ่งประกอบด้วยสารกึ่งตัวนำชนิด P และ N มาต่อกัน 4 ชั้น และอาจจะมีขาต่อใช้งานแบบ 2 ขา, 3 ขา หรือ 4 ขา ก็ได้ และจะมีชื่อเรียกแตกต่างกันไป เช่น DIAC, TRIAC และ SCR เป็นต้น

สำหรับจุดควบคุมการจุดระเบิดแบบซีดีไอ นี้จะใช้ SCR เป็นตัวควบคุมและ SCR นี้จะประกอบด้วยสารกึ่งตัวนำชนิด 4 ชั้น แต่มีขั้วต่อออกมาเพียง 3 ขา เท่านั้น ดังรูป



รูปที่ 2-36 ไทรริสเตอร์

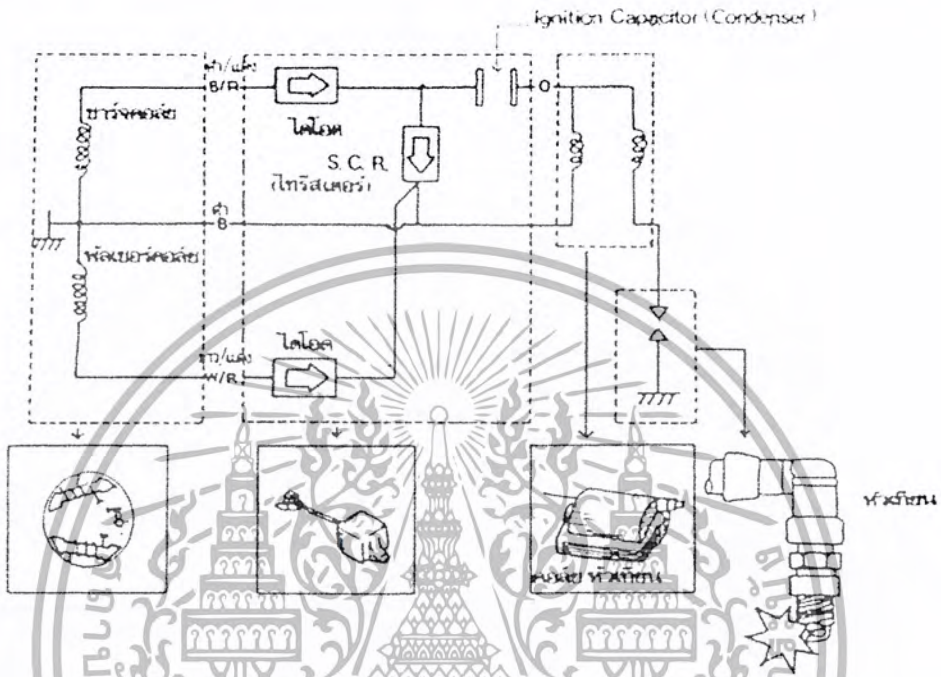
ถ้าพิจารณาโครงสร้างของ SCR ซึ่งประกอบด้วยวัสดุกึ่งตัวนำ P-N-P-N แล้ว เราสามารถเปรียบเทียบการทำงานให้ง่ายขึ้น ก็โดยการแยก SCR ออกเป็นสองส่วน ซึ่งจะเห็นได้ว่าเป็นทรานซิสเตอร์ได้ 2 ตัว คือ P-N-P และ N-P-N ดังรูป



รูปที่ 2-37 โครงสร้างของ SCR

2.10.2 การทำงานของ SCR

การทำงานของ SCR จะเหมือนทรานซิสเตอร์ 2 ชนิด คือ PNP และ NPN ในขณะที่ป้อนไฟบวกเข้าที่ A (Anode) และลบเข้าที่ C (Cathode) จะเห็นว่าแรงไฟที่ B (Base) ของทรานซิสเตอร์ทั้ง 2 เป็น 0 โวลต์ Q_1 และ Q_2 จึงไม่สามารถจะนำกระแสได้



รูปที่ 2-38 ส่วนประกอบและวงจรของระบบจุดระเบิดแบบซีดีไอ

แต่เราป้อนแรงไฟบวกให้กับ B (Base) ของ Q_2 หรือ G (Gate) จะทำให้ Q_2 ได้รับไบอัสถูกทาง Q_2 ก็จะนำกระแสได้ และที่ขา C (Collector) ของ Q_2 ต่ออยู่กับ B (Base) ของ Q_1 ดังนั้นเมื่อ Q_2 นำกระแสไฟก็จะทำให้ B (Base) ของ Q_1 ได้รับไฟจำนวนหนึ่งด้วยเช่นเดียวกันจึงทำให้ Q_1 อยู่ในสภานำกระแสด้วย และขาของ C (Collector) ของ Q_1 ต่อกลับเข้า B (Base) อีกในลักษณะของการป้อนกลับทางบวก ฉะนั้นถ้าเราตัดแรงไฟที่ป้อนให้กับ G (Gate) ออก SCR หรือ Q_1 และ Q_2 ก็ยังสามารถนำกระแสได้ตลอดไป

ส่วนประกอบและวงจรของระบบจุดระเบิดแบบซีดีไอ

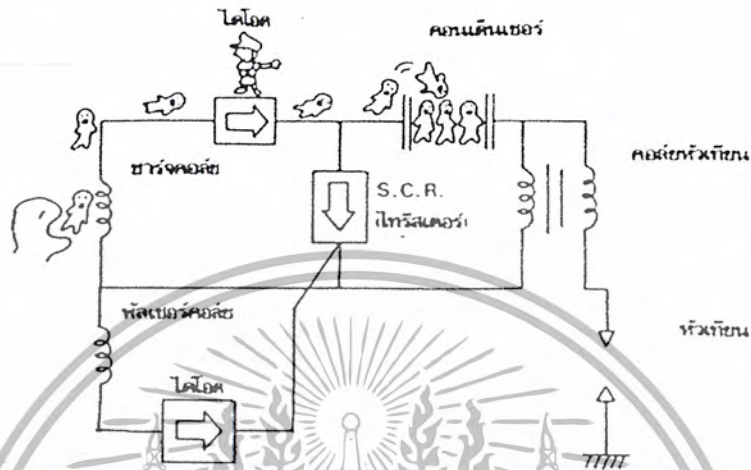
1. ขารจ์คอยล์ (Charge coil)
2. ไดโอด (Diode)
3. คอนเดนเซอร์ (Condenser)
4. พัลเซอร์คอยล์ (Pulser Coil)
5. ไทริสเตอร์ หรือ เอสซีอาร์ (Thyristor or SCR)
6. คอยล์จุดระเบิด (Ignition coil)
7. หัวเทียน (Spark plug)

ข้อสังเกตอักษรย่อของสายไฟ

B/R = ดำ / แดง

B = ดำ

W/R = ขาว / แดง



รูปที่ 2-39 หลักการทำงานของระบบจุดระเบิดแบบซีดีไอ

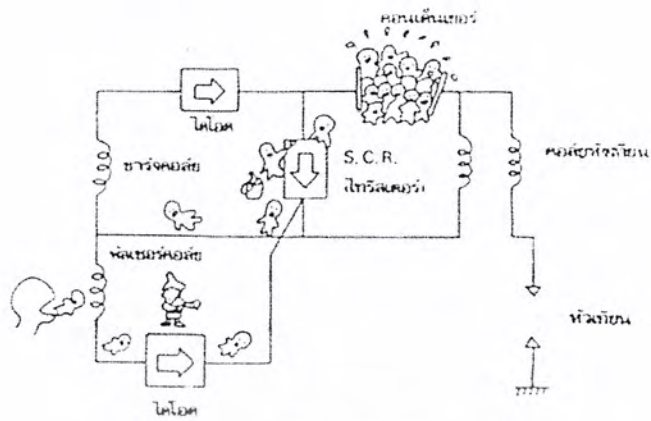
หลักการทำงานของระบบจุดระเบิดแบบ CDI

การทำงานของระบบจุดระเบิดแบบซีดีไอ ขณะทีขุดแม่เหล็กถาวรหรือขุดแม่เหล็กงานไฟหมุนตัดกับชาร์จคอยล์

1. ชาร์จคอยล์ (Charge Coil)
2. ไดโอด (Diode)
3. คอนเดนเซอร์ (Condenser)
4. พัลเซอร์คอยล์ (Pulser Coil)
5. ไทริสเตอร์หรือเอสซีอาร์ (Thyristor or SCR)
6. คอยล์จุดระเบิด (Ignition Coil)
7. หัวเทียน (Spark Plug)

เมื่อสตาร์ทเครื่องยนต์ล้อช่วยแรงจะเคลื่อนที่นำเอาขุดแม่เหล็กถาวร หรือ ขุดแม่เหล็กงานไฟไปตัดกับชาร์จคอยล์ทำให้เกิดการเหนี่ยวนำและเกิดกระแสไฟไหลกระแสไฟดังกล่าวจะอยู่ในรูปของกระแสสลับต่อนั้น ไอโอดจะทำหน้าที่เรียงกระแสให้เป็นกระแสตรง แล้วส่งไปประจุไว้ในคอนเดนเซอร์กระแสที่ถูกประจุไว้จะไม่สามารถที่จะเดินทางต่อไปยังคอยล์จุดระเบิดได้เนื่องจากถูกปิดกั้นไว้โดยไทริสเตอร์หรือเอสซีอาร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2-40 หลักการทำงานของระบบจุดระเบิดแบบซีดีไอ

การทำงานของระบบจุดระเบิดแบบซีดีไอ ขณะที่ชุดแม่เหล็กถาวรหรือชุดแม่เหล็กงานไฟหมุน ตัดกับฟัลเซอ์คอยล์ เมื่อล้อช่วยแรงเคลื่อนที่ต่อไปอีก ก็จะนำเอาชุดแม่เหล็กถาวร หรือชุดแม่เหล็กงานไฟไปตัดกับฟัลเซอ์คอยล์ทำให้เกิดการเหนี่ยวนำและเกิดกระแสไหลขึ้นกระแสไฟที่เกิดขึ้นจะเป็นสัญญาณส่งไปที่ไทรสเตอร์หรือเอสซีอาร์เพื่อทำให้งจรระหว่างคอนเดนเซอร์และคอยล์จุดระเบิดต่อกัน



รูปที่ 2-41 หลักการทำงานของระบบจุดระเบิดแบบ ซีดีไอ

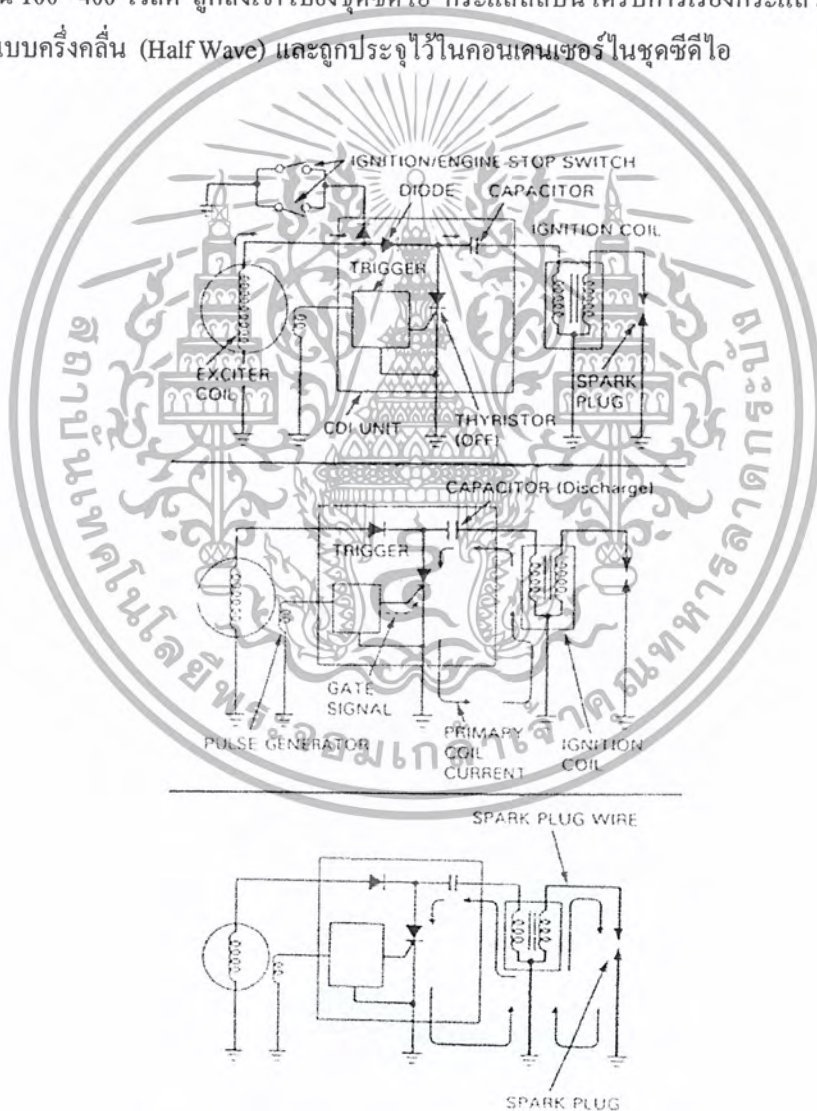
การทำงานของระบบจุดระเบิดซีดีไอขณะที่ไทรสเตอร์ หรือเอสซีอาร์รับสัญญาณจากฟัลเซอ์คอยล์ และเปิดวงจรให้กระแสไฟที่ประจู่อยู่ในคอนเดนเซอร์ส่งไปยังคอยล์จุดระเบิดและทำให้เกิด ไฟแรงเคลื่อนสูงขึ้นในที่สุด

ต่อจากนั้นคอนเดนเซอร์จะจ่ายประจู่ที่รับไว้ไปยังคอยล์จุดระเบิดทำให้เกิดสนามแม่เหล็กบานตัวขึ้น ในวงจร ไพรมารีของคอยล์จุดระเบิดและตัดกับขดลวดวงจรเซกันดารีเป็นผลให้เกิดไฟแรงสูงขึ้นและส่งไปยังหัวเทียนเพื่อจุดระเบิดในที่สุด

เพื่อให้เข้าใจระบบซีดีไอ ได้ลึกซึ้งยิ่งขึ้น จึงควรรู้จักจากระบบของหลายๆ บริษัท ดังเช่น ฮอนด้า และการทำงานจริงๆ นั้น ระบบจุดระเบิดจำเป็นต้องมีอุปกรณ์การเร่งไฟด้วย (Ignition Timing Advance) โดยทั่วไประบบซีดีไอ ปัจจุบันนี้ใช้เป็นระบบจุดระเบิดหลักสำหรับจักรยานยนต์ รุ่นที่ใช้เครื่องยนต์ขนาดเล็ก (Small Engine Displacement Models)

2.10.3 ระบบจุดระเบิดซีดีไอ ใช้กระแสสลับ (AC. CDI SYSTEM)

หลักการการทำงานเบื้องต้น (Operating Principles) ขณะที่โรเตอร์ของอัลเทอร์เนเตอร์หมุนจะเกิดการเหนี่ยวนำกระแสขึ้น ในชุดขดลวดกระตุ้น (Exciter Coil) ของอัลเทอร์เนเตอร์ กระแสสลับที่เกิดขึ้นจะมีแรงเคลื่อน 100 - 400 โวลต์ ถูกส่งเข้าไปยังชุดซีดีไอ กระแสสลับนี้ได้รับการเรียงกระแสโดย DIODE ด้วยการเรียงแบบครึ่งคลื่น (Half Wave) และถูกประจุไว้ในคอนเดนเซอร์ในชุดซีดีไอ



รูปที่ 2-42 ระบบจุดระเบิดซีดีไอ ใช้กระแสสลับ (AC. CDI SYSTEM)

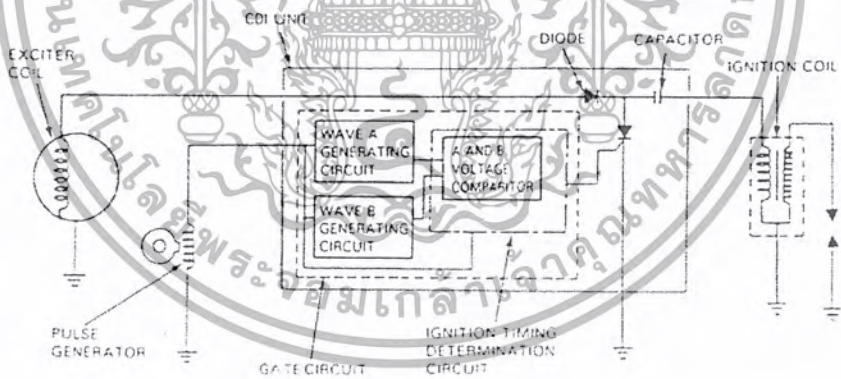
เมื่อเปิดสวิตช์กุญแจ กระแสที่เหนี่ยวนำในชุดขดลวดกระตุ้นก็จะไหลลงดิน จึงเป็นการดับเครื่องยนต์คอนเดนเซอร์จะยังไม่ต่อประจุจนกระทั่งSCRต่อวงจร เนื่องจากเครื่องกำเนิดสัญญาณกระแสไปยัง GATE ของ SCR

เมื่อSCRต่อวงจรคอนเดนเซอร์จะจ่ายประจุกระแสไปยังชุดขดลวดไพรมารี ทำให้เกิดไฟแรงเคลื่อนสูงในชุดขดลวดเซคันดารี เกิดประกายไฟกระโดดข้ามเข็มหัวเทียน

หลักการการทำงานของอุปกรณ์เร่งไฟ (Principle of Ignition Timing Advance) หน้าที่อีกประการหนึ่งของระบบจุดระเบิดให้แก๊ซขึ้น (Advance) หรืออ่อนลง (Retard) เนื่องจากระบบนี้ไม่มีอุปกรณ์เร่งไฟทางกลไก (Mechanical) อุปกรณ์การเร่งไฟจึงไม่มีการสึกหรอเป็นการลดงานการปรับแต่งและบำรุงรักษาลงโดยสิ้นเชิง

- หลักการทำงานของต้นของการเร่งไฟให้แก๊ซขึ้นหรืออ่อนลง ใช้หลักการเดียวกัน

วงจรกำหนดจังหวะจุดระเบิด (Trigger Circuit) ประกอบด้วยวงจรผลิตคลื่น A (Wave A Generating Circuit) และวงจรผลิตคลื่น B (Wave B Generating Circuit) ซึ่งทำหน้าที่เปลี่ยนสัญญาณจากเครื่องกำเนิดสัญญาณ (Pulse Generator) มาเป็นรูปคลื่น A และ B แล้วส่งไปยังวงจรเลือกจังหวะจุดระเบิด (Ignition Timing Selector Circuit) และวงจรผลิตคลื่น B (Wave B Generating Circuit) ซึ่งทำหน้าที่เปลี่ยนสัญญาณจากเครื่องกำเนิดสัญญาณ (Pulse Generator) มาเป็นรูปคลื่น A และ B แล้วส่งไปยังวงจรเลือกจังหวะจุดระเบิด (Ignition Timing Selector Circuit)



รูปที่ 2-43 หลักการเบื้องต้นของการเร่งไฟให้แก๊ซขึ้นหรืออ่อนลง

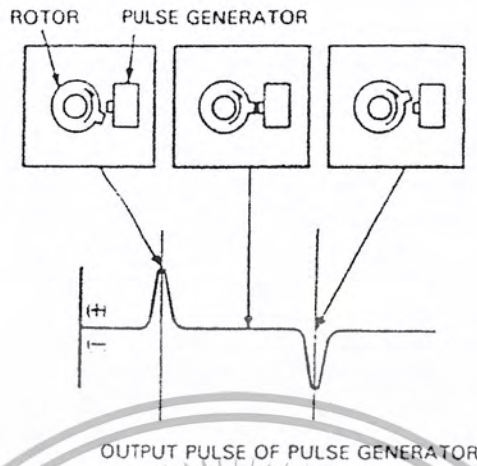
เครื่องกำเนิดสัญญาณ (Pulse Generator) จะผลิตสัญญาณแรงเคลื่อนบวก (+) และลบ (-) เมื่อโรเตอร์หมุนตัดผ่านเครื่องกำเนิดสัญญาณ

สัญญาณ จากเครื่องกำเนิดสัญญาณ (Pulse Generator Output) จะถูกเปลี่ยนให้เป็นรูปคลื่น A (Wave From A) และรูปคลื่น B (Wave From B)

รูปคลื่น A จะคงที่ ไม่เปลี่ยนแปลงไปตามความเร็วของเครื่องยนต์

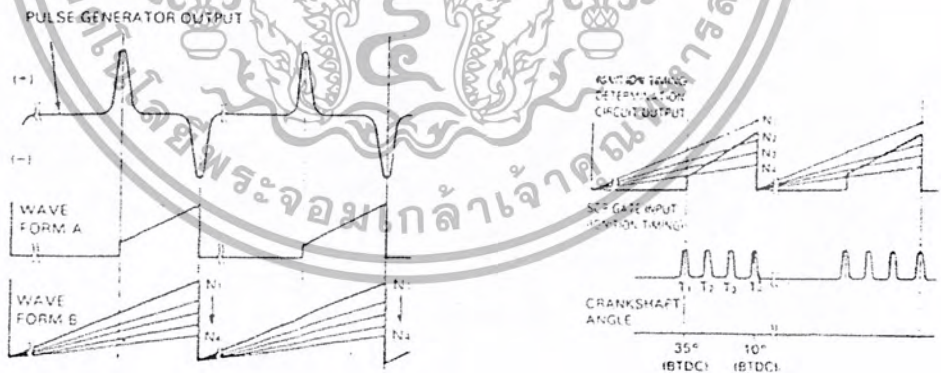
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
แม้ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปคลื่น B จะเปลี่ยนแปลงความเอียงหรือความลาดชัน (Gradient) ไปตามความเร็วของเครื่องยนต์



รูปที่ 2-44 วงจรเลือกจังหวะการระเบิด (Ignition Timing Determination/Circuit)

วงจรเลือกจังหวะการระเบิด (Ignition Timing Determination/Circuit) จะส่งกระแสไปยัง GATE ของ SCR เมื่อสัญญาณแรงเคลื่อนลบจากเครื่องกำเนิดสัญญาณ ถูกส่งเข้ายังวงจรเลือกจังหวะการระเบิด หรือเมื่อยอดคลื่น A สูงกว่ายอดคลื่น B กระแสที่ไปยัง GATE ของ SCR จะต่อวงจร SCR ทำให้เกิดประกายไฟกระโดดข้ามเข็มหัวเทียน

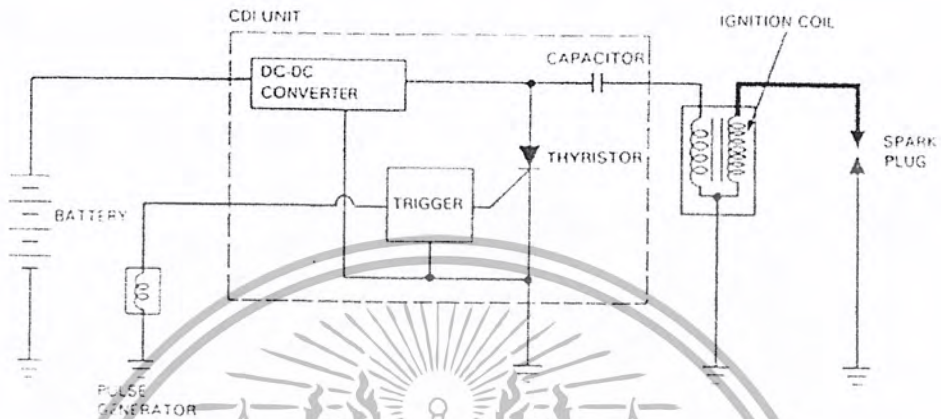


รูปที่ 2-45 จังหวะการระเบิด (Ignition Timing Diagram)

ขณะที่เครื่องยนต์มีความเร็วสูงขึ้น รูปคลื่น A ยังคงที่ แต่รูปคลื่น B จะเปลี่ยนแปลงไปเมื่อยอดคลื่น B ต่ำกว่ายอดคลื่น A จังหวะจุดระเบิดหรือไฟจะแก่ขึ้นเรื่อย (N₁, N₂) การเร่งไฟจะสิ้นสุดลงที่

ความเร็ว N_4 เพราะที่ความเร็วนี้รูปคลื่น A จะไม่ลดชั้นที่ความเร็ว N_1 ยอดคลื่น B จะสูงกว่ายอดคลื่น A ดังนั้นตำแหน่งหรือจังหวะการจุดระเบิดจะถูกกำหนดโดยสัญญาณแรงคลื่นลบ จากเครื่องกำเนิดสัญญาณ

2.10.4 ระบบจุดระเบิดซีดีไอใช้กระแสตรง (DC.CDI.SYSTEM)



รูปที่ 2-46 หลักการทำงานเบื้องต้นของระบบจุดระเบิดแบบซีดีไอใช้กระแสตรง

หลักการทำงานเบื้องต้น (Operating Principle) ของระบบจุดระเบิดซีดีไอ ใช้กระแสตรง (DC.CDI) คล้ายๆ กับระบบจุดระเบิดซีดีไอ ใช้กระแสสลับ (AC.CDI) คงแตกต่างกันเฉพาะแหล่งหรือต้นกำเนิดการผลิกระแสไฟแรงเคลื่อนต่ำ เพราะแบบนี้ใช้แบตเตอรี่เป็นแหล่งกำเนิด

ระบบจุดระเบิดซีดีไอ ใช้กระแสตรง (DC.CDI) จะมีอุปกรณ์เพิ่มแรงเคลื่อนไฟฟ้า (DC-DC Converter) โดยทำหน้าที่เพิ่มกระแสตรงจากแบตเตอรี่ให้เป็นกระแสที่มีแรงเคลื่อนสูงประมาณ 220 โวลต์จากนั้นจะเก็บประจุ (Charge) ไว้ในคอนเดนเซอร์ เมื่อเปรียบเทียบกับแบบใช้กระแสสลับ ที่มีขดลวดกระตุ้น (Exciter Coil) เป็นแหล่งกำเนิด ระบบจุดระเบิดซีดีไอใช้กระแสตรง จะให้ประกายไฟที่หัวเทียนเมื่อความเร็วรอบเครื่องยนต์ต่ำ ใ้รุนแรงกว่า

2.11 การบูรเตอร์ (CARBURETOR)

องค์ประกอบที่สำคัญที่จะทำให้เครื่องยนต์ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพนั้น ประกอบด้วยองค์ประกอบ 3 ประการ คือ

1. ระบบน้ำมันเชื้อเพลิง (Fuel System)
2. ระบบจุดระเบิด (Ignition System)
3. กำลั้งอัด (Compression)

คาร์บูเรเตอร์เป็นอุปกรณ์หรือส่วนประกอบที่สำคัญมากของระบบน้ำมันเชื้อเพลิง จึงเปรียบเสมือนหัวใจของระบบ ทำให้น้ำมันเชื้อเพลิงเป็นละอองละเอียด กระจายคลุกเคล้ากับอากาศได้อย่างทั่วถึง ด้วยอัตราส่วนผสม โดยน้ำหนักที่เหมาะสม (Proper mixing ratio) กับสภาพการทำงานต่างๆ ของเครื่องยนต์ กล่าวคือทั้งอุณหภูมิ (Temperature) ความเร็ว (Speed) และภาระ (Load) ของเครื่องยนต์ เครื่องยนต์ได้รับส่วนผสมที่เหมาะสมก็จะกลายเป็นไอ (Vaporized) จึงเป็นการง่ายต่อการเผาไหม้ ดังนั้นอาจกล่าวได้โดยง่ายว่า คาร์บูเรเตอร์คือตัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง (Sprayer) นั่นเอง

2.11.1 หน้าที่หลักของคาร์บูเรเตอร์ (FUNCTIONS OF CARBURETOR)

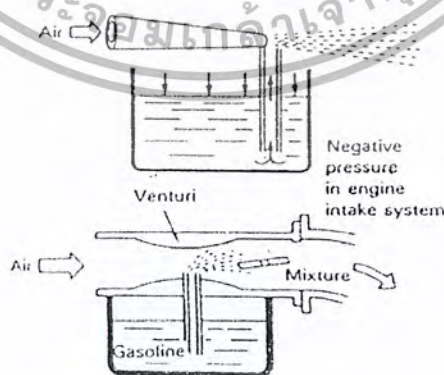
หน้าที่หลักของคาร์บูเรเตอร์มีอยู่ 3 ประการ คือ

1. ทำให้น้ำมันเชื้อเพลิงเป็นละอองละเอียด (Atomization of fuel) ทำให้น้ำมันเบนซินเป็นละออง การ คลุกเคล้ากับอากาศจึงเป็นไปได้อย่างสมบูรณ์
2. ควบคุมอัตราส่วนผสม (Control of mixing ratio) ควบคุมอัตราส่วนผสมให้เหมาะกับสภาพการทำงานต่างๆ ของเครื่องยนต์
3. ควบคุมกำลังงานของเครื่องยนต์ (Control of engine power) ควบคุมการจ่ายส่วนผสมให้แก่เครื่องยนต์ เพื่อควบคุมกำลังงานของเครื่องยนต์ ซึ่งได้แก่ รอบเครื่องยนต์และแรงบิด

หน้าที่หลัก 3 ประการดังกล่าว จะกระทำโดยอ็ค โนมิตีด้วยคาร์บูเรเตอร์ โดยลิ้นเร่ง (Throttle valve) และแรงดูดหรือสุญญากาศ (Negative pressure) ในระบบประจุอากาศ (Intake system)

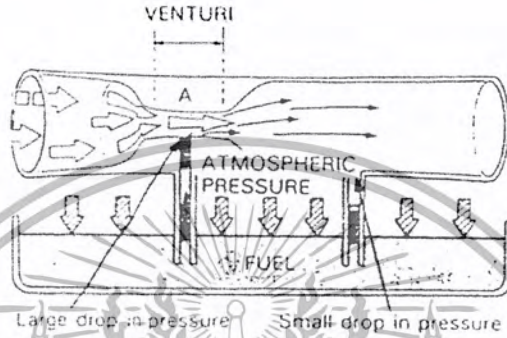
2.11.2 หลักการทำงานเบื้องต้นของคาร์บูเรเตอร์ (PRINCIPLES OF CARBURETOR)

คาร์บูเรเตอร์อาศัยหลักการทำงานเบื้องต้นของกระบอกฉีด ซึ่งใช้กับกระบอกฉีดน้ำ เมื่ออากาศจากกระบอกไหลผ่านรูฉีดด้วยความเร็วสูง แรงดันบริเวณปลายรูฉีดจึงลดลงมากหรือเป็นสุญญากาศ พื้นผิวของน้ำมีแรงดันบรรยากาศ (Atmospheric Pressure) กดอยู่น้ำจึงถูกดูดขึ้นแล้วฉีดเป็นฝอยละอองละเอียดด้วยกระแสน้ำอากาศ ดังรูปที่ 2-47



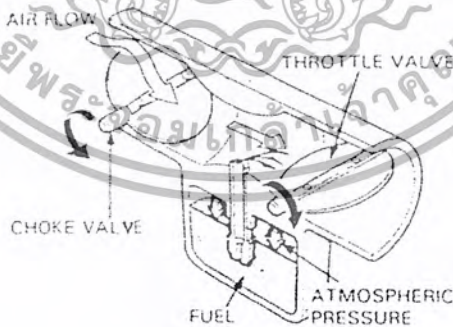
รูปที่ 2-47 หลักการทำงานเบื้องต้นของคาร์บูเรเตอร์

ในทำนองเดียวกันสำหรับคาร์บูเรเตอร์ เมื่อลูกสูบเลื่อนลงในจังหวะดูด ปริมาตรบนหัวลูกสูบจึงเพิ่มขึ้น เป็นเหตุให้เกิดสุญญากาศและแรงดูด คุดอากาศเข้ามาแทนที่ อากาศจึงไหลจากไส้กรองอากาศผ่านท่อรับอากาศ (Air horn , Main bore) ของคาร์บูเรเตอร์ เข้าสู่กระบอกสูบ ขณะที่อากาศไหลผ่านท่อรับอากาศเมื่อผ่านส่วนที่เป็นคอขวด (Venturi section , A) ความเร็วจึงเพิ่มขึ้นและแรงดันจะลดลง พื้นผิวของน้ำมันเชื้อเพลิงมีแรงดันบรรยากาศ กดอยู่น้ำมันจึงถูกดูดขึ้น แล้วฉีกเป็นฝอยละอองละเอียดเข้าสู่กระบอกสูบด้วยกระแสอากาศ ดังรูปที่ 2-48



รูปที่ 2-48 แสดงการไหลของอากาศผ่านคาร์บูเรเตอร์

นอกจากนี้คาร์บูเรเตอร์ยังมีกลไกสำหรับควบคุมปริมาณส่วนผสมของอากาศกับน้ำมันเชื้อเพลิงกลไกนี้คือลิ้นเร่ง ในขณะที่สตาร์ทเครื่องยนต์ที่ต้องการส่วนผสมที่หนาแน่น จึงมีกลไกปรับการไหลของอากาศ ไก่นี้ คือลิ้น โช๊ค ดังรูปที่ 2-49



รูปที่ 2-49 แสดงกลไกสำหรับควบคุมปริมาณส่วนผสมกับอากาศกับน้ำมันเชื้อเพลิง

2.11.2.1 การเผาไหม้และการระเบิด (COMBUSTION AND EXPLOSION)

การเผาไหม้ใด ๆ ก็ตาม ต้องประกอบด้วย 3 ประการคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. อุณหภูมิ
2. อากาศ
3. เชื้อเพลิง

น้ำมันเบนซินจะเผาไหม้ได้โดยง่าย ถ้าเป็นไอ (Vaporization) เสียก่อน ก่อนมีเปลวไฟมาจุดซึ่งการเผาไหม้ตามปกติจะไม่มีการระเบิด

การระเบิดจะเกิดขึ้น เมื่อมีการเผาไหม้ในภาชนะปิด การระเบิดจะยิ่งรุนแรงและแรงดันจะสูงมาก ถ้าส่วนผสมอากาศกับน้ำมันเชื้อเพลิงมีอัตราส่วนผสมที่เหมาะสม แล้วถูกอัดให้มีอุณหภูมิสูงขึ้นในภาชนะปิด กลายเป็นไอมีประกายไฟมาจุดการเผาไหม้จะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว การระเบิดจะรุนแรง ดังการเผาไหม้ภายในกระบอกสูบของเครื่องยนต์

2.11.2.2 อัตราส่วนผสมและกำลังของเครื่องยนต์ (MIXTURE RATIO AND ENGINE POWER)

- อัตราส่วนผสม (Mixture Ratio)

อัตราส่วนผสมของอากาศและน้ำมันเชื้อเพลิง (Mixture ratio) เรียกว่า “อัตราส่วนผสมอากาศต่อน้ำมันเชื้อเพลิง” (Air – Fuel Ratio) อัตราส่วนผสมนี้เป็นอัตราส่วนผสมโดยน้ำหนัก (By weight) เช่น อัตราส่วนผสม 14.7 : 1 หมายความว่าอากาศหนัก 14.7 กรัม ผสมกับน้ำมันเบนซินหนัก 1 กรัม

$$\text{Mixture ratio} = \frac{\text{Intake air flow (g)}}{\text{Fuel consumption (g)}} \quad (11)$$

เพื่อให้ น้ำมันเบนซินถูกไหม้อย่างรวดเร็ว จะต้องผสมกับอากาศด้วยอัตราส่วนที่เหมาะสม ถ้าอากาศหรือน้ำมันเบนซินมากเกินไป การลุกไหม้ก็จะเป็นไปได้ช้าๆ หรืออาจไม่เกิดขึ้นเลยก็เป็นได้

ช่วงที่อัตราส่วนผสมของอากาศกับน้ำมันเบนซิน สามารถเกิดการเผาไหม้ได้ เรียกว่า “ช่วงเกิดการเผาไหม้” (Combustion Range) และจุดหัวท้ายของช่วงเรียกว่า “จุดจำกัดการเผาไหม้” (Combustion Limit)

ในทางปฏิบัติหรือตามความเป็นจริงแล้ว เครื่องยนต์จะเผาไหม้โดยการอัดส่วนผสมในห้องเผาไหม้ และมีประกายไฟมาจุด เพื่อให้เกิดการเผาไหม้ การเผาไหม้ส่วนผสมภายใต้สภาพดังกล่าวแล้ว ช่วงเกิดการเผาไหม้ของส่วนผสมซึ่งคาร์บูเรเตอร์ ง่ายให้แก่เครื่องยนต์อย่างแท้จริง จึงแคบกว่าช่วงเกิดการเผาไหม้ทางทฤษฎี ช่วงการเกิดเผาไหม้ภายในเครื่องยนต์ที่แท้จริงจึงเรียกว่า “ช่วงเกิดการเผาไหม้ทางปฏิบัติ” (Practical Combustible Range)

- อัตราส่วนผสมทางเคมีที่ทำให้เกิดการเผาไหม้อย่างสมบูรณ์

(Chemically Correct Mixture Ratio , Stoichiometric Mixture Ratio)

การเผาไหม้อย่างสมบูรณ์ของเครื่องยนต์ที่ใช้ น้ำมันเบนซิน จะได้แก๊สไอเสียส่วนใหญ่ออกมาเป็น คาร์บอนไดออกไซด์ และน้ำ อัตราส่วนผสมทางทฤษฎีที่จะทำให้เกิดการเผาไหม้อย่างสมบูรณ์ดังกล่าวแล้ว

ก็คืออัตราส่วนผสม โดยน้ำหนักของอากาศกับน้ำมันเชื้อเพลิง 14.7 : 1 (อากาศ 14.7 กรัมต่อน้ำมันเบนซิน 1 กรัม) อัตราส่วนผสมนี้มีชื่อเรียกเฉพาะว่า "อัตราส่วนผสมทางเคมีทำให้เกิดการเผาไหม้อย่างสมบูรณ์"

อัตราส่วนผสม 14.7 : 1 ดังกล่าวเป็นการวิเคราะห์จากแก๊สไอเสีย ซึ่งถือว่าเป็นทางทฤษฎี แต่ในทางปฏิบัติ อัตราส่วนผสมที่ใช้จะแปรเปลี่ยนไปตามสภาพการทำงานต่างๆ ของเครื่องยนต์ (Engine operation condition)

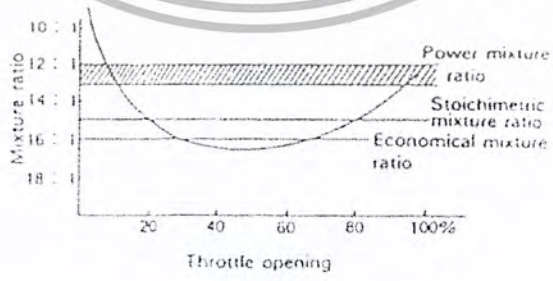
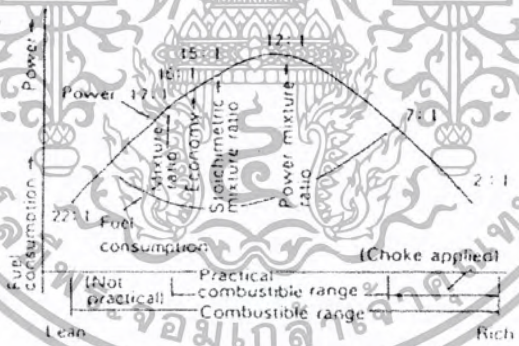
● อัตราส่วนผสมที่ให้กำลังงานสูงสุด (Power Mixture Ratio)

จากการทดสอบที่อัตราส่วนผสมต่างๆ อัตราส่วนผสมที่ให้กำลังงานของเครื่องยนต์สูงสุด (Maximum engine power) คืออัตราส่วนผสม โดยน้ำหนักของอากาศต่อน้ำมันเชื้อเพลิง 12:1 - 13:1 อัตราส่วนผสมนี้มีชื่อเรียกเฉพาะว่า "อัตราส่วนผสมที่ให้กำลังงานสูงสุด"

● อัตราส่วนผสมที่ประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิงที่สุด (Economical Mixture Ratio)

เมื่ออัตราส่วนผสมประมาณ 16:1 การสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงจะต่ำที่สุด อัตราส่วนผสมนี้มีชื่อเรียกเฉพาะว่า "อัตราส่วนผสมที่ประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิงสูงสุด"

การปรับจูนเครื่องยนต์ ต้องยึดอัตราส่วนผสมดังกล่าวเป็นหลัก นั่นคืออัตราส่วนผสมที่ทำให้เกิดการเผาไหม้อย่างสมบูรณ์ ให้กำลังงานสูงสุดและประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิงที่สุด



รูปที่ 2-50 แสดงอัตราส่วนผสมทางเคมีที่ทำให้เกิดการเผาไหม้ในลักษณะต่างๆ

2.11.3 คาร์บูเรเตอร์ที่ใช้กับจักรยานยนต์ สามารถแบ่งตามลักษณะโครงสร้างทั่วไปได้ 2 แบบใหญ่ คือ

- 1. คาร์บูเรเตอร์แบบวีเอ็ม (VM Type)
- 2. คาร์บูเรเตอร์แบบเอสยู (SU Type)

ซึ่งคาร์บูเรเตอร์ ที่ใช้ในรถประหยัคน้ำมันเชื้อเพลิง ขนาดเล็กนี้ เราใช้คาร์บูเรเตอร์แบบวีเอ็มเพราะ ฉะนั้น เราจะพูดถึงแต่ส่วนประกอบและหลักการทำงานของคาร์บูเรเตอร์แบบวีเอ็ม เท่านั้น

2.11.4 โครงสร้างของคาร์บูเรเตอร์แบบวีเอ็ม

คาร์บูเรเตอร์เป็นอุปกรณ์ที่ประกอบด้วยชิ้นส่วนเล็ก ๆ ที่ทำอย่างประณีต เป็นจำนวนมากมาย หลายชิ้น และทำหน้าที่ต่าง ๆ กัน แต่สำหรับคาร์บูเรเตอร์ ที่ใช้กับจักรยานยนต์สามารถแบ่งออกเป็น ส่วน ประกอบใหญ่ ๆ ได้ดังนี้

- 1. ห้องลูกลอย (Float chamber)
- 2. ห้องผสม (Mixing chamber)
- 3. ส่วนประกอบอื่นๆ (Other sub-assemblies) เช่นสตาร์ทเตอร์ (Starter) และอื่นๆ



รูปที่ 2-51 คาร์บูเรเตอร์แบบวีเอ็ม

2.11.4.1 ห้องลูกลอย (FLOAT CHAMBER)

น้ำมันเชื้อเพลิงแก๊ส โซลีนที่ไหล จะผ่านก๊อก และท่อทางมายังห้องลูกลอยของคาร์บูเรเตอร์ ซึ่งห้อง ลูกลอยนี้จะทำหน้าที่สำรองน้ำมันเพื่อจ่ายให้กับวงจรต่าง ๆ ในคาร์บูเรเตอร์ และรักษาระดับน้ำมันในห้อง ลูกลอยให้คงที่อยู่เสมอ ห้องลูกลอยแบ่งออกเป็น 2 แบบคือ

1. ห้องลูกลอยแบบปริมาตรไม่คงที่
2. ห้องลูกลอยแบบปริมาตรคงที่

ซึ่งคาร์บูเรเตอร์ที่เราใช้กับรถประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิงจะใช้ลูกลอยแบบปริมาตรไม่คงที่ เราจึงจะกล่าวถึงแต่ห้องลูกลอยแบบปริมาตรไม่คงที่

● ห้องลูกลอยแบบปริมาตรไม่คงที่

ติดตั้งตำแหน่งใดตำแหน่งหนึ่งของคาร์บูเรเตอร์ มีลักษณะของลูกลอยเป็นตัวเดียว

- A. รถเอียงไปด้านที่ลูกลอยติดตั้งอยู่ เข็มจะปิดน้ำมันเร็ว ระดับน้ำมันภายในห้องลูกลอยจะต่ำกว่าปกติ
- B. รถอยู่ในตำแหน่งตรง ระดับน้ำมันภายในห้องลูกลอยจะถูกคั่ง
- C. รถเอียงไปด้านตรงข้ามที่ลูกลอยติดตั้งอยู่ เข็มจะปิดน้ำมันช้าระดับน้ำมันภายในห้องลูกลอยจะสูงกว่าปกติ



รูปที่ 2-52 แสดงลักษณะของห้องลูกลอยแบบปริมาตรไม่คงที่

ขณะขับขีจักรยานยนต์บนทางโค้งของถนน ระดับน้ำมันของห้องลูกลอยจะไม่คงที่ ซึ่งมีผลทำให้ส่วนผสมของน้ำมันเชื้อเพลิงหนาหรือบางตามความโค้งของถนน

แต่ถ้าเรานำไปใช้รถยนต์ จะมีผลน้อยมากเพราะรถยนต์ไม่สามารถเอียงเข้าโค้งได้เหมือนจักรยานยนต์ซึ่งในตัวห้องลูกลอยมีส่วนประกอบที่สำคัญดังนี้คือ

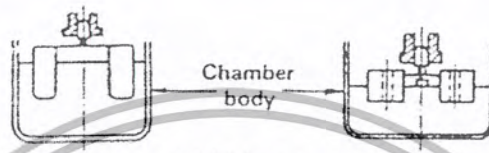
1. เสื้อห้องลูกลอย (Float chamber body)

น้ำมันเชื้อเพลิงที่ไหลจากถัง จะเข้ามาเก็บยังเสื้อห้องลูกลอยเป็นการชั่วคราว ก่อนที่จะจ่ายให้แก่เครื่องยนต์ ในเสื้อห้องลูกลอยจะมีท่อล้น (Overflow pipe) เพื่อระบายน้ำมันออกเมื่อเกินกว่าระดับและนมหนูสตาร์ท (Starter jet) นอกจากนั้นคาร์บูเรเตอร์บางแบบจะมีนมหนูน้ำมันหรือนมหนูความเร็วรอบสูง (Main jet) อยู่ในห้องลูกลอยด้วย เพื่อความสะดวกในการบริการ

2. ลูกลอย (Float)

ลูกลอยทำหน้าที่เปิดและปิดชุดนมหนูลูกลอย (Float valve assembly) โดยลอยขึ้นลงตามระดับน้ำมันเชื้อเพลิงในห้องลูกลอย นั่นคือเมื่อระดับน้ำมันไหลเข้า เมื่อระดับน้ำมันสูงสุดลูกลอยก็จะดันเข็มนมหนูให้ปิดรูน้ำมัน น้ำมันก็จะหยุดไหลเข้าสู่ห้องลูกลอย และจะเริ่มเปิดอีกเมื่อระดับน้ำมันต่ำลง

ลูกลอยจะทำด้วยโลหะแผ่นหรือพลาสติกแผ่นขึ้นรูปกลวง ลูกลอยมีอยู่ 2 แบบคือ แบบรวม (Combined float) และแบบแยก (Separate float) ตามลักษณะของเสื้อห้องลูกลอย กล่าวคือถ้าเสื้อห้องลูกลอยมีห้องเดียวลูกลอยก็จะเป็นแบบรวม (ทำงานด้วยระดับน้ำมันเดียวกัน) แต่ถ้าเสื้อห้องลูกลอยแบ่งออกเป็น 2 ห้อง ลูกลอยก็จะเป็นแบบแยก (ทำงานด้วยระดับน้ำมันแต่ละห้องไม่ขึ้นแก่กัน)

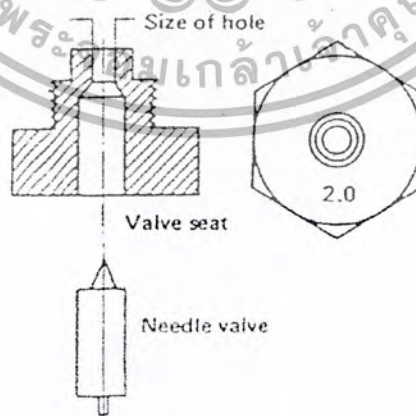


รูปที่ 2-53 แสดงลูกลอย

3. ชุดนมหนูลูกลอย (Float valve assembly)

ชุดนมหนูลูกลอยทำหน้าที่ควบคุมการไหลของน้ำมันเชื้อเพลิง จากลิ้นเข้าสู่ห้องลูกลอย ประกอบด้วยเบาะนมหนู (Valve seat) และเข็มนมหนู (Needle valve) ซึ่งประกอบด้วยก้านเป็นชุด ๆ โดยเฉพาะโดยมีหน้าที่สัมผัสที่แนบสนิท ผลิตด้วยกรรมวิธีการผลิตที่มีความละเอียดสูงมาก ดังนั้นเมื่อมีการถอดประกอบจึงต้องให้ความระมัดระวังเป็นพิเศษ

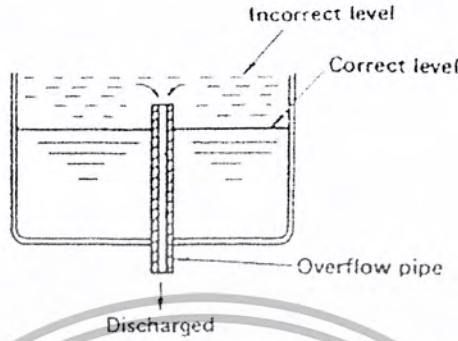
ขนาดของนมหนูลูกลอย จะมีตัวเลขกำหนดไว้ เช่น 1.5 หรือ 2.0 และอื่น ๆ ซึ่งหมายถึงขนาดของเบาะนมหนู ขนาดของเบาะนมหนูจะเป็นผลโดยตรงต่ออัตราการไหลของน้ำมันเชื้อเพลิงเข้าสู่ห้องลูกลอย ตัวเลขยิ่งมากอัตราการไหลยิ่งสูง



รูปที่ 2-54 แสดงชุดนมหนูลูกลอย

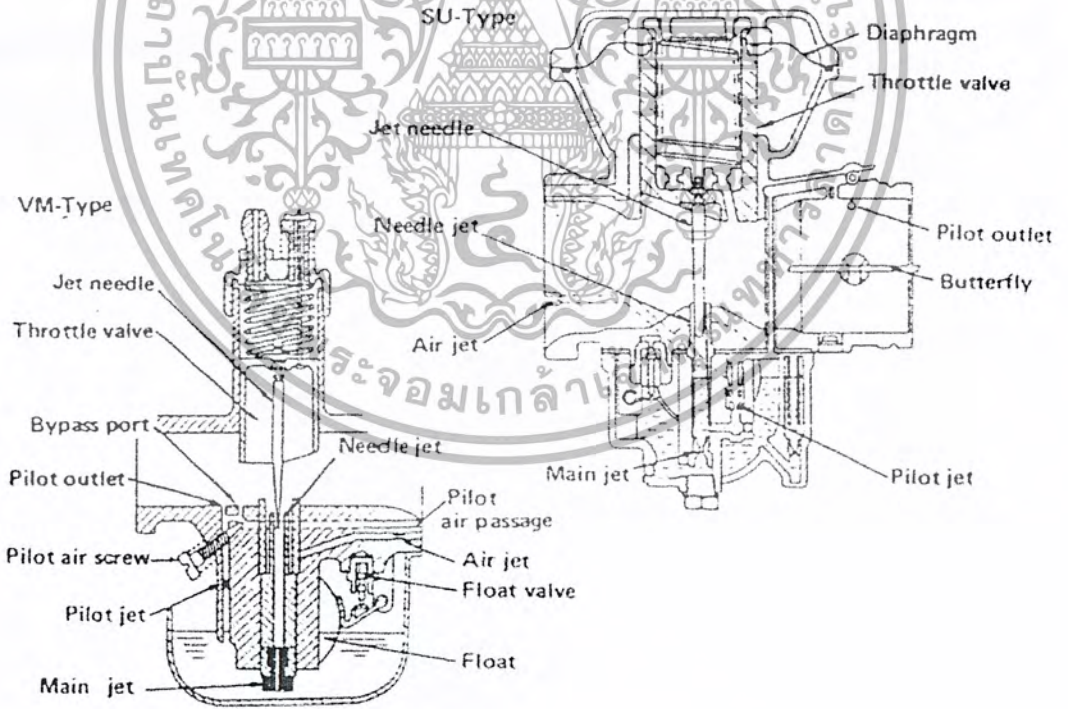
4. ท่อล้น (Overflow pipe)

ถ้าหากชุดนมหนูกลุกลอยเกิดการขัดข้อง หรือถ้าเครื่องยนต์เกิดแรงผิดปกติ แสดงว่าระดับน้ำมันเชื้อเพลิงในห้องกลุกลอยสูงขึ้นเกินความจำเป็น ท่อล้นจะทำหน้าที่ระบายน้ำมันส่วนเกินออกจากห้องกลุกลอย ดังนั้นท่อล้นจึงเป็นอุปกรณ์ที่เกี่ยวกับความปลอดภัยชนิดหนึ่งนั่นเอง



รูปที่ 2-55 ท่อล้น

2.11.4.2 ห้องผสม (MIXING CHAMBER)



รูปที่ 2-56 แสดงห้องผสม

ห้องผสมทำหน้าที่ทั้งผสมและควบคุมอัตราส่วนผสมของอากาศกับน้ำมันเชื้อเพลิงให้อัตราส่วนผสมเหมาะสมกับสภาพทำงานของเครื่องยนต์ เป็นการทำงานร่วมกันของวงจรอากาศ (Air circuit) วงจรน้ำมันเชื้อเพลิง (Fuel circuit) และวงจรผสม (Mixing circuit) ประกอบด้วยชิ้นส่วนมากมายหลายชิ้น โดยมีชิ้นส่วนที่สำคัญดังนี้

1. เสื้อห้องผสม (Mixing chamber body)

เสื้อห้องผสมเปรียบเสมือนหัวใจของคาร์บูเรเตอร์ ประกอบด้วยชิ้นส่วนที่ทำอย่างละเอียดหลายชิ้น ส่วนผสมของอากาศกับน้ำมันเชื้อเพลิงทั้งหมดจะผสมกันในห้องนี้ ก่อนที่จะส่งเข้าไปในเครื่องยนต์

2. ลิ้นเร่ง (Throttling valve)

ลิ้นเร่งแบบนี้เป็นแบบลูกสูบ เรียกกันสั้น ๆ ว่า "ลูกเร่ง" ลูกเร่งเป็นอุปกรณ์ควบคุมในคาร์บูเรเตอร์ที่มีผลมากที่สุดต่อสมรรถนะของเครื่องยนต์ในทุกช่วงความเร็วตั้งแต่ความเร็วต่ำจนถึงความเร็วสูง ชายด้านล่างของลูกเร่งที่ถูกเลื่อนออก (Cut-away) จะมีผลโดยตรงต่ออัตราส่วนผสมที่ความเร็วต่ำๆ (ความเร็วเดินเบา)



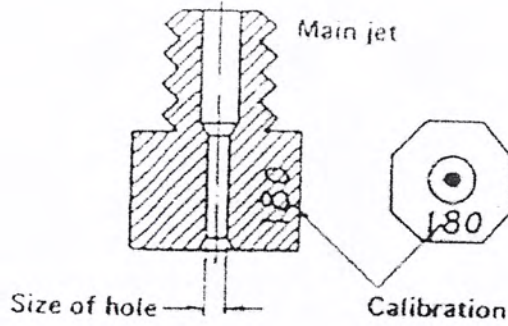
รูปที่ 2-57 แสดงลักษณะของลิ้นเร่ง

ตัวเลขที่แสดงไว้บนส่วนที่ถูกเลื่อนออก แสดงถึงขนาดของส่วนที่ถูกเลื่อนออกเป็นมิลลิเมตรถ้าตัวเลขยิ่งมากขึ้น ช่องทางอากาศไหลผ่านจะเพิ่มขึ้นทำให้ความต้านทานในการไหลของอากาศลดลง ช่องทางอากาศไหลผ่านจะลดลง ทำให้ความต้านทานในการไหลของอากาศเพิ่มขึ้น อากาศจึงไหลเข้าได้น้อย ดังนั้นส่วนผสมจึงหนาขึ้น

3. นมหนูน้ำมัน (Main jet)

นมหนูน้ำมันหรือนมหนูความเร็วสูง ทำหน้าที่ควบคุมอัตราการไหลของน้ำมันเชื้อเพลิง มีผลต่อสมรรถนะของเครื่องยนต์ที่ความเร็วสูง อัตราการไหลจะขึ้นอยู่กับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรูนมหนู ถ้าขนาดโตอัตราการไหลจะสูง แต่ถ้าขนาดเล็กอัตราการไหลจะต่ำ

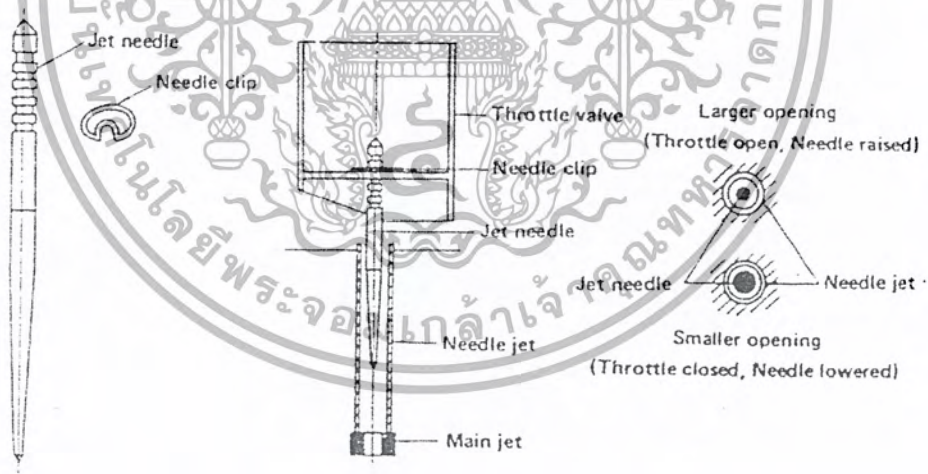
ขนาดของนมหนูที่แสดงไว้เป็นตัวเลขบนนมหนู แสดงให้ทราบถึงอัตราการไหลของน้ำมันเชื้อเพลิง



รูปที่ 2-58 แสดงลักษณะของนมหนูน้ำมัน

4. เข็มเร่งหรือเข็มนมหนู (Jet needle)

เข็มเร่งปลายด้านหนึ่งจะทำเป็นรูปเรียว (Tapered) ส่วนปลายอีกด้านหนึ่งทำเป็นร่องไว้ 5 ร่อง เพื่อล็อกตำแหน่งของเข็มเร่งเข้ากับลูกเร่งด้วยแหวนล็อก (Needle clip) ตามตำแหน่งที่กำหนด เข็มเร่งประกอบเข้ากับลูกเร่งเพื่อควบคุมอัตราการไหลของน้ำมันเชื้อเพลิง ในช่วงความเร็วจากความเร็วปานกลางถึงความเร็วสูง เมื่อเข็มเร่งยกสูงขึ้นจะเปิดรูนมหนูใหญ่ขึ้น แต่เมื่อเข็มเร่งลดลงตำแหน่งนมหนูจะถูกปิดให้เล็กลง



รูปที่ 2-59 แสดงลักษณะของเข็มเร่งหรือเข็มนมหนู

5. นมหนูเดินเบา

ทำหน้าที่ควบคุมอัตราการไหลของน้ำมันเชื้อเพลิง ความเร็วรอบเดินเบาที่แสดงไว้บนนมหนูเดินเบาแสดงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรูนมหนูเดินเบา ซึ่งมีผลโดยตรงต่ออัตราการไหลของน้ำมันเชื้อเพลิงนั่นเอง

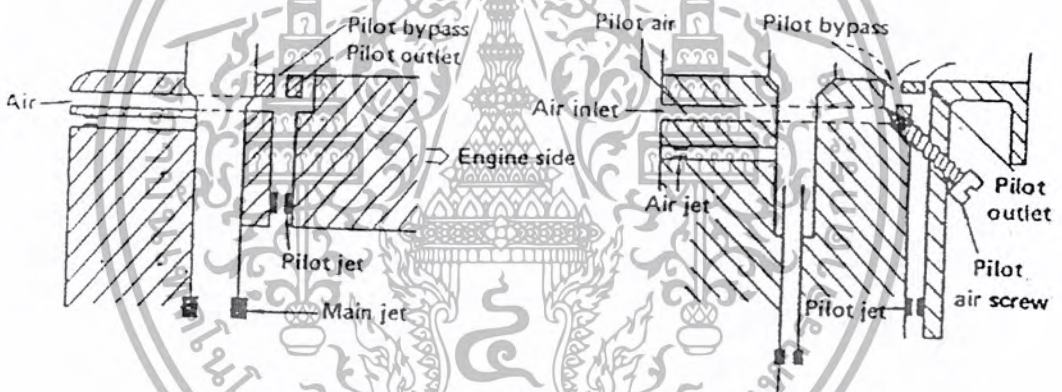
6. ช่องทางส่วนผสมเดินเบาออก (Pilot outlet)

ช่องทางส่วนผสมเดินเบาออกนี้ ทำหน้าที่ควบคุมอัตราส่วนผสมของอากาศกับน้ำมันเชื้อเพลิงเข้าสู่ท่อรับอากาศ (Air horn) ที่ความเร็วเดินเบา ช่องทางนี้อยู่ใกล้กับเครื่องยนต์มากกว่าช่องทางอื่น ดังนั้นจึงมีผลต่อสตูดายอากาศ ที่เกิดขึ้นจาเครื่องยนต์โดยตรง

อัตราส่วนผสมที่ออกจากช่องทางนี้ (Pilot by pass) จะถูกควบคุมโดยนมหนูเดินเบา (Pilot jet) และสกรูปรับอากาศ (Pilot air screw)

7. ช่องทางอากาศช่วย (Pilot by pass)

ช่องทางอากาศช่วย เป็นช่องทางที่เพิ่มปริมาณอากาศให้กับส่วนผสมที่ออกจากช่องทางส่วนผสมเดินเบาออก (Pilot outlet) เช่นกรณีเครื่องยนต์จะทำงานที่ความเร็วสูงขึ้น แต่ส่วนผสมไม่เพียงพอช่องทางอากาศช่วยก็จะเพิ่มอากาศเพื่อให้ได้ส่วนผสมที่เหมาะสมกับสภาพการทำงานของเครื่องยนต์โดยผ่านช่องทางอากาศช่วย (Pilot by pass) ดังกล่าว



รูปที่ 2-60 แสดงช่องทางส่วนผสมเดินเบาออกและช่องทางอากาศช่วย

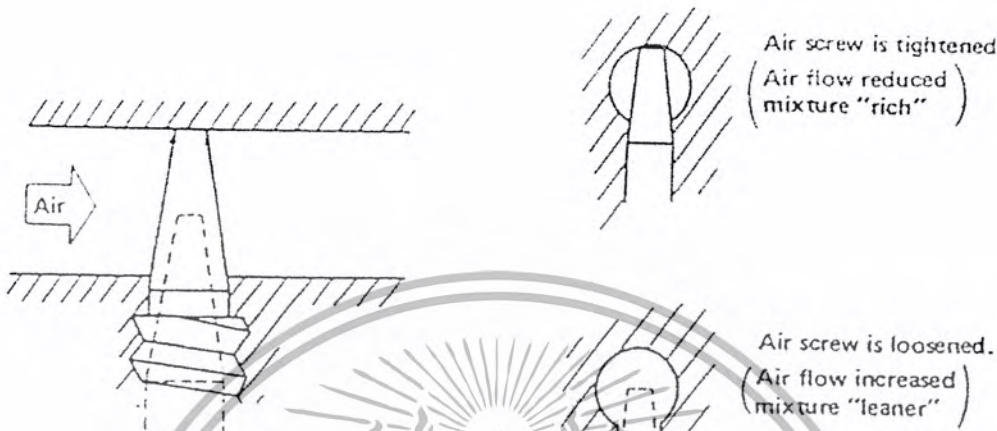
8. นมหนูอากาศ (Air jet)

นมหนูอากาศทำหน้าที่เพิ่มปริมาณอากาศให้กับน้ำมันเชื้อเพลิงในวงจรเร่ง (Main circuit) ดังนั้นจึงเป็นการควบคุมอัตราส่วนผสมและการเป็นฝอยละอองของน้ำมันเชื้อเพลิงอัตราการไหลของอากาศขึ้นอยู่กับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางรูนมหนู รูนมหนูใหญ่อัตราการไหลก็จะสูง รูนมหนูเล็กอัตราการไหลก็จะต่ำ

นมหนูอากาศบางแบบถอดเปลี่ยนได้ บางแบบยึดติดแน่นกับห้องผสม จึงไม่สามารถถอดออกได้นอกจากนั้นบางแบบยังใช้ขนาดของรูที่เจาะผ่านเป็นนมหนู โดยตรง

9. สกรูปรับอากาศ (Pilot air screw)

สกรูปรับอากาศอยู่ในวงจรถิ้นเบา ทำหน้าที่ควบคุมปริมาณของอากาศ ที่เข้ามาทางนมหนู ดังนั้นจึงเป็นตัควบคุมอัตราส่วนผสมโดยตรง กล่าวคือส่วนผสมจะหนาหรือบาง ย่อมขึ้นอยู่กับสกรูปรับ



รูปที่ 2-61 แสดงสกรูปรับอากาศ

2.11.4.3 ส่วนประกอบอื่นๆ (OTHER SUB-ASSEMBLIES)

คาร์บูเรเตอร์นอกจากจะมีส่วนประกอบใหญ่ๆ ดังกล่าวแล้ว ซึ่งได้แก่ห้องลูกลอย ห้องผสม ยังมี ส่วนประกอบอื่นๆ อีกหลายส่วนซึ่งเป็นอุปกรณ์ช่วย ส่วนประกอบอื่นที่ควรทราบเช่น

1. เครื่องช่วยขณะใช้งานระดับสูง (High altitude compensator)
2. โฉกหรือวงจรถิ้นเบา (Choke or starter carburetor)

2.11.5 การทำงานของคาร์บูเรเตอร์แบบวีเอ็ม

(Operation of the vm-type carburetor)

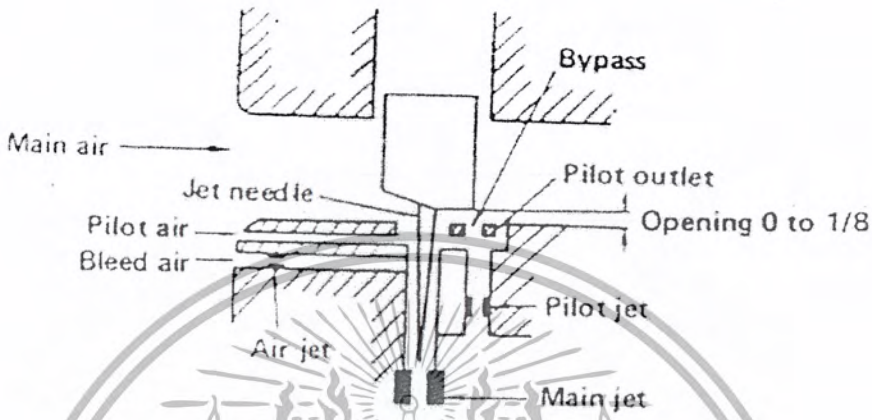
- การทำงานที่ตำแหน่งลูกเร่งเปิด 0 - 1/8 ของระยะเคลื่อนที่ของลูกเร่ง

(Throttle valve opening 0 to 1/8)

เมื่อลูกสูบเครื่องยนต์เลื่อนขึ้น และลงเกิดสูญญากาศขึ้น (สำหรับเครื่องยนต์ 2 จังหวะจะเกิดสูญญากาศขึ้นภายในห้องเพลาค้อเหวียง) ทำให้อากาศถูกดูดผ่านไส้กรองอากาศเข้าสู่คาร์บูเรเตอร์

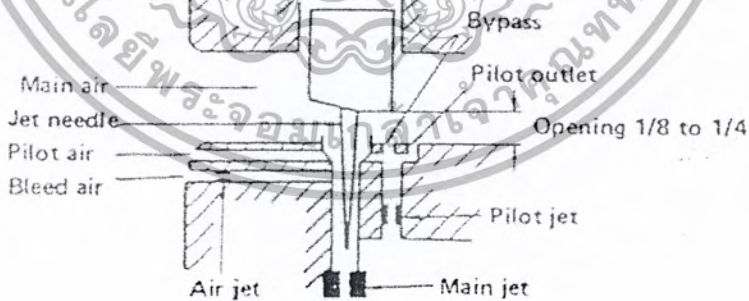
เนื่องจากลูกเร่งปิดเกือบสนิท อากาศจึงไหลผ่านช่องอากาศช่องเล็ก (Pilot air inter) ทำให้เกิดสูญญากาศรอบนมหนูเดินเบา (Pilot jet) น้ำมันเชื้อเพลิงถูกดูดผ่านช่องทางส่วนผสมเดินเบาออก (Pilot oujet) ควบเท่าที่สูญญากาศที่เกิดขึ้นยังสูงอยู่ เข้าสู่ท่อรับอากาศ (Air horn) เพื่อผสมกับอากาศ ดังนั้น

ตำแหน่งนี้จึงเป็นตำแหน่งเดินเบา (Idle speed) ซึ่งตำแหน่งนี้อัตราส่วนผสมจะหนากว่าทางทฤษฎี เนื่องจากอากาศเข้าได้น้อยและน้ำมันยังไม่ค่อยเป็นฝอยละเอียด ในตำแหน่งเดินเบานี้ก็เกิดสูญญากาศที่บริเวณนมหนูความเร็วสูง (Main nozzle) ด้วย แต่เกิดขึ้นน้อยมาก จึงไม่สามารถดูดน้ำมันให้ออกทางนมหนูความเร็วสูงได้



รูปที่ 2-62 การทำงานของคาร์บูเรเตอร์แบบ วีเอ็ม ที่ตำแหน่งลูกเร่งเปิด 0-1/8 ของระยะเคลื่อนที่ของลูกเร่ง

- การทำงานที่ตำแหน่งลูกเร่งเปิด 1/8 - 1/4 ของระยะเคลื่อนที่ของลูกเร่ง
(Throttle valve opening 1/8 - 1/4)



รูปที่ 2-63 การทำงานของคาร์บูเรเตอร์แบบ วีเอ็ม ที่ตำแหน่งลูกเร่งเปิด 1/8 - 1/4 ของระยะเคลื่อนที่ของลูกเร่ง

เมื่อลูกเร่งเปิดอยู่ในช่วงตำแหน่งนี้ ส่วนผสมจะถูกจ่ายออกทั้งทางช่องส่วนผสมเดินเบาออก (Pilot outlet) และช่องทางช่วย (By pass) ในขณะเดียวกันสุญญากาศที่เกิดขึ้นบริเวณนมหนูความเร็วสูง (Main nozzle) ก็มากพอที่จะดูดน้ำมันเชื้อเพลิงให้ไหลออกมาได้

ในกรณีนี้ทั้งวงจรเดินเบา และวงจรความเร็วสูง จะทำงานร่วมกันเพื่อเพิ่มความเร็วรอบเครื่องยนต์ จากความเร็วเดินเบาสู่ความเร็วปานกลางด้วยการควบคุมของส่วนที่ลูกเลื่อนออก

- การทำงานที่ตำแหน่งลูกเร่งเปิด $1/4 - 3/4$ ของระยะเคลื่อนที่ของลูกเร่ง

(Throttle valve opening $1/4$ to $3/4$)

ในตำแหน่งนี้อากาศที่ไหลผ่านนมหนูความเร็วสูง เพิ่มมากขึ้น แต่ลูกเร่งยังคงเป็นเสมือนคอคอด (Venturi) สุญญากาศบริเวณนมหนูความเร็วสูงจึงทวีมากขึ้น เป็นเหตุให้ปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงที่ถูกดูดออกทางนมหนูความเร็วสูงมากขึ้นตามไปด้วย เป็นช่วงของความเร็วปานกลางสู่ความเร็วสูง

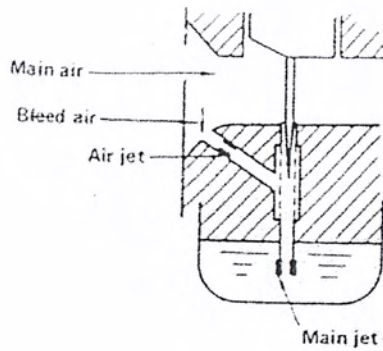
ช่วงนี้การควบคุมปริมาณน้ำมัน จะเป็นการทำงานสัมพันธ์ระหว่างเข็มเร่ง ซึ่งเป็นรูปรีเวว เลื่อนขึ้นลงอยู่ในนมหนูความเร็วสูง กับอากาศที่ไหลผ่านท่อรับอากาศ



รูปที่ 2-64 การทำงานของคาร์บูเรเตอร์แบบ วีเอม ที่ตำแหน่งลูกเร่งเปิด $1/4 - 3/4$ ของระยะเคลื่อนที่ของลูกเร่ง

- การทำงานที่ตำแหน่งลูกเร่งเปิด $3/4 - 1$ ของระยะเคลื่อนที่ของลูกเร่ง

(Throttle valve opening $3/4$ to 1)



รูปที่ 2-65 การทำงานของคาร์บูเรเตอร์แบบ วีเอ็ม ที่ตำแหน่งลูกเร่งเปิด 3/4 -1 ของระยะเคลื่อนที่ของ
ลูกเร่ง

ในตำแหน่งนี้วงจรความเร็วสูง (High speed circuit) เป็นองค์ประกอบสำคัญ ซึ่งจะเป็นตัวกำหนดกำลังสูงสุดของเครื่องยนต์เมื่อลูกเร่งเปิดเกือบหมด ความต้านทานการไหลของอากาศจะลดลงทำให้อากาศเข้าได้มากขึ้นตำแหน่งนี้เพิ่มพละกำลังความเร็วสูง จะทำหน้าที่จ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงเพียงลำพังเท่านั้นแต่อย่างไรก็ตาม อัตราส่วนผสมที่แท้จริงจะเปลี่ยนไป ซึ่งขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายประการ เช่น ความแตกต่างระหว่างระดับน้ำมันในห้องลูกลอยกับปลายพ่นพละกำลังความเร็วสูงความเฉื่อยในการไหลของอากาศหรือโดยความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วของเครื่องยนต์กับขนาดความ โคของพ่นพละกำลังความเร็วสูง

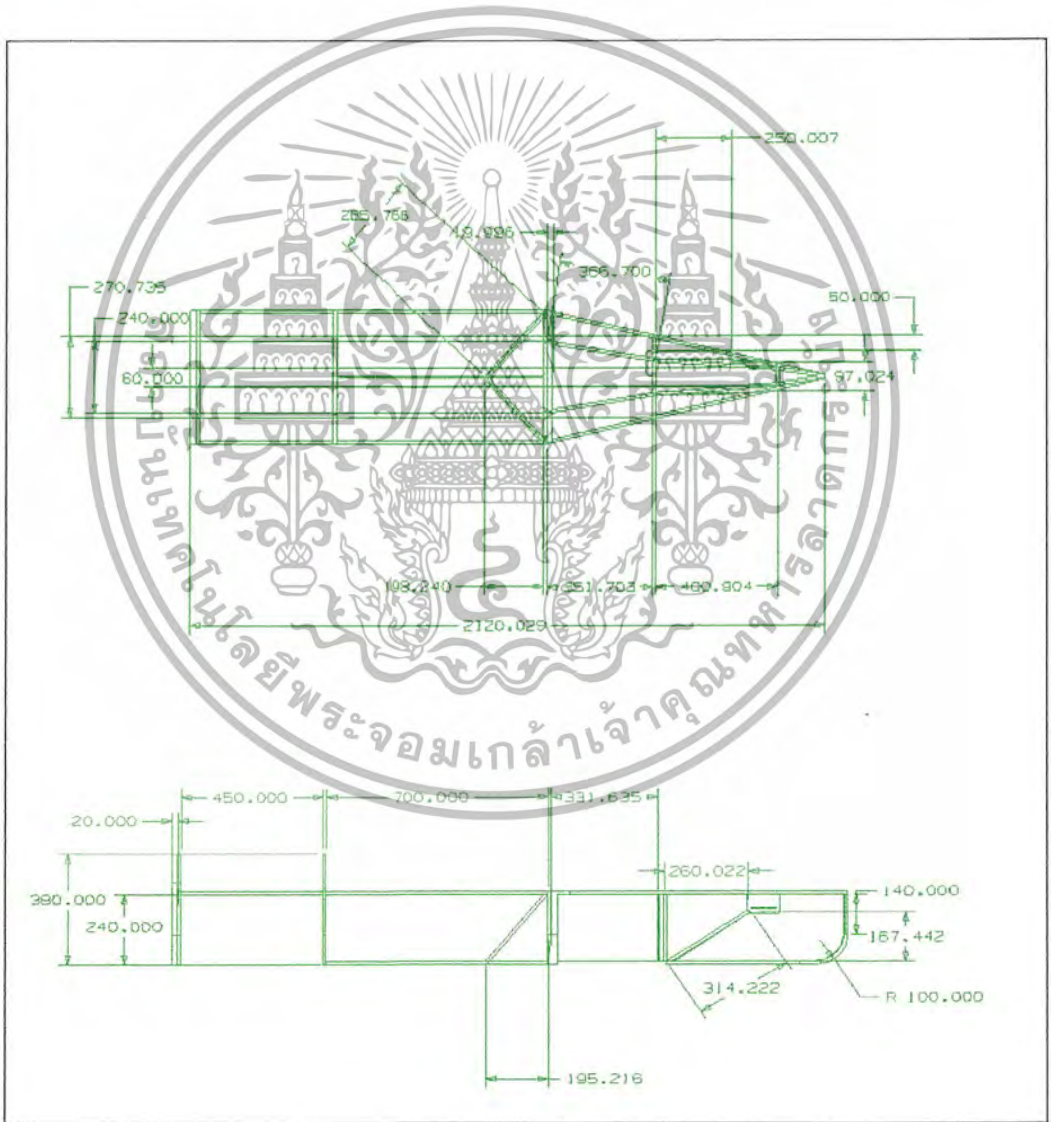
บทที่ 3

การสร้างชิ้นส่วนและการประกอบ

3.1 การสร้างชิ้นส่วนและการประกอบโครงรถ

3.1.1 การสร้างชิ้นส่วน

3.1.1.1 โครงรถ ใช้เหล็กกล่องขนาดหน้าตัดกว้าง 10 มิลลิเมตรx10 มิลลิเมตร หนา 2 มิลลิเมตร เชื่อมต่อกัน เป็น โครงสร้างดังรูปที่ 3-1 ถึง 3-3



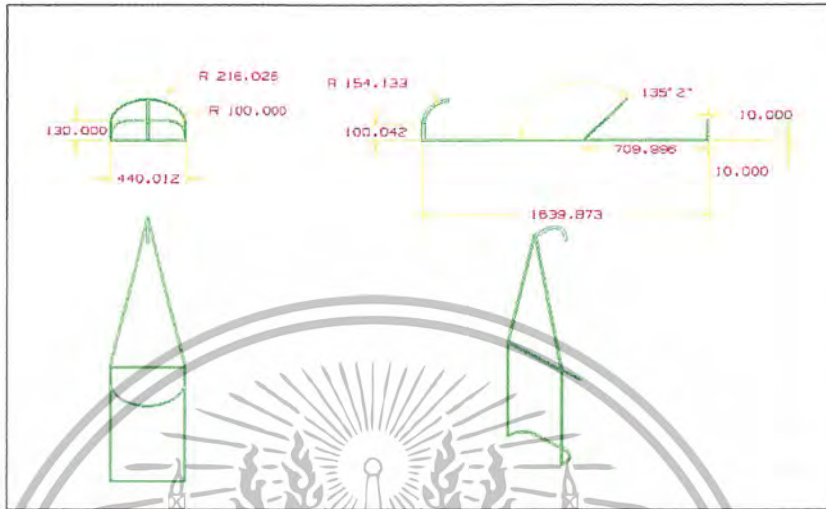
รูปที่ 3-1 แสดง โครงรถ



รูปที่ 3-2 แสดง โครงรถ

รูปที่ 3-3 แสดง โครงรถ

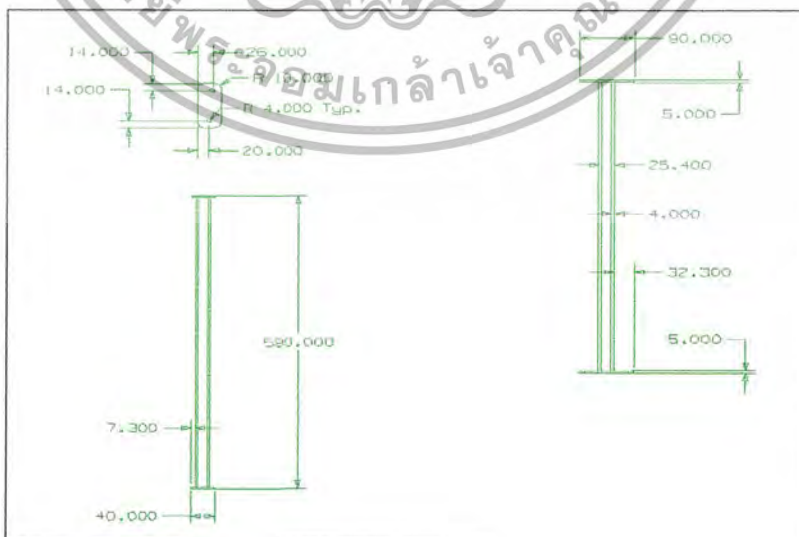
3.1.1.2 โครงฝาครอบ ใช้เหล็กกล่องขนาดหน้าตัดกว้าง 10 มิลลิเมตรx10มิลลิเมตรหนา 2 มิลลิเมตร เชื่อมต่อกันเป็น โครงสร้างดังรูปที่ 3-4



รูปที่ 3-4 แสดง โครงฝาครอบ

3.1.1.3 คานล้อย่น้ำใช้เหล็กกล่องขนาดหน้าตัดกว้าง 1นิ้วx1นิ้วหนา 3 มิลลิเมตร ยาว 0.58 เมตร จำนวน 1 ชั้น

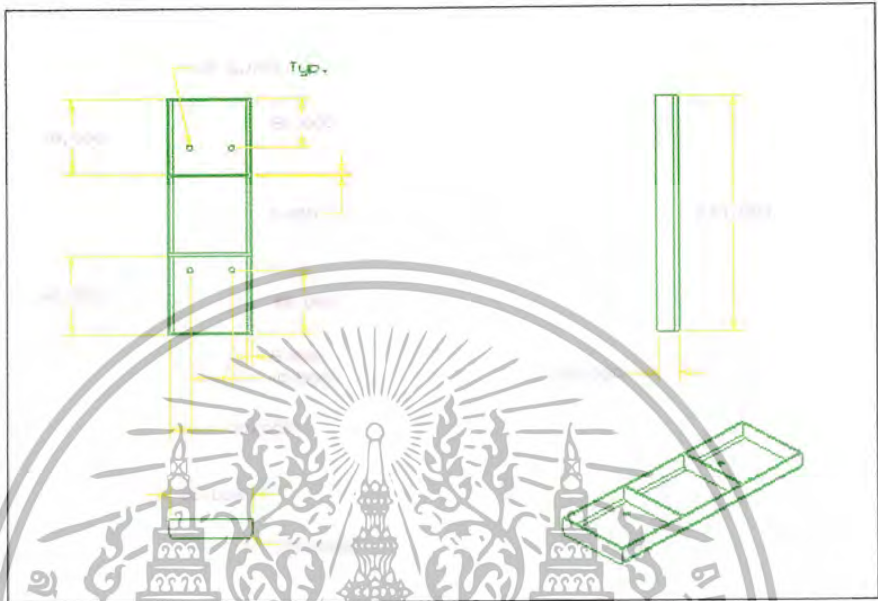
3.1.1.4 หน้าแปลนยึดชุดบังคับลิ้นว ใช้เหล็กแผ่นขนาดหน้าตัด 0.04 เมตร x 0.09 เมตร หนา 5 มิลลิเมตร จำนวน 2 ชั้น เชื่อมติดกับคานล้อย่น้ำ



รูปที่ 3-5 แสดงคานล้อย่น้ำ

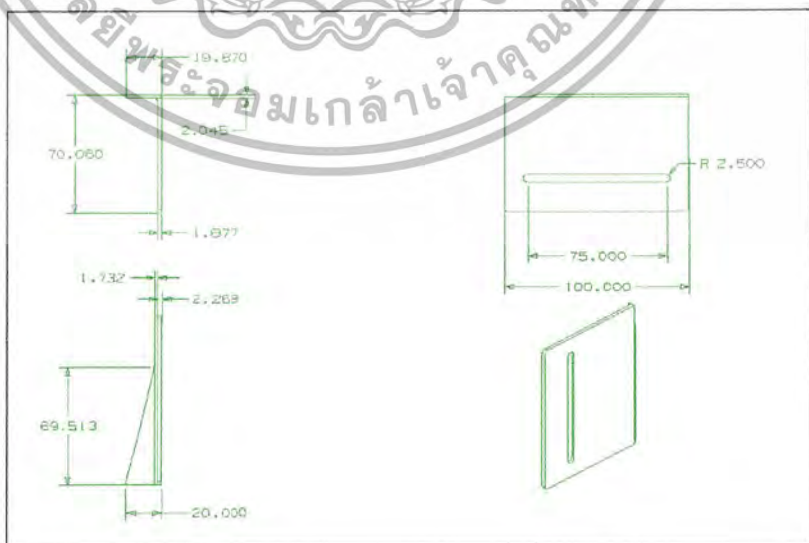
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
แม้ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.1.5 แทนเครื่อง ใช้เหล็กกล่องขนาดหน้าตัดกว้าง0.08เมตรx0.24เมตร หน้า 5 มิลลิเมตร จำนวน1ชั้น แล้วใช้เหล็กแผ่นขนาดหน้าตัด 0.015เมตร x 0.07เมตร หน้า 3 มิลลิเมตร จำนวน 2 ชั้น เชื่อมติดกับแทนเครื่องดังรูปที่ 3-6



รูปที่ 3-6 แสดงแทนเครื่อง

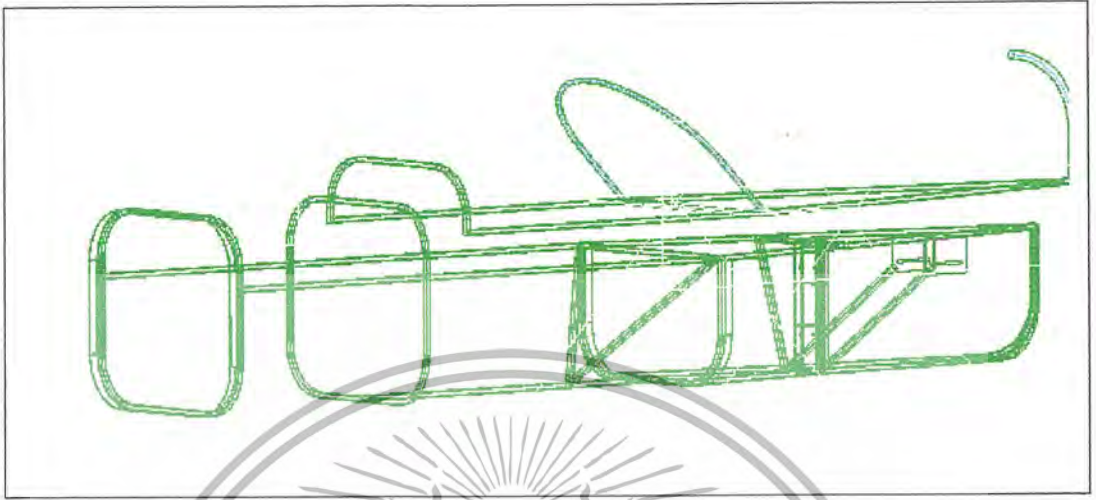
3.1.1.6 หน้าแปลนยึดแกนล้อหลัง ใช้เหล็กแผ่นขนาดหน้าตัด 0.0706เมตรx0.1เมตร หน้า 3 มิลลิเมตร จำนวน 2 ชั้นเชื่อมติดกับโครงรถ



รูปที่ 3-7 แสดงหน้าแปลนยึดแกนล้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
แม้ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.1.7 โครงรถที่เสร็จสมบูรณ์



รูปที่ 3-8 แสดง โครงรถที่เสร็จสมบูรณ์

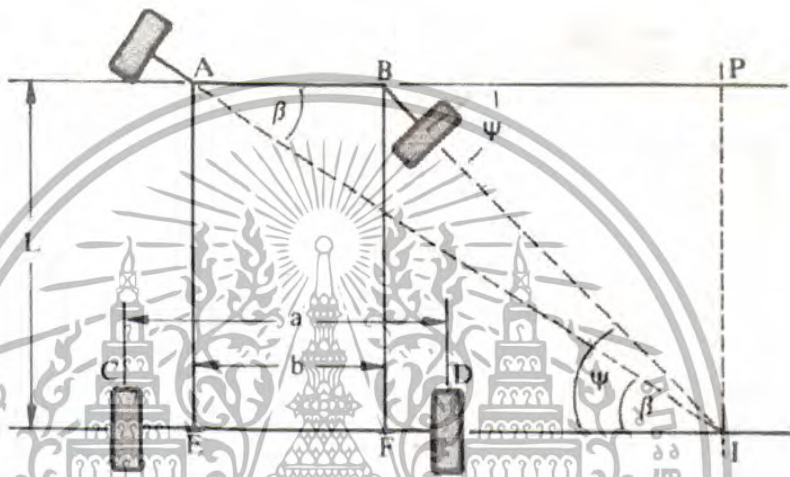
3.1.2 ขั้นตอนการประกอบ

การประกอบชิ้นส่วนต่างๆ ที่ได้เตรียมไว้ตามขนาดที่กำหนดเรียบร้อยแล้ว จะใช้วิธีการเชื่อมซึ่งการเชื่อมจะใช้แบบไฟฟ้า ซึ่งในการประกอบชิ้นต่างๆเข้าด้วยกันจะมีขั้นตอนดังนี้

1. นำเหล็กที่ได้เตรียมไว้มาตัดให้ได้ขนาด ตามแบบที่กำหนดไว้แล้วทำการเชื่อมเหล็กดังกล่าวเข้าด้วยกันตามแบบที่กำหนดไว้ก็จะได้ โครงรถตามต้องการ
2. ทำการเชื่อมหน้าแปลนยึดชุดบังคับล้อเข้ากับคานล้อหน้า
3. นำคานล้อหน้าที่เชื่อมเสร็จแล้วไปเชื่อมติดกับ โครงรถที่ตำแหน่งที่ได้ออกแบบไว้
4. นำหน้าแปลนยึดแกนล้อหลังไปเชื่อมติดกับ โครงรถที่ตำแหน่งที่ได้ออกแบบไว้
5. นำแท่นเครื่องไปเชื่อมติดกับ โครงรถที่ตำแหน่งที่ได้ออกแบบไว้
6. นำเหล็กที่ได้เตรียมไว้มาตัดให้ได้ขนาดตามแบบที่กำหนดไว้แล้วทำการเชื่อมเหล็กดังกล่าวเข้าด้วยกันก็จะได้โครงฝาครอบตามต้องการ
7. นำแผ่นอลูมิเนียม เบอร์24 ที่เตรียมไว้มาหุ้ม โครงรถที่เชื่อมเสร็จเรียบร้อยแล้ว โดยการหุ้มนั้นต้องนำกาวยางซิลิโคนมาทาบริเวณ โครงรถที่สัมผัสกับแผ่นอลูมิเนียมเพื่อป้องกันการเสียดสีกันทำให้เกิดเสียงดังเมื่อขึ้นรูปแผ่นอลูมิเนียมตามแบบของ โครงรถก็ใช้สว่านเจาะแผ่นอลูมิเนียมและ โครงรถแล้วนำหมุดย้ามายึดระหว่างแผ่นอลูมิเนียมกับ โครงรถเข้าด้วยกัน
8. นำแผ่นอลูมิเนียม เบอร์24 ที่เตรียมไว้มาหุ้ม โครงฝาครอบ โดยทำตามขั้นตอนตามแบบ โครงรถ
9. นำแผ่นพีวีซีมาหุ้ม โครงฝาครอบตามแบบที่ได้ออกแบบไว้เพื่อทำเป็นกระจก

หลักการเบื้องต้นของระบบบังคับล้อ

เมื่อรถยนต์วิ่งไปบนถนนจะเห็นรอยสัมผัสที่เสียดสีระหว่างยางกับถนน การกลิ้งตัวของยางบนถนนนั้นจะพิจารณาได้จากการเขียนวงกลมที่มีจุดศูนย์กลางร่วมกัน ในขณะที่รถเลี้ยวแกนล้อ (Stub axle) ของล้อจะเอียงตัวไปตามทิศทางของการเลี้ยว แนวแกนล้อทั้งสองที่หันเลี้ยวจะพบกันที่จุดศูนย์กลางของการเลี้ยว โดยจุดนี้จะอยู่แนวเดียวกับเพลาหลัง ดังรูป จะเห็นได้ว่าแกนล้อด้านในของการเลี้ยวเอียงทำมุมกับแนวเส้นเพลาเป็นมุม ψ และมีขนาดกว้างกว่ามุม β ของแกนล้อด้านนอกของการเลี้ยว



รูป 3-9 แสดงการบังคับล้อของรถยนต์

กำหนดให้

- $a = CD$ คือ ช่วงกว้างระหว่างล้อ
 $b = AB$ คือ ระยะระหว่างจุดหมุนของเพลาหน้า
 $L = AE$ คือ ช่วงยาวระหว่างล้อ
 I คือ จุดศูนย์กลาง การเลี้ยวของล้อทั้ง 4

ถ้าลากเส้น IP ตั้งฉากกับ AB ที่จุด P ดังรูป

$$\begin{aligned} b &= AP - BP \\ &= L \cot \beta - L \cot \psi \end{aligned}$$

นั่นคือ

$$b/L = \cot \beta - \cot \psi \quad (12)$$

นั่นคือสูตรเบื้องต้นถ้าหากล้อไม่ลื่นไถล อัตราส่วน b/L ก็จะเป็นไปตามสมการ

ชนิดของระบบบังคับเลี้ยว

ระบบบังคับเลี้ยวแบ่งได้ 2 แบบ คือ

1. แบบเดวิส (Davis Steering Gear)
2. แบบอัคร์คแมนน์ (Ackermann Steering Gear)

โดยในการสร้างระบบบังคับเลี้ยว ของรถประหยัดน้ำมันนี้เราเลือก ใช้หลักการของระบบบังคับเลี้ยวแบบอัคร์คแมนน์ จึงขออธิบายเพียงหลักการของระบบบังคับเลี้ยวแบบอัคร์คแมนน์เท่านั้น

ระบบบังคับเลี้ยวแบบอัคร์คแมนน์ เป็นกลไกบังคับเลี้ยวแบบแขน 4 แขน ประกอบด้วยคั่นส่ง (Cross link) CD ที่ต่ออยู่กับแขน AE และ BF ของล้อหน้าทั้งสอง ทั้งนี้แขน AC และ BD ต่างก็เป็นส่วนหนึ่งของแขนโค้ง (Bell-crank) CAE และ DBF ตามลำดับ โดยถือเป็นมุม $90 + \alpha$ ดังรูป ทั้งนี้ ABCD จะเป็นแขน 4 แขน โดยมีแขน AC และ BD เอียงทำมุม α กับแนวโคจรรถ ฉะนั้นแขน CD จึงขนานกับแนว AB เมื่อรถเคลื่อนที่เดินทางตรง



รูป 3-10 แสดงตำแหน่งเดินทางตรง

ถ้าหากกำหนดกลไกและมุม α ค่าของมุมสำหรับล้อยึดใน ψ และสำหรับล้อยึดบน β สามารถหาได้จากการเขียนสเกลต่าง ๆ ของกลไกอย่างถูกต้องหรือจากสมการ $\cot \beta - \cot \psi = b/L$

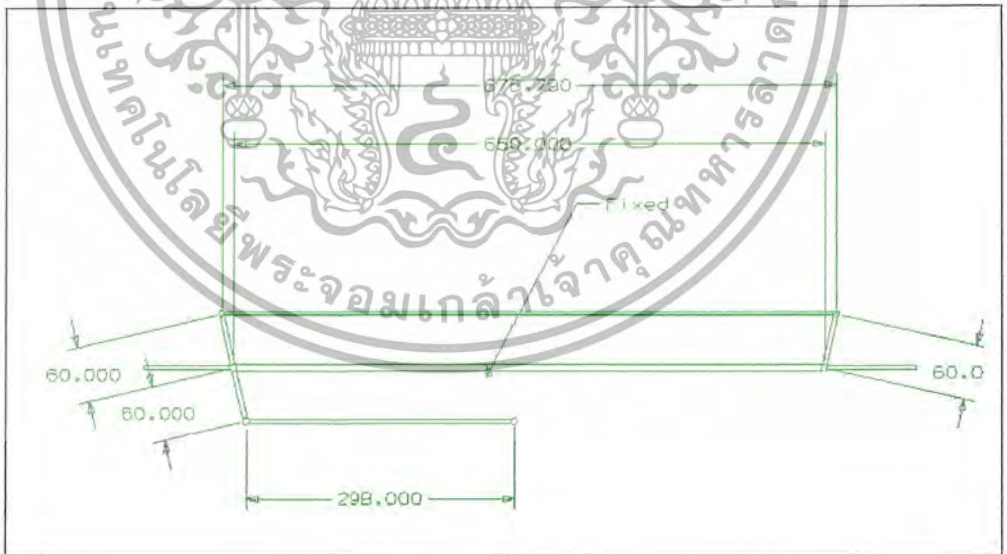
โดยทั่วไปแล้วค่าของ b/L จะมีค่าระหว่าง 0.4 - 0.5 หรือเฉลี่ยประมาณ 0.455 ซึ่งเป็นค่าเพียงค่าเดียวที่ทำให้ตำแหน่งองการเลี้ยวถูกต้องตามสมการ สำหรับสภาพความเป็นจริงค่ามุม ψ จะมีค่าที่ถูกต้องเพียง 3 ค่า คือ ค่าที่วัดได้ในขณะที่เลี้ยวขวา ในขณะที่เลี้ยวซ้าย และในตำแหน่งที่เดินหน้าตรงที่มุมมองการเลี้ยวเป็นศูนย์ (มุม $\psi = 0$) ส่วนค่าของ $\cot \beta$ จะเปลี่ยนแปลงพร้อม ๆ กับการเปลี่ยนแปลงของมุม ψ

ดังนั้นเมื่อมีการออกแบบกลไกในการบังคับเลี้ยวที่ถูกต้องแล้วจะทำให้ล้อและยางมีเงื่อนไขการกลิ้งที่ดี ทำให้มีแรงต้านทานการหมุนของล้อในขณะที่เลี้ยวที่น้อยที่สุด ทำให้ลดสูญเสียกำลังในขณะที่เลี้ยวที่น้อยที่สุดด้วย

การออกแบบจริงที่ใช้กับระบบบังคับเลี้ยวของรถประหยัดน้ำมัน

$$\begin{aligned} \text{กำหนด } b/L &= 0.455 \\ L &= 142 \text{ mm} \\ \therefore b &= 64.61 \text{ mm} \\ &\approx 65 \text{ mm} \end{aligned}$$

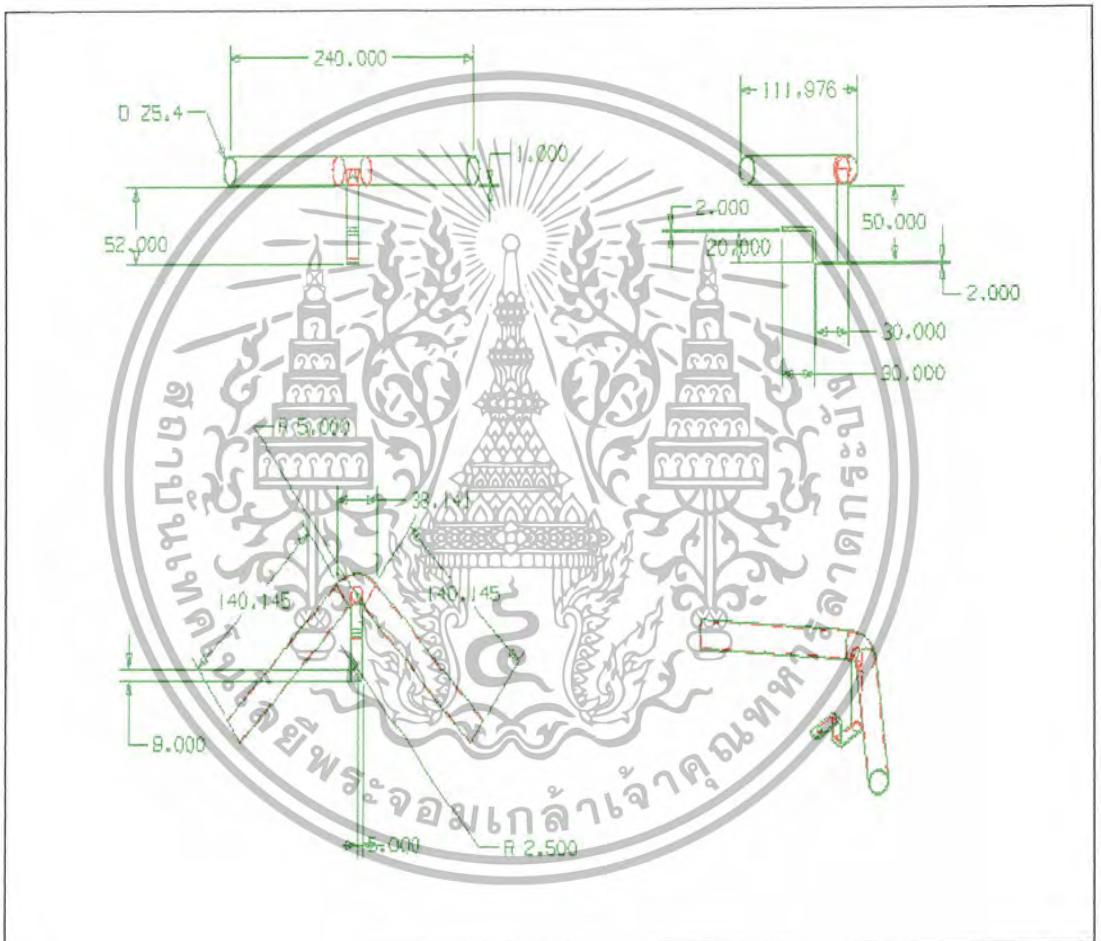
ใช้ทฤษฎีตรีโกณมิติในการหามุม β ได้เท่ากับ 77.108° เพื่อนำไปใช้ในการออกแบบขนาดของแขนบังคับเลี้ยวต่าง ๆ ของระบบบังคับเลี้ยว ดังแสดงในแบบของระบบบังคับเลี้ยวที่จะแสดงต่อไปนี้



รูป 3-11 แสดงระบบบังคับเลี้ยว

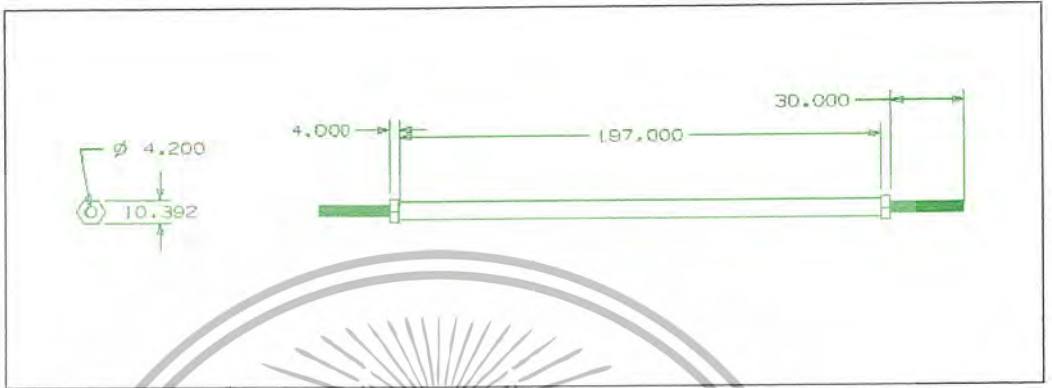
ส่วนประกอบของระบบบังคับเลี้ยว

1. มือจับ (Hand) สร้างขึ้นจากท่อเหล็กกลวงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 25.4 mm. หนา 1 mm. นำมาโค้ง 45° และมีส่วนที่ใช้ในการยึดติดกับคานหน้าและเชื่อมต่อกับชุดก้านบังคับเลี้ยวซึ่งมีขนาดและรายละเอียด ดังรูป



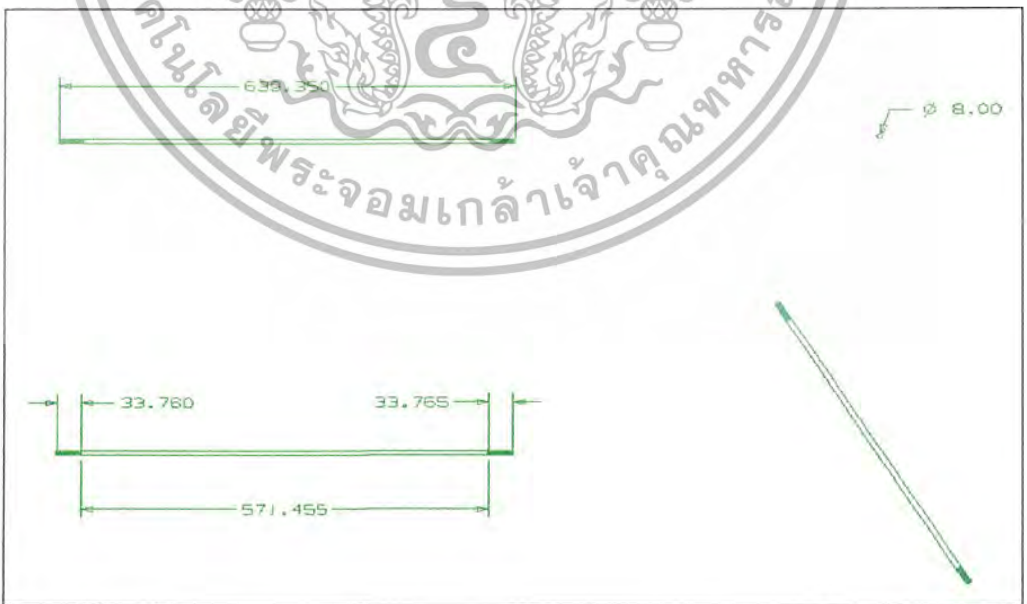
รูป 3-12 แสดงชิ้นส่วนมือจับ

- 2. คันทันชั้นที่1 สร้างขึ้นจากท่อเหล็กกลวงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 mm. หนา 1 mm. ยาว 197 mm. แล้วทำเกลียวที่ปลายทั้งสองด้านของท่อ ยาวข้างละ 30 mm. เพื่อใช้ในการติดตั้งลูกหมากในการเชื่อมต่อกับส่วนของมือจับและก้านต่อที่คุมล้อด้านซ้ายเพื่อให้อาจปรับมุมล้อได้



รูป 3-13 แสดงคันทันชั้นคันทันชั้นที่1

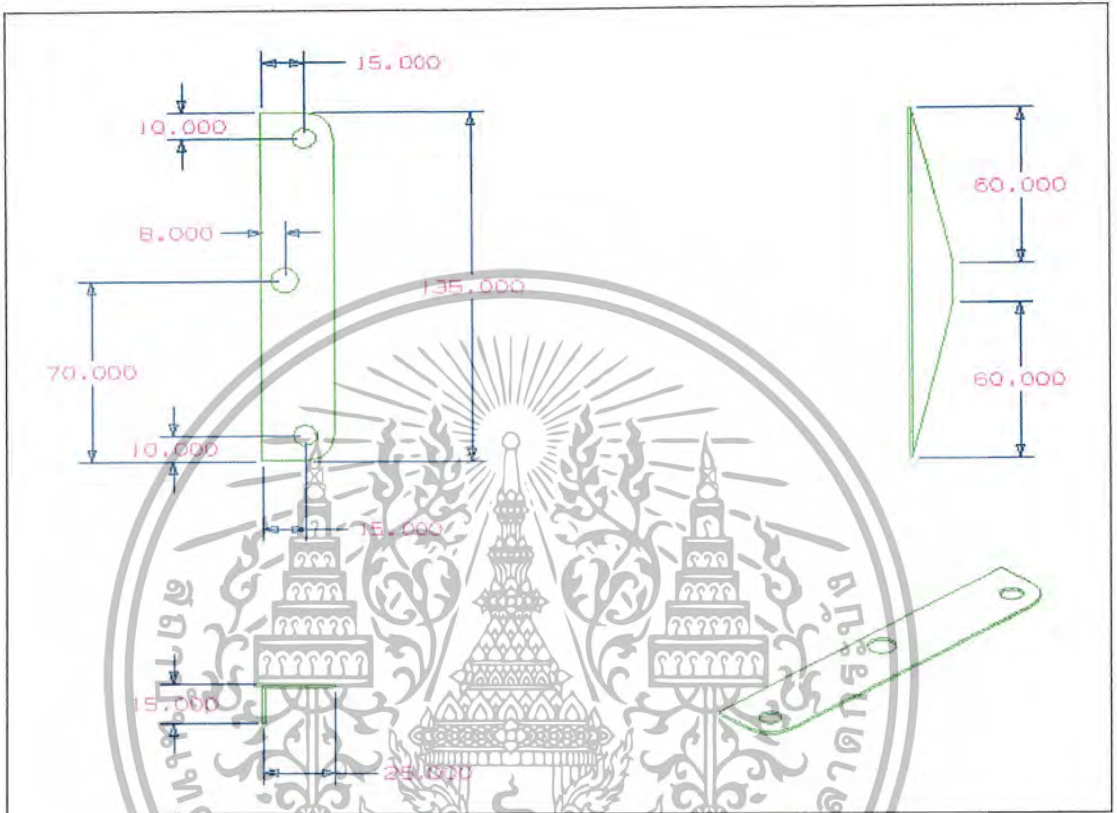
- 3. คันทันชั้นที่2 สร้างขึ้นจากท่อเหล็กกลวงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 mm. คันทัน ยาว 640 mm. แล้วทำต่อที่เกลียวที่ปลายทั้งสองด้าน ยาวข้างละ 35 mm. เพื่อใช้ในการติดตั้งลูกหมากในการเชื่อมต่อกับส่วนของก้านคุมล้อด้านซ้ายและด้านขวาเพื่อให้อาจปรับมุมล้อได้



รูป 3-14 แสดงคันทันชั้นคันทันชั้นที่2

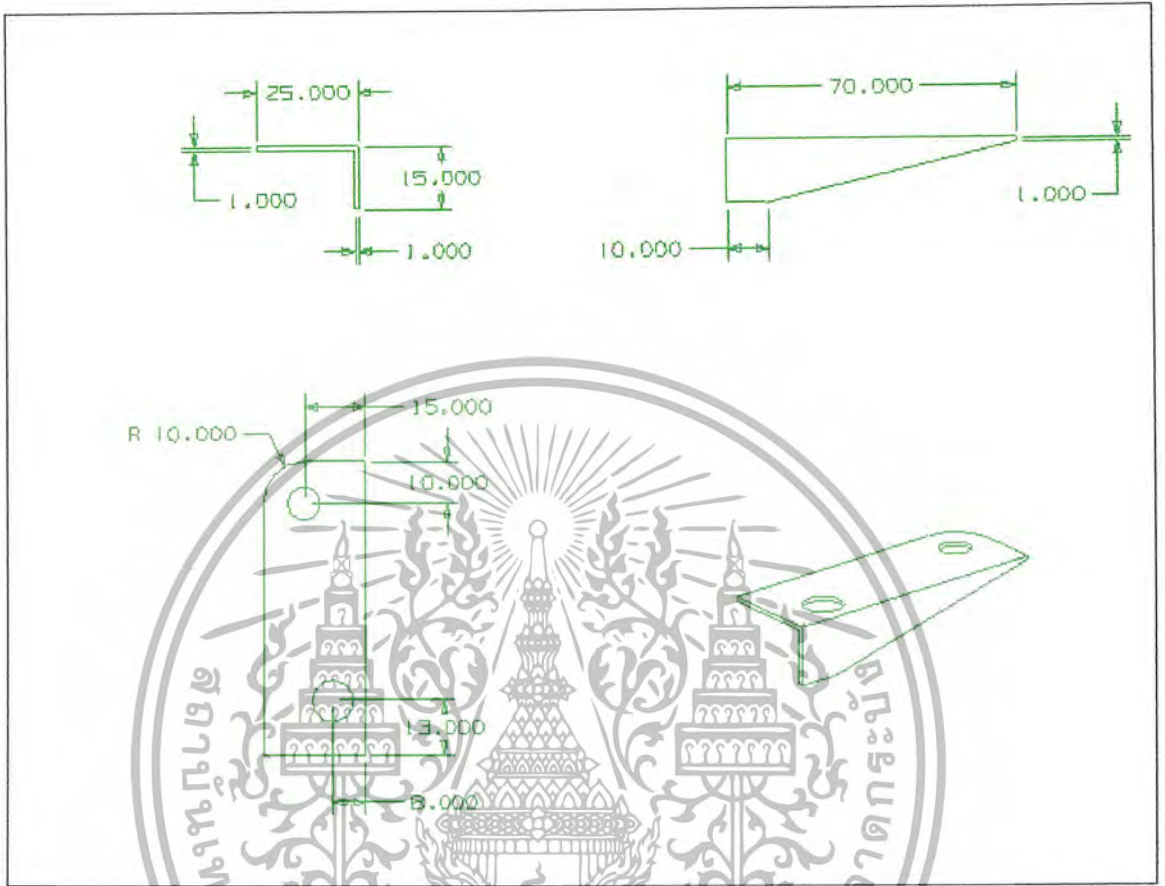
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 4. ก้านต่อด้านซ้าย ทำจากเหล็กฉากหนา 1 mm. ยาว 135 mm. กว้าง 20 mm. สูง 15 mm. ทำการเจาะรูสำหรับยึดติดกับคুমล้อ และสำหรับยึดติดกับลูกหมากของคันส่งตัวที่ 1 และ 2



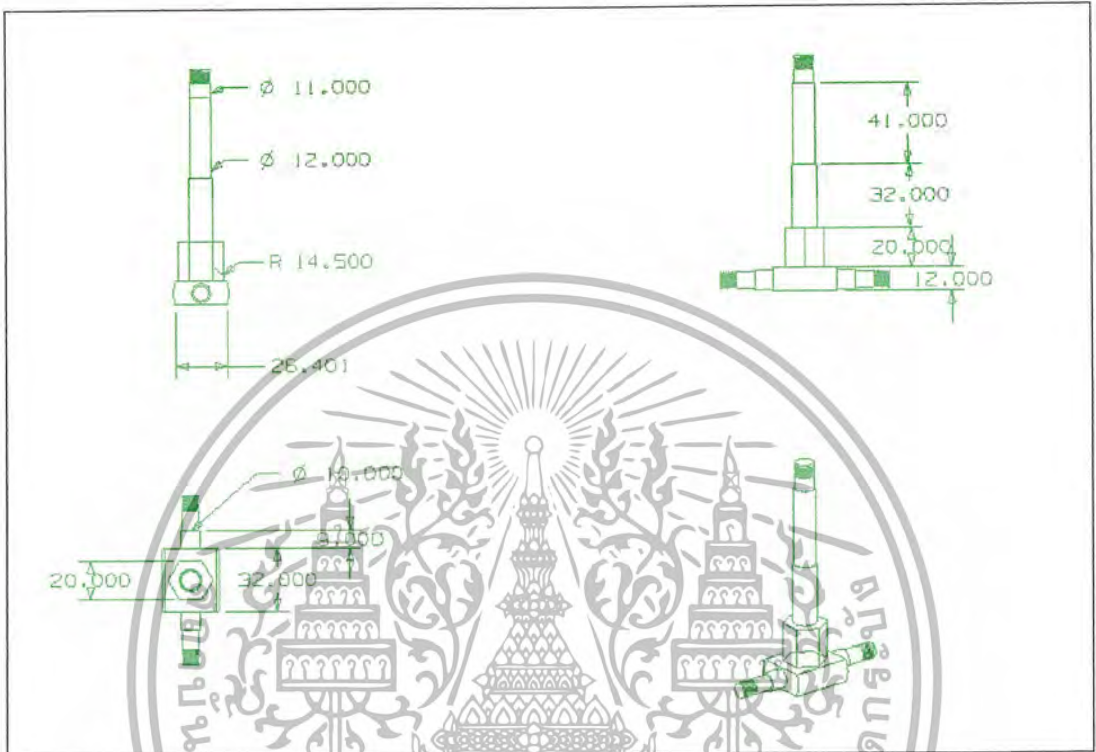
รูป 3-15 แสดงก้านต่อด้านซ้าย

- 5. ก้านต่อด้านขวา ทำจากเหล็กฉากหนา 1 mm. ยาว 135 mm. กว้าง 20 mm. สูง 15 mm. ทำการเจาะรูสำหรับยึดติดกับคুমล้อ และสำหรับยึดติดกับลูกหมากของคันส่งตัวที่ 1 และ 2 โดยจะทำการยึดติดตายตัวที่คুমล้อ โดยทำมุมคานที่ออกแบบไว้



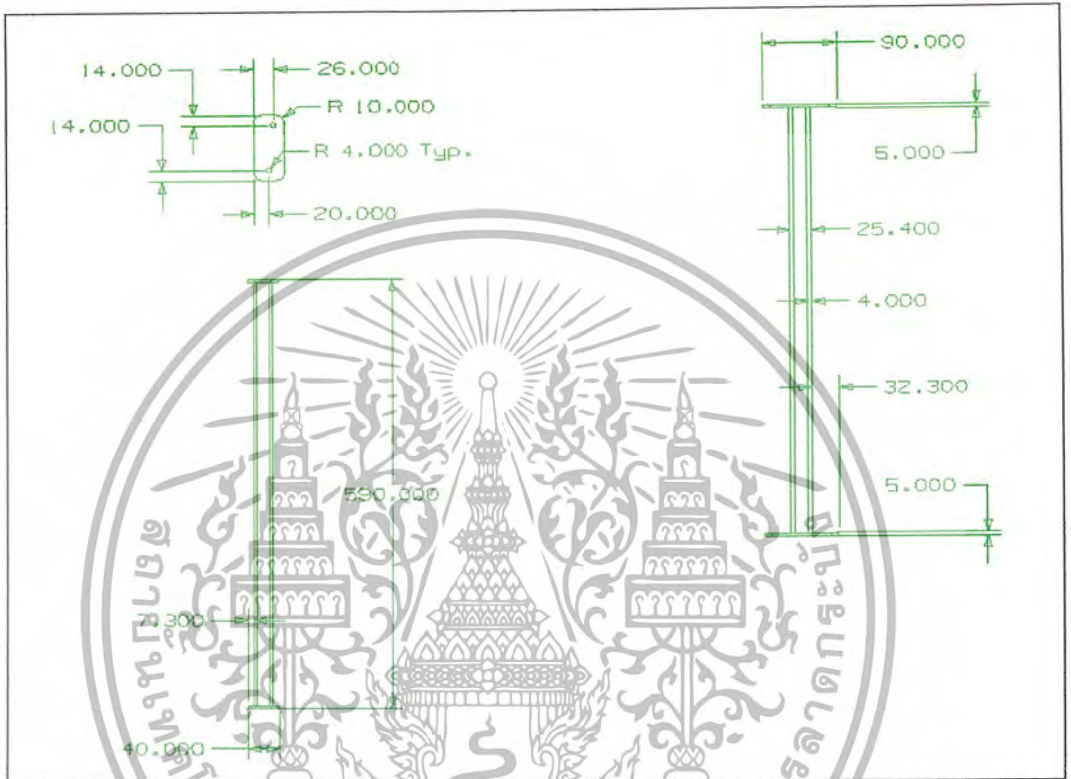
รูป 3-16 แสดงก้านต่อค้ำหน้า

6. คุมล้อ สร้างขึ้นจากเหล็กคังรูป โดยจะทำหน้าที่เป็นที่สำหรับติดตั้งล้อ ติดตั้งก้านต่อทั้งด้านซ้ายและขวา และเป็นตัวยึดชุดบังคับล้อเข้ากับคานหน้า โดยคุมล้อจะเคลื่อนที่เลี้ยวทำมุมไปพร้อมกับล้อ



รูป 3-17 แสดงคุณลักษณะ

- คานหน้า สร้างขึ้นจากท่อเหล็กพื้นที่หน้าตัดรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาด กว้าง 25.4 mm. หนา 2 mm. ยาว 580 mm. ที่ปลายของท่อเหล็กทั้งสองด้านเชื่อมติดกับหน้าแปลนซึ่งทำจากเหล็กหนา 5 mm. กว้าง 40 mm. สูง 90 mm. ทำการเจาะรูที่หน้าแปลนเพื่อติดตั้งลูกหมากข้างละ 2 รู โดยรูทั้งสองจะมีการเจาะเอียงศูนย์ในแนวตั้งเป็นระยะ 6 mm. เพื่อเป็นการสร้างมุม Caster ที่มีมุม 5° เพื่อช่วยให้รถวิ่งในแนวตรงได้ดีขึ้น



รูป 3-18 แสดงคานหน้า

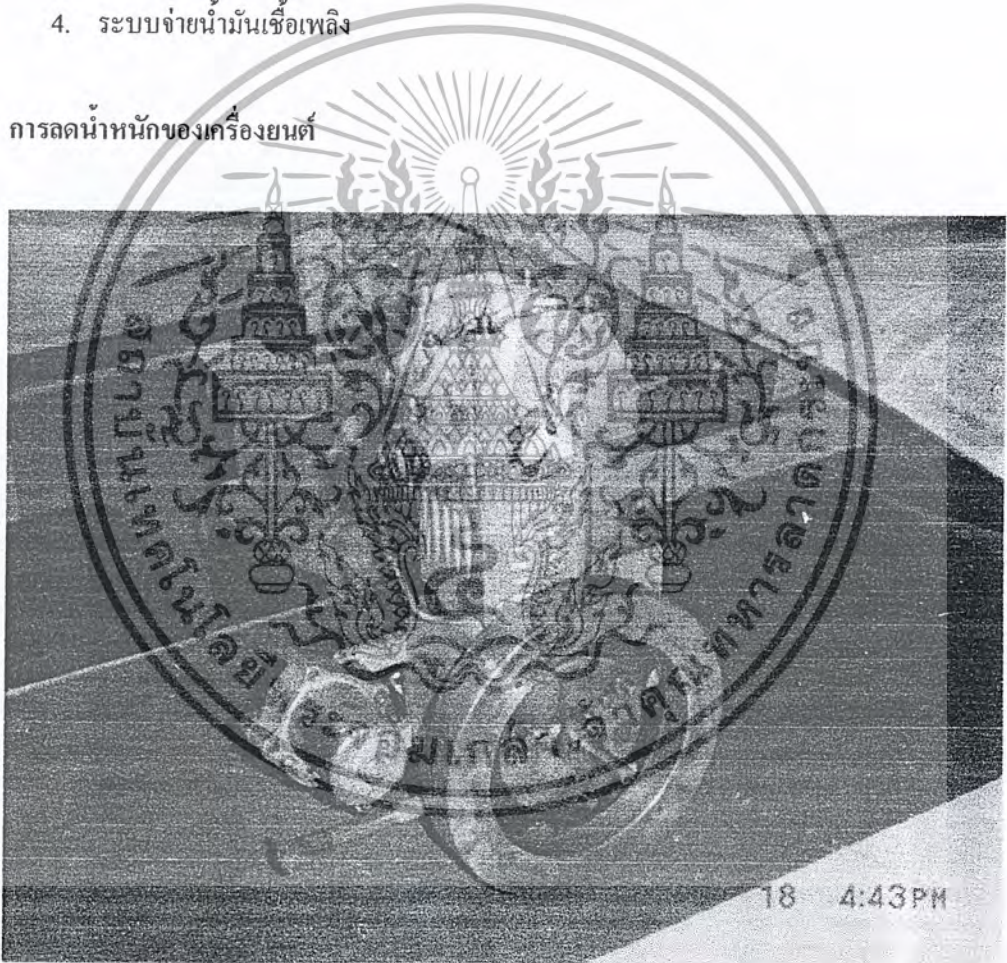
บทที่ 4

การดัดแปลงและปรับปรุงเครื่องยนต์

ในการสร้างรถประหยัคน้ำมันเชื้อเพลิงได้ทำการปรับปรุงและดัดแปลงเครื่องยนต์ให้มีประสิทธิภาพในการประหยัคน้ำมันเชื้อเพลิงที่สูงขึ้น โดยได้ทำการปรับปรุงเครื่องยนต์ในส่วนหลักๆ ดังนี้

1. การลดน้ำหนักของเครื่องยนต์
2. การปรับปรุงระบบน้ำมันหล่อลื่นของเครื่องยนต์
3. การปรับปรุงระบบจุดระเบิด
4. ระบบจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิง

4.1 การลดน้ำหนักของเครื่องยนต์



รูปที่ 4.1 แสดงเครื่องยนต์ที่ผ่านการดัดแปลงแล้ว

หลักการสำคัญในการสร้างรถประหยัดน้ำมันที่นำมาพิจารณา คือ การลดน้ำหนักของทุกชิ้นส่วน อุปกรณ์ให้น้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็นส่วนต่างๆ ได้ดังนี้

- cribระบายความร้อน

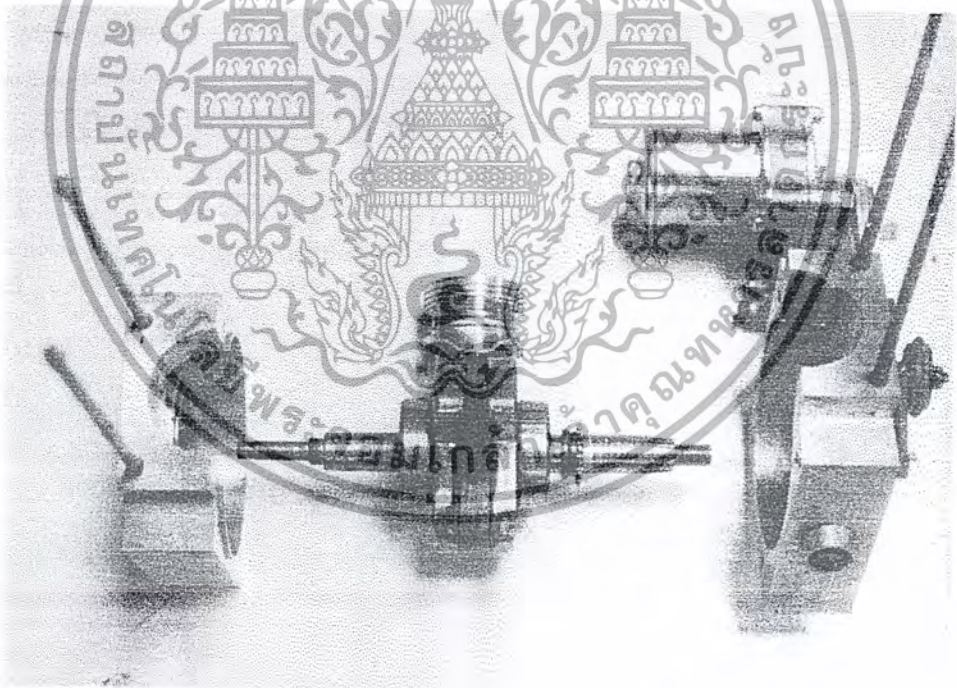
ได้ทำการกัค cribระบายความร้อนในส่วนต่างๆของเครื่องยนต์ออกซึ่งจะสามารถทำให้น้ำหนักของเครื่องยนต์ลดลงได้มากพอสมควร สำหรับการตัด cribระบายความร้อนออกนี้ จะมีผลต่อการทำงานของเครื่องยนต์น้อยมาก เนื่องจากเครื่องยนต์ที่ใช้ในรถประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิง กำหนดให้ทำงานที่ความเร็วรอบต่ำ ดังนั้นการระบายความร้อนจึงเพียงพอต่อการทำงาน ซึ่งในการตัด cribระบายความร้อนเราได้ทำกับฝาสูบและเสื้อสูบ

- ชุดเกียร์

เนื่องจากรถประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิงนี้ ได้ทำการพัฒนาระบบส่งกำลังใหม่ ดังนั้นชุดเกียร์จึงไม่มีความจำเป็นต่อการใช้งาน จึงได้ทำการถอดชุดเกียร์ออก

- ชุดห้องเพลาค้อเหวียง

เมื่อได้ทำการถอดชุดเกียร์ออก และระบบส่งกำลังของเดิมออกจนหมด ห้องเกียร์จึงไม่มีความจำเป็น จึงได้ทำการตัดชุดห้องเกียร์ออก และได้ทำการหล่อห้องเพลาค้อเหวียงขึ้นมาใหม่



รูปที่ 4.2 แสดงห้องเพลาค้อเหวียงที่ทำขึ้นใหม่

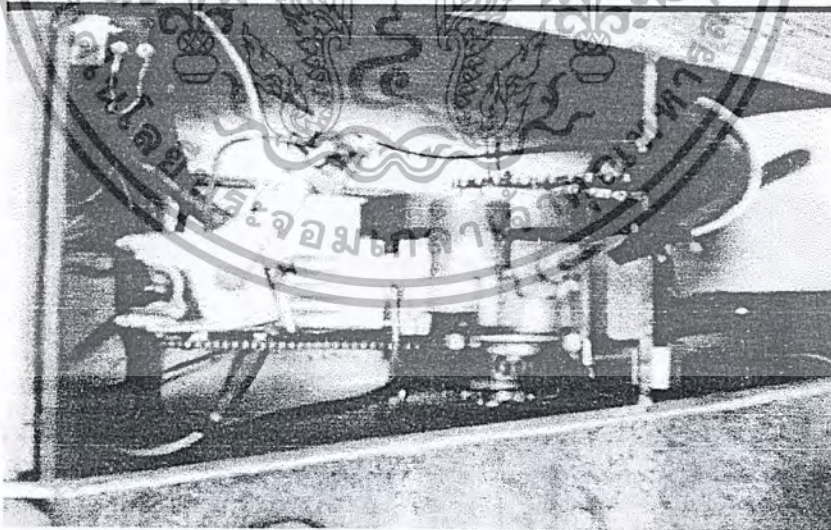
4.2 การปรับปรุงระบบหล่อลื่นของเครื่องยนต์

จากระบบหล่อลื่นของเครื่องยนต์มาตรฐาน จะใช้ปั้มน้ำมันเครื่องแบบกลไก ซึ่งจะใช้กำลังจากเครื่องยนต์ในการขับปั้ม และชิ้นส่วนของระบบดังกล่าวก่อให้เกิดความฝืดและมีน้ำหนักรวมมาก จึงได้ทำการเปลี่ยนแปลงระบบน้ำมันหล่อลื่นใหม่ เป็นแบบหล่อลื่นเฉพาะจุด โดยมีอุปกรณ์ดังนี้

1. อ่างน้ำมันเครื่องภายนอกขนาด 100 ซีซี.
2. ปั้มน้ำมันเครื่องแบบไฟฟ้า จะติดตั้งอยู่ภายนอกในอ่างน้ำมันเครื่อง
3. สวิตช์น้ำมันเครื่อง ใช้สำหรับเปิด-ปิดให้มีการหล่อลื่น
4. ท่อทางเดินน้ำมัน ซึ่งเป็นสายยาง และท่อทองแดง ขนาด 2 มิลลิเมตร

4.3 ระบบจุดระเบิด

จากระบบจุดระเบิดของเครื่องยนต์มาตรฐานจะใช้ แบบ CDI ซึ่งจะใช้ไฟฟ้าจากการตัดของขดลวดกับงานแม่เหล็ก ซึ่งจะเกิดความต้านทานต่อการเคลื่อนที่ของเครื่องยนต์และเนื่องจากแม่เหล็กมีน้ำหนักรวมมากจึงทำการตัดแปลงระบบจุดระเบิดใหม่ โดยใช้ระบบจุดระเบิด แบบ CDI ใช้ไฟฟ้ากระแสตรงจากแบตเตอรี่ 12 โวลต์ โดยการนำระบบไฟจุดระเบิดของเครื่องยนต์ TOYOTA 4A-GE มาทำการตัดแปลง ทำให้สามารถลดน้ำหนักของงานไฟออกไป และมีแรงเคลื่อนไฟฟ้าสูงขึ้นซึ่งทำให้ได้ประกายไฟ ของการจุดระเบิดที่แรงขึ้น และได้ทำการตัดแปลงระบบจุดระเบิด เป็นแบบหัวเทียนคู่ซึ่งช่วยลดการเกิด Misfire ของเครื่องยนต์ และยังช่วยให้การเผาไหม้ของเครื่องยนต์เป็น ไปอย่างรวดเร็วและสมบูรณ์มากขึ้น ในส่วนของสายหัวเทียนเลือกใช้สายหัวเทียนที่มีค่าความต้านทานต่ำซึ่งจะช่วยให้ได้ประกายไฟที่หัวเทียนดีขึ้น



รูปที่ 4.3 แสดงระบบจุดระเบิดที่ทำการดัดแปลงแล้ว

4.4 ระบบจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิง

ได้ทำการดัดแปลงระบบจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์แบบเดิมที่ใช้คาร์บูเรเตอร์ขนาดใหญ่ซึ่งทำให้อัตราการจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงมีปริมาณมาก มาเป็นระบบจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงใหม่ โดยได้เลือกใช้คาร์บูเรเตอร์ ของเครื่องตัดหญ้าขนาดเล็ก ซึ่งทำให้การจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงให้ กับเครื่องยนต์มีปริมาณที่น้อยลง และคาร์บูเรเตอร์ของเครื่องตัดหญ้าขนาดเล็กที่เลือกใช้ ยังช่วยแก้ปัญหาการกระเพื่อมของน้ำมันในห้องลูกลอยขณะที่รถทำการวิ่งแข่งขันเพราะคาร์บูเรเตอร์ชนิดนี้ไม่มีห้องลูกลอย



รูปที่ 4.4 แสดงคาร์บูเรเตอร์ของเครื่องตัดหญ้า

บทที่ 5

การทดลองและผลการทดลอง

ในการทดสอบประสิทธิภาพของรถประหยัดเชื้อเพลิง ได้ทำการทดลองทั้งหมดดังนี้

1. การเปลี่ยนแปลงระบบจุดระเบิด
2. การเปลี่ยนแปลงระยะห่างของวาล์ว
3. การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของล้อยช่วยแรง
4. การเปลี่ยนคาร์บูเรเตอร์

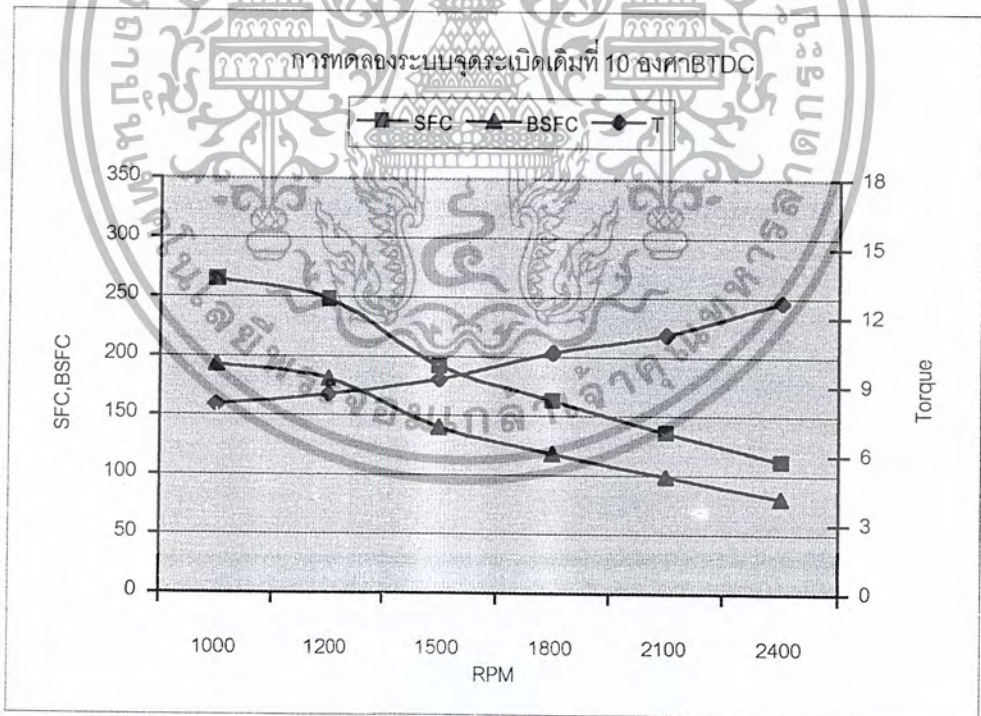
5.1 วิธีการทดลอง

1. ติดเครื่องยนต์เร่งความเร็วสูงสุด
2. เพิ่ม โหลดให้กับเครื่องยนต์ โดยกวาดสกู๊ปชุดเบรคให้รอบของเครื่องยนต์ลดลงตามรอบที่ต้องการ
3. อ่านค่าแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ Digital Multi Meter
4. วัดอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง โดยจับเวลา 1 นาที
5. ทำการทดลองตามข้อ 2 ถึง 4 โดยบันทึกข้อมูลที่รอบของเครื่องยนต์ต่างๆดังนี้ 2400, 2100, 1800, 1500, 1200 และ 1000 รอบ ต่อ นาที (เลือกใช้ค่าความหนาแน่นของน้ำมันที่อุณหภูมิ 33°C , $\rho = 0.730 \text{ g/cc}$)
6. ทำการเปลี่ยนตัวแปรต่างๆและทดลองซ้ำจาก 1-5

5.2 ผลการทดลองระบบจุกะเบ็ดเดิม

5.2.1 การทดลองระบบจุกะเบ็ดเดิมที่ 10 องศา BTDC

RPM	Volt	T (N.m)	Fc (cc/min)	P (Watt)	SFC (cc/hp-hr)	BSFC (g/hp-hr)
1000	0.122	8.17	5.08	855	265	193
1200	0.127	8.63	6.01	1084	248	181
1500	0.134	9.29	6.29	1459	192	140
1800	0.146	10.45	7.21	1969	163	118
2100	0.154	11.25	7.56	2474	136	99
2400	0.169	12.68	8.03	3186	112	81

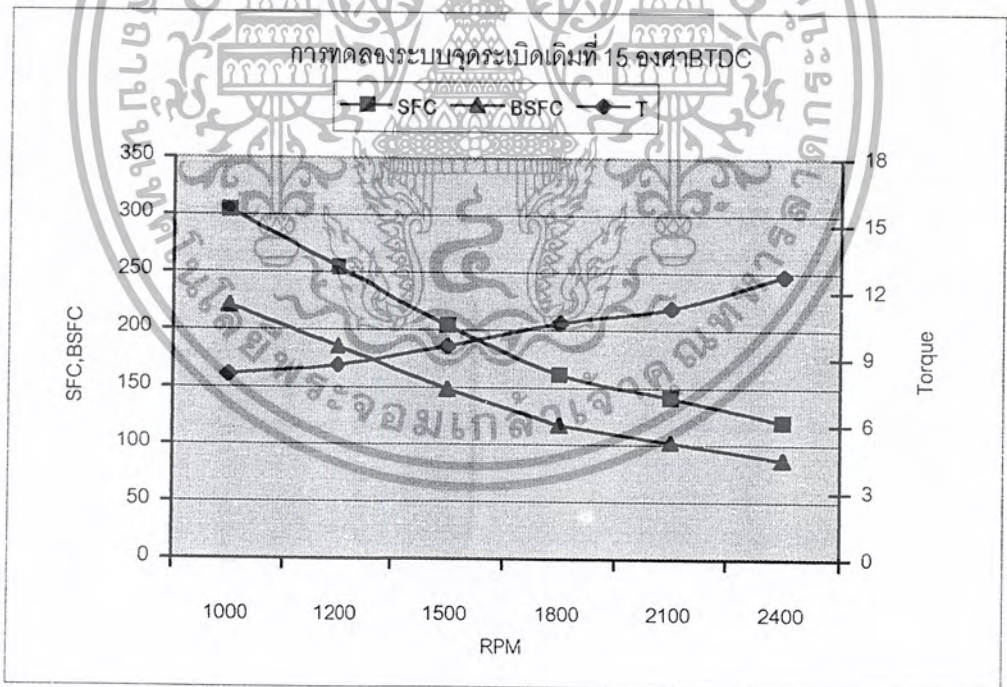


รูปที่ 5-1 แสดงผลการทดลองระบบจุกะเบ็ดเดิมที่ 10 องศา BTDC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2.2 การทดลองระบบจุดระเบิดเดิมที่ 15 องศา BTDC

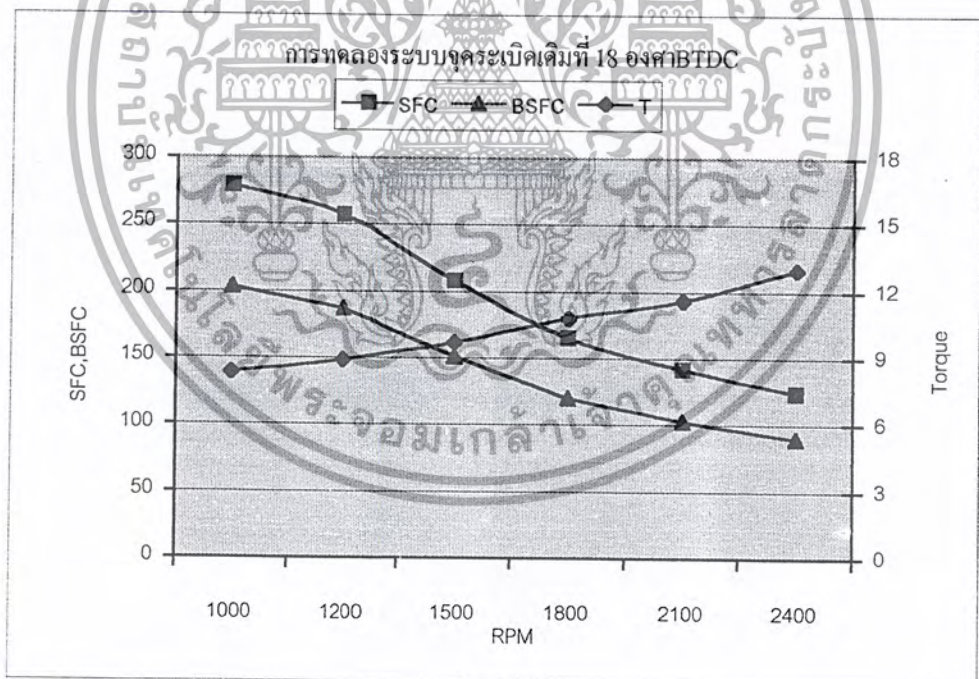
RPM	Volt	T (N.m)	Fc (cc/min)	P (Watt)	SFC (cc/hp-hr)	BSFC (g/hp-hr)
1000	0.123	8.27	5.89	866	304	221
1200	0.128	8.69	6.22	1092	254	185
1500	0.137	9.56	6.85	1501	204	148
1800	0.148	10.59	7.21	1996	161	117
2100	0.155	11.27	7.86	2478	141	102
2400	0.17	12.72	8.43	3139	120	87



รูปที่ 5-2 แสดงผลการทดลองระบบจุดระเบิดเดิมที่ 15 องศา BTDC

5.2.3 การทดลองระบบจุดระเบิดเดิมที่ 18 องศา BTDC

RPM	Volt	T (N.m)	Fc (cc/min)	P (Watt)	SFC (cc/hp-hr)	BSFC (g/hp-hr)
1000	0.124	8.35	5.46	874	279	203
1200	0.13	8.9	6.44	1118	257	187
1500	0.138	9.7	7.11	1523	208	151
1800	0.15	10.8	7.54	2035	165	120
2100	0.158	11.59	8.59	2548	142	103
2400	0.172	12.97	9.07	3259	124	90

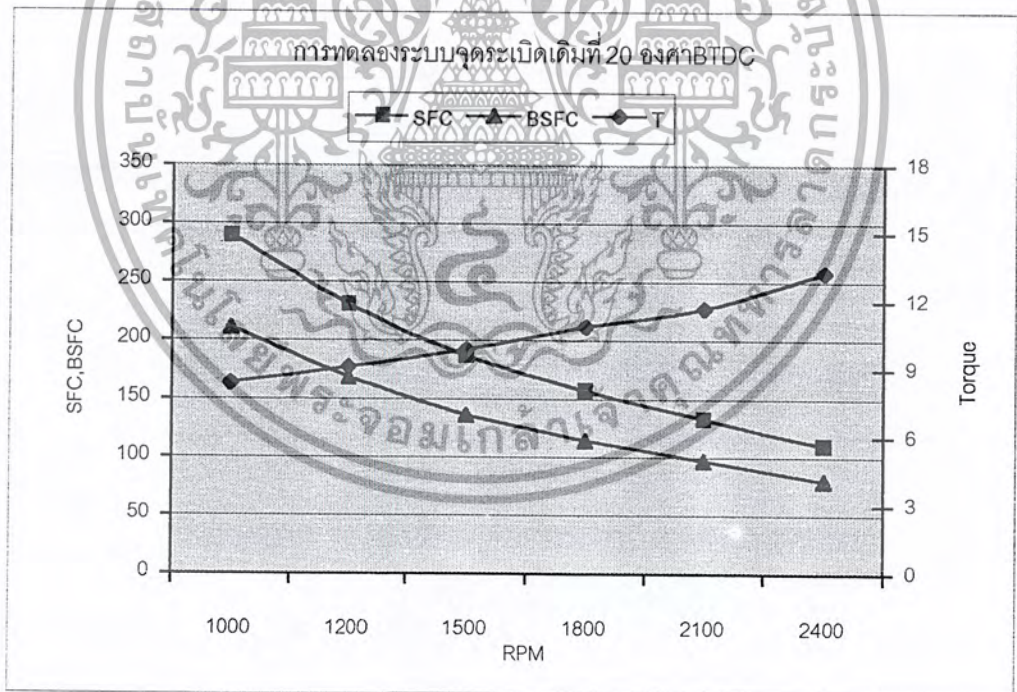


รูปที่ 5-3 แสดงผลการทดลองระบบจุดระเบิดเดิมที่ 18 องศา BTDC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2.4 การทดลองระบบจุดระเบิดเดิมที่ 20 องศา BTDC

RPM	Volt	T (N.m)	Fc (cc/min)	P (Watt)	SFC (cc/hp-hr)	BSFC (g/hp-hr)
1000	0.125	8.39	5.7	878	290	211
1200	0.132	9.1	5.92	1143	231	168
1500	0.14	9.89	6.49	1553	187	136
1800	0.151	10.9	7.24	2054	157	114
2100	0.159	11.7	7.68	2572	133	97
2400	0.175	13.27	8.23	3335	110	80



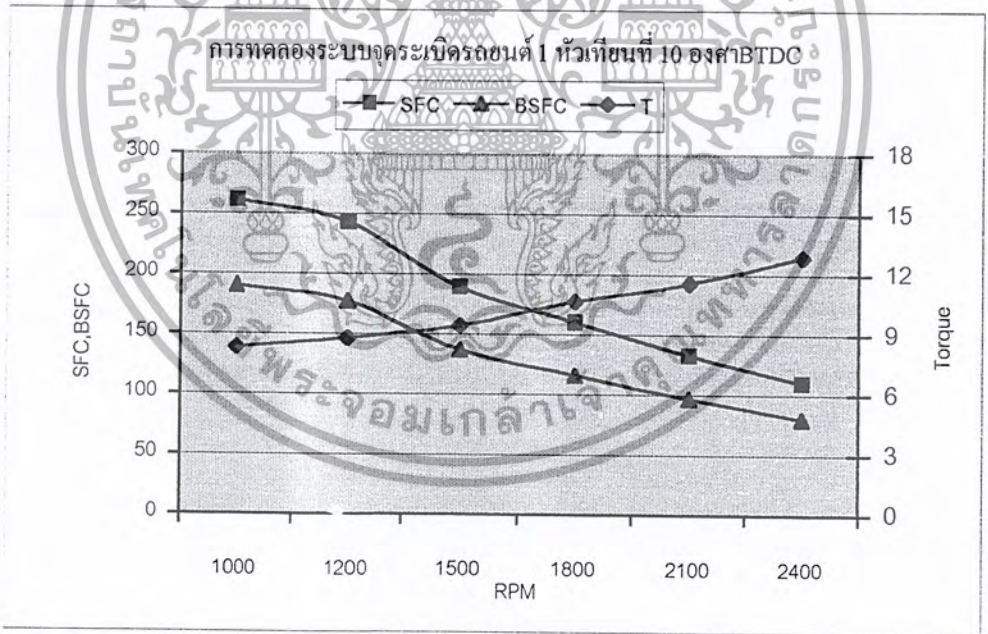
รูปที่ 5-4 แสดงผลการทดลองระบบจุดระเบิดเดิมที่ 20 องศา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 ผลการทดลองระบบจุดระเบิดรถยนต์ 1 หัวเทียน

5.3.1 การทดลองระบบจุดระเบิดรถยนต์ 1 หัวเทียนที่ 10 องศาBTDC

RPM	Volt	T (N.m)	Fc (cc/min)	P (Watt)	SFC (cc/hp-hr)	BSFC (g/hp-hr)
1000	0.124	8.32	5.56	871	261	190
1200	0.129	8.78	5.9	1103	243	177
1500	0.135	9.42	6.16	1479	189	137
1800	0.148	10.66	6.36	2544	160	116
2100	0.158	11.57	7.23	3239	133	97
2400	0.171	12.89	8.11	3186	110	80

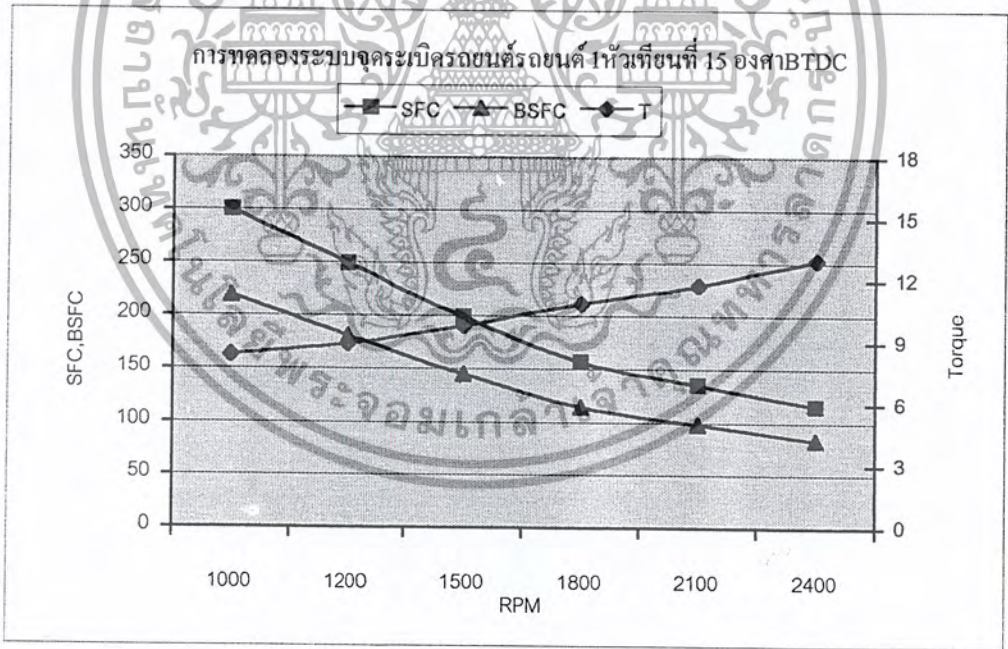


รูปที่ 5-5 แสดงผลการทดลองระบบจุดระเบิดรถยนต์ 1 หัวเทียนที่ 10 องศาBTDC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3.2 การทดลองระบบจุดระเบิดรถยนต์ 1 หัวเทียนที่ 15 องศาBTDC

RPM	Volt	T (N.m)	Fc (cc/min)	P (Watt)	SFC (cc/hp-hr)	BSFC (g/hp-hr)
1000	0.125	8.38	5.73	877	300	219
1200	0.13	8.9	5.8	1118	249	181
1500	0.139	9.8	5.98	1539	199	145
1800	0.151	10.9	6.09	2054	157	114
2100	0.16	11.77	7.1	2588	135	98
2400	0.173	13.03	7.86	3274	115	83

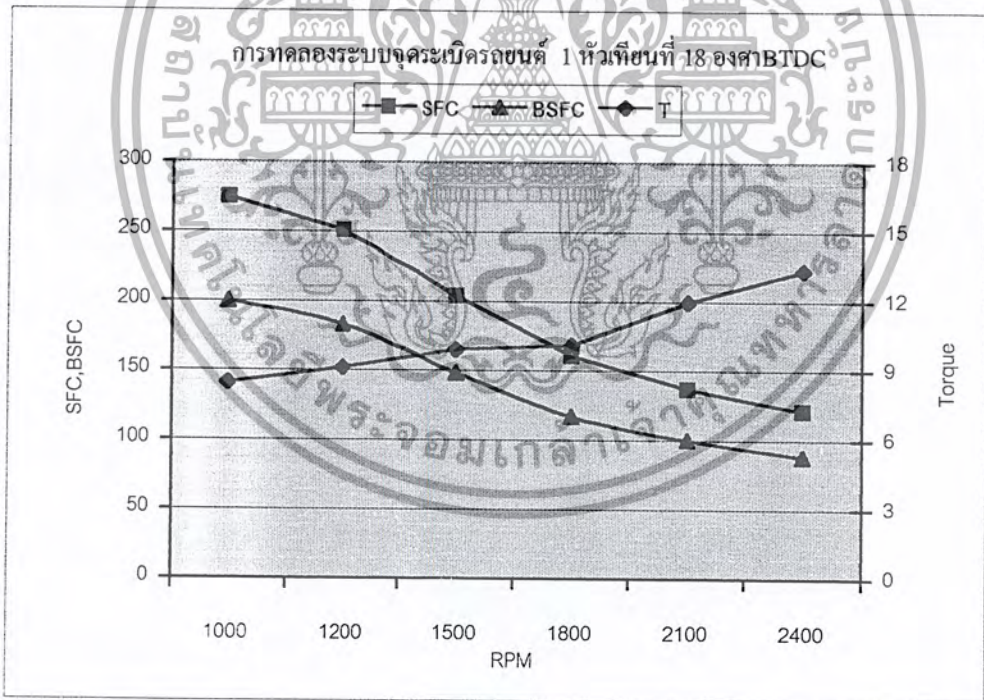


รูปที่ 5-6 แสดงผลการทดลองระบบจุดระเบิดรถยนต์ 1 หัวเทียนที่ 15 องศาBTDC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3.3 การทดลองระบบจุกะเบิดรถยนต์ 1 หัวเทียนที่ 18 องศา BTDC

RPM	Volt	T (N.m)	Fc (cc/min)	P (Watt)	SFC (cc/hp-hr)	BSFC (g/hp-hr)
1000	0.125	8.47	5.67	886	275	200
1200	0.132	9.12	5.6	1146	251	183
1500	0.14	9.89	5.92	1553	204	148
1800	0.143	10.11	5.99	2094	161	117
2100	0.162	11.98	6.86	2634	137	100
2400	0.176	13.34	7.69	3352	121	88

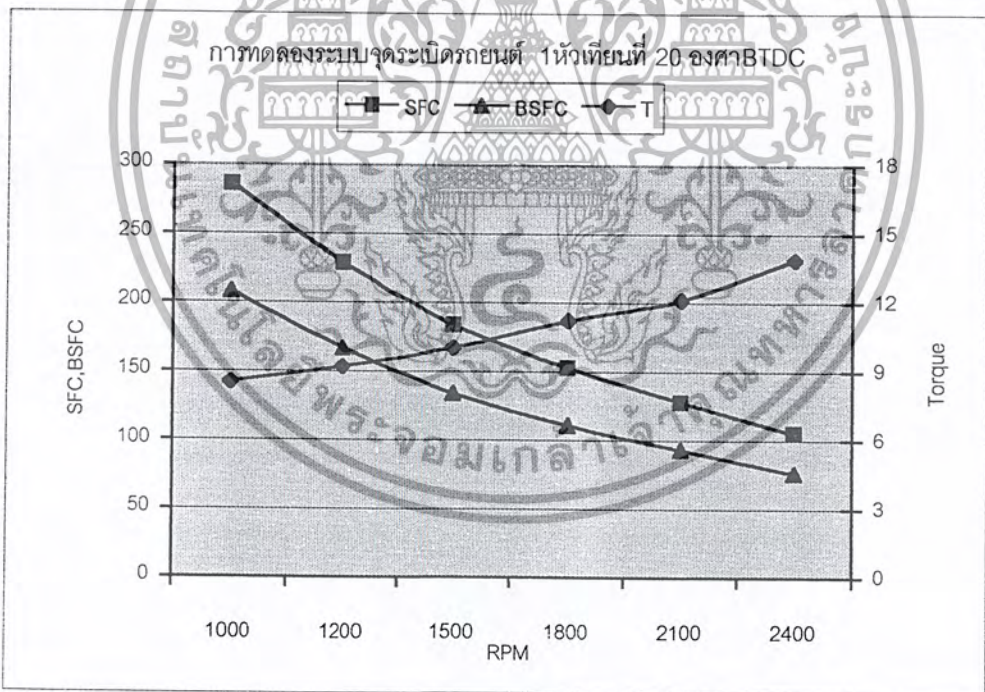


รูปที่ 5-7 แสดงผลการทดลองระบบจุกะเบิดรถยนต์ 1 หัวเทียนที่ 18 องศา BTDC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3.4 การทดลองระบบจุดระเบิดรถยนต์ 1 หัวเทียนที่ 20 องศา BTDC

RPM	Volt	T (N.m)	Fc (cc/min)	P (Watt)	SFC (cc/hp-hr)	BSFC (g/hp-hr)
1000	0.126	8.51	5.6	891	286	208
1200	0.133	9.2	5.7	1156	229	167
1500	0.142	10.03	5.8	1575	184	134
1800	0.154	11.21	6	2133	153	111
2100	0.164	12.13	6.49	2667	128	93
2400	0.182	13.89	7.36	3490	105	76



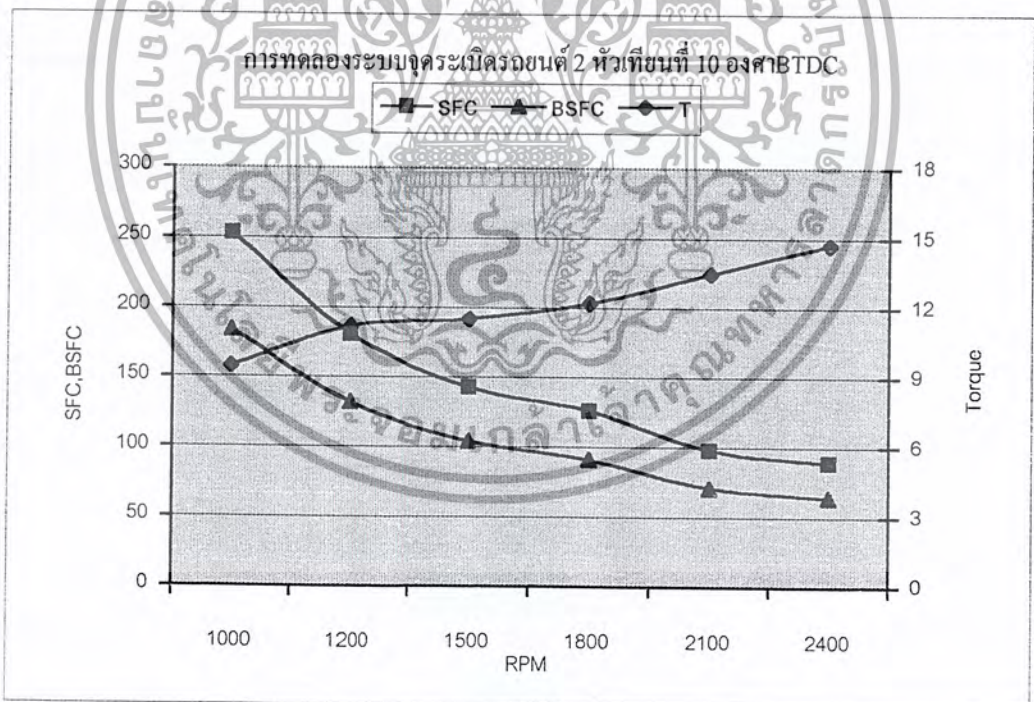
รูปที่ 5-8 แสดงผลการทดลองระบบจุดระเบิดรถยนต์ 1 หัวเทียนที่ 20 องศา BTDC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.4 ผลการทดลองระบบจุกะเบิครถยนต์ 2 หัวเทียน

5.4.1 การทดลองระบบจุกะเบิครถยนต์ 2 หัวเทียนที่ 10 องศา BTDC

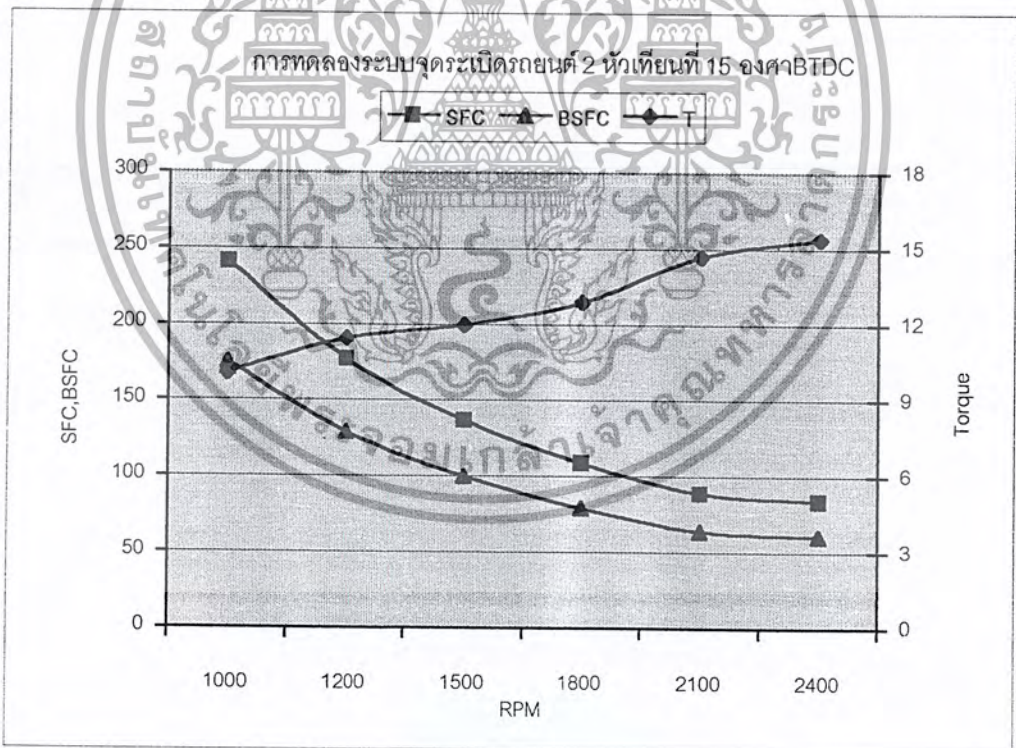
RPM	Volt	T (N.m)	Fc (cc/min)	P (Watt)	SFC (cc/hp-hr)	BSFC (g/hp-hr)
1000	0.136	9.48	5.62	992	253	184
1200	0.154	11.2	5.79	1407	181	132
1500	0.157	0.5	5.85	1806	143	104
1800	0.164	12.2	6.49	2299	126	91
2100	0.177	13.47	6.52	2962	98	71
2400	0.19	14.7	7.36	3694	89	64



รูปที่ 5-9 แสดงผลการทดลองระบบจุกะเบิครถยนต์ 2 หัวเทียนที่ 10 องศา BTDC

5.4.2 การทดลองระบบจุดระเบิดรถยนต์ 2 หัวเทียนที่ 15 องศา BTDC

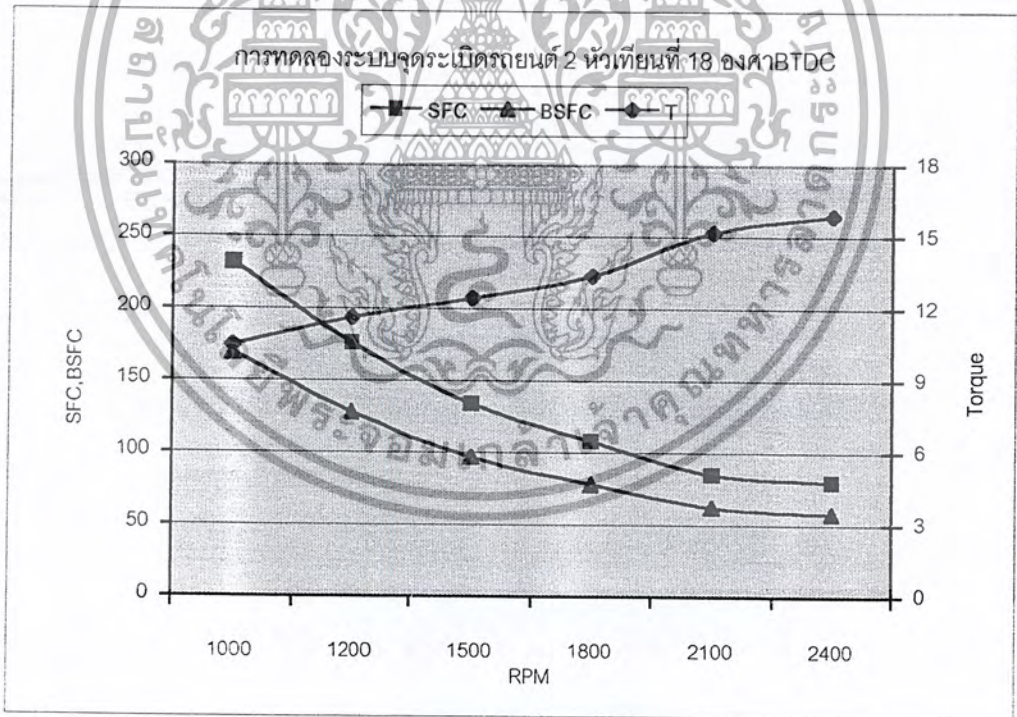
RPM	Volt	T (N.m)	Fc (cc/min)	P (Watt)	SFC (cc/hp-hr)	BSFC (g/hp-hr)
1000	0.142	10.07	5.68	1054	241	175
1200	0.156	11.45	5.7	1438	177	129
1500	0.162	11.97	5.82	1880	137	100
1800	0.171	12.88	5.9	2427	109	79
2100	0.19	14.7	6.49	3232	89	64
2400	0.198	15.4	7.29	3878	84	61



รูปที่ 5-10 แสดงผลการทดลองระบบจุดระเบิดรถยนต์ 2 หัวเทียนที่ 15 องศา BTDC

5.4.3 การทดลองระบบจุดระเบิดรถยนต์ 2 หัวเทียนที่ 18 องศา BTDC

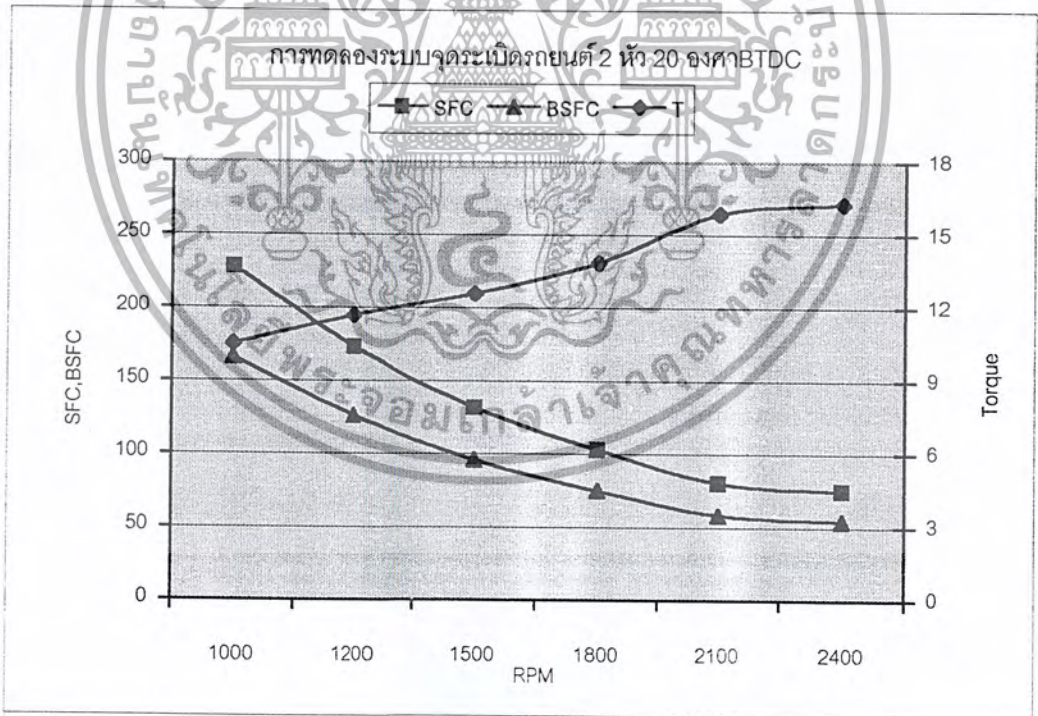
RPM	Volt	T (N.m)	Fc (cc/min)	P (Watt)	SFC (cc/hp-hr)	BSFC (g/hp-hr)
1000	0.146	10.47	5.7	1096	232	169
1200	0.158	11.63	5.7	1461	176	128
1500	0.167	12.44	5.86	1954	134	97
1800	0.176	13.37	6.09	2520	108	78
2100	0.195	15.2	6.42	3342	85	62
2400	0.2	15.9	7.2	3996	80	58



รูปที่ 5-11 แสดงผลการทดลองระบบจุดระเบิดรถยนต์ 2 หัวเทียนที่ 18 องศา BTDC

5.4.4 การทดลองระบบจุดระเบิดรถยนต์ 2 หัวเทียนที่ 20 องศา BTDC

RPM	Volt	T (N.m)	Fc (cc/min)	P (Watt)	SFC (cc/hp-hr)	BSFC (g/hp-hr)
1000	0.147	10.52	5.62	1101	228	166
1200	0.159	11.7	5.69	1470	173	126
1500	0.168	12.59	5.87	1977	132	96
1800	0.182	13.87	6.07	2614	103	75
2100	0.203	15.89	6.3	3494	80	58
2400	0.207	16.3	6.39	4096	75	54

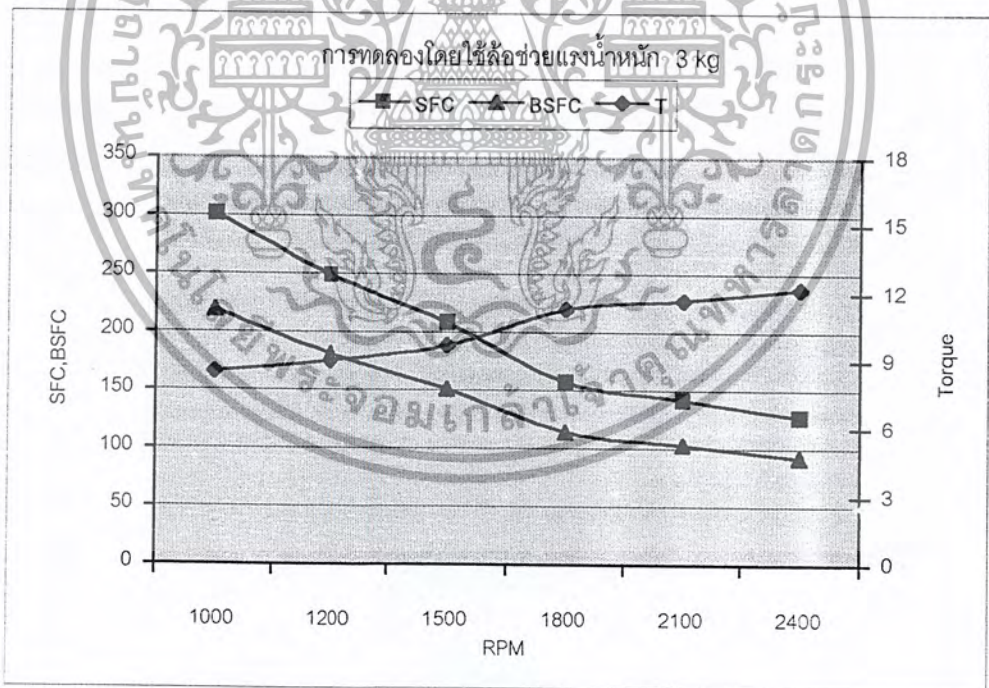


รูปที่ 5-12 แสดงผลการทดลองระบบจุดระเบิดรถยนต์ 2 หัวเทียนที่ 20 องศา BTDC

5.5 ผลการทดลองเมื่อเปลี่ยนแปลงน้ำหนักล้อยช่วยแรง

5.5.1 การทดลองโดยใช้ล้อยช่วยแรงน้ำหนัก 3 kg

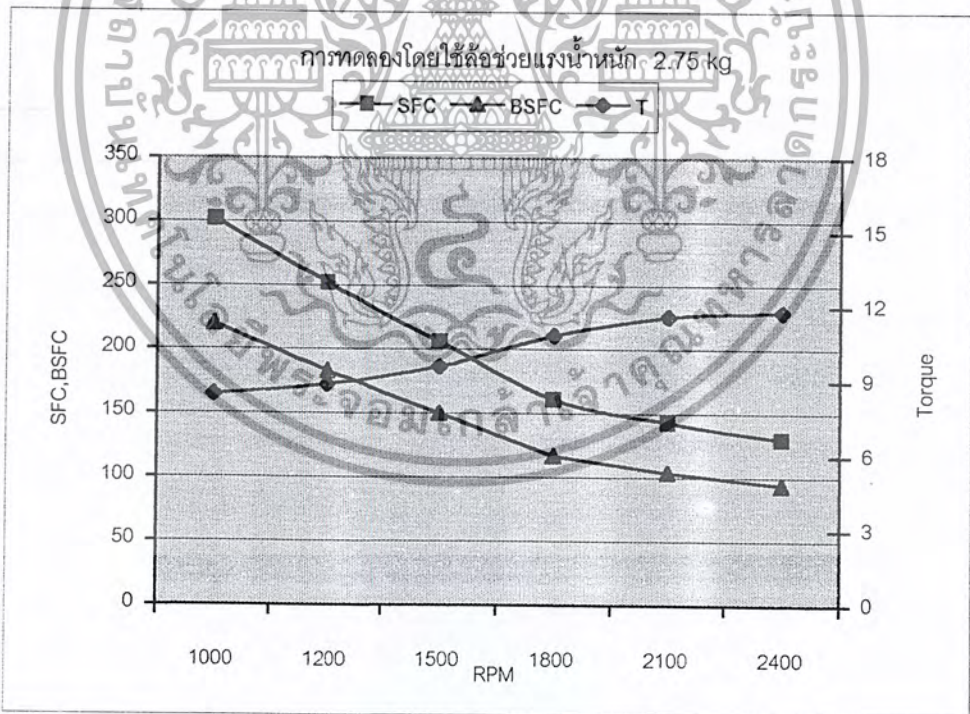
RPM	Volt	T (N.m)	Fc (cc/min)	P (Watt)	SFC (cc/hp-hr)	BSFC (g/hp-hr)
1000	0.126	8.52	6.01	892	301	219
1200	0.131	9	6.3	1130	249	181
1500	0.138	9.7	7.1	1523	208	151
1800	0.155	11.3	7.9	2129	157	114
2100	0.159	11.7	8.2	2572	142	103
2400	0.164	12.2	8.7	3066	127	92



รูปที่ 5-13 แสดงผลการทดลอง โดยใช้ล้อยช่วยแรงน้ำหนัก 3 kg

5.5.2 การทดลองโดยใช้ล้อช่วยแรงน้ำหนัก 2.75 kg

RPM	Volt	T (N.m)	Fc (cc/min)	P (Watt)	SFC (cc/hp-hr)	BSFC (g/hp-hr)
1000	0.125	8.26	5.98	885	302	220
1200	0.13	8.87	6.28	1114	252	183
1500	0.137	9.6	6.95	1507	206	150
1800	0.15	10.86	7.4	2047	161	117
2100	0.158	11.6	8.15	2250	143	104
2400	0.16	11.8	8.69	2965	130	94

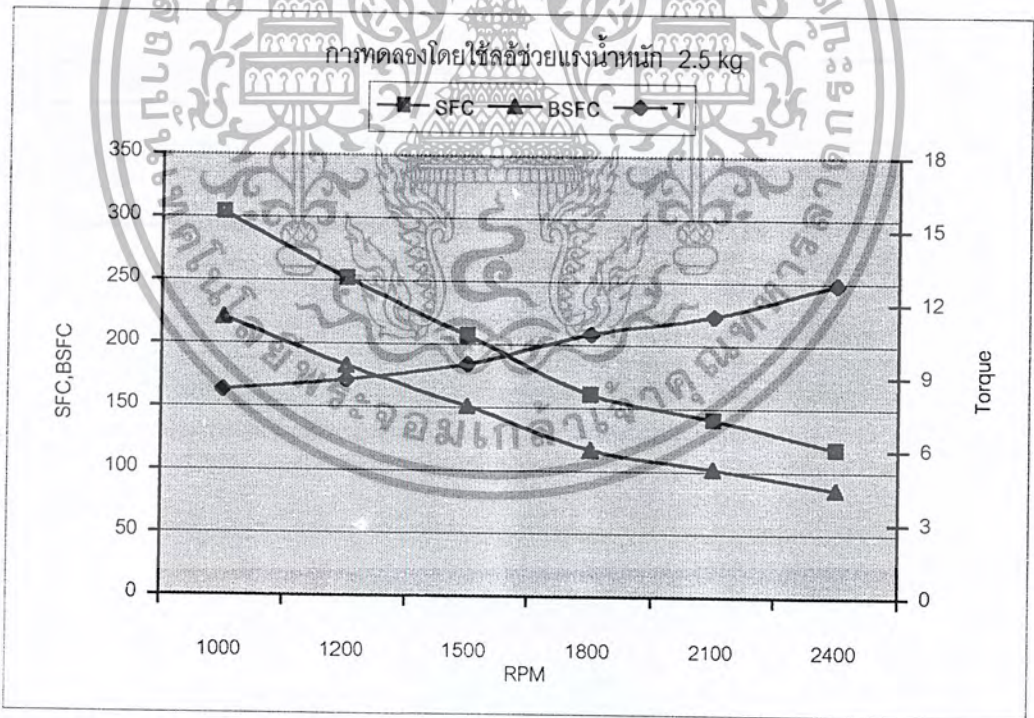


รูปที่ 5-14 แสดงผลการทดลอง โดยใช้ล้อช่วยแรงน้ำหนัก 2.75 kg

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.5.3 การทดลองโดยใช้ล้อช่วยแรงน้ำหนัก 2.5 kg

RPM	Voit	T (N.m)	Fc (cc/min)	P (Watt)	SFC (cc/hp-hr)	BSFC (g/hp-hr)
1000	0.125	8.38	5.97	877	304	221
1200	0.129	8.88	6.24	1105	252	183
1500	0.136	9.48	6.9	1489	207	151
1800	0.149	10.75	7.3	2026	161	117
2100	0.157	11.49	8.01	2526	141	102
2400	0.17	12.8	8.52	3216	118	86

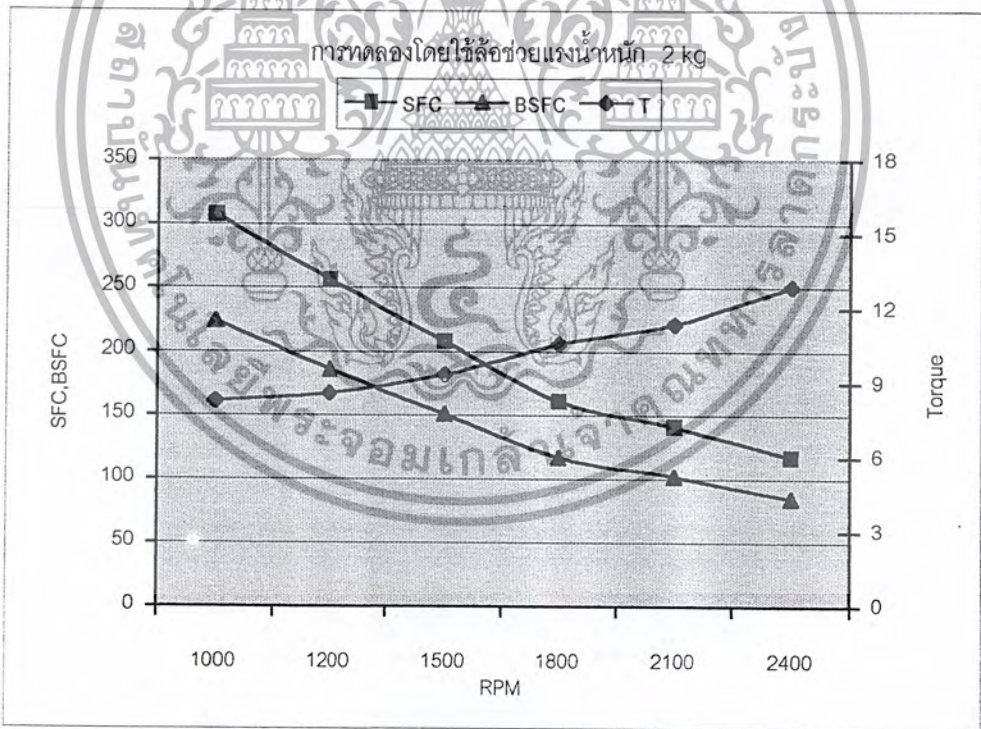


รูปที่ 5-15 แสดงผลการทดลองโดยใช้ล้อช่วยแรงน้ำหนัก 2.5 kg

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.5.4 การทดลองโดยใช้ล้อช่วยแรงน้ำหนัก 2 kg

RPM	Volt	T (N.m)	Fc (cc/min)	P (Watt)	SFC (cc/hp-hr)	BSFC (g/hp-hr)
1000	0.124	8.29	5.93	862	307	224
1200	0.127	8.6	6.2	1080	256	186
1500	0.135	9.36	6.85	1470	208	151
1800	0.148	10.6	7.23	1998	161	117
2100	0.156	11.47	7.9	2506	141	102
2400	0.172	12.9	8.5	3242	117	85



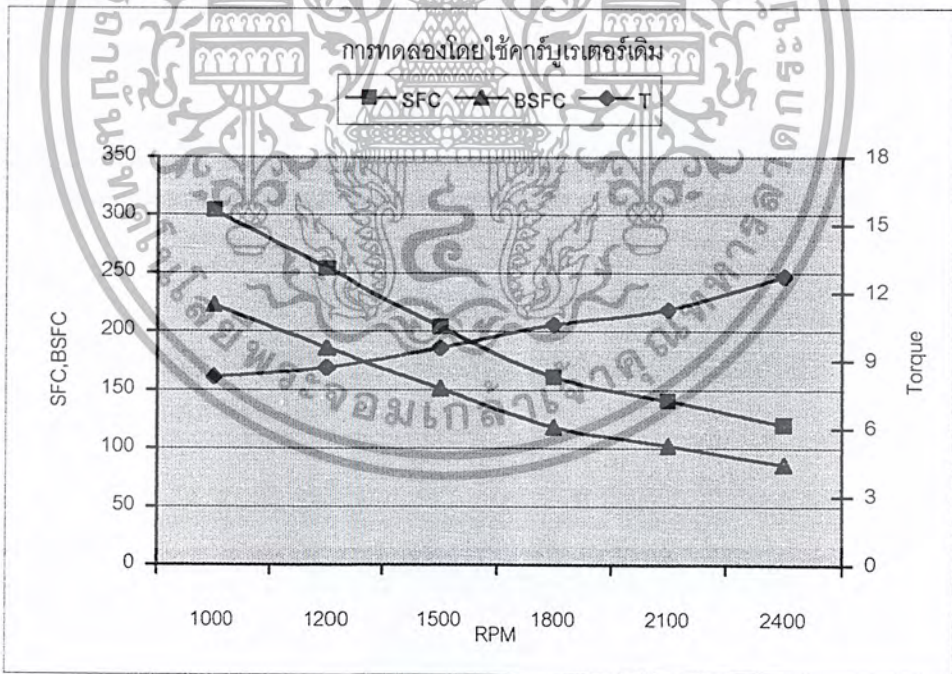
รูปที่ 5-16 แสดงผลการทดลอง โดยใช้ล้อช่วยแรงน้ำหนัก 2 kg

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.6 ผลการทดลองเมื่อเปลี่ยนคาร์บูเรเตอร์

5.6.1 การทดลองโดยใช้คาร์บูเรเตอร์เดิม

RPM	Volt	T (N.m)	Fc (cc/min)	P (Watt)	SFC (cc/hp-hr)	BSFC (g/hp-hr)
1000	0.123	8.27	5.89	866	304	223
1200	0.128	8.69	6.22	1092	254	186
1500	0.137	9.56	6.85	1501	204	151
1800	0.148	10.59	7.21	1996	161	118
2100	0.155	11.27	7.86	2478	141	102
2400	0.17	12.72	8.43	3139	120	86

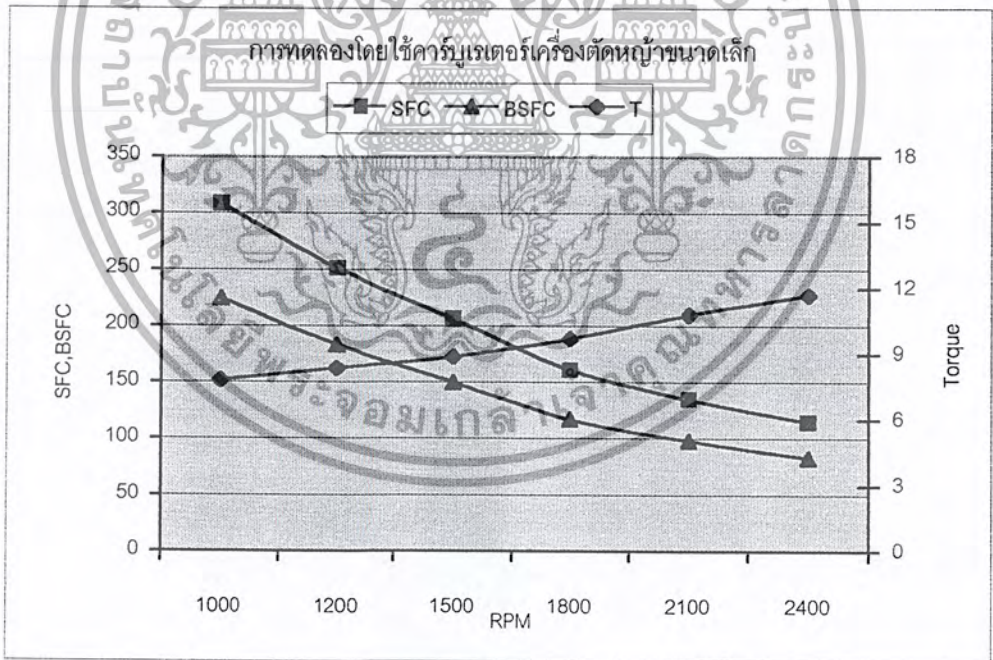


รูปที่ 5-17 แสดงผลการทดลอง โดยใช้คาร์บูเรเตอร์เดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.6.2 การทดลองโดยใช้คาร์บูเรเตอร์เครื่องตัดหญ้าขนาดเล็ก

RPM	Volt	T (N.m)	Fc (cc/min)	P (Watt)	SFC (cc/hp-hr)	BSFC (g/hp-hr)
1000	0.119	7.8	5.62	816	308	224
1200	0.124	8.34	5.89	1048	251	183
1500	0.13	8.87	6.42	1393	206	150
1800	0.138	9.7	6.74	1860	161	117
2100	0.15	10.8	7.2	2375	135	98
2400	0.159	11.7	7.6	2940	115	83

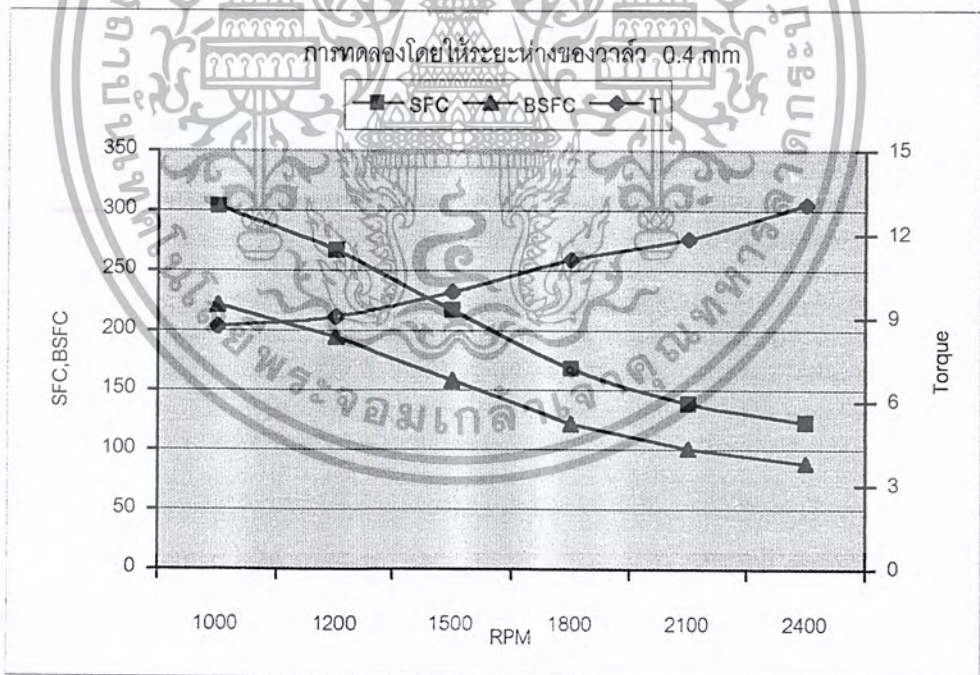


รูปที่ 5-18 แสดงผลการทดลองโดยใช้คาร์บูเรเตอร์เครื่องตัดหญ้าขนาดเล็ก

5.7 ผลการทดลองเมื่อเปลี่ยนแปลงระยะห่างของวาล์ว

5.7.1 การทดลองโดยให้ระยะห่างของวาล์ว 0.4 mm

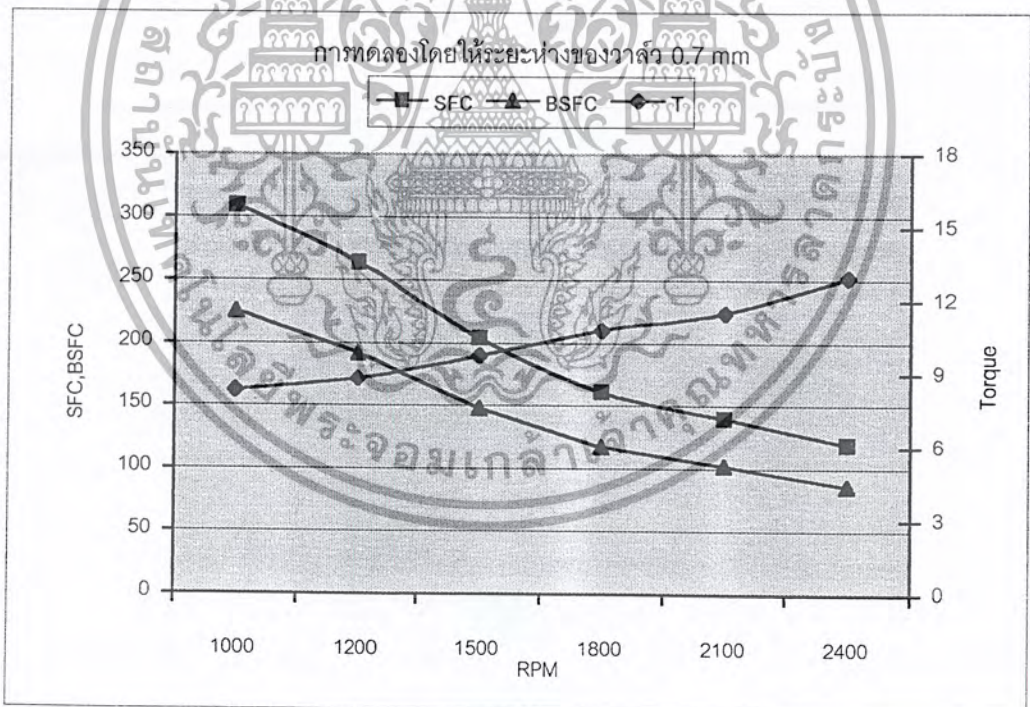
RPM	Volt	T (N.m)	Fc (cc/min)	P (Watt)	SFC (cc/hp-hr)	BSFC (g/hp-hr)
1000	0.128	8.71	6.21	912	304	221
1200	0.132	9.05	6.79	1137	267	194
1500	0.141	9.94	7.58	1561	217	158
1800	0.153	11.11	7.87	2094	168	122
2100	0.161	11.85	8.14	2605	139	101
2400	0.173	13.01	9.05	3284	123	89



รูปที่ 5-19 แสดงผลการทดลองโดยให้ระยะห่างของวาล์ว 0.4 mm

5.7.2 การทดลองโดยให้ระยะห่างของวาล์ว 0.7 mm

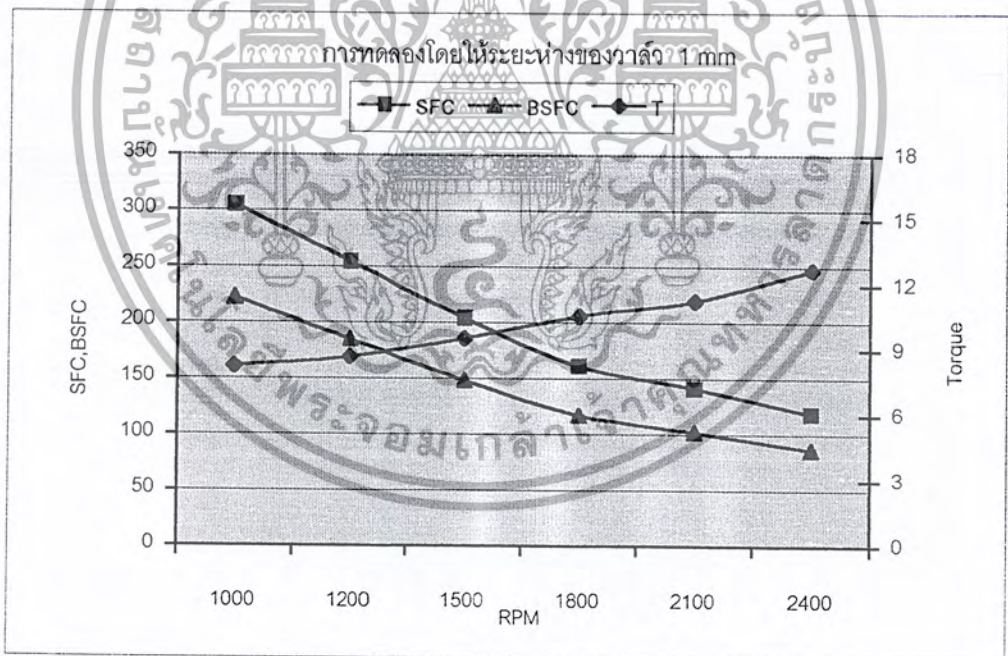
RPM	Volt	T (N.m)	Fc (cc/min)	P (Watt)	SFC (cc/hp-hr)	BSFC (g/hp-hr)
1000	0.124	8.34	6.03	873	309	225
1200	0.129	8.82	6.55	1108	264	192
1500	0.139	9.76	7.11	1553	204	148
1800	0.15	10.8	7.34	2035	161	117
2100	0.157	11.51	7.92	2531	140	102
2400	0.172	12.96	8.71	3257	119	86



รูปที่ 5-20 แสดงผลการทดลองโดยให้ระยะห่างของวาล์ว 0.7 mm

5.7.3 การทดลองโดยให้ระยะห่างของวาล์ว 1 mm

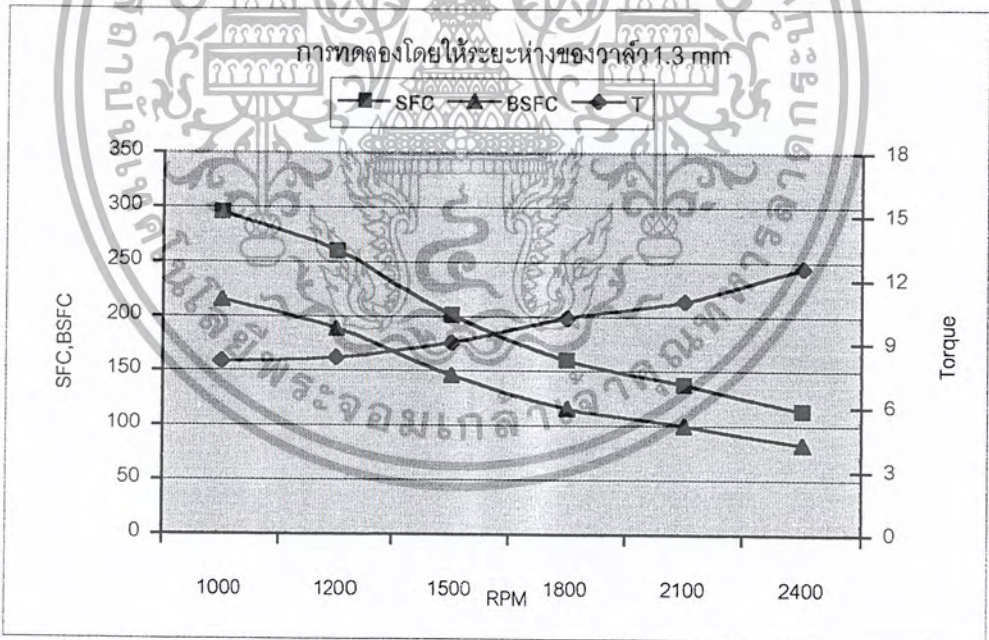
RPM	Volt	T (N.m)	Fc (cc/min)	P (Watt)	SFC (cc/hp-hr)	BSFC (g/hp-hr)
1000	0.123	8.26	5.89	864	305	222
1200	0.128	8.69	6.22	1092	254	185
1500	0.137	9.56	6.85	1501	204	148
1800	0.148	10.59	7.21	1996	161	117
2100	0.155	11.27	7.86	2478	141	102
2400	0.17	12.72	8.84	3196	118	86



รูปที่ 5-21 แสดงผลการทดลองโดยให้ระยะห่างของวาล์ว 1 mm

5.7.4 การทดลองโดยให้ระยะห่างของวาล์ว 1.3 mm

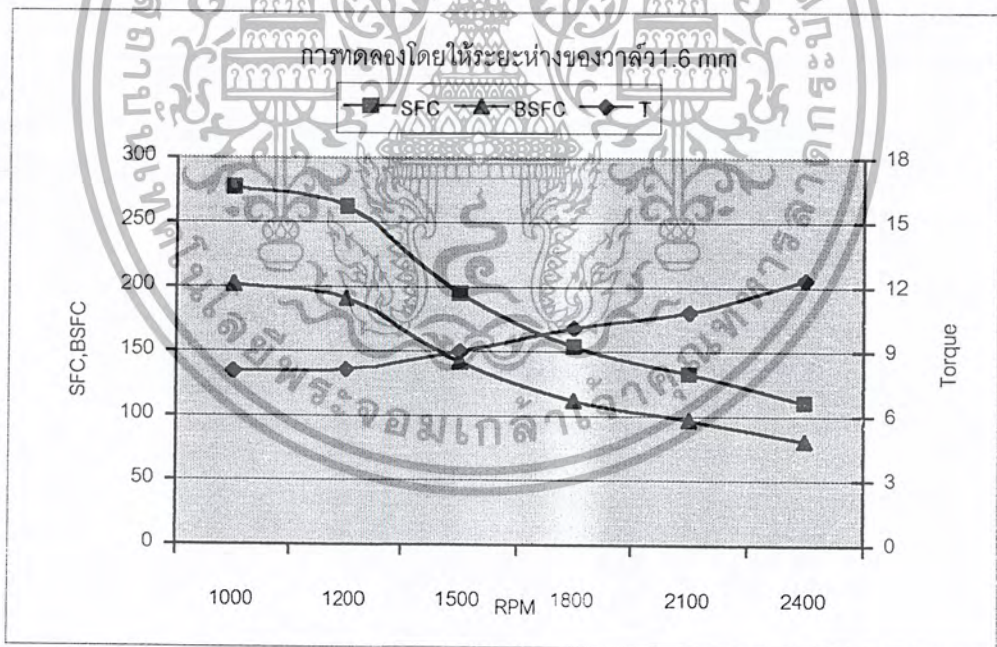
RPM	Volt	T (N.m)	Fc (cc/min)	P (Watt)	SFC (cc/hp-hr)	BSFC (g/hp-hr)
1000	0.122	8.17	5.64	855	295	215
1200	0.124	8.34	6.11	1048	260	189
1500	0.132	9.05	6.39	1421	201	146
1800	0.144	10.23	6.93	1928	160	116
2100	0.152	11.01	7.49	2421	138	100
2400	0.168	12.59	8.08	3164	114	83



รูปที่ 5-22 แสดงผลการทดลองโดยให้ระยะห่างของวาล์ว 1.3 mm

5.7.5 การทดลองโดยให้ระยะห่างของวาล์ว 1.6 mm

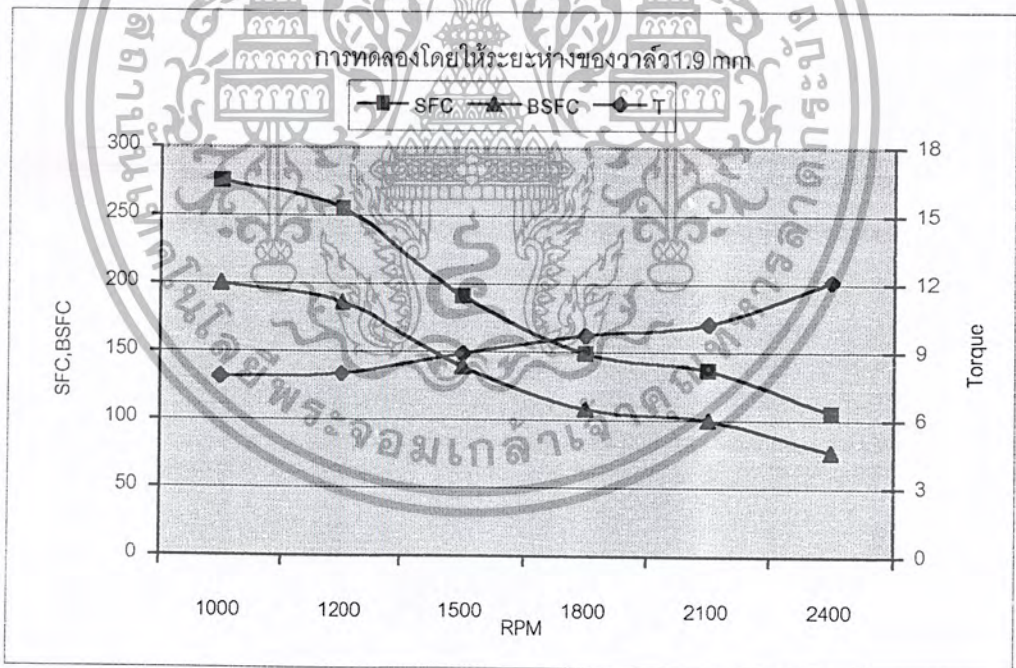
RPM	Volt	T (N.m)	Fc (cc/min)	P (Watt)	SFC (cc/hp-hr)	BSFC (g/hp-hr)
1000	0.121	8.08	5.25	846	277	202
1200	0.122	8.15	6	1024	262	191
1500	0.131	9.01	6.18	1415	195	142
1800	0.143	10.11	6.59	1905	154	112
2100	0.15	10.84	7.12	2383	133	97
2400	0.161	12.35	7.76	3103	111	81



รูปที่ 5-23 แสดงผลการทดลองโดยให้ระยะห่างของวาล์ว 1.6 mm

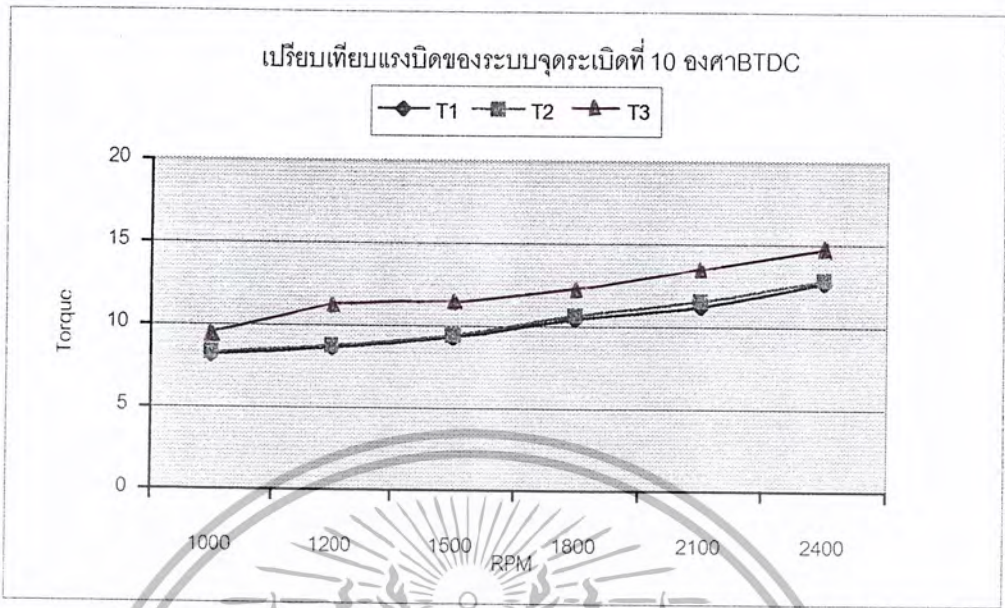
5.7.6 การทดลองโดยให้ระยะห่างของวาล์ว 1.9 mm

RPM	Volt	T (N.m)	Fc (cc/min)	P (Watt)	SFC (cc/hp-hr)	BSFC (g/hp-hr)
1000	0.119	7.88	5.08	825	275	200
1200	0.12	8.02	5.74	1007	255	186
1500	0.13	8.91	5.99	1399	191	139
1800	0.139	9.74	6.14	1835	149	108
2100	0.144	10.24	6.93	2251	137	100
2400	0.163	12.12	7.22	3046	106	77

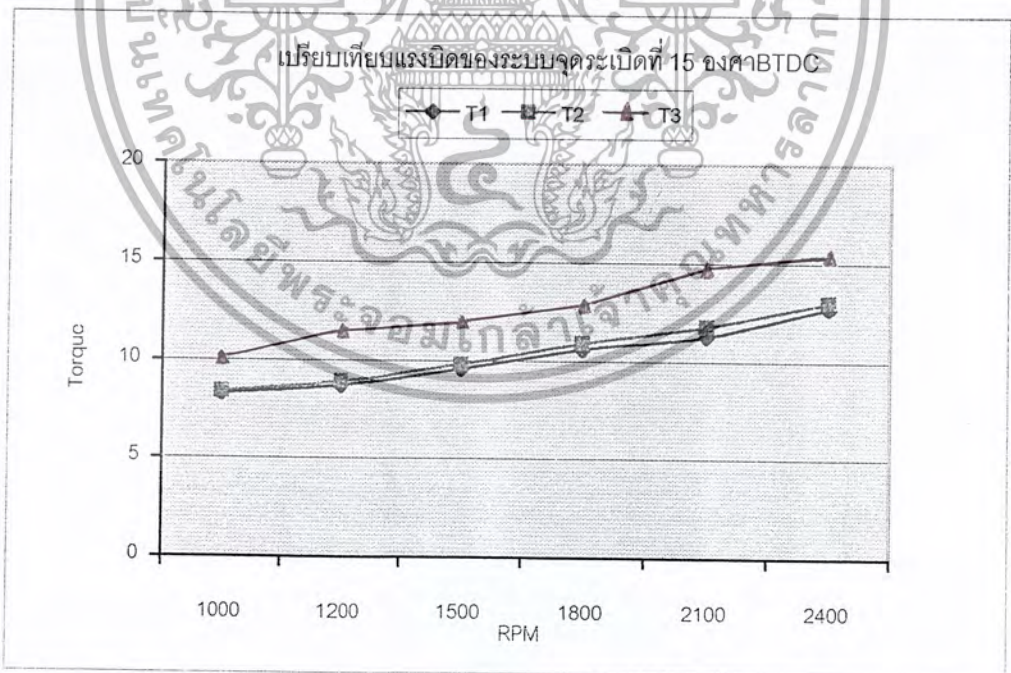


รูปที่ 5-24 แสดงผลการทดลองโดยให้ระยะห่างของวาล์ว 1.9 mm

5.8 การเปรียบเทียบผลการทดลองในแต่ละระบบต่างๆ

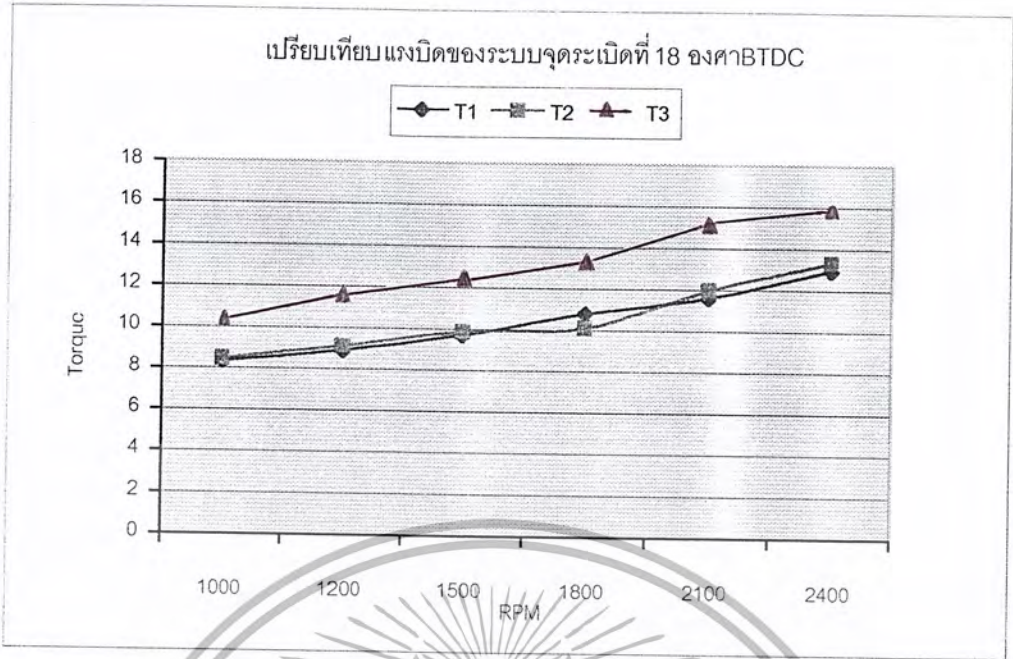


รูป 5-25 แสดงการเปรียบเทียบแรงบิดของระบบจุดระเบิดที่ 10 องศา BTDC (เมื่อ T1 = แรงบิดของระบบจุดระเบิดเดิม , T2 = แรงบิดของระบบจุดระเบิดรถยนต์ 1 หัวเทียน , T3 = แรงบิดของระบบจุดระเบิดรถยนต์ 2 หัวเทียน)

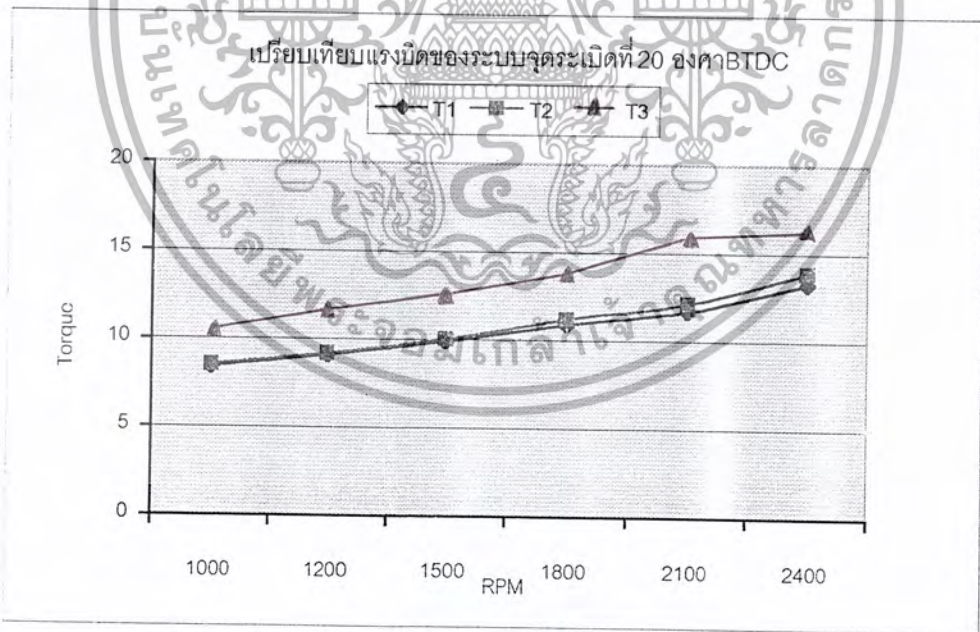


รูป 5-26 แสดงการเปรียบเทียบแรงบิดของระบบจุดระเบิดที่ 15 องศา BTDC (เมื่อ T1 = แรงบิดของระบบจุดระเบิดเดิม , T2 = แรงบิดของระบบจุดระเบิดรถยนต์ 1 หัวเทียน , T3 = แรงบิดของระบบจุดระเบิดรถยนต์ 2 หัวเทียน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

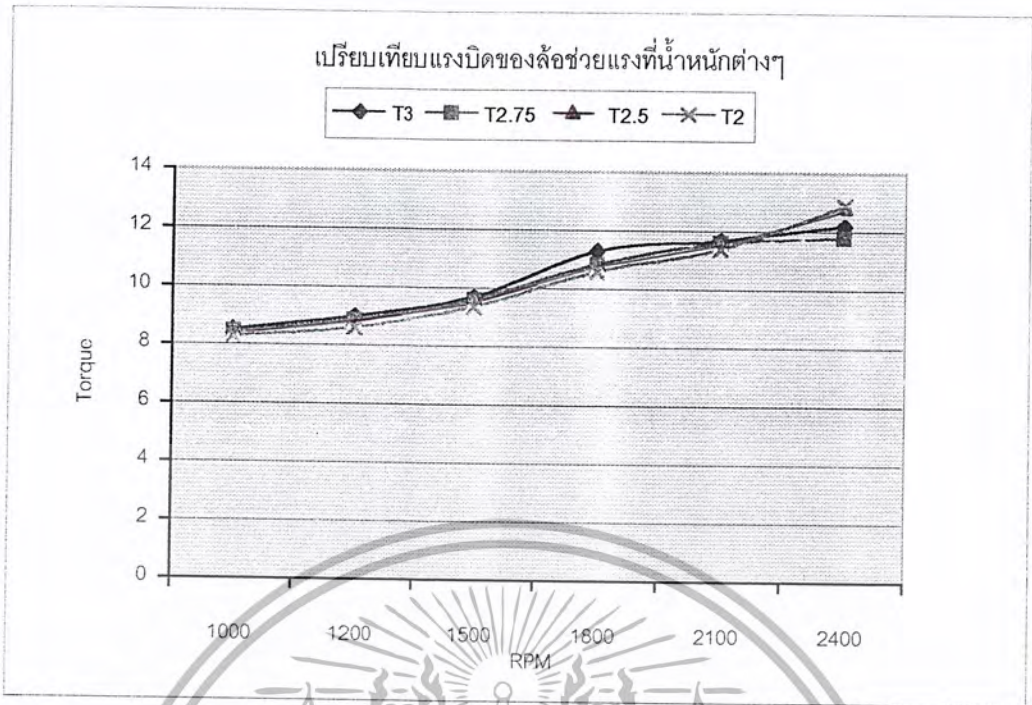


รูป 5-27 แสดงการเปรียบเทียบแรงบิดของระบบจตุระเบ็ดที่ 18 องศา BTDC (เมื่อ T1 = แรงบิดของระบบจตุระเบ็ดเดิม , T2 = แรงบิดของระบบจตุระเบ็ดครยนต์ 1 หัวเทียน , T3 = แรงบิดของระบบจตุระเบ็ดครยนต์ 2 หัวเทียน)

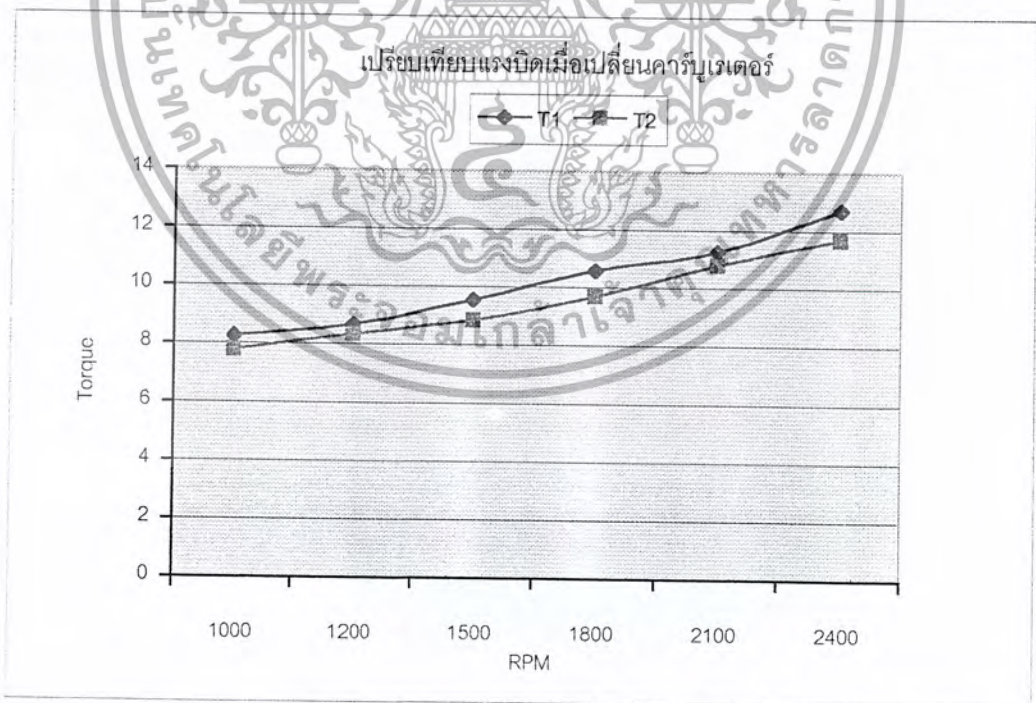


รูป 5-28 แสดงการเปรียบเทียบแรงบิดของระบบจตุระเบ็ดที่ 20 องศา BTDC (เมื่อ T1 = แรงบิดของระบบจตุระเบ็ดเดิม , T2 = แรงบิดของระบบจตุระเบ็ดครยนต์ 1 หัวเทียน , T3 = แรงบิดของระบบจตุระเบ็ดครยนต์ 2 หัวเทียน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

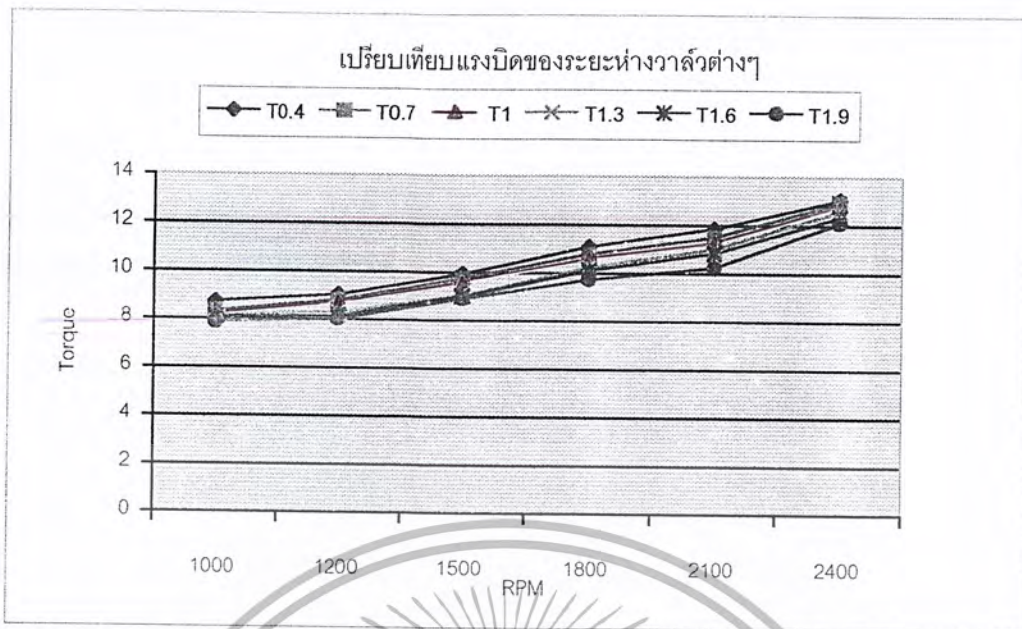


รูป 5-29 แสดงการเปรียบเทียบแรงบิดของล้อช่วยแรงที่มีน้ำหนักต่างกัน (เมื่อ T3 = แรงบิดของล้อช่วยแรงน้ำหนัก 3 kg , T2.75 = แรงบิดของล้อช่วยแรงน้ำหนัก 2.75 kg , T2.5 = แรงบิดของล้อช่วยแรงน้ำหนัก 2.5kg , T2 = แรงบิดของล้อช่วยแรงน้ำหนัก 2 kg)

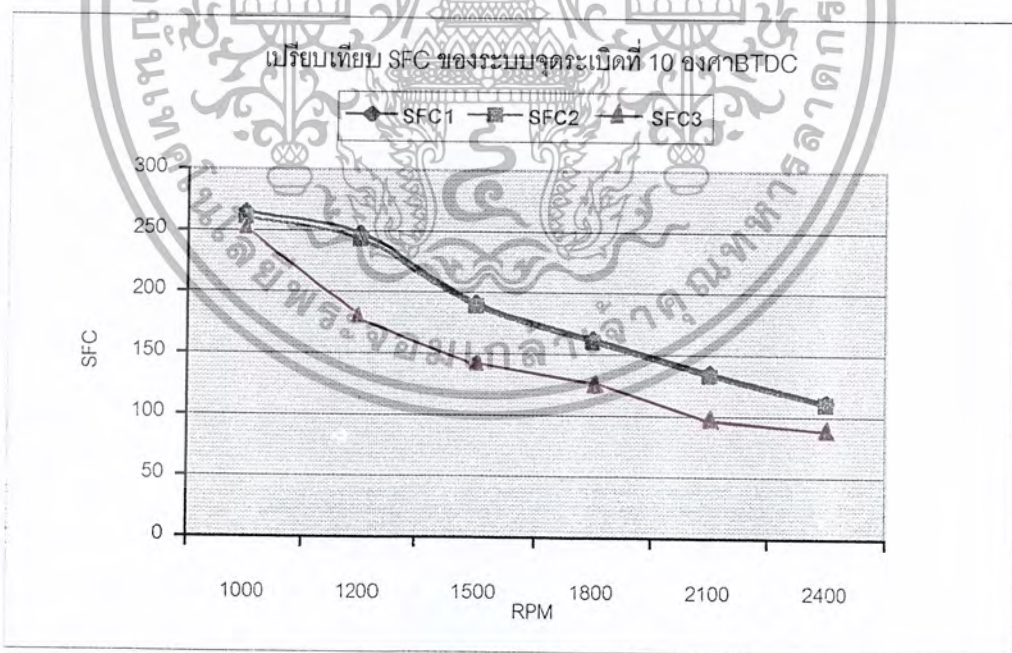


รูป 5-30 แสดงการเปรียบเทียบแรงบิดเมื่อคาร์บูเรเตอร์ (เมื่อ T1 = แรงบิดของคาร์บูเรเตอร์เดิม , T2 = แรงบิดของคาร์บูเรเตอร์เครื่องตัดหญ้าขนาดเล็ก)

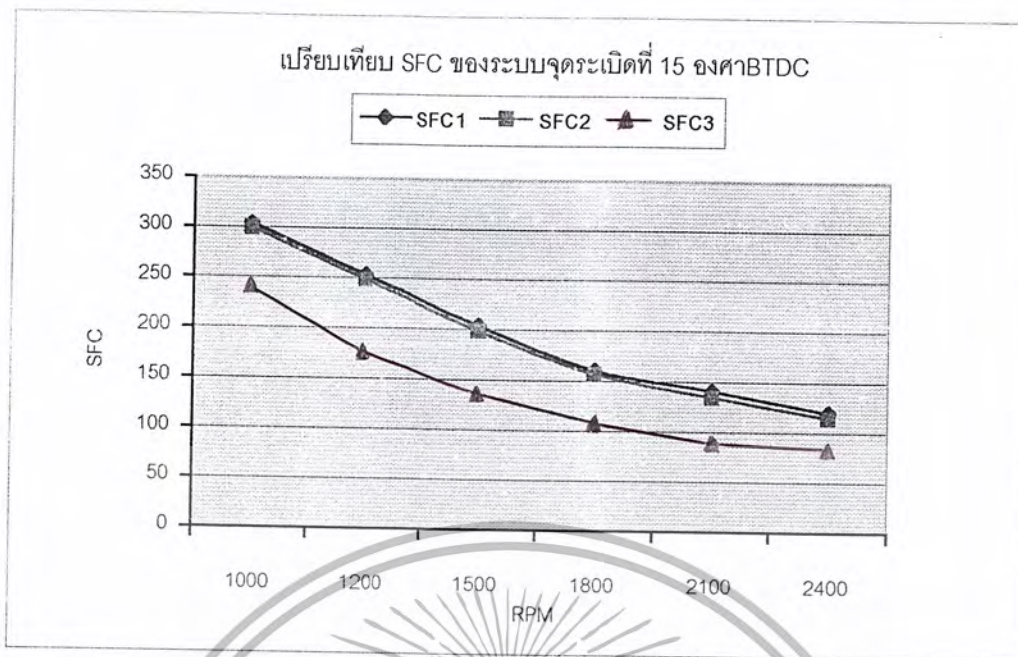
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



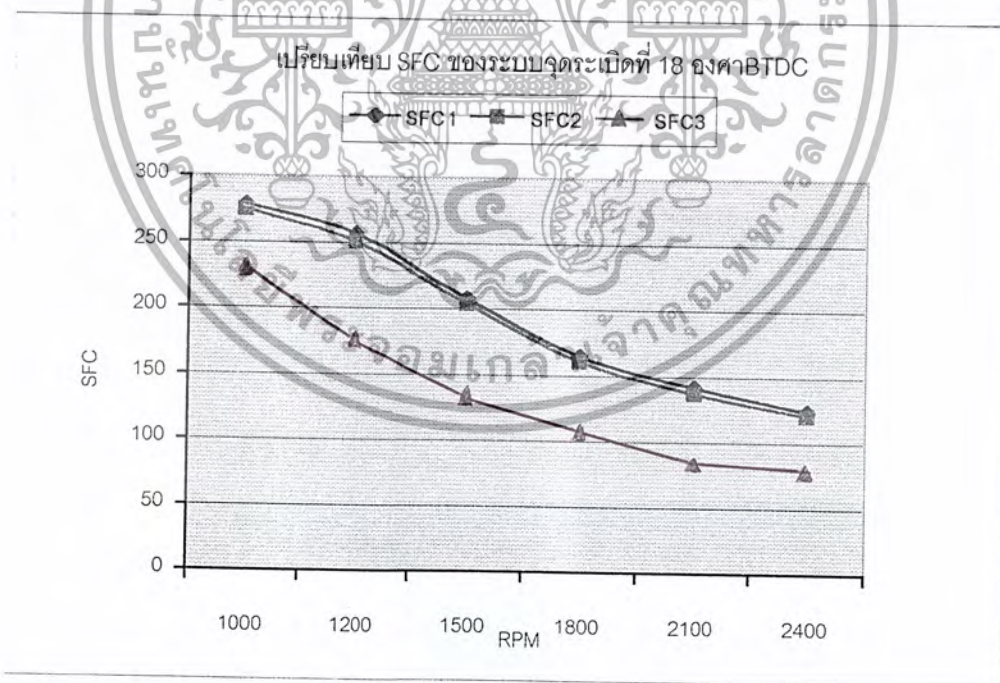
รูปที่ 5-31 แสดงการเปรียบเทียบแรงบิดของระยะห่างวาล์วต่างๆ(เมื่อ T0.4 = แรงบิดที่ระยะห่างของวาล์ว 0.4 mm , T0.7 = แรงบิดที่ระยะห่างของวาล์ว 0.7 mm , T1 = แรงบิดที่ระยะห่างของวาล์ว 1 mm , T1.3 = แรงบิดที่ระยะห่างของวาล์ว 1.3 mm , T1.6 = แรงบิดที่ระยะห่างของวาล์ว 1.6 mm , T1.9 = แรงบิดที่ระยะห่างของวาล์ว 1.9 mm)



รูป 5-32 แสดงการเปรียบเทียบ SFC ของระบบจุดระเบิดที่ 10 องศา BTDC(เมื่อ SFC1 = SFC ของระบบจุดระเบิดเดิม , SFC2 = SFC ของระบบจุดระเบิดรถยนต์ 1 หัวเทียน , SFC3 = SFC ของระบบจุดระเบิดรถยนต์ 2 หัวเทียน)

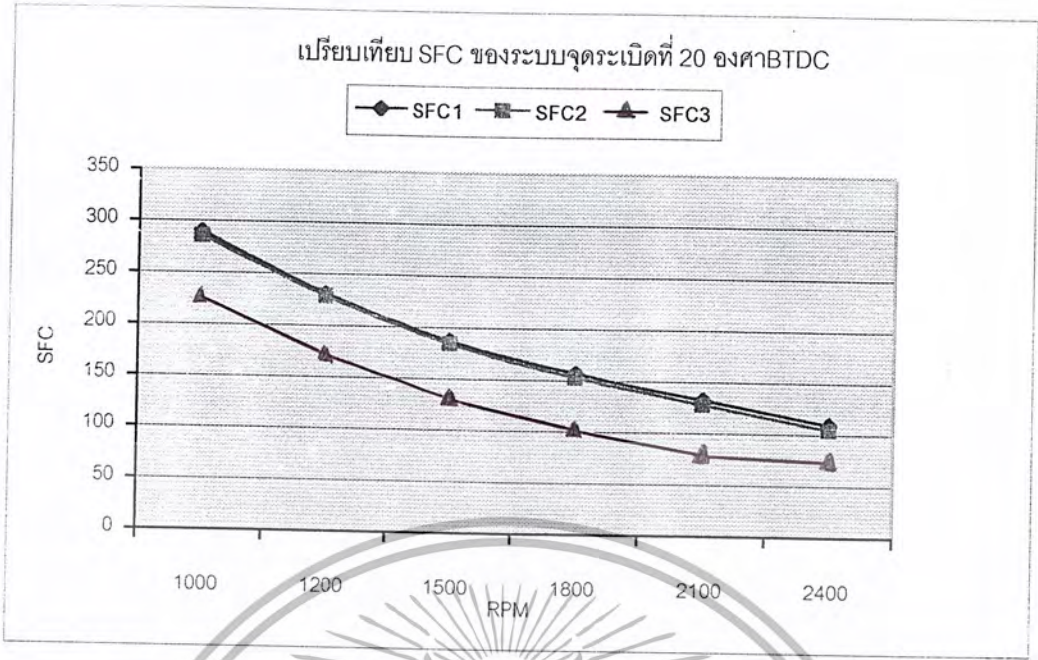


รูป 5-33 แสดงการเปรียบเทียบ SFC ของระบบจุดระเบิดที่ 15 องศา BTDC (เมื่อ SFC1 = SFC ของระบบจุดระเบิดเต็ม, SFC2 = SFC ของระบบจุดระเบิดรถยนต์ 1 หัวเทียน, SFC3 = SFC ของระบบจุดระเบิดรถยนต์ 2 หัวเทียน)

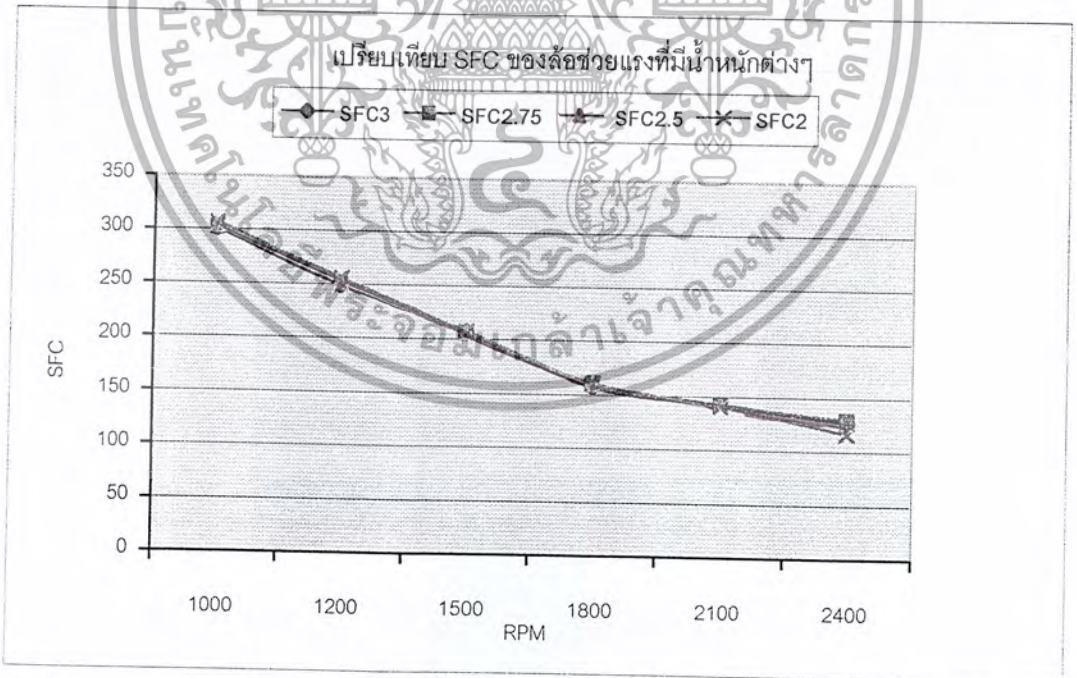


รูป 5-34 แสดงการเปรียบเทียบ SFC ของระบบจุดระเบิดที่ 18 องศา BTDC (เมื่อ SFC1 = SFC ของระบบจุดระเบิดเต็ม, SFC2 = SFC ของระบบจุดระเบิดรถยนต์ 1 หัวเทียน, SFC3 = SFC ของระบบจุดระเบิดรถยนต์ 2 หัวเทียน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

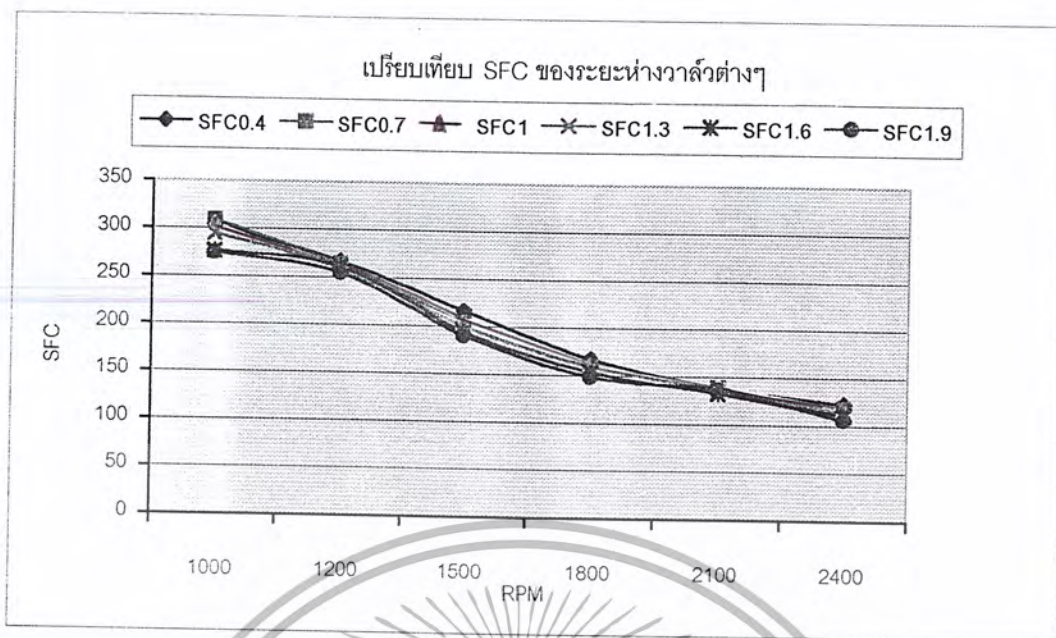


รูป 5-35 แสดงการเปรียบเทียบ SFC ของระบบจุดระเบิดที่ 20 องศา BTDC (เมื่อ SFC1 = SFC ของระบบจุดระเบิดเดิม , SFC2 = SFC ของระบบจุดระเบิดเครื่องยนต์ 1 หัวเทียน , SFC3 = SFC ของระบบจุดระเบิดเครื่องยนต์ 2 หัวเทียน)

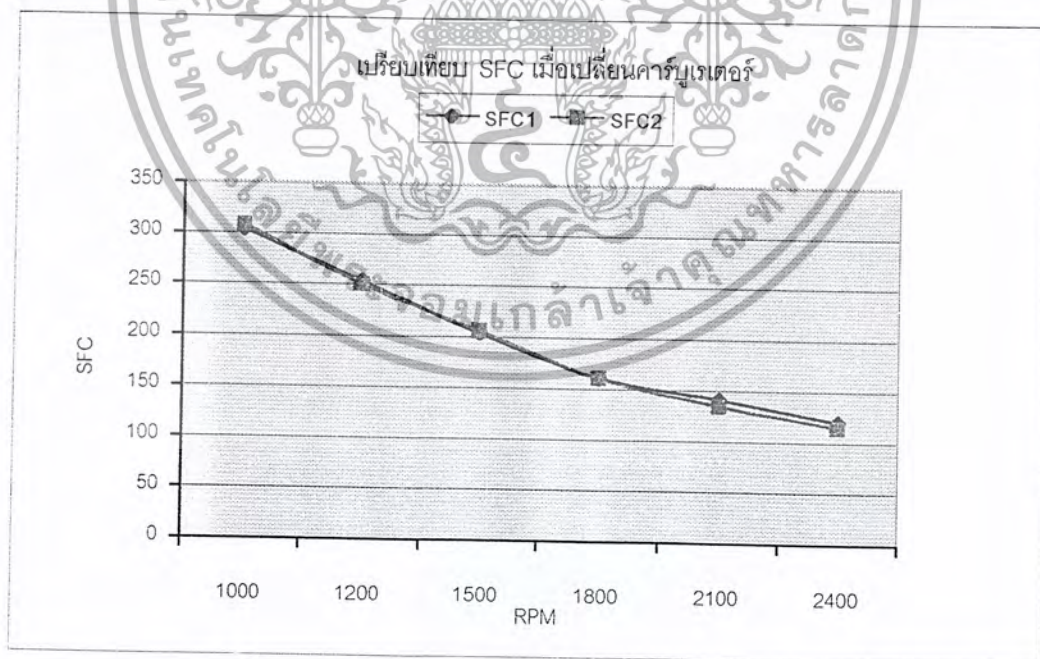


รูป 5-36 แสดงการเปรียบเทียบแรงบิดของล้อยช่วยแรงที่มีน้ำหนักต่างกัน (เมื่อ SFC3 = SFC ของล้อยช่วยแรงน้ำหนัก 3 kg , SFC2.75 = SFC ของล้อยช่วยแรงน้ำหนัก 2.75 kg , SFC2.5 = SFC ของล้อยช่วยแรงน้ำหนัก 2.5 kg , SFC2 = SFC ของล้อยช่วยแรงน้ำหนัก 2 kg)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

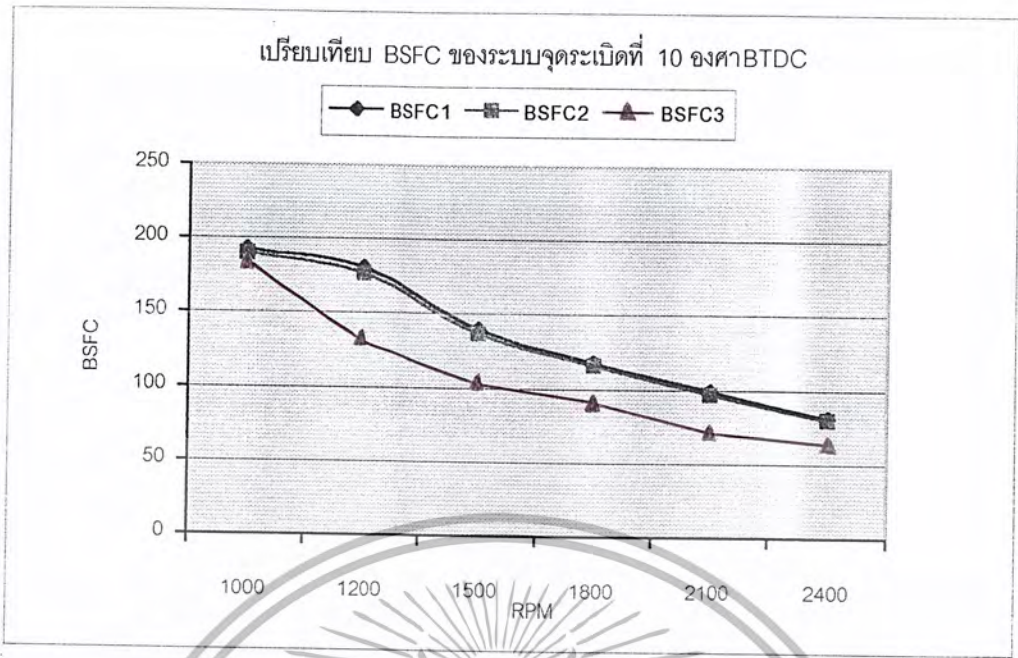


รูปที่ 5-37 แสดงการเปรียบเทียบแรงบิดของระยะห่างวาล์วต่างๆ (เมื่อ SFC0.4 = SFC ที่ระยะห่างของวาล์ว 0.4 mm , SFC0.7 = SFC ที่ระยะห่างของวาล์ว 0.7 mm , SFC1 = SFC ที่ระยะห่างของวาล์ว 1 mm , SFC1.3 = SFC ที่ระยะห่างของวาล์ว 1.3 mm , SFC1.6 = SFC ที่ระยะห่างของวาล์ว 1.6 mm , SFC1.9 = SFC ที่ระยะห่างของวาล์ว 1.9 mm)

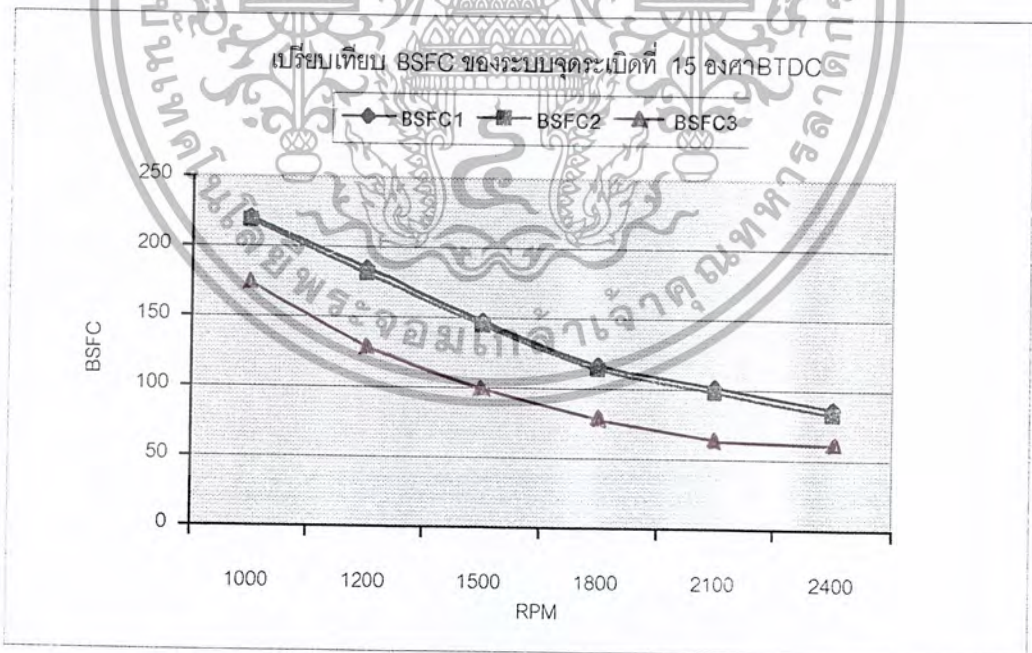


รูป 5-38 แสดงการเปรียบเทียบแรงบิดเมื่อคาร์บูเรเตอร์ (เมื่อ SFC1 = SFC ของคาร์บูเรเตอร์เดิม , SFC2 = SFC ของคาร์บูเรเตอร์เครื่องตัดหญ้าขนาดเล็ก)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

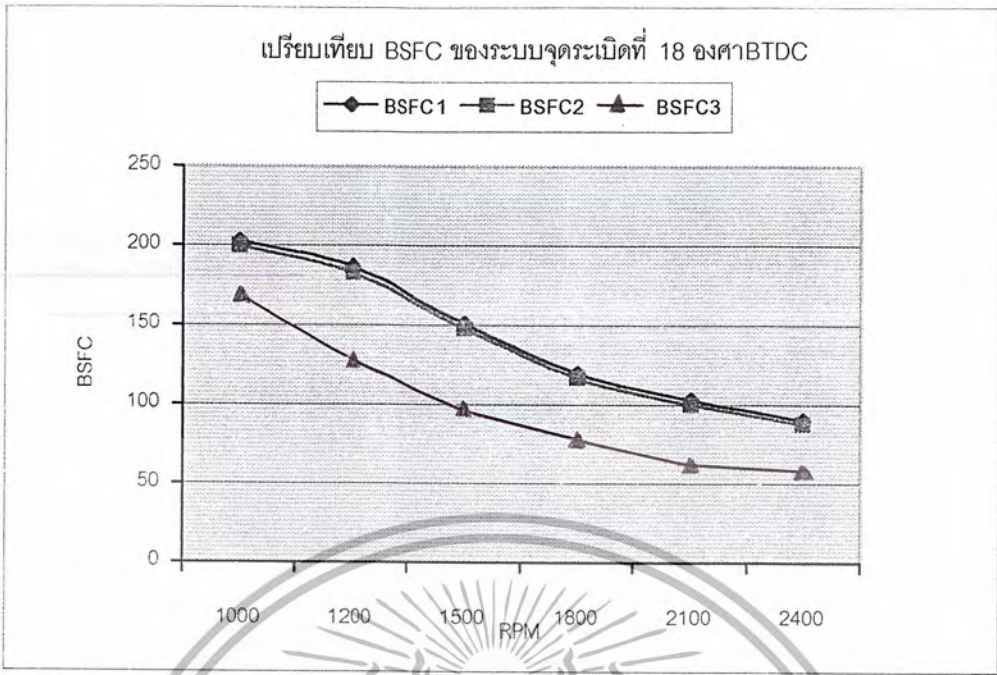


รูป 5-39 แสดงการเปรียบเทียบ BSFC ของระบบจุดระเบิดที่ 10 องศา BTDC (เมื่อ BSFC1 = BSFC ของระบบจุดระเบิดเดิม, BSFC2 = BSFC ของระบบจุดระเบิดรถยนต์ 1 หัวเทียน, BSFC3 = BSFC ของระบบจุดระเบิดรถยนต์ 2 หัวเทียน)

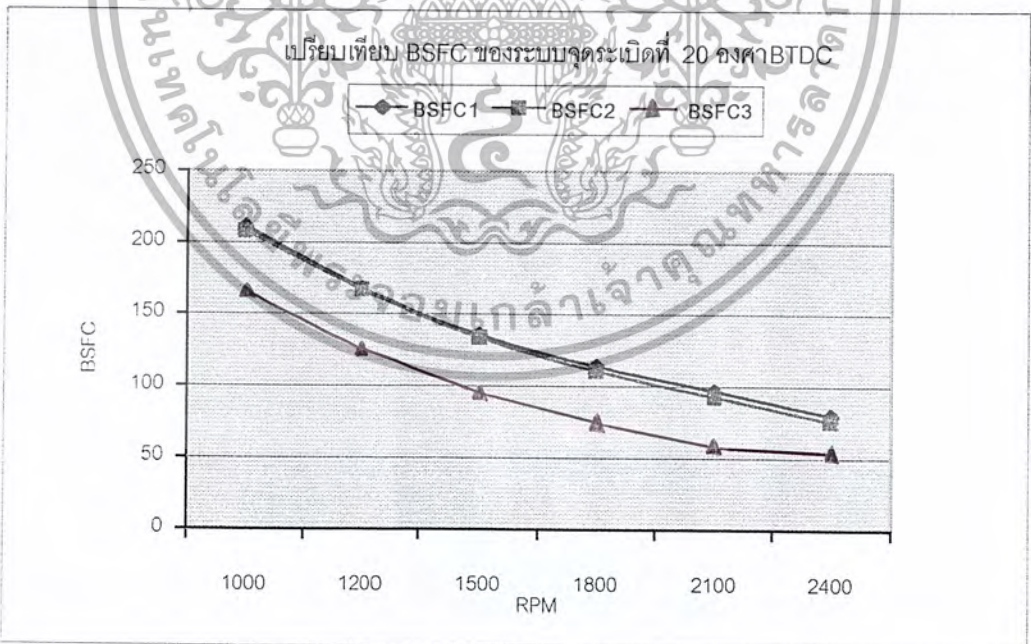


รูป 5-40 แสดงการเปรียบเทียบ BSFC ของระบบจุดระเบิดที่ 15 องศา BTDC (เมื่อ BSFC1 = BSFC ของระบบจุดระเบิดเดิม, BSFC2 = BSFC ของระบบจุดระเบิดรถยนต์ 1 หัวเทียน, BSFC3 = BSFC ของระบบจุดระเบิดรถยนต์ 2 หัวเทียน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

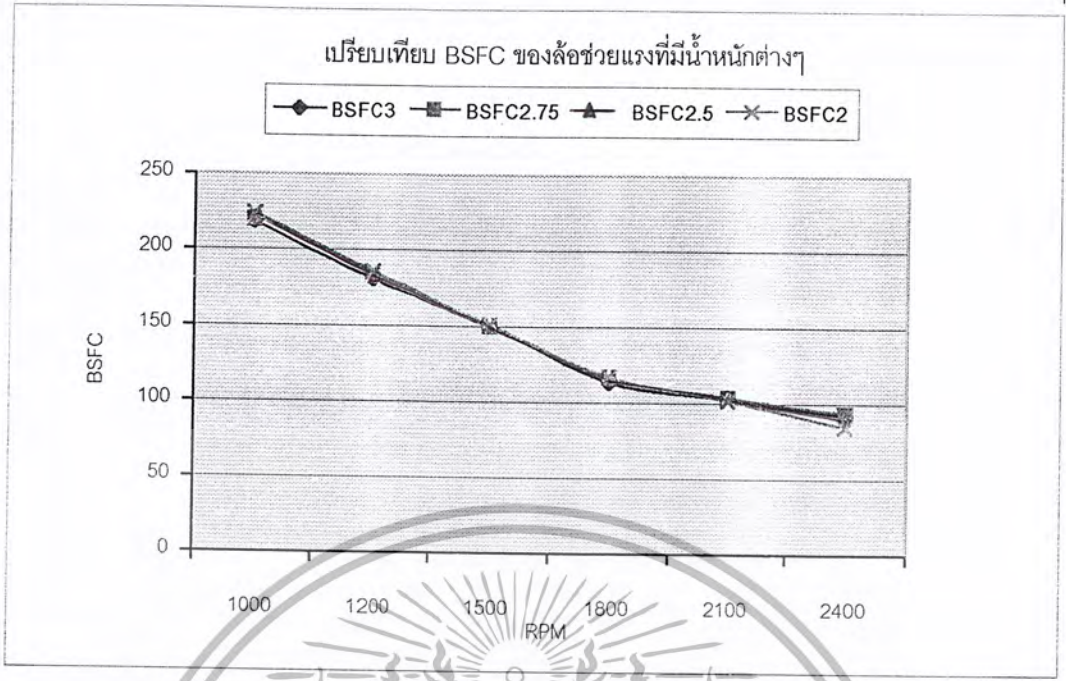


รูป 5-41 แสดงการเปรียบเทียบ BSFC ของระบบจุดระเบิดที่ 18 องศา BTDC (เมื่อ BSFC1 = BSFC ของระบบจุดระเบิดเดิม , BSFC2 = BSFC ของระบบจุดระเบิดรถยนต์ 1 หัวเทียน , BSFC3 = BSFC ของระบบจุดระเบิดรถยนต์ 2 หัวเทียน)

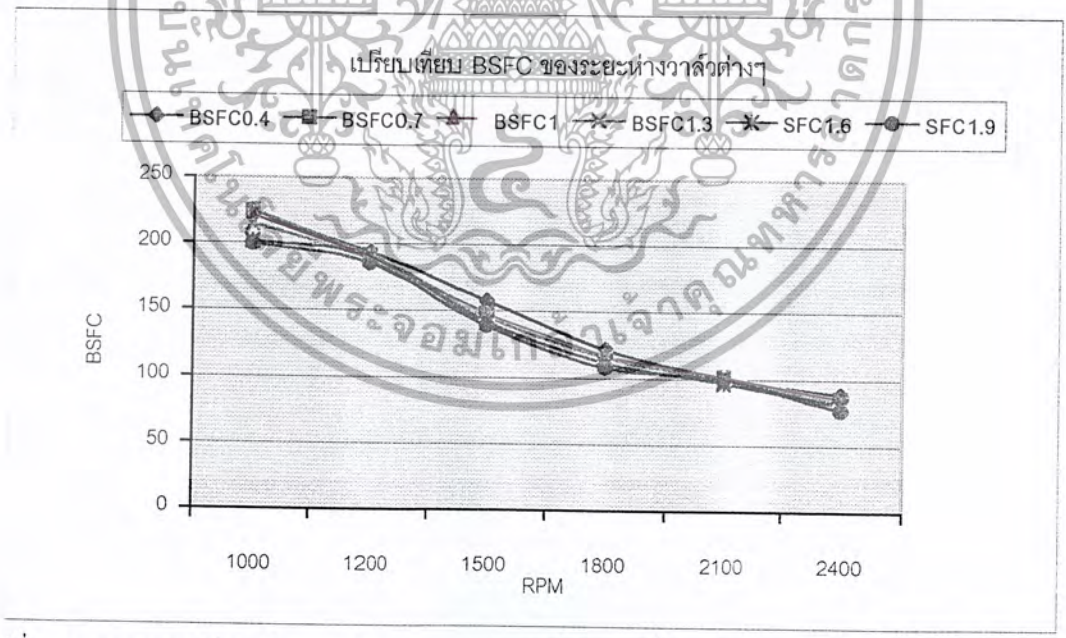


รูป 5-42 แสดงการเปรียบเทียบ BSFC ของระบบจุดระเบิดที่ 20 องศา BTDC (เมื่อ BSFC1 = BSFC ของระบบจุดระเบิดเดิม , BSFC2 = BSFC ของระบบจุดระเบิดรถยนต์ 1 หัวเทียน , BSFC3 = BSFC ของระบบจุดระเบิดรถยนต์ 2 หัวเทียน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

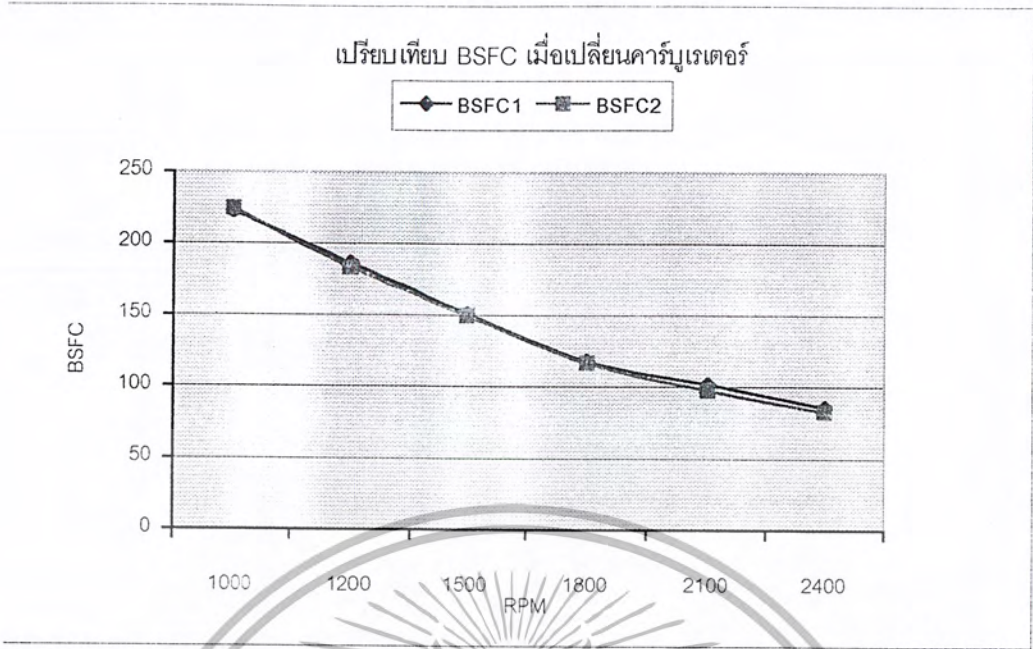


รูป 5-43 แสดงการเปรียบเทียบแรงบิดของล้อยช่วยแรงที่มีน้ำหนักต่างกัน (เมื่อ BSFC3 = BSFC ของล้อยช่วยแรงน้ำหนัก 3 kg , BSFC2.75 = BSFC ของล้อยช่วยแรงน้ำหนัก 2.75 kg , BSFC2.5 = BSFC ของล้อยช่วยแรงน้ำหนัก 2.5kg , BSFC2 = BSFC ของล้อยช่วยแรงน้ำหนัก 2 kg)



รูปที่ 5-44 แสดงการเปรียบเทียบแรงบิดของระยะห่างวาล์วต่างๆ (เมื่อ BSFC0.4 = BSFC ที่ระยะห่างของวาล์ว 0.4 mm , BSFC0.7 = BSFC ที่ระยะห่างของวาล์ว 0.7 mm , BSFC1 = BSFC ที่ระยะห่างของวาล์ว 1 mm , BSFC1.3 = BSFC ที่ระยะห่างของวาล์ว 1.3 mm , BSFC1.6 = BSFC ที่ระยะห่างของวาล์ว 1.6 mm , BSFC1.9 = BSFC ที่ระยะห่างของวาล์ว 1.9 mm)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 5-45 แสดงการเปรียบเทียบแรงบิดเมื่อคาร์บูเรเตอร์ (เมื่อ BSFC1 = BSFC ของคาร์บูเรเตอร์เดิม , BSFC2 = BSFC ของคาร์บูเรเตอร์เครื่องตัดหญ้าขนาดเล็ก)



บทที่ 6

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

วัตถุประสงค์หลักของโครงการลดประหยัดน้ำมันนั่นคือ มุ่งเน้นที่จะทำการเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ที่ความเร็วรอบต่ำให้มี อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงให้น้อยที่สุด ซึ่งหลังจากที่ทำการทดลองและนำค่าต่างๆที่ได้จากการทดสอบมาทำการวิเคราะห์ พบว่าปัจจัยต่างๆ ที่ได้ทำการเปลี่ยนแปลงมีผลต่อประสิทธิภาพของเครื่องยนต์และเป็นไปตามแนวคิด และหลักการที่ได้ตั้งไว้ ตลอดระยะเวลาที่ได้ทำโครงการนี้ได้พบปัญหาและอุปสรรคต่างๆในการทำงานซึ่งทางผู้จัดทำโครงการได้ทำการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นจนโครงการสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ซึ่งหลังจากการแก้ปัญหาและทำการทดลองทำให้ได้ทราบแนวทางในการพัฒนาโครงการลดประหยัดน้ำมันดังนี้

6.1 สรุปผลการทดลอง

1. จากการทดสอบ โดยการวัดแปลงระบบจุดระเบิดของรถยนต์มาใช้แทนระบบจุดระเบิด CDI แบบเดิมของเครื่องยนต์พบว่าจากการทดสอบเครื่องยนต์ที่ใช้ระบบจุดระเบิดรถยนต์จะได้ค่าแรงบิดที่สูงขึ้นอย่างเห็น ได้ชัดซึ่งอาจเนื่องมาจากค่าความต่างศักย์ที่ได้จากคอยล์สูงกว่าของเดิม
2. เมื่อทำการทดสอบระบบจุดระเบิด โดยการปรับตั้งองศาการจุดระเบิดให้แตกต่างกันหลายๆค่า ได้พบว่าการปรับตั้งองศาจุดระเบิดที่มากขึ้นนั้นทำให้เครื่องยนต์มีแรงบิดที่เพิ่มขึ้น
3. จากการทดสอบ โดยการ ใช้หัวเทียนแบบคู่พบว่า แรงบิดที่ได้จากการทดสอบเครื่องยนต์มีค่ามากกว่าการใช้หัวเทียนเดี่ยว เนื่องจากระยะเวลาการจุดระเบิดสั้นลงทำให้การเผาไหม้ของเครื่องยนต์ดีขึ้น
4. การทดสอบเครื่องยนต์เพื่อเปรียบเทียบอัตราความสิ้นเปลืองของน้ำมันเชื้อเพลิงระหว่างคาร์บูเรเตอร์ของเครื่องยนต์แบบเดิมกับคาร์บูเรเตอร์ของเครื่องตัดหญ้า พบว่าการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงของคาร์บูเรเตอร์เครื่องตัดหญามีค่าที่น้อยกว่าคาร์บูเรเตอร์แบบเดิม แม้ว่าแรงบิดของเครื่องยนต์ที่วัด ได้จากคาร์บูเรเตอร์เครื่องตัดหญามีค่าน้อยกว่าคาร์บูเรเตอร์แบบเดิม ซึ่งมีผลมาจากอัตราการจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงที่ลดลง
5. จากการทดสอบ โดยออกแบบตัวรถประหยัดน้ำมันให้ถูกต้อง ตามหลักอากาศพลศาสตร์และมีน้ำหนักเบา พบว่าตัวรถที่เบา มีผลต่อการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ ซึ่งผลที่ได้จากการทดลองติดตั้งเครื่องยนต์กับตัวรถ แล้วทำการวิ่งทดสอบจริง สรุปได้ว่าตัวรถ ที่มีค่าแรงต้านอากาศน้อย และน้ำหนักเบาช่วยทำให้อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงลดลง
6. จากการทำโครงการลดประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิงนั้น ได้ทำการส่งเข้าร่วมการแข่งขันกับทางฮอนด้า ในโครงการ HONDA ECONO CONTEST ซึ่งในปี 2545 ได้เข้าร่วมแข่งขันทั้งหมด 3 สนามซึ่งสถิติที่ทำ ได้มีค่าดังนี้คือ

- สนามที่ 1 แข่งขันที่ จ.พิษณุโลก ค่าประหยัดเชื้อเพลิงที่ทำได้ในวันแข่งขัน 420 กิโลเมตร/ลิตร
 สนามที่ 2 แข่งขันที่ จ.อุบลราชธานี ค่าประหยัดเชื้อเพลิงที่ทำได้ในวันแข่งขัน 613 กิโลเมตร/ลิตร
 สนามที่ 3 แข่งขันที่ กรุงเทพฯ ค่าประหยัดเชื้อเพลิงที่ทำได้ในวันแข่งขัน 643 กิโลเมตร/ลิตร

6.2 ข้อเสนอแนะ

1. ควรปรับปรุงระบบจุดระเบิดของเครื่องยนต์ให้สามารถทำการจุดระเบิดได้ถูกต้องและเหมาะสมกับความเร็วยรอบของเครื่องยนต์เพื่อให้ได้การทำงานที่เหมาะสมและเครื่องยนต์เดินเรียบ ซึ่งในการพัฒนาในขั้นต่อไปอาจใช้กล่อง คอมพิวเตอร์ที่เขียนขึ้นเองในการควบคุมระบบจุดระเบิด
2. เนื่องจากการทดสอบทางค้ำตัวรถ ของรถประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิง พบว่ามีผลต่อ ความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง ดังนั้นในการพัฒนาด้านตัวรถอาจออกแบบตัวรถให้มีค่าแรงต้านอากาศที่ต่ำและมีน้ำหนักเบากว่าเดิม
3. เพลาลูกเบี้ยวของเครื่องยนต์ยังสามารถทำการดัดแปลงให้มีประสิทธิภาพที่ดีกว่าเดิมได้อีก
4. ผู้ขับขี่ควรมีการฝึกซ้อมบ่อยๆ เพราะการขับขีมีผล โดยตรงต่อการสิ้นเปลือง น้ำมันเชื้อเพลิงของรถและจากการฝึกซ้อมบ่อยๆ จะเป็นการเพิ่มทักษะ ในการขับขี่เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาเฉพาะหน้าที่อาจ เกิดขึ้นได้ในระหว่างการแข่งขัน



บรรณานุกรม

- [1] R.C. Hibbeler, "Mechanic of Materails" ,Phentice Hall 1997
- [2] ดร. วรวิทย์ อึ้งภากรณ์, รศ. ชาญ ถนัดงาน, "การออกแบบเครื่องจักรกล 1", ซีเอ็ดดูเคชั่น
- [3] พิศาล จำคม, "ทฤษฎีและปฏิบัติยานยนต์", โครงการส่งเสริมการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ
- [4] รศ. บรรเลง ศรีนิล, ผศ. ประเสริฐ กัญสมบุรณ์, "ตารางงานโลหะ", สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

