สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

รถยนต์ประหยัดเชื้อเพลิง

ECONO POWER CAR

โดย

นายกันภัย ประทีปไพศาล

นายกิติธร เสรีเจริญสถิตย์

นายโกสินทร์ เวชมี

นายอรรคพล อิสระธานันท์

T042452

อาจารย์ที่ปรึกษา

อ.อัครเดช สินธุภัค

อ.พงษ์ศักดิ์ คำมูล

อ.เมธี ลิ่มกุล

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 42452
วัน, เดือน, ปี 23 พ.ค. 2545

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

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต

สาขาวิศวกรรมเครื่องกล

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ECONO POWER CAR

MR. GUNPAI PRATEEPPAISAN

MR.KITITORN SEREEJARAUNSATIT

MR. KOSIN WAITME

MR.AUKHAPOL ISSARATHANAN

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE ERQUEREMENTS FOR THE DEGREE OF

BACHELOR OF ENGINEERING IN MECHANICAL ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF GTECHNOLOGY LADKRABANG

2000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2543

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง รถประหยัดเชื้อเพลิง

ผู้จัดทำ

1.นายกันภัย ประทีปไพศาล รหัสประจำตัว 40010032

2.นายกิติธร เสรีเจริญสถิตย์ รหัสประจำตัว 40010062

3.นายโกสินทร์ เวชมี รหัสประจำตัว 40010085

4.นายอรรคพล อิสระธานันท์ รหัสประจำตัว 40010962

อาจารย์ที่ปรึกษา

(.....)

อ.อัครเดช สินธุภัค

(.....)

อ.พงษ์ศักดิ์ คำมูล

(.....)

อ.เมธี ลิ่มกุล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รถประหยัดพลังงานเชื้อเพลิง

นายกันภัย ประทีปไพศาล 40010032
นายกิติธร เสรีเจริญสถิตย์ 40010062
นายโกสินทร์ เวชมี 40010085
นายอรรคพล อิสระธานันท์ 40010962
อ.อัครเดช สินธุภัค อาจารย์ที่ปรึกษา
อ.พงศักดิ์ คำมูล อาจารย์ที่ปรึกษา
อ.เมธี ลิ่มกุล อาจารย์ที่ปรึกษา

ปีการศึกษา 2543

บทคัดย่อ

เอกสารฉบับนี้นำเสนอถึงการศึกษา และพัฒนาในเชิงทฤษฎีและปฏิบัติเพื่อจัดสร้างรถยนต์ประหยัดพลังงานเชื้อเพลิงขนาดเล็ก โดยทำการพิจรณาถึงองค์ประกอบต่างๆที่มีผลถึงการประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิง อันได้แก่ น้ำหนักรวมของตัวรถ ระบบส่งกำลัง การปรับแต่งเครื่องยนต์ รวมไปถึงชุดตัวถังที่ใช้ลดแรงต้านจากการเสียดทานต่างๆ สำหรับเอกสารฉบับนี้ จะแสดงถึงวิธีการคำนวณออกแบบโครงสร้างและอุปกรณ์ต่างๆที่ใช้ในการประกอบรถยนต์ประหยัดพลังงานเชื้อเพลิงขนาดเล็ก รวมไปถึงการแก้ไขปรับปรุงเครื่องยนต์จากเครื่องยนต์เดิมให้มีประสิทธิภาพเหมาะสมต่อการใช้งานที่รอบต่ำ อันเป็นรอบที่จะมีอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงต่ำ และมีกำลังที่เหมาะสมกับกับขนาดของเครื่องยนต์ขนาดเล็กซึ่งจะมีการทำงานของเครื่องยนต์ที่รอบต่ำ และใช้ความเร็วในการเดินทางไม่มากนัก ในการปรับปรุงเครื่องยนต์ จะมุ่งเน้นการปรับปรุงในส่วนของวาล์วไอดีและวาล์วไอเสีย ระบบจุดระเบิด ฝาสูบ กระบอกสูบ ลูกสูบ และองค์ประกอบย่อยต่างๆ ซึ่งในเอกสารฉบับนี้ยังรวมไปถึงทฤษฎี หลักการคำนวณทั้งหมดในการสร้างรถยนต์ประหยัดพลังงานเชื้อเพลิง ซึ่งแนวทางในการปรับปรุงเครื่องยนต์และพัฒนารถยนต์ประหยัดพลังงานเชื้อเพลงขนาดเล็กให้มีการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงต่ำ และสามารทวิ่งได้ในระยะทางที่เพิ่มขึ้นต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ECONO POWER CAR

Mr.Kanpai Prateeppaisan	40010032
Mr.Kititorn Sereejaraunsatit	40010062
Mr.Kosin waitme	40010085
Mr.Aukhapol Issarathanan	40010962
Akaradetch Sinthupuk	Advisor
Pongsak Kummool	Advisor
Methi Limkun	Advisor

Year 2000

Abstract

The purpose of this report is to present research, develop and build the economic power car. There are many things that effect to the fuel consumption rate, our consideration considered are consist of the total weight of car, transmission system, modifying engine and include the body of economic power car which is used to decrease a resistance and friction. In this report would show the economic power car's construction method and include the modifying engine which give optimum efficiency which is used low engine's speed. We tried to change the behavior of the standard engine to safe fuel consumption and gave high power at the low speed. Engine performance can be developed by change equipment of valve (Intake and Exhaust) that should be modified for ignition system. And for cylinder head, cylinder and pistons we modified to use discharged volume be smallest. Theory, principle and calculation are included in this report. The experiment result would show in this report. In addition , the better result both economic fuel consumption and good performance of engine and driving are obtained.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

1. อาจารย์ที่ปรึกษาทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือพวกเราตลอดมา อาจารย์อัครเดช อาจารย์พงษ์ศักดิ์ อาจารย์เมธี ขอให้แข็งแรงสุขภาพดี มีความสุขกันนะครับ
2. พี่มณฑา ที่คอยดูแลเราตลอดมาอยู่เสมอ ขอให้พี่เป็นเสาหลักที่คอยช่วยเหลือน้องๆทุกคนต่อไป คนดีย่อมมีคนชื่นชมอยู่เสมอ
3. ร้าน Escudo Cafe ทองหล่อ 21 ที่ช่วยเหลือเราเรื่องเงินทุนตลอดมา ขอบคุณพี่วุฒิที่เห็นใจน้องๆ นักศึกษาที่เรียนมหาวิทยาลัย ผมชื่นชมการใช้ชีวิตของพี่คับ
4. ขอบคุณสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง สถานที่ซึ่งหล่อหลอมคน ให้รู้จักการใช้ชีวิตของคน และทำคนให้เป็นคน เรารักในสถาบันนี้ครับ

นายกันภัย ประทีปไพศาล 40010032
นายกิติธร เสรีเจริญสถิตย์ 40010062
นายโกสินทร์ เวชมี 40010085
นายอรรคพล อิสระธานันท์ 40010962

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้าที่

บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VI
สารบัญภาพ	VII
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 ทฤษฎีและการออกแบบ	3
2.1 โครงรถ	3
2.1.1 หลักการออกแบบโครงสร้างหลักของรถประหยัดเชื้อเพลิง	3
2.1.2 หลักการคำนวณ	7
2.2 ระบบบังคับเลี้ยว	9
2.2.1 การพัฒนาของระบบบังคับเลี้ยว	9
2.2.2 การตั้งศูนย์ล้อหน้า (Front Wheel Alignment)	9
2.2.3 กลไกบังคับเลี้ยวแบบอัคเคมาน	13
2.2.4 เงื่อนไขพื้นฐานสำหรับการกลิ้งอย่างแท้จริง	14
2.3 ระบบส่งถ่ายกำลัง	14
2.3.1ทฤษฎีและหลักการ	14
2.3.2 หลักการทำงาน	15
2.3.2.1 คลัตช์ (Clutch)	15
2.3.2.1.1 คลัตช์อัตโนมัติ (Automatic Clutch)	16
2.3.2.1.2คลัตช์แบบกลไก	19
2.4 เครื่องยนต์	22
2.4.1 ทฤษฎีและหลักการของเครื่องยนต์	22
2.4.2 แบบของห้องข้อเหวี่ยง (Type of Crankease)	29
2.4.3 โครงสร้างและหน้าที่ของชิ้นส่วนหลักเครื่องยนต์ 4 จังหวะ	29
2.4.4 โครงสร้างและการทำงานเบื้องต้นเครื่องยนต์ 4 จังหวะ	38
2.4.5ระบบจุดระเบิดแบบโซลิดสเตท (SOLID STATE IGNITION SYSTEM)	43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	หน้าที่
2.4.6ระบบซีดีไอ	44
บทที่ 3 การสร้างชิ้นส่วนและการประกอบ	54
3.1 การสร้างชิ้นส่วนและการประกอบโครงสร้างหรือโครงรถของรถประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิงขนาดเล็ก	54
3.1.1 การสร้างชิ้นส่วน	54
3.2การสร้างชิ้นส่วนและการประกอบในส่วนของเครื่องยนต์	56
3.3การสร้างชิ้นส่วนและการประกอบอื่นๆ แบ่งออกเป็นหลายส่วน	57
3.3.1 การสร้างชิ้นส่วนและการประกอบดุมล้อ	57
3.3.2 การสร้างชิ้นส่วนและการประกอบชุดบังคับเลี้ยว	58
3.3.3การสร้างชิ้นส่วนและการประกอบแฮนด์บังคับทิศทาง	58
3.3.4การสร้างชิ้นส่วนและการประกอบชุดเบรก	59
3.3.5การสร้างชิ้นส่วนและการประกอบชุดไฟและชุดจุดระเบิด	60
3.3.6 การสร้างชิ้นส่วนและการประกอบท่อไอเสีย	60
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	62
4.1 วิธีการทดลองเพื่อหาค่าองศาการจุดระเบิดหลังจากการเปลี่ยนระบบจุดระเบิดเป็นแบบ CDI กระแสตรง และใช้ระบบการส่งกำลังแบบคลัตช์ ให้ได้ค่าที่เหมาะสมที่สุด	62
4.2 การทดลองหาค่าอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงแบบมีภาระที่รอบการทำงานของเครื่องยนต์ต่างๆ	63
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและวิจารณ์	68
บทที่ 6 เอกสารอ้างอิง	70

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

	หน้าที่
บทที่ 2 ทฤษฎีและการออกแบบ	
ตารางที่2.1 แสดงจำนวนฟันของเฟืองโซ่	15
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	
ตาราง 4.1 แสดงผลการทดลองโดยพิจารนาที่ 17 องศาก่อนการจุดระเบิด	64
ตาราง 4.2 แสดงผลการทดลองโดยพิจารนาที่ 18 องศาก่อนการจุดระเบิด	65
ตาราง 4.3 แสดงผลการทดลองโดยพิจารนาที่ 19 องศาก่อนการจุดระเบิด	66

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

	หน้าที่
บทที่ 2 ทฤษฎีและการออกแบบ	
รูปที่ 2.1 แสดงโครงสร้างแบบสเปซเฟรม (Space frame)	4
รูปที่ 2.2 แสดงหลักการคำนวณการรับแรงของคัสซี	7
รูปที่ 2.3 แสดงถึงแรงอิสระที่กระทำต่อคัสซี	8
รูปที่ 2.4 แสดงถึงแรงเฉือนที่กระทำต่อคัสซี	8
รูปที่ 2.5 แสดงถึงโมเมนต์ดัดที่กระทำต่อคัสซี	8
รูปที่ 2.6 แสดงระบบบังคับเลี้ยว ระบบมุมที่ห้า และ ระบบอัคเคมาน	9
รูปที่ 2.7 แสดงมุมแคสเตอร์	10
รูปที่ 2.8 แสดงมุมแคมเบอร์	10
รูปที่ 2.9 แสดงมุมเอียงแกนเลี้ยวล้อ	11
รูปที่2.10แสดงการเปรียบเทียบการเลี้ยวของล้อรถที่ล้อทุกล้อร่วมจุดศูนย์กลางเดียวกันและไม่ร่วมจุดศูนย์กลางเดียวกัน	12
รูปที่ 2.11 ระบบบังคับเลี้ยวแบบอัคเคมาน	13
รูปที่ 2.12 แสดงกลไก 4-bar ของระบบบังคับเลี้ยว	14
รูปที่ 2.13 แสดงภาพขณะที่ลูกปืนคลัตช์ยังไม่เหวี่ยงออก	16
รูปที่ 2.14 ภาพแสดงขณะลูกปืนคลัตช์ถูกเหวี่ยงออกแล้ว	16
รูปที่ 2.15 แสดงภาพตัดชุดคลัตช์ตัวที่หนึ่ง	17
รูปที่ 2.16 ชุดคลัตช์เปลี่ยนเกียร์ถูกกดให้ตัดการส่งกำลัง	18
รูปที่ 2.17 แสดงภาพชุดคลัตช์เปลี่ยนเกียร์ไม่ถูกกด	18
รูปที่ 2.18 ชุดคลัตช์และแกนกดคลัตช์	19
รูปที่ 2.19 ตำแหน่งสายคลัตช์ที่ฝาครอบคลัตช์	19
รูปที่ 2.20แสดงชิ้นส่วนคลัตช์และแกนกดคลัตช์	20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	หน้าที่
รูปที่ 2.21 กลไกกดคลัตช์	21
รูปที่ 2.22 การทำงานของชุดคลัตช์โดยรวม	21
รูปที่ 2.23 ระยะชัก	22
รูปที่ 2.24 มุมเพลาข้อเหวี่ยง	23
รูปที่ 2.25 แสดงอัตราส่วนการอัด	24
รูปที่ 2.26 แสดงแรงบิด	25
รูปที่ 2.27 แสดงชุดเฟือง	26
รูปที่ 2.28 Torque Curve	26
รูปที่ 2.29 แรงกระทำให้สลักเหวี่ยงเคลื่อนที่	27
รูปที่ 2.30 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วของเครื่องยนต์กับแรงม้า	28
รูปที่ 2.31 ชุดฝาสูบ (Cylinder heads)	30
รูปที่ 2.32 ลิ้น (Valve)	31
รูปที่ 2.33 สปริงลิ้น (Valve Springs)	32
รูปที่ 2.34 แบบเพลาราวลิ้นเดียว (Single Over Head Camshaft, SOHC)	33
รูปที่ 2.35 ตัวปรับความตึงโซ่	34
รูปที่ 2.36 แบบปรับโดยอัตโนมัติ	35
รูปที่ 2.37 เสื้อสูบ (Cylinders)	35
รูปที่ 2.38 ลูกสูบ (Pistons)	36
รูปที่ 2.39 แหวนลูกสูบ (Piston Rings)	37
รูปที่ 2.40 แสดงการทำงานของเครื่องยนต์จังหวะดูด	38
รูปที่ 2.41แสดงการทำงานของเครื่องยนต์จังหวะอัด	39
รูปที่ 2.42 แสดงการทำงานของเครื่องยนต์จังหวะระเบิด	40
รูปที่ 2.43 แสดงการทำงานของเครื่องยนต์จังหวะคาย	41
รูปที่ 2.44 แสดงตำแหน่งการเปิดปิดของลิ้น (Valve Timing Diagram)	42
รูปที่ 2.45 แสดงเพลาราวลิ้นเดี่ยวบนฝาสูบ	43
รูปที่ 2.46 แสดงระบบจุดระเบิด CDI	44
รูปที่ 2.47โครงสร้างของ SCR	45
รูปที่ 2.48 ส่วนประกอบและวงจรของระบบจุดระเบิดแบบซีดีไอ	46
รูปที่ 2.49 หลักการทำงานของระบบจุดระเบิดแบบ ซีดีไอ	47
รูปที่ 2.50 หลักการทำงานของระบบจุดระเบิดแบบ ซีดีไอ	48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	หน้าที่
รูปที่ 2.51 หลักการทำงานของระบบจุดระเบิดแบบซีดีไอ	48
รูปที่ 2.52ระบบจุดระเบิดซีดีไอ ใช้กระแสสลับ	49
รูปที่ 2.53 แสดงหลักการทำงานเบื้องต้นของการเร่งไฟให้แก่ขึ้นหรืออ่อนลง	50
รูปที่ 2.54 แสดงวงจรเลือกจังหวะระเบิด	51
รูปที่ 2.55 แสดงจังหวะการระเบิด (Ignition Timing Diagram)	52
รูปที่ 2.56 การทำงานเบื้องต้น (Operating Principle) ของระบบจุดระเบิดซีดีไอ ใช้กระแสตรง	52
รูปที่ 2.57 แสดงการทำงานของระบบจุดระเบิดที่ใช้ CDI กระแสตรง	53
บทที่ 3 การสร้างชิ้นส่วนและการประกอบ	
รูปที่ 3.1 โครงรถ	54
รูปที่ 3.2 ชุดคุมล้อ	57
รูปที่ 3.3 ส่วนประกอบชุดบังคับเลี้ยว	58
รูปที่ 3.4 แฮนด์บังคับทิศทาง	59
รูปที่ 3.6 ชุดไฟจุดระเบิด	60
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	
รูปที่ 4.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบของเครื่องยนต์ (rpm) กับอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมัน (km/l)	65
รูปที่ 4.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบของเครื่องยนต์ (rpm) กับอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมัน (km/l)	66
รูปที่ 4.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบของเครื่องยนต์ (rpm) กับอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมัน (km/l)	67
รูปที่4.4กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบของเครื่องยนต์ (rpm)ที่องศาการจุดระเบิดต่างๆกัน กับอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมัน (km/l)	67

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

จุดประสงค์การดำเนินงาน

ในปัจจุบันพลังงานรูปแบบต่างๆ บนโลกได้ถูกนำมาใช้อย่างมากมายมหาศาล ในแต่ละนาทีโดยเฉพาะอย่างยิ่งพลังงานเชื้อเพลิงประเภทน้ำมัน และเมื่อมีการใช้ก็ย่อมมีการหมดสิ้นไป ในขณะเดียวกันเมื่อมีการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงก็จะก่อให้เกิดก๊าซพิษต่างๆ ที่เป็นอันตรายต่อร่างกายรวมถึงสภาพสิ่งแวดล้อม ดังนั้น ทางคณะผู้จัดทำจึงทำการคิดค้นและพัฒนาเทคโนโลยีใหม่ ให้ได้ยานยนต์ที่มีประสิทธิภาพและประหยัดพลังงานเชื้อเพลิง ซึ่งจะเป็นการชะลอการหมดสิ้นของพลังงานบนโลกให้ช้าลง รวมทั้งเมื่อเกิดการประหยัดเชื้อเพลิงจะทำการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงน้อยลง อันจะเป็นการช่วยลดมลภาวะทางอากาศของโลกได้อีกทางหนึ่ง ซึ่งวัตถุประสงค์หลักก็เพื่อให้เป็นการคิดค้นและพัฒนายานยนต์ รวมถึงเครื่องยนต์ให้มีประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงานเชื้อเพลิงโดยให้เกิดการเผาไหม้และสิ้นเปลืองพลังงานน้อยที่สุด และได้ระยะทางในการเดินทางมากที่สุดให้ได้ยานยนต์และเครื่องยนต์ที่มีประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงานเชื้อเพลิง ซึ่งจะนำไปสู่การช่วยลดมลภาวะทางอากาศอีกทางหนึ่ง

องค์ประกอบที่มีผลต่อการสิ้นเปลืองพลังงานเชื้อเพลิง (Factor of Fuel Consumtion)

1. ประสิทธิภาพความร้อนของเครื่องยนต์ (Engine Thermal Efficiency)

- การเผาไหม้ (Combustion)
- ค่าสูญเสียเนื่องจากแรงเสียดทาน (Friction Loss)

2. แรงต้านจากการวิ่ง (Running Resistance)

- อากาศ (Air Resistance)
- การกลิ้น (Rolling Resistance)
- ความเร่ง (Acceleration Resistance)
- การไต่เนิน (Hill Climbing Resistance)

3. อุปกรณ์ช่วยสนับสนุนแรงต้าน (Auxiliary Equipment Resistance)
4. ค่าสูญเสียที่เกิดจากเส้นทางการขับ (Drive Line Loss)
5. รูปแบบอื่นๆ (Operating Mode)

ในการค้นคว้าและคิดค้นเพื่อให้ได้มาซึ่งเครื่องยนต์ที่มีปริมาณการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงน้อยที่สุดนั้นก็เพื่อพัฒนาและตอบสนองความต้องการของบุคคลและสังคมซึ่งก็รวมไปถึงการรักษาสิ่งแวดล้อมและการมีส่วนช่วยลดการทรัพยากรเชื้อเพลิงที่ใช้แล้วหมดไปอีกด้วยซึ่งทั้งบุคคลและสังคมมีความต้องการดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความต้องการของสังคม

- การป้องกันไม่ให้เกิดผลกระทบกับสิ่งแวดล้อม
- การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ
- ประสิทธิภาพของการขนส่ง

ความต้องการของบุคคล

- ผลงานและคุณภาพที่ได้
- ความทนทานและความน่าเชื่อถือ
- ราคาและค่าใช้จ่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและการออกแบบ

สำหรับในส่วนของทฤษฎีและการออกแบบนั้นเรา ได้แบ่งออกเป็น 4 องค์ประกอบดังนี้

โครงรถ

ระบบบังคับเลี้ยว

ระบบส่งถ่ายกำลัง

เครื่องยนต์

2.1 โครงรถ

2.1.1 หลักการออกแบบโครงสร้างหลักของรถประหยัดเชื้อเพลิง

ภายหลังจากทำการวางแผนการทำงานโดยละเอียดแล้ว ก็กำหนดรูปแบบที่ใช้ในการออกแบบและดำเนินการสร้างเป็นต้นว่า ลักษณะของรถโดยทั่วไปเป็นอย่างไร มีล้อจำนวนเท่าไรคนขับนั่งบริเวณไหน เครื่องยนต์ติดตั้ง ณ ตำแหน่งใด ปรับแต่งอย่างไร รูปร่างของโครงสร้างที่ต้องการ รูปทรงของตัวถังภายนอก (โดยคำนึงถึงรูปร่างของคนขับด้วย) วัสดุที่ต้องการนำมาใช้จากนั้นจึงเริ่มทำการออกแบบและกำหนดขั้นตอนการสร้าง

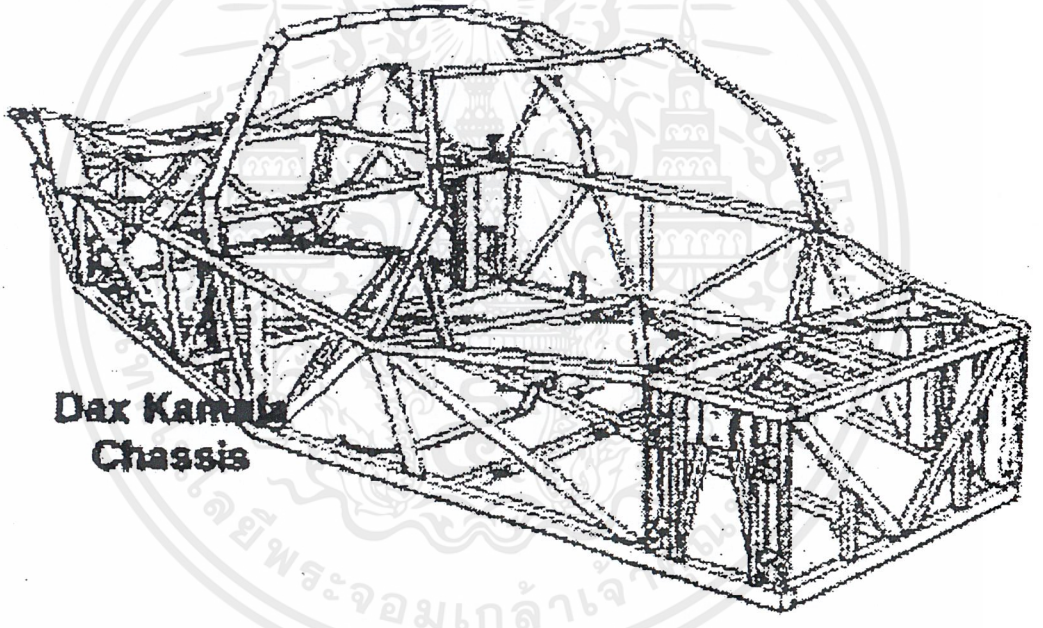
การออกแบบถือเป็นขั้นตอนสุดท้ายก่อนลงมือทำการสร้างจริง เป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญมาก เพราต้องใช้อ้างอิงในการสร้าง โดยหลักการณ์สำคัญก็คือการพยายามแสดงรายละเอียดในแต่ละส่วนให้มากที่สุด (วัสดุ ขนาด คำสั่งพิเศษ สี)

อันดับแรกเราควรออกแบบรูปทรงภายนอกคร่าวๆ ก่อนเพราะจะสามารถใช้เป็นแนวทางในการออกแบบและกำหนดขนาดของส่วนโครงสร้างภายในได้ จากนั้นจึงออกแบบระบบโครงสร้างภายในโดยอยู่ในขอบเขตของรูปทรงภายนอกอีกที ส่วนจุดอื่นๆ ก็แยกออกมาเฉพาะเพื่อให้แสดงรายละเอียดได้ชัดเจนกว่า เช่นระบบบังคับเลี้ยว จุดยึดเพลาล้อหน้า แท่นเครื่อง ระบบส่งกำลังห้องคนขับ ซึ่งในขั้นตอนของการออกแบบนี้ อาจจะยังมีการเปลี่ยนแปลงในรายละเอียดบางอย่างเพื่อให้เหมาะสมยิ่งขึ้นก่อนที่จะลงมือทำการสร้างตามที่ได้ออกแบบเอาไว้

ในส่วนของการออกแบบโครงสร้างภายใน สิ่งที่เราต้องคำนึงถึงเป็นอย่างมากก็คือ น้ำหนักและความแข็งแรง ระบบโครงสร้างในปัจจุบันที่ได้รับการยอมรับว่ามีความแข็งแรงและน้ำหนักเบา ก็คือระบบตัวถังที่เป็นแบบเสปซเฟรม (Space Frame) ซึ่งสามารถให้ความแข็งแรงและมีน้ำหนักเบา โดยหลักการณ์แล้วตัวถังแบบสเปซเฟรมเป็นโครงสร้างที่มีแนวคิดมาจากระบบแบบนั่งร้าน คือความแข็งแรงที่ได้จะมาจากการออกแบบให้มีการกระจายแรงออกไปตามทิศทางต่างๆ อย่างเหมาะสมแทนที่จะใช้ขนาดของโครงสร้างที่มีขนาดใหญ่ซึ่งมีน้ำหนักมาก การวางตำแหน่งของโครงสร้างในแต่ละส่วนสามารถทำได้โดยการพิจารณาแนวแรงที่จะมากระทำกับตัวรถในทิศทางต่างๆ จากนั้นก็ทำการออกแบบโครงสร้างขึ้นมารับกับแนวแรงนั้น โดยในการออกแบบที่ดีการกำหนดโครงสร้างในแต่ละชิ้นควรมีตำแหน่งที่รองรับจำนวน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แนวแรงให้ได้มากที่สุดในชิ้นส่วนชิ้นเดียว และการออกแบบต้องพยายามให้ชิ้นส่วนแต่ละชิ้นมีการรับแรงที่อยู่ในลักษณะของการอัดหรือการดึง เพราะชิ้นส่วนใหญ่จะมีความสามารถในการรับแรงอัดและแรงดึงได้มากกว่าแรงเฉือนที่มากระทำ ดังนั้นต้องพยายามหลีกเลี่ยงไม่ให้ชิ้นส่วนของโครงสร้างต้องรับแรงเฉือนโดยเด็ดขาด เพราะโครงสร้างในตำแหน่งที่ต้องรับแรงเฉือนมักจะเป็นตำแหน่งที่ได้รับความเสียหายซึ่งจะเป็นอันตรายต่อผู้ขับเป็นอย่างยิ่ง ดังนั้นผู้ทำการออกแบบต้องพิจารณาในส่วนของชิ้นส่วนที่ต้องมีการรับแรงเฉือนให้ดีว่ามีความแข็งแรงพอหรือไม่ หากในบางตำแหน่งมีความจำเป็นต้องออกแบบโครงสร้างให้มีการรับแรงเฉือน ควรมีการเสริมชิ้นส่วนเพื่อช่วยในการรับแรงให้กับโครงสร้างในบริเวณนั้น เช่น หากโครงสร้างที่ออกแบบได้ทำการเชื่อมต่อกันเป็นมุมฉาก เราควรจะทำการติดโลหะรูปสามเหลี่ยมมุมฉากเข้าไปที่บริเวณมุมที่เราทำการเชื่อมต่อชิ้นส่วนเข้าด้วยกัน และเพื่อให้โครงสร้างของตัวรถนั้นสามารถทนแรงบิดตัวได้ดี ควรพยายามทำการออกแบบโครงสร้าง โดยรวมให้ออกมาในลักษณะที่เป็นรูปกล่องซึ่งสามารถต้านทานการบิดตัวได้ดี ดังแสดงเป็นตัวอย่างดังรูป



รูปที่ 2.1 แสดงโครงสร้างแบบสเปซเฟรม (Space frame)

ซึ่งในการออกแบบโครงรถเราได้ทำการปรับเปลี่ยนทางด้าน Meterial และออกแบบจนได้โครงรถที่มีน้ำหนักเบาที่สุดและทนทานที่สุดซึ่งสามารถทนต่อแรงที่เกิดจากการเข้าโค้งได้เป็นอย่างดี

ซึ่งในส่วนของกรมการขนส่งทางบก สำนักงานเลขานุการกรม สำนักวิศวกรรมและความปลอดภัยกรมการขนส่งทางบกเอง ได้มีข้อกำหนดไว้ดังนี้

ข้อกำหนดเกี่ยวกับสภาพความมั่นคงแข็งแรงของรถยนต์ที่สร้างประกอบขึ้นเองและเอกสารหลักฐานที่ต้องจัดส่งเพื่อประกอบการพิจารณา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. เป็นรถยนต์นั่งไม่เกิน 7 คน
2. มีสภาพรถถูกต้องตามกฎกระทรวงที่ออกตามความในพระราชบัญญัติรถยนต์ พ.ศ. 2522 และรถต้องสามารถผ่านการตรวจสอบสภาพรถตามหลักเกณฑ์ที่กรมการขนส่งทางบกกำหนด
3. วัสดุที่ใช้ทำโครงรถและตัวถังต้องมีความแข็งแรงและปลอดภัยในการใช้งาน
4. กระจกกันลมหน้าต้องเป็นกระจกนิรภัย ชนิด Zone Tempered หรือ Laminated กระจกกันลมหลังและกระจกหน้าต่างต้องเป็นกระจกนิรภัย ชนิด Tempered หรือ Laminated ทั้งนี้ต้องเป็นกระจกนิรภัยที่ได้มาตรฐานตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกระจกนิรภัยสำหรับรถยนต์
5. รายละเอียดของเครื่องยนต์ต้องแนบ Specification ของเครื่องยนต์เพื่อประกอบการพิจารณา และความจุกระบอกสูบของเครื่องยนต์ต้องเป็นไปตามที่กระทรวงอุตสาหกรรมให้การรับรอง
6. ไอเสียของเครื่องยนต์ต้องเป็นไปตามประกาศกรมการขนส่งกำหนด เรื่อง เกณฑ์ของไอเสียและควันที่เกิดจากเครื่องกำเนิดพลังงานของรถ
7. ระดับเสียง ต้องเป็นไปตามประกาศกรมการขนส่งทางบก เรื่อง เกณฑ์ของระดับเสียงที่เกิดจากเครื่องกำเนิดพลังงานของรถ
8. ขนาดกงล้อต้องเป็นขนาดที่เหมาะสมกับขนาดยาง และยางต้องเป็นชนิดกลวงสูบลมเหมาะสมกับความเร็วสูงสุดของรถและสามารถรับน้ำหนักเต็มอัตราบรรทุกได้โดยปลอดภัย
9. มุมล้อของรถเช่น Camber Angle, Caster Angle และ Kingpin Inclination ของล้อซ้ายและล้อขวาต้องเท่ากัน และ Side Slip ของล้อซ้ายและล้อขวาต้องไม่เกิน 5 เมตร/กิโลเมตร
10. รัศมีวงล้อแคบสุดเมื่อวัดที่ระยะกึ่งกลางยางของล้อหน้าด้านนอกวงเลี้ยวต้องไม่เกิน 12 เมตร
11. สปริงรองรับน้ำหนักรถและเพลาล้อ ต้องมีสมรรถนะเพียงพอในการรับน้ำหนักเต็มอัตราบรรทุกได้โดยปลอดภัย ทั้งนี้ให้แนบ Specification เพื่อประกอบการพิจารณา
12. ต้องมีเครื่องผ่อนคลายความสะเทือน (Shock absorber) ที่ล้อทุกล้อ
13. ระบบบังคับเลี้ยว
    13.1 ระบบบังคับเลี้ยวต้องมีความมั่นคงแข็งแรง และมีขนาดเหมาะสมกับตัวรถ (แนบ Specification เพื่อประกอบการพิจารณา)
    13.2 ระบบบังคับเลี้ยวต้องทำงานได้คล่องตัวพวงมาลัยอยู่ทางด้านขวาของตัวรถและอยู่ในตำแหน่งที่ผู้ขับรถสามารถบังคับรถได้สะดวกและปลอดภัย กลไกบังคับเลี้ยวไม่สัมผัสหรือเสียดสีกับส่วนอื่นใดของตัวรถ
    13.3 อัตราส่วนระหว่างมุมหมุนของพวงมาลัยกับมุมเลี้ยวของล้อทั้งซ้ายและขวาต้องใกล้เคียงกัน แรงที่ใช้หมุนพวงมาลัยให้รถเลี้ยวซ้ายและเลี้ยวขวาใกล้เคียงกันและไม่มากเกินควร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

13.4 กลไกบังคับเลี้ยวต้องไม่มีการดัดแปลง เชื่อมต่อหรือดัดงอ หากมีการดัดแปลงกลไกบังคับเลี้ยวต้องผ่านการตรวจสอบความมั่นคงแข็งแรงของชิ้นส่วนกลไกที่ดัดแปลงด้วยวิธี Radiographic หรือ Ultrasonic หรือวิธีอื่นๆ โดยหน่วยงานหรือสถาบันของทางราชการหรือหน่วยงานที่เชื่อถือได้

13.5 จุดตัดของแนวแกนล้อขณะเลี้ยวของล้อซ้ายและล้อขวาต้องอยู่บนแนวแกนของล้อหลัง

1.4 ระบบน้ำมันเชื้อเพลิง

14.1 ถังน้ำมัน ท่อน้ำมัน และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องไม่ติดตั้งอยู่ในห้องโดยสาร และอยู่ห่างจากท่อไอเสียไม่น้อยกว่า 10 ซม.

14.2 ถังน้ำมัน และที่น้ำมันติดตั้งอย่างมั่นคงแข็งกับตัวรถและมีการป้องกันการกระทบกระแทกไว้แล้วเป็นอย่างดี ไม่กระทบกระแทกไว้แล้วเป็นอย่างดี ไม่กระทบกระแทกหรือเสียดสีกับส่วนหนึ่งส่วนใดของตัวรถ

14.3 การติดตั้งถังน้ำมันและท่อน้ำมันอยู่ในลักษณะที่เมื่อเกิดการรั่วซึมของน้ำมันจากส่วนหนึ่งส่วนใดก็ตาม น้ำมันจะไม่ไหลเข้าสู่ห้องโดยสารโดยตรง

15. อุปกรณ์ควบคุมต่างๆ บนแผงหน้าปัด จะต้องอยู่ห่างจากแกนพวงมาลัยไม่เกิน 50 ซม. และ Speedometer ต้องคลาดเคลื่อนไม่เกินร้อยละ 10

16. รถปล่าวต้องสามารถทรงตัวอยู่บนพื้นเอียงด้านข้างที่ทำมุมกับพื้นราบได้ไม่น้อยกว่า 35 องศา

17. ระบบห้ามล้อ

17.1 ห้ามล้อเท้าต้องเป็นระบบห้ามล้อ 2 วงจรและต้องสามารถหยุดรถได้ในระยะไม่เกิน 20 เมตรเมื่อทำการทดสอบด้วยความเร็วรถ 50 กม./ชม. และในขณะห้ามล้อรถต้องไม่เบี่ยงเบนไปทางซ้ายหรือทางขวาจากแนวทางวิ่งของรถหรือเมื่อทดสอบด้วยเครื่องทดสอบห้ามล้อ แรงห้ามล้อรวมต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 50 ของน้ำหนักรถและความแตกต่างของแรงห้ามล้อระหว่างล้อซ้ายกับล้อขวาไม่เกินร้อยละ 6 ของน้ำหนักรถที่ลงเพลานั้น

17.2 มือต้องสามารถหยุดรถบนพื้นเอียงไม่น้อยกว่า 11 องศาได้โดยรถไม่เคลื่อนที่หรือลื่นไถลหรือต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 20 ของน้ำหนักรถเมื่อทดสอบด้วยเครื่องทดสอบห้ามล้อ

18. ความกว้างสุดของแก้มยางไม่เกินความกว้างสุดของตัวรถที่อยู่ในแนวเดียวกัน

19. ประตูรถและฝากระโปรงต้องเป็นแบบที่มีการล็อค 2 ชั้น

20. ที่นั่งคนขับและผู้โดยสาร ต้องมีการยึดกับตัวรถอย่างมั่นคงแข็งแรง

21. แตรสัญญาณต้องเป็นชนิดไฟฟ้าเสียงเดียว ไม่เกิน 1 ชุด ระดับเสียงของแตรสัญญาณต้องดังไม่น้อยกว่า 90 เดซิเบล เอ และไม่เกิน 115 เดซิเบล เอ โดยวัดระดับเสียงที่ระยะห่างจากด้านหน้ารถ 2 เมตร

ซึ่งในการสร้างรถประหยัดเชื้อเพลิงนี้เราได้สร้างโดยอ้างอิงข้อกำหนดเกี่ยวกับสภาพความมั่นคงแข็งแรงของรถยนต์ที่สร้างประกอบขึ้นเองของกรมการขนส่งทางบก สำนักงานเลขานุการกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักวิศวกรรมและความปลอดภัยกรมการขนส่งทางบกด้วยในบางข้อแต่ในบางข้อของข้อกำหนดเราไม่ได้นำมาอ้างอิงเนื่องจากมีผลกับน้ำหนักของตัวรถ

2.1.2 หลักการคำนวณ

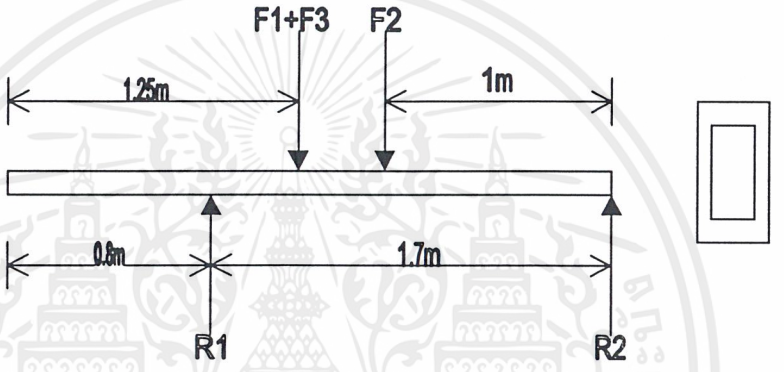
การคำนวณ น้ำหนักที่กระทำกับคานหลักของโครงรถ

น้ำหนักของรถ = 15 กก.

น้ำหนักของคนขับ = 36 กก.

น้ำหนักของเครื่องยนต์ = 10 กก.

คานหลักที่ในตัวโครงรถที่ใช้รับแรง จะรับภาระจาก น้ำหนักของโครงรถ น้ำหนักของเครื่องยนต์ และน้ำหนักของคนขับ คานทำจากอลูมิเนียมขนาด 1"x1.5" หนา 3mm (1นิ้ว=25.4มิลลิเมตร)



รูปที่ 2.2 แสดงหลักการคำนวณการรับแรงของคัสซี

ให้ F_1 คือ แรงจากน้ำหนักคนขับ 50 kg = 490.5 N

F_2 คือ แรงจากน้ำหนักเครื่องยนต์ 10 kg = 98.1 N

F_3 คือ แรงจากน้ำหนักของโครงรถ 10 kg = 98.1 N

R_1 คือ แรงจากล้อหน้า

R_2 คือ แรงจากล้อหลัง

โมเมนต์ทวน = โมเมนต์ตาม (1)

$1.7R_1 = F_2+1.25(F_1+F_3)$

$1.7R_1 = 98.1+1.25(490.5+98.1)$

$R_1 = 490.5$ N

$\sum F_y = 0$

$R_1+R_2 = F_1+F_2+F_3$ (2)

$R_2 = 490.5+98.1+98.1-490.5$

$R_2 = 196.2$ N

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเค้นคัดคำนวณได้โดย

$$I_x = [BH^3-bh^3]/12 \quad (3)$$

$$= [(25.4)(38.1)^3-(19.4)(32.1)^3]/12$$

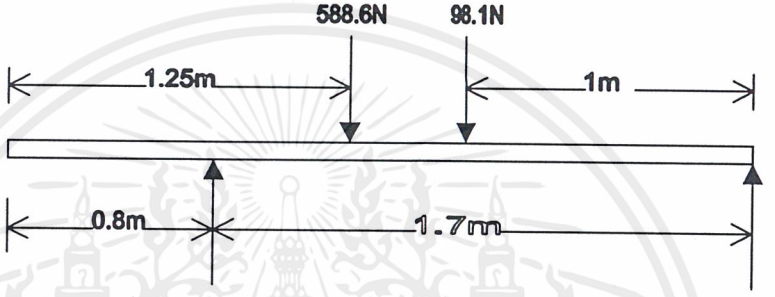
$$= 63592\ mm^4$$

ความเค้นคัดสูงสุด (σ_{max}) $= M_{max}c/Ix \quad (4)$

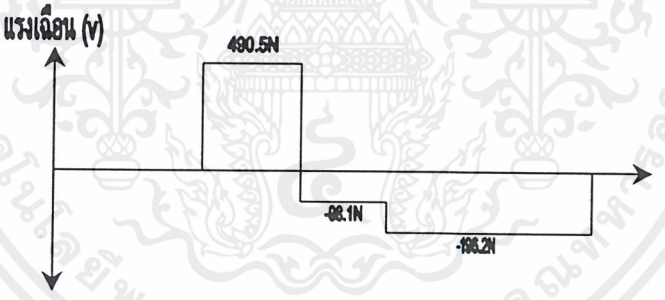
$$= (220.73X19.05X10^{-3})/(63592X10^{-12})$$

$$= 66.12\ N/mm^2$$

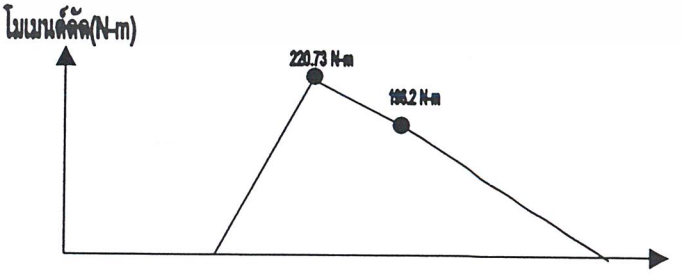
FBD



รูปที่ 2.3 แสดงถึงแรงอิสระที่กระทำต่อคัสซี



รูปที่ 2.4 แสดงถึงแรงเฉือนที่กระทำต่อคัสซี



รูปที่ 2.5 แสดงถึงโมเมนต์ดัดที่กระทำต่อคัสซี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

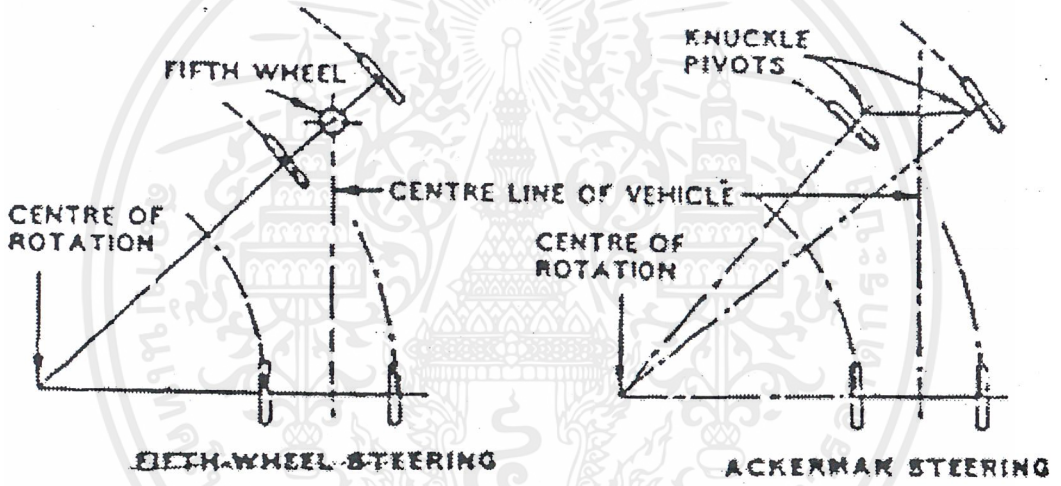
2.2 ระบบบังคับเลี้ยว

2.2.1 การพัฒนาของระบบบังคับเลี้ยว

ระบบบังคับเลี้ยว ทำหน้าที่ควบคุมให้รถเลี้ยวในทิศทางที่ต้องการ โดยมีระบบบังคับเลี้ยวแบ่งได้ดังนี้

ระบบจุดหมุนจุดเดียวหรือระบบล้อที่ห้า (Fifth Wheel) ระบบนี้ล้อและเพลาเคลื่อนที่เปลี่ยนตำแหน่งไปด้วยกัน ถ้าเลี้ยวเร็วๆ รถจะเสียการทรงตัว ระบบนี้มักใช้กับยานพาหนะที่ถูกขับโดยการลาก เช่น รถลาก และยานที่ม้าลากจูง ไม่นิยมใช้กับยานที่ขับเคลื่อนได้เอง

ระบบจุดหมุนสองจุดหรือระบบของอัคเคมาน (Ackerman) ระบบนี้ล้อหน้าจะติดตั้งอยู่กับหูสลัก (Pivoted Knuckles) และจะมีแกนบังคับต่อจากหูสลักทั้งสองข้าง ระบบนี้จะนำมาใช้ในรถประหยัดเชื้อเพลิงขนาดเล็กนี้ ซึ่งจะกล่าวรายละเอียดต่อไป



รูปที่ 2.6 แสดงระบบบังคับเลี้ยว ระบบมุมที่ห้า และ ระบบอัคเคมาน

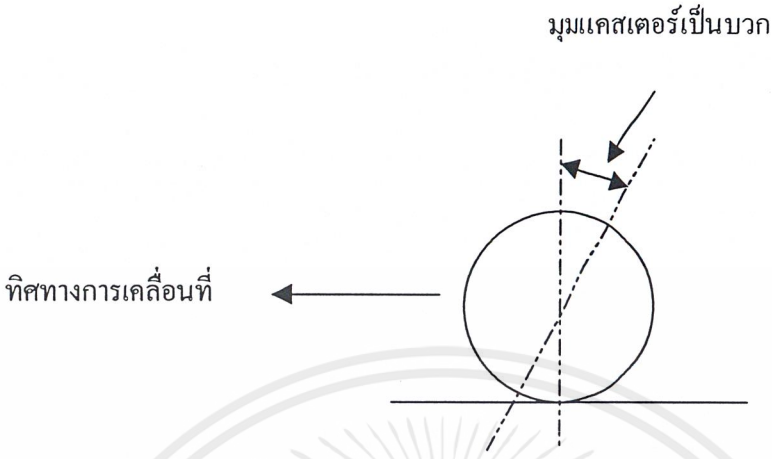
2.2.2 การตั้งศูนย์ล้อหน้า (Front Wheel Alignment)

มุมล้อหน้ามีผลทำให้สามารถขับเลี้ยวได้ง่าย มีการทรงตัวในขณะเลี้ยวได้ดี และทำให้ยางสึกหรอน้อยที่สุดด้วย ศูนย์ล้อหน้าสามารถตั้งได้โดยการปรับตั้งมุมเหล่านี้คือ มุมแคสเตอร์ (caster angle) มุมแคมเบอร์ (camber angle) มุมเอียงสลักล้อ (king pin inclination angle) มุมโท (toe) มุมต่างๆ เหล่านี้จะสัมพันธ์ซึ่งกันและกันถ้ามุมหนึ่งมุมใดเปลี่ยนไปก็จะทำให้มุมอื่นๆ ผิดพลาดไปด้วย

มุมแคสเตอร์ มุมแคสเตอร์วัดเป็นองศาของการเอียงของแกนเลี้ยวล้อทางส่วนปลายบนที่เอียงออกจากแนวดิ่งไปทางด้านหน้าหรือด้านหลังของตัวรถ เมื่อมองจากด้านข้างของรถ มุมแคสเตอร์บวก (positive caster) คือมุมที่เกิดจากด้านบนของแกนเลี้ยวล้อเอียงไปทางด้านหลัง มุมแคสเตอร์ลบ (negative

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

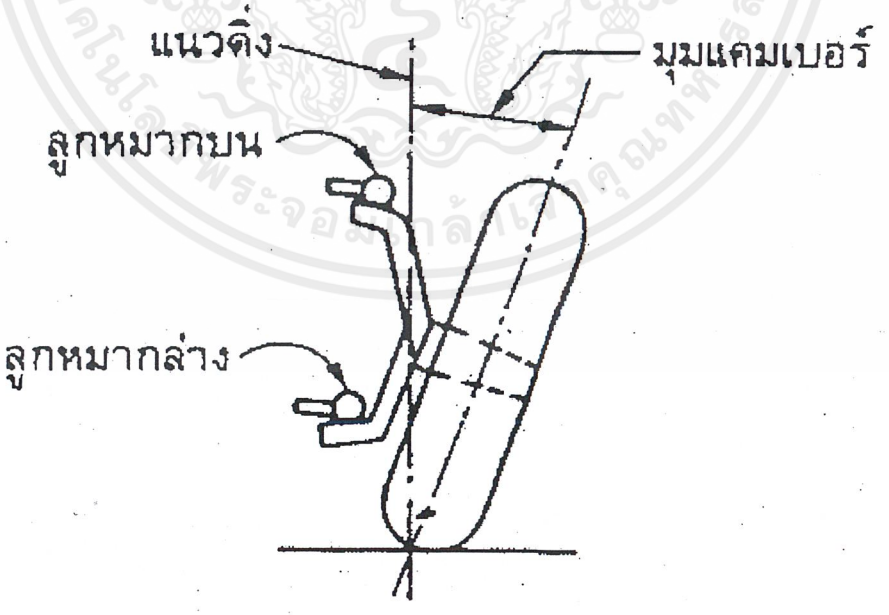
caster) คือมุมที่เกิดจากด้านบนของแกนเลี้ยวล้อเอียงไปทางด้านหน้าของตัวรถสำหรับมุมแคสเตอร์ที่ใช้ในรถประหยัดเชื้อเพลิงขนาดเล็กนี้จะใช้มุมแคสเตอร์เป็นมุมแคสเตอร์บวก 4 องศา



รูปที่ 2.7 แสดงมุมแคสเตอร์

มุมแคสเตอร์ทำให้เกิด เทรลลิ่ง (trailing effect) ทำให้รถมีเสถียรภาพในการบังคับทิศทาง ถ้ามุมแคสเตอร์ไม่ถูกต้องจะทำให้เกิดความยุ่งยากขึ้น เช่น เลี้ยวได้ยาก ดึงไปข้างใดข้างหนึ่งเมื่อห้ามล้อและเกิดการสั่น

มุมแคมเบอร์ คือจำนวนองศาที่ล้อหน้าเอียงออกจากแนวดิ่งเมื่อมองจากหน้ารถเข้าไป ถ้าด้านบนของล้อหน้าเอียงออกนอกตัวรถ เรียกว่า แคมเบอร์บวก (positive camber) และถ้าล้อหน้าเอียงเข้าในตัวรถ เรียกว่า แคมเบอร์ลบ (negative camber)



รูปที่ 2.8 แสดงมุมแคมเบอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มุมเอียงสลักล้อ (king pin inclination angle) คือ เส้นศูนย์กลางที่ล้อหน้าบิดหมุนเลี้ยวรอบแกนนี้ เขียนย่อว่า KPI หรือจะพูดว่าเป็นมุมเอียงเข้าข้างในรถของเส้นแกนเลี้ยวล้อจากแนวดิ่ง มุมเอียงแกนเลี้ยวล้อจะร่วมกับมุมแคสเตอร์ช่วยให้เกิดเสถียรภาพในการบังคับทิศทาง และทำให้จุดศูนย์กลางการเลี้ยวของยางอยู่บนถนน สำหรับในรถประหยัดเชื้อเพลิงขนาดเล็กนี้ให้มุมเอียงแกนเลี้ยวล้อนี้เท่ากับ 7 องศา

มุมรวม หมายถึง การบวกมุมแคมเบอร์เข้ากับมุมเอียงสลักล้อ อันเป็นมุมที่บ่งบอกถึงความสัมพันธ์ของมุมแคมเบอร์ มุมเอียงสลักล้อและมุมโทของล้อหน้า เพราะมุมทั้งสามนี้จะทำงานร่วมกันในขณะที่รถแล่นตรงไปข้างหน้า

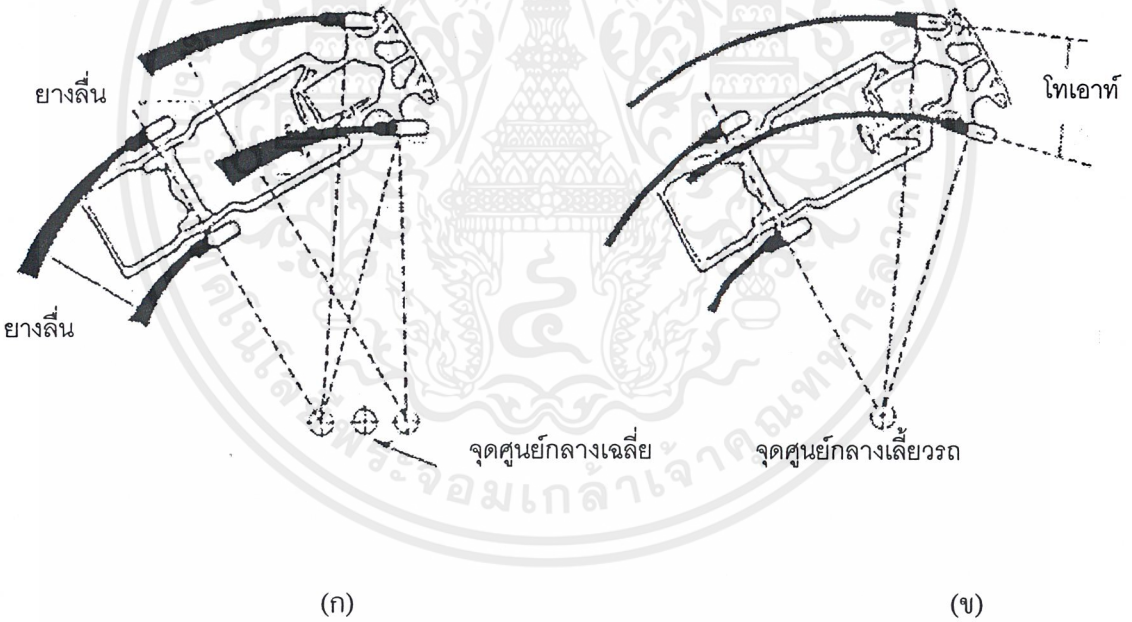
รูปที่ 2.9 แสดงมุมเอียงแกนเลี้ยวล้อ

มุมโท (Toe) ในขณะที่รถแล่นตรงไปข้างหน้า ล้อหน้าทั้งสองข้างของรถจะมีระยะช่วงล้อทางด้านหน้าและทางด้านหลังของยางเท่ากัน หรือไม่เท่ากัน ตามแต่จะได้รับการออกแบบ และมุมโทนี้จะทำงานสัมพันธ์ร่วมกันกับมุมแคมเบอร์ โทอิน (toe-in) หมายความว่า ระยะห่างจากเส้นศูนย์กลางของล้อด้านหน้าสั้นกว่าระยะห่างจากเส้นศูนย์ของล้อด้านหลังเมื่อมองจากด้านบนของรถ โทเอาท์(toe-out) หมายความว่า ระยะห่างระหว่างเส้นศูนย์กลางของล้อหน้ายาวกว่าระยะห่างจากเส้นศูนย์ของล้อด้านหลังเมื่อมองจากด้านบนของรถ ขณะที่รถกำลังแล่นอยู่นั้นล้อทุกๆ ล้อจะขนานกันและกัน เพื่อให้ล้อหมุนกลิ้งไปข้างหน้าในทิศทางเดียวกันเพื่อหลีกเลี่ยงการที่ยางถูกไปบนทางแล่นเพื่อเป็นการรักษาระยะโทของล้อหน้าขณะรถแล่นให้เป็นศูนย์ จึงจำเป็นที่จะตั้งล้อให้เป็นโทอินในขณะที่รถอยู่กับที่เป็นการทดแทนสำหรับการหันเหของล้อที่เกิดขึ้นจากแรงเสียดทานของล้อบนผิวถนนและแรงที่เกิดจากการเบรก ซึ่งแรงเสียดทานของล้อบนผิวถนนและแรงเบรกนี้จะทำให้เกิดเป็นโมเมนต์ อันเป็นแนวโน้มที่ทำให้ล้อเกิดการกาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ออกเป็นโทเอ้าท์ให้ล้อแล่นแยกออกจากกัน ดังนั้นถ้าขณะที่รถอยู่กับที่ทำการปรับตั้งระยะโทให้ขนานกัน เมื่อรถแล่นหรือเบรกก็จะทำให้ล้อฉีกกางออกแล่นแยกจากกันเล็กน้อย ล้อหน้าทั้งสองจึงมีทิศทางกลิ้งไปของล้อไม่สัมพันธ์กันและกันและยังไม่สัมพันธ์กับล้อหลังซึ่งเป็นล้อขับด้วย อันเป็นสาเหตุให้ดอกยางเกิดการถูกับผิวถนนสึกหรอเร็วกว่าปรกติแล้วยังทำให้การเกาะถนนของรถลดลงด้วย และจากผลของการที่ล้อเป็นมุมแคมเบอร์บวกทำให้ล้อหน้าแล่นออกจากกันเปรียบเหมือนการกลิ้งของกรวย ดังนั้นเมื่อจัดตั้งระยะโทให้ข้างหน้าแคบเข้าก็จะเป็นผลให้ล้อแล่นเข้าหากัน เมื่อปรับตั้งระยะโทสัมพันธ์กับมุมแคมเบอร์ก็จะเป็นผลให้ล้อแล่นตรงไปข้างหน้าตามทิศทางแล่นของรถ

โทเอาท์ขณะเลี้ยว (Toe out on turn) เป็นมุมของล้อหน้าที่เกิดขึ้นขณะรถแล่นอยู่บนทางโค้งหรือขณะที่รถเลี้ยว จากการต้องการเบื้องต้นในการแล่นของรถที่มีการเกาะถนนที่ดีนั้น ล้อทุกๆล้อของรถจะต้องกลิ้งไปบนถนนโดยไม่มีการขัดถูหรือลากไปบนผิวทางแล่น ดังนั้นในขณะที่รถเลี้ยวล้อหน้าจึงเป็นโทเอาท์ เพราะว่าล้อด้านนอกของทางโค้งแล่นไปบนส่วนโค้งที่ใหญ่กว่าล้อด้านในของทางโค้ง ล้อด้านนอกจะต้องบิดเลี้ยวเป็นมุมน้อยกว่าล้อด้านใน ด้วยเหตุนี้จึงทำให้รัศมีเลี้ยวของล้อหน้ากว้างกว่าด้านหลัง แต่เนื่องจากการวัดโทเอาท์ขณะเลี้ยวเป็นองศาจึงเรียกว่ามุมรรัศมีเลี้ยวรถ อันหมายถึงการบิดเลี้ยวของล้อหน้าให้ล้อทุกๆ ล้อของรถมีจุดศูนย์กลางของส่วนโค้งที่ล้อทุกล้อกลิ้ง ไปเพียงจุดเดียวหรือมีจุดศูนย์กลางของส่วนโค้งร่วมกัน



(ก) (ข)

รูปที่ 2.10 แสดงการเปรียบเทียบการเลี้ยวของล้อรถที่ล้อทุกล้อร่วมจุดศูนย์กลางเดียวกันและไม่ร่วมจุดศูนย์กลางเดียวกัน

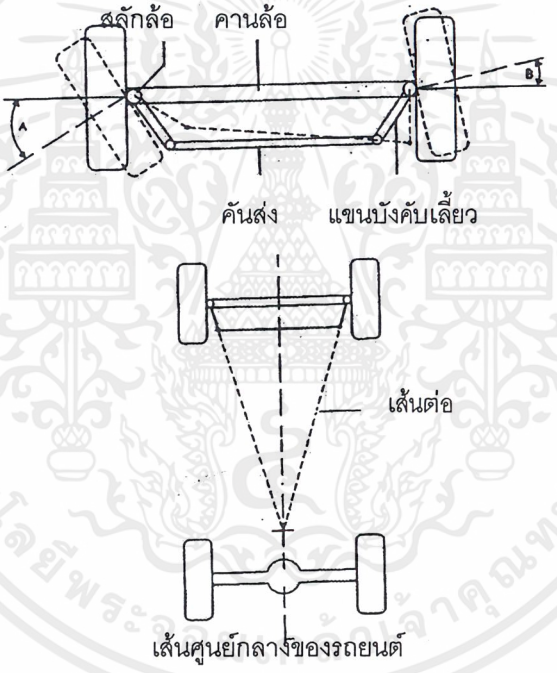
รูป ก. ล้อทุกล้อเลี้ยวโดยไม่ร่วมจุดศูนย์กลางเดียวกันจึงต้องมีจุดศูนย์กลางเฉลี่ยเพราะล้อหน้าทั้งสองบิดเลี้ยวด้วยมุมเท่ากัน

รูป ข. ล้อทุกล้อเลี้ยวโดยมีจุดศูนย์กลางร่วมจุดเดียวกันเพราะล้อหน้าเป็นโทเอาท์ขณะเลี้ยว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3 กลไกบังคับเลี้ยวแบบอัคเคมาน

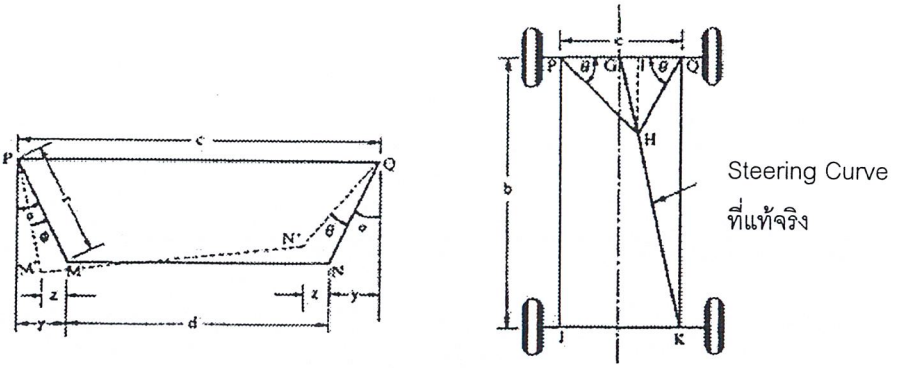
คันชักคันส่งของรถได้ออกแบบไว้เพื่อเป็นตัวแก้มุมเลี้ยวล้อของแต่ละ ล้อขณะที่รถแล่นบนทางโค้งให้ถูกต้อง การออกแบบนี้เรียกว่า หลักการของ อัคเคมาน (ackermanns principle) หลักการนี้คือการที่ล้อสองล้อมีการต่อให้บิดเลี้ยวไปด้วยกัน ล้อที่แล่นไปบนวงกลมที่ต่างกันจะต้องบิดเลี้ยวไปในมุมที่ขนาดไม่เท่ากันด้วย การควบคุมโทเอาท์ขณะเลี้ยวทำได้โดยการออกแบบให้แขนเลี้ยวล้อ (steering arms) ทำมุมกับเส้นศูนย์กลางล้อ เพราะถ้าแขนเลี้ยวล้อขนานกับเส้นศูนย์กลางล้อ ล้อหน้าทั้งสองจะบิดเลี้ยวไปเท่ากันดังเช่นสี่เหลี่ยมด้านขนาน จะทำให้จุดศูนย์กลางของส่วนโค้งที่ล้อแต่ละล้อแล่นไปอยู่คนละจุดกัน เป็นผลให้ยางถูลากไปบนพื้นถนน ดังนั้นถ้าต้องการให้มุมเลี้ยวล้อหน้าแต่ละล้อไม่เท่ากันจะต้องทำให้คันส่ง และแขนเลี้ยวล้อประกอบกันเป็นสี่เหลี่ยมคางหมู โดยเมื่อล้ออยู่ในตำแหน่งตรงไปข้างหน้าถ้าลากเส้นต่อไปจากแขนเลี้ยวล้อทั้งสองข้างแล้ว เส้นต่อทั้งสองจะตัดกันบนเส้นศูนย์กลางของเพลาล้อหลังที่จุดกึ่งกลาง



รูปที่ 2.11 ระบบบังคับเลี้ยวแบบอัคเคมาน

พิจารณารูปที่ 2.10 ถ้าไม่คิดการเอียงเล็กน้อยของคันชักคันส่งการเคลื่อนที่ของ M และ Nในทิศทางขนานกับเพลา คาน PQ จะมีค่าเท่ากันคือ เท่ากับ Z ให้ M" N" เป็นตำแหน่งที่ถูกต้องขณะเลี้ยวและ r เป็นรัศมีของแขนก้านต่อบังคับเลี้ยวหรือนัคเคิลอาร์ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.12 แสดงกลไก 4-bar ของระบบบังคับเลี้ยว

2.2.4 เงื่อนไขพื้นฐานสำหรับการกลิ้งอย่างแท้จริง

ในขณะรถเลี้ยว ล้อหน้าจะต้องหมุนในลักษณะที่แน่นอนทั้งคู่และสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน นอกจากนี้แนวแกนล้อหน้าทั้งคู่จะต้องไปตัดกับแนวแกนล้อหลังที่จุดเดียวกันเพื่อขจัดการลื่นไถลทางด้านข้าง และทำให้ล้อทั้งหมดเกิดการกลิ้งไปอย่างแท้จริง ตามเงื่อนไขพื้นฐานดังกล่าวมานี้ล้อหน้าทั้งสองจะต้องหมุนรอบจุดศูนย์กลางร่วมจุดเดียวกันซึ่งจุดศูนย์กลางนี้เป็นจุดศูนย์กลางหมุนชั่วขณะ (instantaneous center) เนื่องจากแนวแกนล้อหลังอยู่คงที่ ดังนั้นจุดศูนย์กลางร่วมจุดนี้จะต้องยื่นออกไปนอกตัวรถ

2.3 ระบบส่งถ่ายกำลัง

ในส่วนของการส่งถ่ายกำลังของรถประหยัดพลังงานเชื้อเพลิงนั้นเราได้นำชิ้นส่วนของชุดทดเกียร์ที่เป็นมาตรฐานมากับเครื่องยนต์ออก จึงสามารทช่วยลดน้ำหนักของเครื่องยนต์ลงไปได้ และใช้การส่งถ่ายกำลังโดยใช้โซ่และเฟืองที่มีอัตราทดที่แน่นอนแทน โดยพิจารณาใช้คลัตช์ในการตัดต่อการส่งกำลังซึ่งจะสามารถลดการสิ้นเปลืองพลังงานขณะที่เครื่องยนต์อยู่ในสภาพรอบเดินเบา และยังสามารถตัดต่อการส่งกำลังได้อย่างต่อเนื่อง ซึ่งมีทฤษฎีลักษณะการทำงานดังนี้

2.3.1ทฤษฎีและหลักการ

การส่งถ่ายกำลังของรถประหยัดพลังงานเชื้อเพลิงโดยใช้คลัตช์ในการส่งกำลังนั้นมีอุปกรณ์ที่ใช้ในการส่งถ่ายกำลังดังนี้

1. ชุดสเตอร์หน้า (Pinion) ที่ต่อจากเพลาข้อเหวี่ยงของเครื่องยนต์
2. ชุดสเตอร์หลัง (Gear) ที่ยึดกับดุมล้อหลัง
3. ชุดโซ่ (Chain)
4. ชุดคลัตช์ทางเดียว (Oneway –Clutch)

ในการทำงานของเครื่องยนต์นั้นเราได้ตั้งรอบการทำงานเฉลี่ยไว้ที่ 1200 รอบ/นาที ซึ่งจะนำมาใช้ในการคำนวณหาขนาดของ สเตอร์หน้า, สเตอร์หลัง, และขนาดของโซ่ ซึ่งจะต้องทำความเร็วเฉลี่ยของรถได้ไม่ต่ำกว่า 25 km/hr โดยมีค่ามาตรฐานต่างๆดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางล้อรถประหยัดเชื้อเพลิงมีขนาด 68.58 ซม.

รอบเครื่องยนต์เฉลี่ยที่ใช้งานเป็น 1200 รอบ/นาที

เส้นรอบวงมีขนาด = πd

= π (0.6858) = 2.1545 m.

เนื่องจากเกิดการเสียดทานขณะเริ่มต้นออกตัวดังนั้นเราจึงกำหนดค่าความเร็วเฉลี่ยเป็น 35 km/hr

ความเร็วรอบล้อหลัง = $\frac{35km}{1hr} * \frac{1000m}{1km} * \frac{1 รอบ}{2.1545m} * \frac{1hr}{60min}$

= 270.7511 รอบ/นาที

อัตราทด m_w = $\frac{n_1}{n_2}$

= $\frac{1200}{270.7511}$ = 4.43

จากหลักมาตรฐานในการพิจรณาเลือกพิเนี่ยนนั้นจะใช้พิเนี่ยนที่มีจำนวณฟันเป็นเลขคี่ และสำหรับเครื่องยนต์ที่มีการกระตุกเล็กน้อยนั้นควรจะมีจำนวณฟันอย่างน้อย 23 ฟัน

จากสูตร $\frac{N_2}{N_1} = \frac{n_1}{n_2}$

N_2 = (4.43)(23) = 101.89 ฟัน

ตารางที่2.1 แสดงจำนวนฟันของเฟืองโซ่

11	12	13	14	15	17	19	20	21	23
25	27	30	38	57	76	95	114	150	

จากการคำนวณจึงเลือกใช้เฟืองโซ่จากตารางขนาด 114 ฟัน

2.3.2 หลักการทำงาน

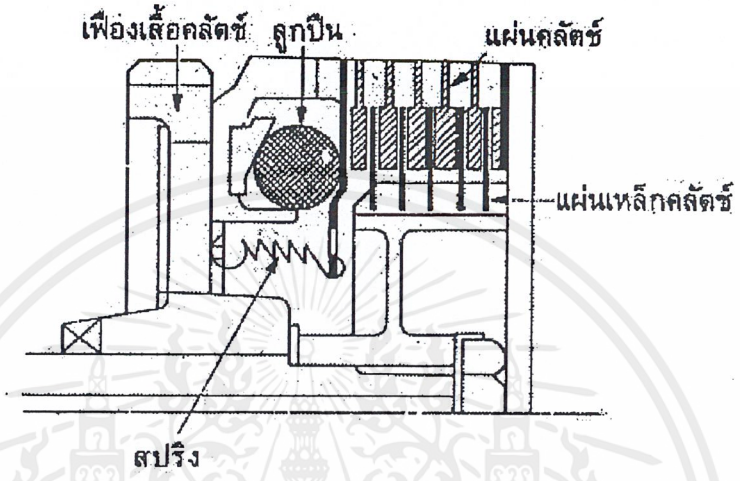
2.3.2.1 คลัตช์ (Clutch)

คลัตช์ทำหน้าที่ตัดต่อกำลังงานระหว่างเครื่องยนต์กับชุดเกียร์ ความมุ่งหมายของคลัตช์อย่างหนึ่งคือ การตัดต่อกำลังระว่างเครื่องยนต์กับชุดเกียร์เป็นครั้งคราว เช่นเมื่อต้องการจะเปลี่ยนตำแหน่งของเกียร์ เพราะว่าถ้าไม่มีการตัดการส่งกำลังงานระหว่างเครื่องยนต์กับชุดเกียร์ ย่อมเป็นการยากที่จะเข้าเกียร์หรือปลดเกียร์ นอกจากนี้ถ้าไม่มีคลัตช์ การเลื่อนเฟืองเข้าขบกันจะเกิดอันตราย เพราะเฟืองขับและเฟืองตามจะหมุนด้วยความเร็วที่ต่างกันมาก หากทำการเปลี่ยนเกียร์จะทำให้ฟันเฟืองปะทะกันอย่างรุยแรงซึ่งจะทำให้ฟันเฟืองบิ่นหรือแตกหัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

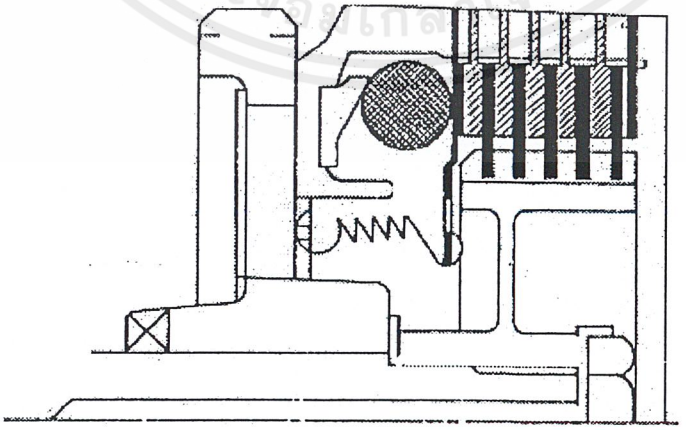
2.3.2.1.1 คลัตช์อัตโนมัติ (Automatic Clutch)

คลัตช์อัตโนมัติประกอบด้วยแผ่นคลัตช์หลายแผ่นและเป็นคลัตช์เปียก ทำงานโดยอาศัยแรงเหวี่ยงหนีศูนย์ (คลัตช์ในรถจักรยานยนต์จะเป็นคลัตช์เปียกทั้งหมด) การทำงานของคลัตช์อัตโนมัติเป็นดังนี้ เมื่อเครื่องยนต์ยังไม่ทำงานหรือทำงานที่ความเร็วรอบต่ำ ลูกปืนทั้งหมดจะถูกกดให้อยู่ในร่องของลูกปืนคลัตช์ด้านในโดยแรงดึงของสปริงคลัตช์ ทำให้แผ่นคลัตช์และแผ่นเหล็กคลัตช์ไม่ติดกัน เป็นการตัดการส่งกำลังระหว่างเครื่องยนต์และชุดเกียร์



รูปที่ 2.13 แสดงภาพขณะที่ลูกปืนคลัตช์ยังไม่เหวี่ยงออก

เมื่อความเร็วรอบของเครื่องยนต์สูงขึ้น แรงเหวี่ยงหนีศูนย์ของลูกปืนคลัตช์ก็จะเพิ่มมากขึ้นจนชนะแรงดึงของสปริง ซึ่งก็จะเคลื่อนตัวออกตามร่องลูกปืนทางด้านนอกของเสื้อคลัตช์ ทำให้แผ่นคลัตช์และแผ่นเหล็กคลัตช์ถูกกดให้ติดเป็นชุดเดียวกัน ความฝืดที่เกิดขึ้นระหว่างแผ่นคลัตช์และแผ่นเหล็กคลัตช์ก็จะทำให้อุปกรณ์ทั้งสองหมุนไปด้วยกัน ชุดคลัตช์ทั้งชุดก็จะส่งกำลังจากเครื่องยนต์ไปยังชุดเกียร์ได้



รูป 2.14 ภาพแสดงขณะลูกปืนคลัตช์ถูกเหวี่ยงออกแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

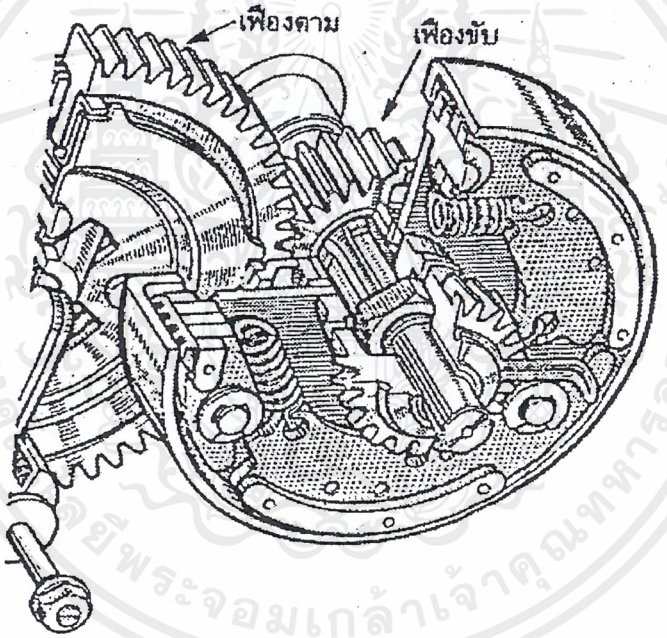
สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ระบบส่งกำลังของรถครอบครัวรุ่นใหม่ๆ ในปัจจุบันจะมีชุดคลัตช์อยู่สองชุดคือ ชุดคลัตช์ตัวที่หนึ่งและชุดคลัตช์เปลี่ยนเกียร์

1. ชุดคลัตช์ตัวที่หนึ่ง

เครื่องยนต์ของรถครอบครัวรุ่นใหม่ๆในปัจจุบันมีการทำงานของคลัตช์ตัวที่หนึ่งเหมือนๆกัน คลัตช์ตัวที่หนึ่งต่อโดยตรงกับเพลาข้อเหวี่ยง ซึ่งจะประกอบด้วยแผ่นคลัตช์ ตุ้มเหวี่ยง สปริงดึงกลับและดุมคลัตช์ ดังแสดงในรูปที่ 2.15

แผ่นคลัตช์ ตุ้มเหวี่ยงและสปริงดึงกลับ จะติดตั้งบนแกนเพลาข้อเหวี่ยง ดุมคลัตช์จะเป็นอิสระจากการหมุนของเพลาข้อเหวี่ยง ขณะที่เครื่องยนต์เดินเบา แรงเหวี่ยงหนีศูนย์ของแผ่นคลัตช์และตุ้มเหวี่ยงจะมีน้อย แผ่นคลัตช์จะถูกดุงให้แยกจากกับดุมคลัตช์ที่ติดกับเพลาข้อเหวี่ยงด้วยสปริงดึงกลับ ด้วยเหตุนี้จึงมีเฉพาะเพลาข้อเหวี่ยงและแผ่นคลัตช์ที่หมุนอยู่ แต่ไม่มีการส่งกำลังไปยังดุมคลัตช์ เมื่อรอบของเครื่องยนต์สูงขึ้น แรงเหวี่ยงหนีศูนย์จะทำให้แผ่นคลัตช์จับกับดุมคลัตช์ซึ่งหมุนส่งกำลังไปยังชุดเกียร์ โดยผ่านทางเฟืองขับและเฟืองตาม



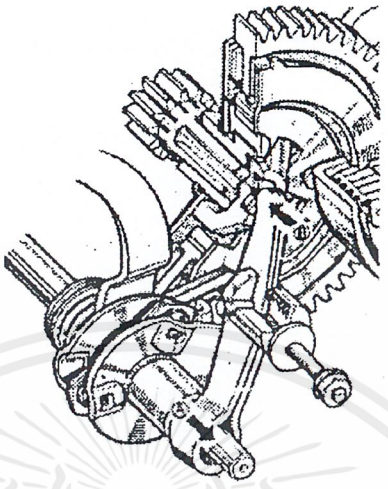
รูปที่ 2.15 แสดงภาพตัดชุดคลัตช์ตัวที่หนึ่ง

2. ชุดคลัตช์เปลี่ยนเกียร์

ระบบกลไกการเปลี่ยนเกียร์ของรถ สามารถเปลี่ยนเกียร์สูงหรือเกียร์ต่ำโดยใช้คันเกียร์ชุดคลัตช์เปลี่ยนเกียร์ (คลัตช์ชุดที่สอง) ติดตั้งอยู่บนเพลาราวเกียร์ซึ่งจะตัดต่อกำลังโดยการเคลื่อนที่ของเพลาเปลี่ยนเกียร์ มีหลักการดังนี้ เมื่อคันเกียร์ถูกอัดหรือกดลง ร่องนำลูกปืนภายในซึ่งอยู่ในเพลาเปลี่ยนเกียร์จะหมุนผลักให้ลูกปืนไปดันแผ่นกดลูกปืนตัวนอก ทำให้แขนกดคลัตช์ด้านล่างเคลื่อนที่ออก ซึ่งที่กลางแขนกดคลัตช์จะเป็นจุดหมุน ทำให้แขนกดคลัตช์ด้านบนเคลื่อนที่เข้าไปกดตัวกดคลัตช์และตัวกดคลัตช์ก็จะไป

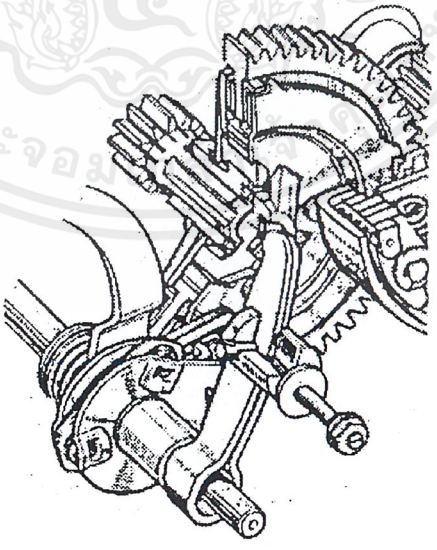
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
42452

ดันแผ่นสปริงคลัตช์ (สปริงแบบสปริงหวี) เป็นผลให้แผ่นคลัตช์และแผ่นเหล็กคลัตช์แยกจากกัน เป็นการตัดการส่งกำลังของชุดคลัตช์ชุดที่สอง เครื่องยนต์ก็จะไม่สามรถส่งกำลังไปยังชุดเกียร์ได้ การเข้าเกียร์จึงเป็นไปอย่างนุ่มนวล ดังรูป



รูปที่ 2.16 ชุดคลัตช์เปลี่ยนเกียร์ถูกกดให้ตัดการส่งกำลัง

เพลาเปลี่ยนเกียร์ก็จะกลับไปยังตำแหน่งเดิมด้วยแรงดึงของสปริงคลัตช์ก็จะจับตัว และเกิดการส่งกำลังจากเฟืองขับของคลัตช์ชุดที่หนึ่งส่งต่อไปยังเฟืองตามของคลัตช์ชุดที่สองต่อไปยังชุดเกียร์ โดยผ่านแผ่นคลัตช์และแผ่นเหล็กคลัตช์ เป็นการตัดต่อกำลังขณะเปลี่ยนเกียร์ ทำให้การเข้าเกียร์ทำได้นิ่มนวลและสะดวกไม่เกิดอาการกระตุกขณะเข้าเกียร์



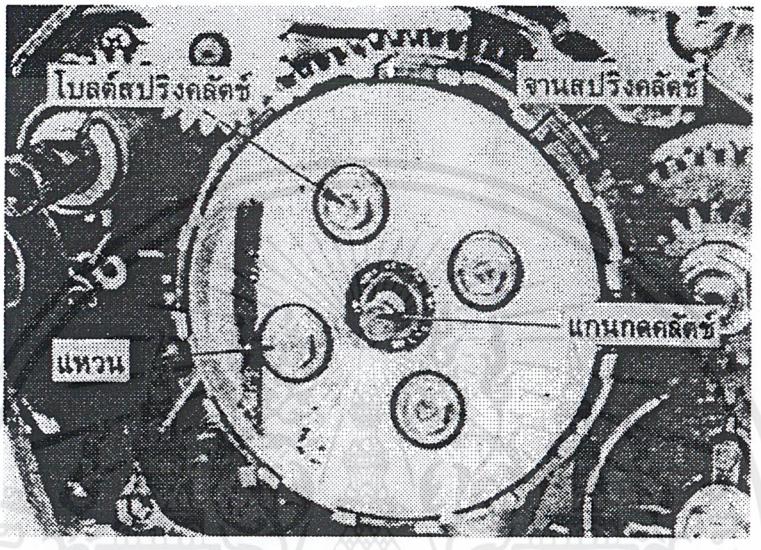
รูปที่ 2.17 แสดงภาพชุดคลัตช์เปลี่ยนเกียร์ไม่ถูกกด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

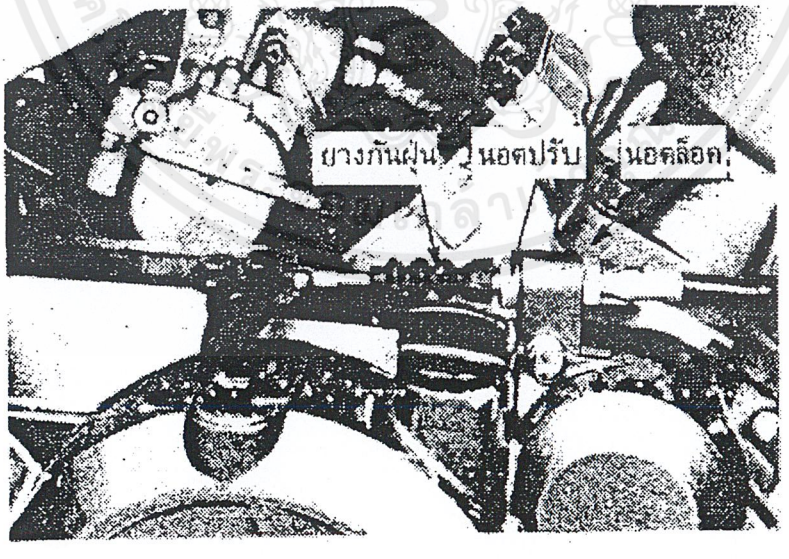
2.3.2.1.2 คลัตช์แบบกลไก

คลัตช์แบบนี้จะทำให้เกิดการตัดต่อการส่งกำลังระหว่างเพลาข้อเหวี่ยงกับชุดเกียร์จะมีการทำงานอยู่ 2 แบบคือ แบบกดเข้าตัดต่อกำลังและแบบดันออกตัดต่อกำลัง

1. แบบกดเข้าตัดต่อกำลัง แบบนี้แขนกดคลัตช์จะอยู่ด้านนอกของชุดคลัตช์และแกนกดคลัตช์จะกดคลัตช์ให้แยกจากกันได้ก็โดยอาศัยขากดคลัตช์ ซึ่งจะติดอยู่กับฝาครอบคลัตช์ดังรูปที่ 2.18 และ 2.19



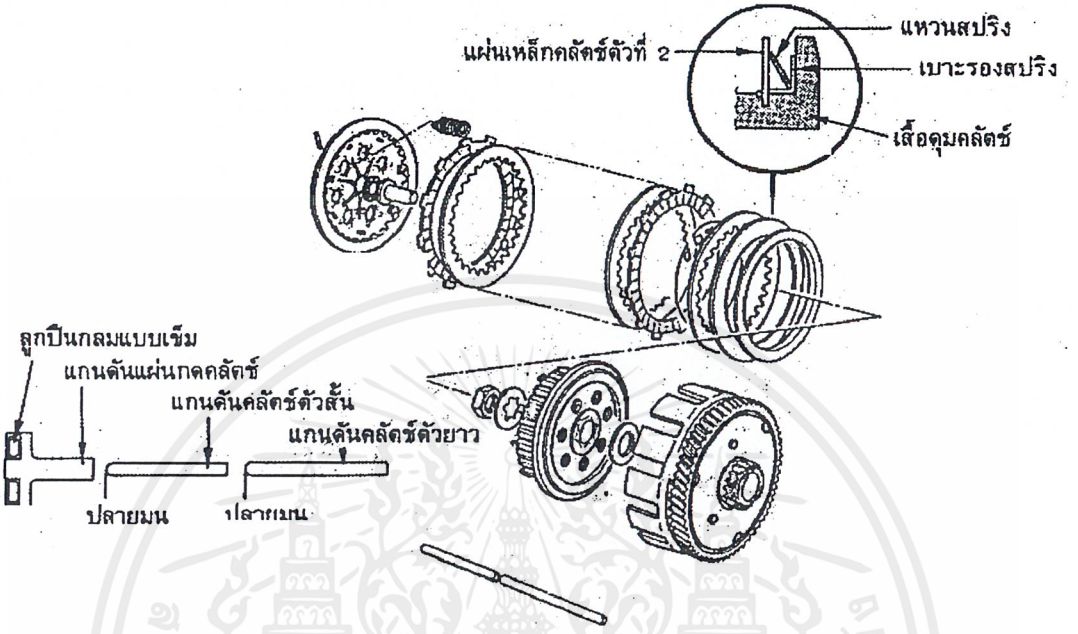
รูปที่ 2.18 ชุดคลัตช์และแกนกดคลัตช์



รูปที่ 2.19 ตำแหน่งสายคลัตช์ที่ฝาครอบคลัตช์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. แบบดันออกตัดต่อกำลัง แบบนี้แกนดันคลัตช์จะอยู่ด้านในของชุดคลัตช์และขาดันแกนดันคลัตช์จะอยู่ด้านฝาครอบจานไพ่ โดยจะมีแกนต่อถึง 2 ตัวเพื่อที่จะดันแกนกดคลัตช์ให้คลัตช์จากได้

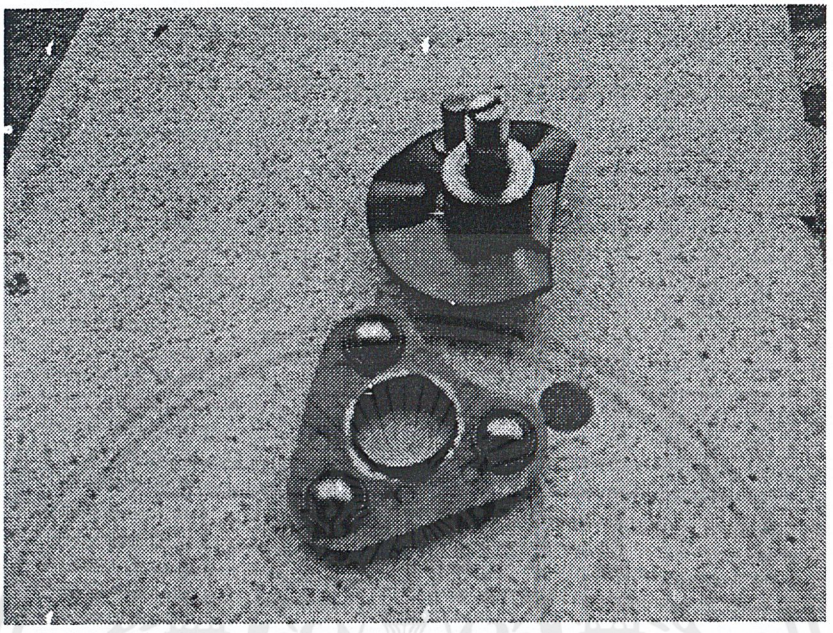


รูปที่ 2.20แสดงชิ้นส่วนคลัตช์และแกนกดคลัตช์

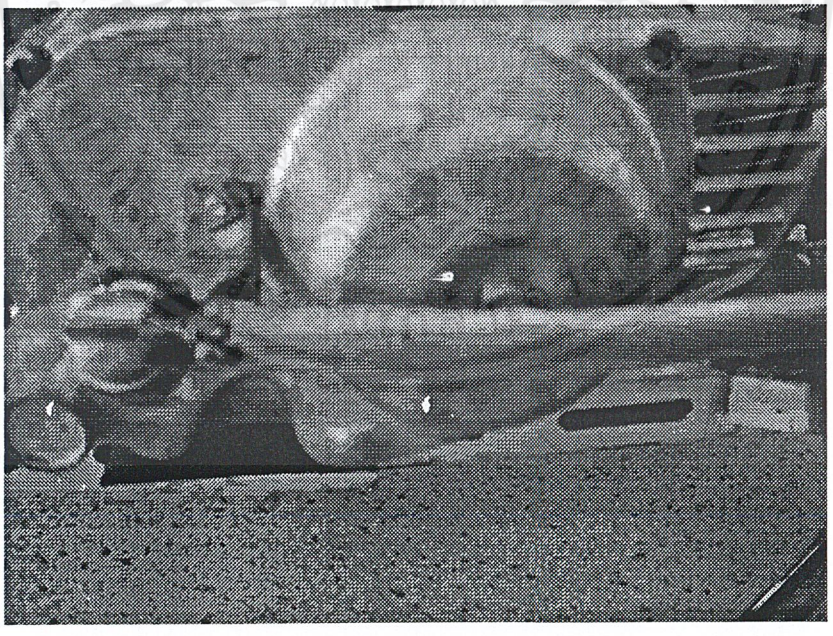
หลักการทำงานในระบบส่งกำลังโดยใช้การตัดต่อการส่งกำลังด้วยชุดคลัตช์แบบกลไกนั้นจะต้องมีการออกแบบอุปกรณ์พิเศษทีทำขึ้นเฉพาะซึ่งมีลักษณะเป็นคานกด โดยจะใช้เป็นตัวตัดต่อในการส่งกำลังจากเฟืองขับที่ยึดต่ดกับชุดคลัตช์บนเพลาข้อเหวี่ยงไปยังเฟืองตามที่ยึดติดกับสเตอร์หลัง ในขณะที่ติดเครื่องหรือรอบเดินเบานั้น ชุดคลัตช์ที่เป็นคานจะกดไปที่กลไกชุดกดคลัตช์ ดันที่ชุดคลัตช์ให้เลื่อนเข้าไปตามแนวแกนกดคลัตช์ดังนั้นลูกปืนทั้งหมดจะถูกกดให้อยู่ในร่องของลูกปืนคลัตช์ด้านใน ทำให้แผ่นคลัตช์และแผ่นเหล็กคลัตช์ไม่ติดกัน เป็นการตัดการส่งกำลังระหว่างเฟืองขับและเฟืองตาม เมื่อต้องการที่จะออกตัวหลักการทำงานของระบบทั้งหมดก็จะมีลักษณะเช่นเดียวกัน แต่จะตรงกันข้ามกันกล่าวคือ เมื่อต้องการออกตัวนั้นผู้ขับขี่จะต้องค่อยๆปล่อยคานกดคลัตช์ออกมากลไกกดคลัตช์ที่ถูกกดไว้ภายในจะค่อยๆเลื่อนออกมา ทำให้ชุดคลัตช์สามารถเลื่อนตามออกมาในแนวแกนกดคลัตช์ แรงเหวี่ยงจะทำให้ลูกปืนคลัตช์เคลื่อนตัวออกไปตามร่องลูกปืนทางด้านนอกของเสื้อคลัตช์ ทำให้แผ่นคลัตช์และแผ่นเหล็กคลัตช์ถูกกดให้ติดเป็นชิ้นเดียวกัน ความฝืดที่เกิดขึ้นระหว่างแผ่นคลัตช์และแผ่นเหล็กคลัตช์จะทำให้อุปกรณ์ทั้งสองหมุนไปด้วยกัน ชุดคลัตช์ทั้งชุดก็จะสามารถส่งกำลังจากเครื่องยนต์ไปยังเฟืองตามได้ แต่ในการส่งกำลังโดยใช้ระบบส่งกำลังแบบชุดคลัตช์นั้น ต้องอาศัยความชำนาญในการออกตัวของผู้ขับขี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นหลัก เนื่องจากถ้าผู้ขับขี่ปล่อยคานที่อยู่ในชุดคลัตช์ช้าหรือเร็วจนเกินไปก็จะเป็นการเพิ่มภาระให้กับการทำงานของเครื่องยนต์ ซึ่งเครื่องยนต์อาจดับได้ และเป็นการสิ้นเปลืองพลังงานโดยไม่จำเป็น ดังนั้นในการขับขี่จึงต้องอาศัยความชำนาญของผู้ขับขี่ด้วย



รูปที่ 2.21 กลไกกดคลัตช์



รูปที่ 2.22 การทำงานของชุดคลัตช์โดยรวม

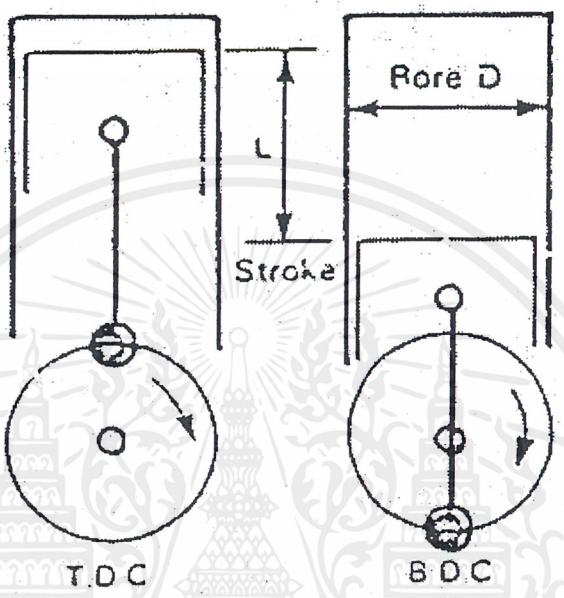
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 เครื่องยนต์ แบ่งออกเป็นส่วนๆ ดังนี้

2.4.1 ทฤษฎีและหลักการของเครื่องยนต์

1. ระยะชัก, ช่วงชัก (Stroke)

การที่ลูกสูบเลื่อนขึ้นจากศูนย์ตายล่างสู่ศูนย์ตายบน (BDC-TDC) หรือเลื่อนลงจากศูนย์ตายบนสู่ศูนย์ตายล่าง (TDC-BDC) การเคลื่อนที่ขึ้นหรือลงแต่ละครั้ง เรียกว่า 1 ระยะชัก (Strroke, L) ระยะการเคลื่อนที่มีหน่วยเรียกเป็นมิลลิเมตร (มม.)



รูปที่ 2.23 ระยะชัก

2. ศูนย์ตาย (Dead center, TDC, BDC)

-ศูนย์ตาย (Dead center) คือ จุดที่ลูกสูบสิ้นสุดการเคลื่อนที่ในทิศทางนั้นๆ หรือเคลื่อนที่ต่อไปในทิศทางนั้นไม่ได้นั่นเอง

-ศูนย์ตายบน (Top Dead Center, TDC) คือ จุดสูงสุดที่ลูกสูบเริ่มจะเคลื่อนที่ลง

-ศูนย์ตายล่าง (Bottom Dead Center, BDC) คือ จุดต่ำสุดที่ลูกสูบเริ่มจะเคลื่อนที่ขึ้น

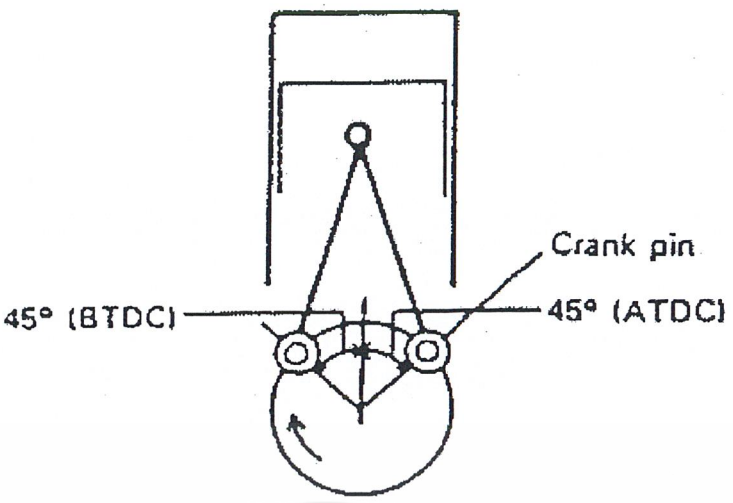
3. ความโตกระบอกสูบ ขนาดกระบอกสูบ (Bore)

ความโตกระบอกสูบ คือ เส้นผ่าศูนย์กลางภายในของกระบอกสูบ (D) มีหน่วยเป็นมิลลิเมตร (มม.)

4. มุมเพลาข้อเหวี่ยง (Crank angle)

มุมเพลาข้อเหวี่ยง คือ มุมที่เกิดจากเส้นตรงที่ลากจากจุดศูนย์กลางสลักลูกสูบมายังศูนย์กลางเพลาข้อเหวี่ยง (Center line) กับเส้นตรงที่ลากผ่านจุดศูนย์กลางสลักข้อเหวี่ยง (Crank pin) มายังจุดศูนย์กลางเพลาข้อเหวี่ยง โดยการเปรียบเทียบกับ TDC และ BDC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.24 มุมเพลาข้อเหวี่ยง

การเปรียบเทียบกับ TDC 45 องศาก่อนศูนย์ตายบน (45 BTDC) 45 องศาหลังศูนย์ตายบน (45 องศา ATDC)

การเปรียบเทียบกับ BDC จะบอกเป็นจำนวนองศาก่อนศูนย์ตายล่าง (Before Bottom Dead Center, BBDC) หรือจำนวนองศาหลังศูนย์ตายล่าง (After Bottom Dead Center, ABDC)

5. ความจุกระบอกสูบ ปริมาตรที่ลูกสูบเลื่อนแทนที่ (Piston displacement)

เมื่อลูกสูบเลื่อนขึ้นจากศูนย์ตายล่างสู่ศูนย์ตายบน ปริมาตรที่ลูกสูบเลื่อนแทนที่ (Piston displacement Volume, Displacement Volume) บางครั้งจะเรียกว่า "ปริมาตรระยะชัก" (Stroke Volume) ความจุกระบอกสูบมีหน่วยเป็นลูกบาศก์เซนติเมตร (cc, cm^3) และลิตร (1,000 cc) การคำนวรความจุกระบอกสูบ คำนวณได้จากสูตรดังนี้

$$V = \pi r^2 LN = \pi D^2 LN / 4$$

D : Stroke Cylinder bore diameter

N : Number of cylinder

r : Cylinder bore radius

π : Ratio of circumference or cycle to its diameter illustraion :

เมื่อ V = ความจุกระบอกสูบ

π = 22 /7 = 3.14

r = รัศมีกระบอกสูบ

D = ความโตกระบอกสูบ

r = D/2

L = ระยะชัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

N = จำนวนสูบ

6. ปริมาตรห้องเผาไหม้ (Combustion chamber volume)

ปริมาตรห้องเผาไหม้ คือ ปริมาตรของช่องว่างเหนือหัวลูกสูบ เมื่อลูกสูบอยู่ที่ศูนย์ตายบนถึงฝาสูบ

7. ปริมาตรกระบอกสูบ (Cylinder volume)

ปริมาตรกระบอกสูบ คือ ปริมาตรเหนือหัวลูกสูบเมื่อลูกสูบอยู่ที่ศูนย์ตายล่างถึงฝาสูบ หรือผลบวกของความจุกระบอกสูบ (ปริมาตรระยะชัก) กับปริมาณห้องเผาไหม้นั่นเอง

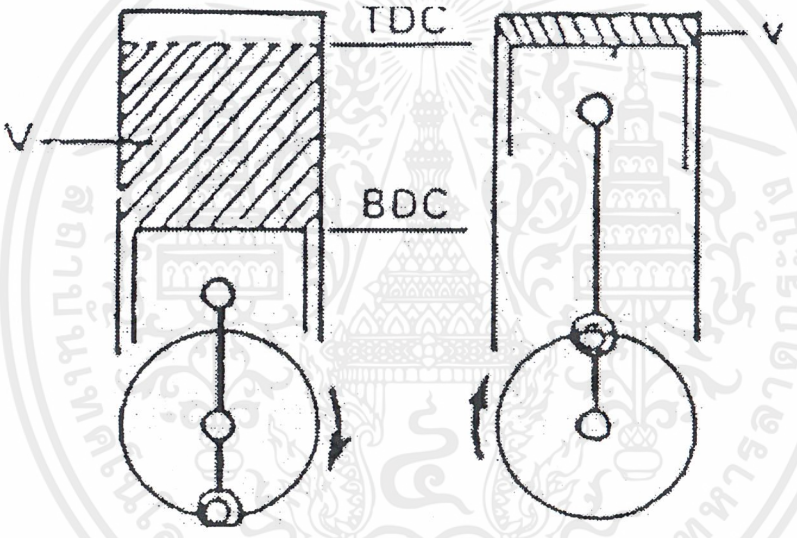
8. อัตราส่วนการอัด (Compression ratio)

อัตราส่วนการอัด คือ อัตราส่วนของปริมาตรกระบอกสูบ ต่อปริมาตรห้องเผาไหม้

เมื่อ R = อัตราส่วนการอัด

v = ปริมาตรห้องเผาไหม้

V = ปริมาตรระยะชัก



รูปที่ 2.25 แสดงอัตราส่วนการอัด

การคำนวณอัตราส่วนการอัด คำนวณได้จากสูตรดังนี้

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

$$= (V/v) + 1$$

เครื่องยนต์ยิ่งมีอัตราส่วนการอัดสูง ยิ่งมีรอบเครื่องยนต์สูงขึ้นตามไปด้วย แต่อัตราส่วนการอัดก็มีข้อจำกัด เนื่องจากความสามารถในการต้านทานการน็อคของน้ำมันเบนซิน (Octane number) เครื่องยนต์จักรยานยนต์ โดยทั่วไปมีดังนี้

เครื่องยนต์ 2 จังหวะ มีอัตราส่วนการอัดตัว 6-8:1

เครื่องยนต์ 4 จังหวะ มีอัตราส่วนการอัดตัว 8-10:1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. ความเร็วลูกสูบ (Piston speed)

เมื่อเครื่องยนต์ทำงาน ความเร็วลูกสูบจะมีค่าเป็น 0 ที่ศูนย์ตายบนและศูนย์ตายล่างโดยมีความเร็วสูงสุดอยู่ที่กึ่งกลางระยะชัก ดังนั้นความเร็วลูกสูบก็คือค่าความเร็วลูกสูบโดยเฉลี่ย

การคำนวณความเร็วลูกสูบ คำนวณได้จากสูตรดังนี้

$$v = \frac{2LN}{60} = \frac{LN}{30}$$

v = Average piston speed (m/s)

L = Stroke (m)

N = Engine speed (rpm)

เมื่อ V = ความเร็วเฉลี่ยลูกสูบมีหน่วยเป็นเมตร/วินาที

L = ระยะชัก มีหน่วยเป็นเมตร

N = ความเร็วรอบของเครื่องยนต์ มีหน่วยเป็นรอบ/นาที

เนื่องจากที่เครื่องยนต์หมุน 1 รอบ ลูกสูบจะเลื่อนขึ้นลงเป็นระยะ 2L ดังนั้นเมื่อเครื่องยนต์หมุน N รอบ ลูกสูบจะเลื่อนขึ้นลงเป็นระยะ 2LN ความเร็วเครื่องยนต์มีหน่วยเป็นรอบต่อนาที จึงต้องนำเอา 60 มาหาร เพื่อให้มีหน่วยเป็นวินาที

10. แรงบิด (Torque)

แรงหมุน (Turning force) ซึ่งทำให้ชิ้นส่วนเกิดการหมุน เรียกว่า "แรงบิด" ดังเช่น จักรยนต์ถูกขับโดยแรงบิดของเพลาข้อเหวี่ยง

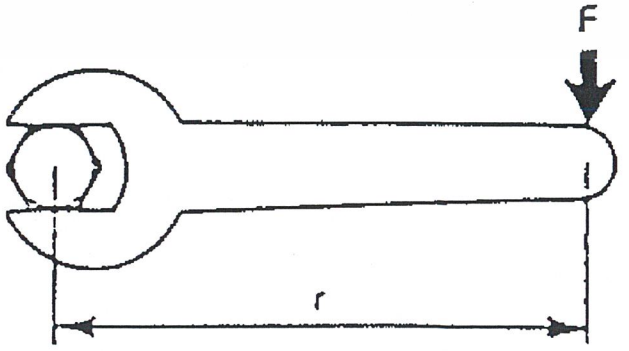
Toque = Force X distance (L/2)

แรงบิด = แรง X ระยะทาง

ดังเช่น เมื่อมีแรง F ซึ่งมีหน่วยเป็นกิโลกรัม (kg) มากระทำกับประแจยาว r ซึ่งมีหน่วยเป็นเมตร (m) ในการขันหัวสกรู

ดังนั้น T = F X r

แรงบิด = F X r กิโลกรัม-เมตร (kgm)



รูปที่ 2.26 แสดงแรงบิด

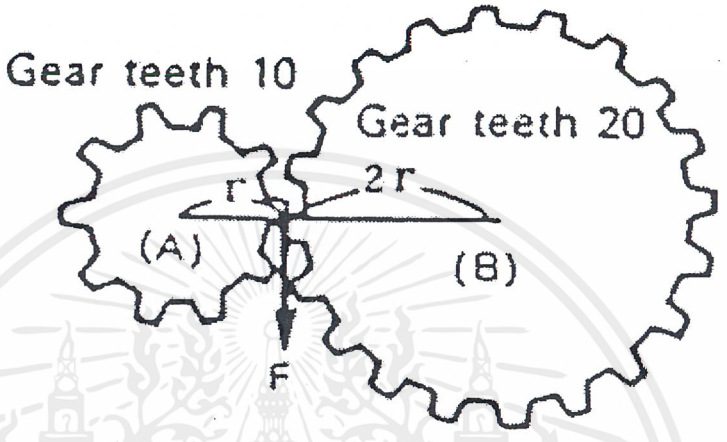
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

ดังนั้น แรงบิดบนเพลา A, TA = F X r

แรงบิดบนเพลา B, TB = F X 2r

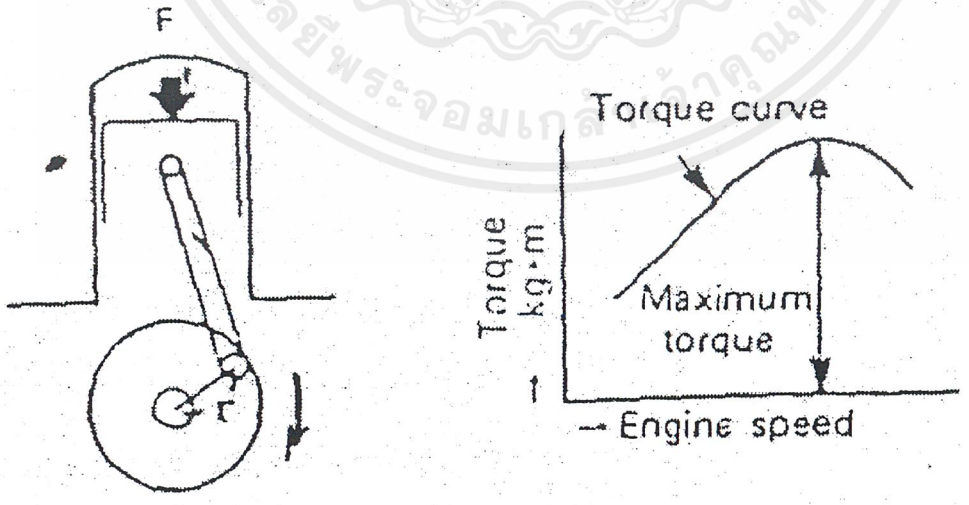
แรงบิดบนเพลา B จะเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า แต่ความเร็วจะลดลงเหลือเพียงครึ่งเดียว นั่นก็คือเฟืองตามยิ่งมีจำนวนฟันมาก แรงบิดก็ยิ่งเพิ่มขึ้นแต่ความเร็วก็จะยิ่งลดลง



รูปที่ 2.27 แสดงชุดเฟือง

ในกรณีของเครื่องยนต์เครื่องหนึ่ง จากการเปรียบเทียบความยาวของประแจ (r) ก็คือระยะจากจุดศูนย์กลางเพลาข้อเหวี่ยงไปยังสลักข้อเหวี่ยงนั่นเอง ซึ่งจะมีระยะเป็นครึ่งหนึ่งของระยะชัก (L/2)

แรงที่มากระทำที่ประแจ (F) ก็คือแรงดันจากการเผาไหม้ ที่มากระทำบนหัวลูกสูบผลักดันให้ลูกสูบเลื่อนลงนั่นเอง เนื่องจากระยะ r คงที่ ดังนั้นแรงบิด (T) จึงเปลี่ยนแปรไปตามค่าแรงดัน (F)



รูปที่ 2.28 Torque Curve

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าแรงดัน (F) จะเปลี่ยนแปรไปตามความเร็วของเครื่องยนต์ นั่นก็คือเปลี่ยนแปรไปตามประสิทธิภาพการเผาไหม้ ดังนั้นค่าแรงบิด (T) จึงเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย

จากการทำงานจริงๆ ของเครื่องยนต์ เครื่องยนต์เครื่องหนึ่งจะให้ค่าแรงบิดสูงสุด (Maximum Torque) ณ ที่ความเร็วของเครื่องยนต์เพียงความเร็วเดียวเท่านั้น จากความเร็วนั้นแม้จะเพิ่มความเร็วให้สูงขึ้นไปอีก แรงบิดก็มิได้สูงขึ้นตามไปด้วย แต่กลับจะค่อยๆ ลดลง

ดังนั้นจากแผ่นโฆษณาของจักรยานยนต์ต่างๆ จะระบุค่าแรงบิดสูงสุด พร้อมกับความเร็วของเครื่องยนต์เอาไว้ เมื่อจักรยานยนต์วิ่งที่ความเร็วรอบที่ให้ค่าแรงบิดสูงสุด แรงขับที่ไปขับล้อหลังก็จะสูงสุดด้วย จึงควรเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างแรงบิดกับความเร็วรอบของเครื่องยนต์ เช่น ณ ความเร็วเดียวกัน เครื่องยนต์ที่ให้ค่าแรงบิดสูงสุดกว่าก็จะมีแรงขับที่ล้อสูงกว่า แต่ถ้ามีแรงบิดสูงสุดเท่ากันที่ความเร็วแตกต่างกัน เครื่องยนต์ที่ให้ค่าแรงบิดสูงสุดที่ความเร็วต่ำกว่า ก็จะมีอัตราเร่งดีกว่า

11. กำลังงาน (Power)

กำลังงาน คือ อัตราการทำงาน หรือความสามารถในการทำงานในหนึ่งหน่วยเวลา การคำนวณกำลังงาน คำนวณได้จากสูตรดังนี้

Power = $\frac{\text{Work done}}{\text{Time taken}}$ = kg.m/sec (Work done per. Sec.)

กำลังงาน = $\frac{\text{งานที่ทำได้}}{\text{เวลาที่ใช้}}$ กก-ม./วินาที

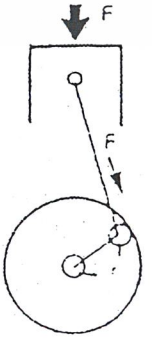
หน่วยของกำลังงาน (Unit of power)

Unit of power

PS (Pferd starke in German) 1 PS = 75 kg.m/sec.

PS เป็นหน่วยกำลังงานหรือแรงม้าของเยอรมัน หมายถึง กำลังงานที่ใช้ในการทำให้วัตถุหนัก 75 กิโลกรัม เคลื่อนที่ไปเป็นระยะทาง 1 เมตร ในเวลา 1 วินาที (กำลังงานมากขึ้น หมายถึง งานที่ได้มากขึ้น ในหนึ่งหน่วยเวลาเดียวกัน)

การคำนวณกำลังงานของเพลาข้อเหวี่ยง (Calculation of crankshaft power)



รูปที่ 2.29 แรงกระทำให้สลักเหวี่ยงเคลื่อนที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปจะเห็นได้ว่า สลักข้อเหวี่ยงเคลื่อนที่เนื่องจากมีแรงจำนวนหนึ่งมากระทำในหนึ่งหน่วยเวลา ทำให้เกิดอัตราการทำงานหรือกำลังงานขึ้น

งานที่ทำได้ Q = แรง × ระยะทาง = F X S

แรงบิด T = แรง X รัศมี = F X r

$F = \frac{T}{R}$

$S = 2\pi rN$

$Q = \frac{T \times 2\pi rN}{r} = 2\pi NT$

กำลังงาน $(PS) = \frac{2\pi NT}{60 \times 75} \cong \frac{NT}{716}$

กำลังงาน $(PS) \approx 0.0014NT$

Work done Q = Force F X Distance S

Tourque T = Force F X Distance r, F = T X r

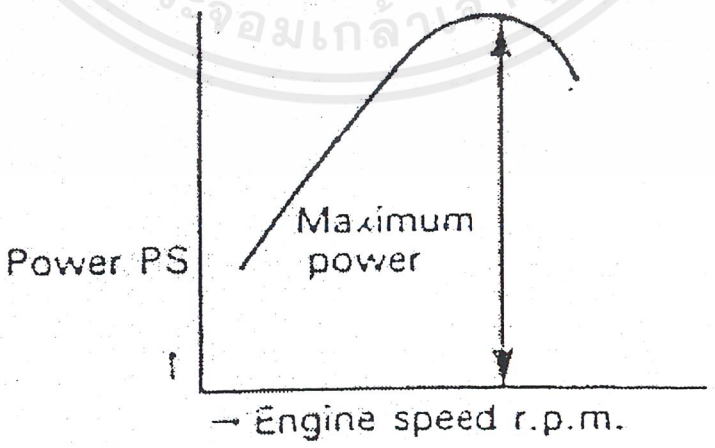
Distance S covered by N turns of crank pin per minute = $2\pi rN$

Power = $\frac{\text{Work done}}{\text{Time taken}}$ Q 1PS = 75 kg.m/sec.

$Q = F.S = \frac{T \times 2\pi rN}{R} = 2\pi NT$

Power $(PS) = \frac{2\pi NT}{60 \times 75} \cong \frac{NT}{716} \cong 0.0014NT$

ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วของเครื่องยนต์กับแรงม้า (Relationship between engine speed and horsepower)



รูปที่ 2.30 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วของเครื่องยนต์กับแรงม้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากสูตรกำลังงาน (PS) จะเห็นว่า กำลังงานจะเปลี่ยนแปรไปตามผลคูณระหว่างแรงบิดที่เพลาข้อเหวี่ยงกับความเร็วรอบของเครื่องยนต์นั่นก็คือความเร็วยิ่งสูงขึ้น กำลังงานก็จะยิ่งสูงขึ้นตามไปด้วย แต่การทำงานจริงๆ ของเครื่องยนต์ ณ ที่ความเร็วหนึ่ง แรงบิดจะเริ่มลดลง ดังนั้น กำลังงานเริ่มลดลงด้วย

เครื่องยนต์เครื่องหนึ่งจะมีความเร็วหนึ่ง ที่ให้กำลังงานสูงสุด (Maximium power) กำลังงานหรือแรงม้าซึ่งมีความสัมพันธ์กับความเร็วของเครื่องยนต์จะแสดงให้ทราบถึงสมรรถนะของเครื่องยนต์ (Engine performance)

2.4.2 แบบของห้องข้อเหวี่ยง (Type of Crankease)

ห้องแคร็งค์ที่ใช้กับเครื่องยนต์ 2 จังหวะ มี 2 แบบ คือ

1. แบบแยกตามแนวนอน (Horizontally split type crankcase)

ห้องแคร็งค์แบบแยกตามแนวนอนนี้ ใช้โดยทั่วไปกับเครื่องยนต์สูบเดียว การถอดประกอบจำเป็นอย่างยิ่งจะต้องใช้เครื่องมือพิเศษ

2. แบบแยกแนวตั้ง (Vertically split type crankcase)

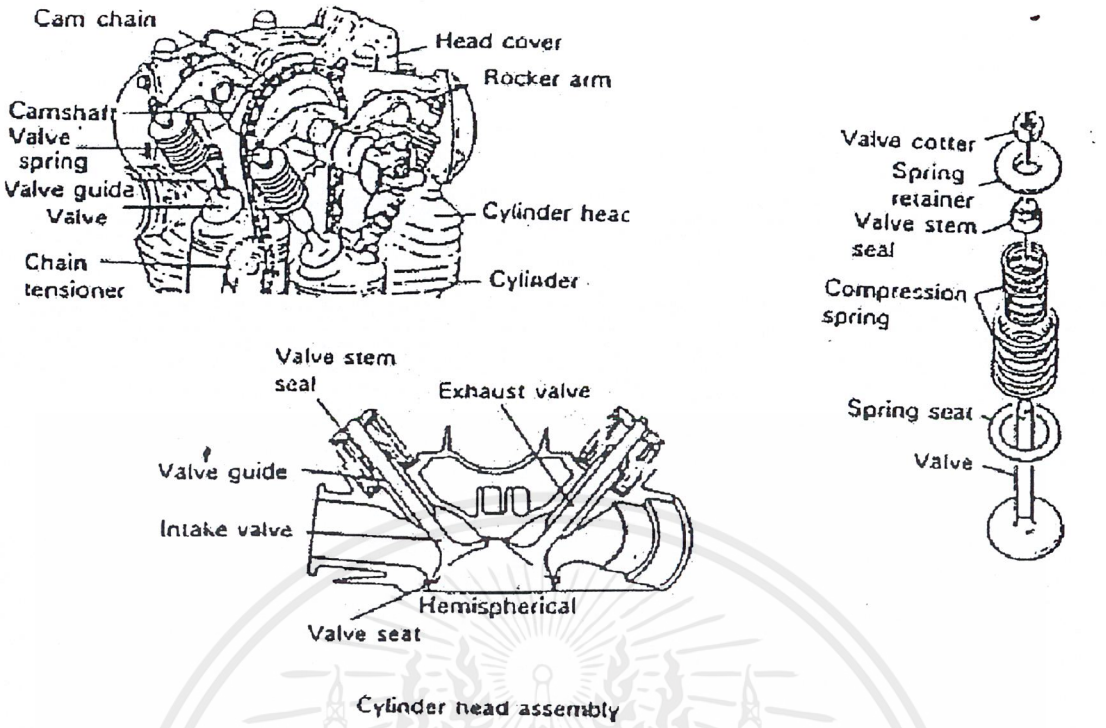
ห้องแคร็งค์แบบแยกตามแนวตั้งนี้ ใช้โดยทั่วไปกับเครื่องยนต์หลายสูบ เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับแบบแยกตามแนวนอน แบบแยกตามแนวตั้งจะประกอบฝาได้ง่ายกว่า ปัญหาการรั่วที่หน้าประกบน้อยกว่า ประกอบแบริ่งได้ง่ายกว่า นอกจากนั้นการถอดประกอบก็ไม่จำเป็นต้องใช้เครื่องมือพิเศษและการบริการง่ายกว่า

2.4.3 โครงสร้างและหน้าที่ของชิ้นส่วนหลักเครื่องยนต์ 4 จังหวะ (Construction and Functions of main parts Four-Stroke Engines)

1. ชุดฝาสูบ (Cylinder heads)

ชุดฝาสูบ เป็นที่ติดตั้งของลิ้นไอดี (Intake valve) ลิ้นไอเสีย (Exhaust valve) และเป็นส่วนประกอบของห้องเผาไหม้ นอกจากนั้นยังเป็นที่ติดตั้งของกลไกบังคับลิ้นต่างๆ (Valve mechanish, Valve gear) เช่น เพลาลูกเบี้ยว (Camshaft) ซึ่งถูกขับโดยโซ่ (Comchain) กระเดื่องกดลิ้น (Rocker arms) เป็นต้น โดยลิ้นและกลไกต่างๆ ถูกปิดและอยู่ภายใต้ฝาครอบ (Cylinder head cover)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.31 ชุดฝาสูบ (Cylinder heads)

2. ฝาสูบ (Cylinder Head)

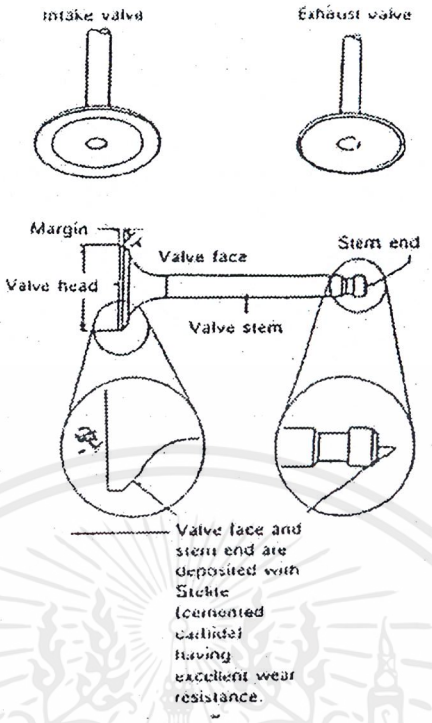
ฝาสูบทำด้วยอะลูมินัมผสม และมีปลอกนำลิ้น (Valve guides) อัดอยู่ นอกจากนั้นยังมีบ่าลิ้นหรือเบาะลิ้น (Valve seats) ที่นำมาจากโลหะซินเตอร์ผสม (Sintered alloy) ซึ่งทนต่อความร้อนและการสึกหรอเป็นเลิศ อัดอยู่ด้วย

หมายเหตุ โลหะซินเตอร์ผสมทำโดยการอัดส่วนผสมของผลเหล็ก ผงทองแดงและแกรไฟต์ลงในแบบหล่อ มีคุณสมบัติในการดูดซึม ทนต่อความร้อนและการสึกหรอ จึงเป็นวัสดุที่เหมาะสำหรับทำชิ้นส่วนของเฟืองขับโซ่ โรเตอร์ปั๊มและบ่าลิ้น

3. ลิ้น (Valve)

ลิ้นไอดีและลิ้นไอเสีย มีรูปร่างคล้ายดอกเห็ด (Mushroom shaped) จึงเรียกกันว่า "ลิ้นดอกเห็น" (Poppet valves) เนื่องจากลิ้นต้องสัมผัสกับอุณหภูมิและแรงดันที่สูงอยู่ตลอดเวลา นอกจากนั้นยังต้องเคลื่อนที่ขึ้นลงด้วยความเร็วสูง ดังนั้นวัสดุที่ใช้ทำ จึงต้องมีความแข็งแรงเป็นเลิศ มีความทนต่อความร้อนและทนต่อความสึกหรอสูง มีการถ่ายเทความร้อนดี แนบสนิทกับบ่าลิ้นวัสดุที่มีคุณสมบัติดังกล่าวที่นำมาทำลิ้นก็คือเหล็กกล้าพิเศษ (Special steel) เช่น เหล็กกล้าผสมนิกเกิลโครเมียม (Nikel-chrome Steel)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.32 ลิ้น (Valve)

4. ลิ้นไอดี (Intake valve)

ลิ้นไอดี ต้องรับอุณหภูมิสูงจากการเผาไหม้และได้รับการระบายความร้อนด้วยไอดี ดังนั้นการขยายตัวของลิ้น (Valve head) จึงไม่สม่ำเสมอทำให้หน้าลิ้น (Valve face) สัมผัสไม่แนบสนิทกับบ่าลิ้น (Valve seat0 เพื่อป้องกันเหตุดังกล่าวจึงต้องตัดบ่าลิ้นให้เป็นเบ้ารับหัวลิ้นนอกจากนั้นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการดูดขนาดของช่องลิ้นไอดี (Valve port) ต้องใหญ่ที่สุดเท่าที่จะทำได้

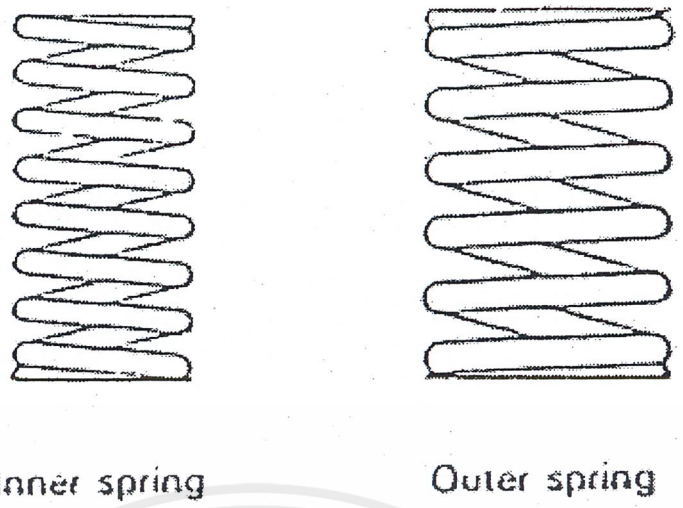
5. ลิ้นไอเสีย (Exhaust valve)

ลิ้นไอเสียต้องรับทั้งอุณหภูมิและแรงดันสูง ดังนั้นจึงมักเป็นเหตุให้การสัมผัสของหน้าลิ้นกับบ่าลิ้นไม่แนบสนิท นอกจากนั้นปลอกนำลิ้นยังสึกอย่างรวดเร็วอีกด้วย เพื่อป้องกัน เหตุดังกล่าวจึงจำเป็นต้องเผื่อช่องว่างระหว่างก้านลิ้น (Valve stem) กับปลอกนำลิ้นไว้ด้วย

หมายเหตุ

- ช่องว่างระหว่างก้านลิ้นกับปลอกนำลิ้น ของลิ้นไอเสียจะมีค่ามากกว่าลิ้นไอดี
- ปลอกนำลิ้น ทำด้วยเหล็กหล่อผสมโครเมียม (Chrome castiron) ได้รับการหล่อลื่นจากน้ำมันหล่อลื่น ที่ไหลผ่านระหว่างปลอกนำลิ้นกับก้านลิ้น จากนั้นน้ำมันก็จะไหลเข้าไปเผาไหม้ในกระบอกสูบ เพื่อใช้น้ำมันหล่อลื่นเข้าไปเผาไหม้น้อยที่สุด จะมีซีลก้านลิ้น (Valve stem seal) สวมอยู่ที่ก้านลิ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.33 สปริงลิ้น (Valve Springs)

6. สปริงลิ้น (Valve Springs)

สปริงลิ้น ทำหน้าที่กดหน้าลิ้นให้แนบสนิทกับบ่าลิ้น ทำให้แรงอัดไม่รั่ว นอกจากนั้นยังช่วยเปิดและปิดลิ้นเพื่อให้การเปิดและปิดของลิ้นที่ความเร็วสูงๆ เป็นไปอย่างสม่ำเสมอ จะใช้สปริงที่มีขนาดและจำนวนขดไม่เท่ากัน 2 ตัวสวมซ้อนกันอยู่ที่ก้านลิ้น เป็นการป้องกันไม่ให้ลิ้นต้นเปิดอยู่ตลอดเวลา (Resonance) อันเนื่องมาจากความถี่ตามธรรมชาติของสปริง (Natural oscillation)

7. กลไกบังคับลิ้น (Valve Trains)

กลไกบังคับลิ้น ทำหน้าที่บังคับให้ลิ้นเปิดและปิด เมื่อลูกสูบเลื่อนถึงตำแหน่งที่กำหนด แบ่งออกได้เป็นหลายแบบ ตามตำแหน่งการติดตั้งของลิ้นและเพลาตัวลิ้นหรือเพลาลูกเบี้ยว

โดยทั่วไปจักรยานยนต์ ใช้กลไกบังคับแบบลิ้นอยู่ข้างบน (Over Head Valve, OHV)

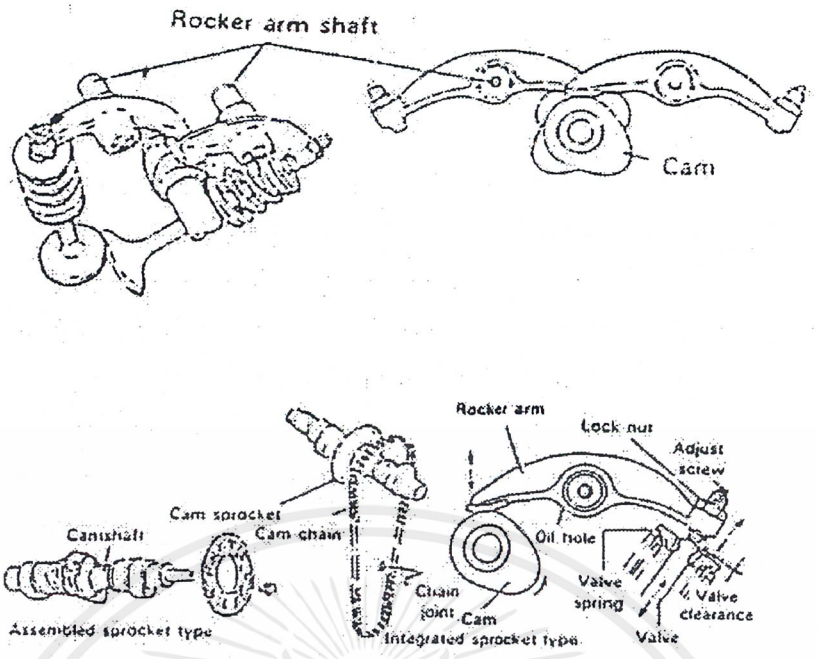
1. แบบเพลาราวลิ้นเดี่ยว (Single Over Head Camshaft, SOHC)
2. แบบเพลาราวลิ้นคู่ (Double Over Head Camshaft, DOHC)

ระบบการขับเพลาราวลิ้น (Valve drive system) ส่วนมากใช้การขับด้วยโซ่ (Chain drive) มีการใช้การขับด้วยเฟือง (Gear drive) บ้างเหมือนกันสำหรับจักรยานยนต์จากอเมริกาหรือยุโรป

ระยะการขับเพลาราวลิ้น ประกอบด้วยชิ้นส่วนต่างๆ ดังนี้

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.34 แบบเพลาราวลิ้นเดียว (Single Over Head Camshaft, SOHC)

8. เพลาราวลิ้น (Cam shafts)

ทำด้วยเหล็กหล่อพิเศษ (Special cast iron) มีความต้านทานต่อการสึกหรอสูง จำนวนลูกเบี้ยวมีเท่ากับจำนวนลิ้น ทำหน้าที่เปิดและปิดลิ้นผ่านทางกระเดื่องกดลิ้น โดยลูกเบี้ยวเพลาราวลิ้นจะเตะกระเดื่องไปกดลิ้นให้เปิด ลักษณะรูปร่างของลูกเบี้ยวเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของตำแหน่งการเปิดปิดของลิ้น (Valve timing) และระยะยกของลิ้น (Valve lift)

9. เฟืองโซ่ราวลิ้น (Cam sprockets)

แบ่งตามการยึดติดกับเพลาราวลิ้น เป็น 2 แบบ คือ

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

เฟืองโซ่ราวลิ้น จะมีจำนวนฟันเป็น 2 เท่าของเฟืองโซ่ข้อเหวี่ยง ดังนั้นความเร็วของเพลาราวลิ้นจึงเป็นครึ่งหนึ่งของความเร็วเพลาข้อเหวี่ยง

เฟืองโซ่ราวลิ้น ถูกขับโดยเฟืองโซ่ข้อเหวี่ยง ด้วยโซ่ราวลิ้น ดังนั้นการหมุนของเพลาราวลิ้น (Valve timing) จึงสัมพันธ์กับการหมุนของเพลาข้อเหวี่ยง (Piston position)

10. โซ่ราวลิ้น (Cam chains)

โซ่ราวลิ้น คล้องที่เฟืองโซ่เพลาข้อเหวี่ยงกับเฟืองโซ่เพลาราวลิ้น โดยเฟืองโซ่ข้อเหวี่ยงเป็นเฟืองขับเฟืองโซ่ราวลิ้นเป็นเฟืองตาม เนื่องจากความเร็วของเฟืองทั้งสองมีความสัมพันธ์กันดังกล่าวแล้ว บางครั้งโซ่ราวลิ้นมีชื่อเรียกว่า “โซ่ไทมิ่ง” (Timing chain)

11. กระเดื่องกดลิ้น (Rocker arms)

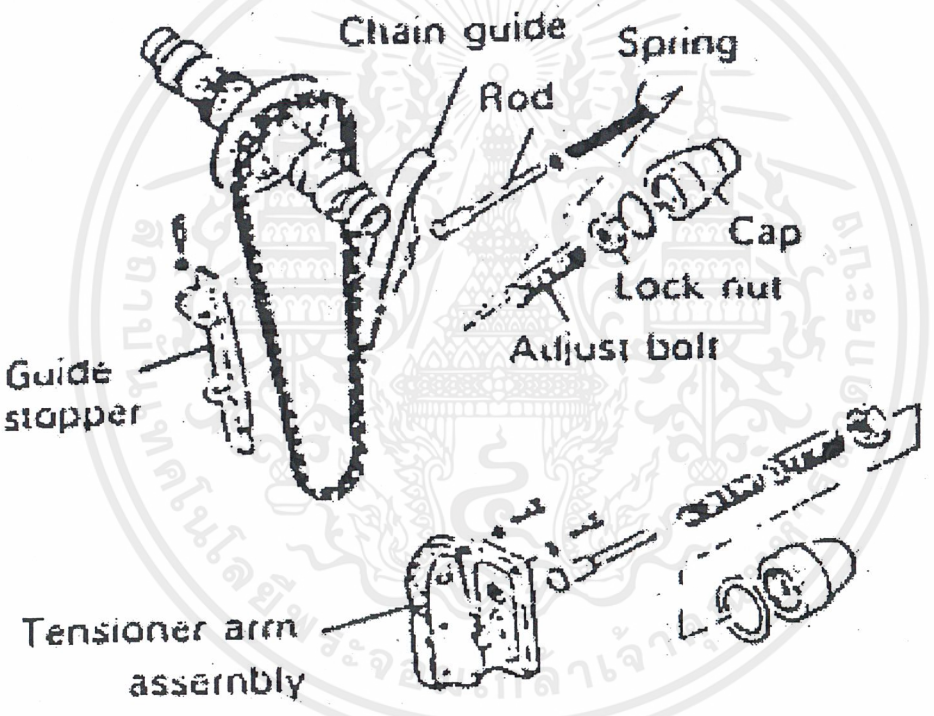
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระเดื่องกดลิ้น ติดตั้งอยู่กับเพลากระเดื่อง (Rocker arm shaft) ที่ฝาสูบทำหน้าที่เปิดลิ้นโดยการเตะของเพลาราวลิ้น ระยะห่างหรือช่องว่างระหว่างกระเดื่องกดลิ้นกับตีนลิ้น (Stem end) สามารถปรับระยะห่างดังกล่าว ซึ่งเรียกโดยทั่วไปว่าระยะห่างลิ้น (Valve clearance) ด้วยการหมุนสกรูปรับ (Adjust screw)

12. ตัวปรับความตึงโซ่ (Chain Tensioner)

ตัวปรับความตึงโซ่ ทำหน้าที่ปรับความตึงของโซ่ให้คงที่ถูกต้องตามค่าที่กำหนด ถ้าความตึงโซ่เปลี่ยนแปลง หย่อนหรือตึงเกินไป จะเป็นเหตุให้ความเร็วของเพลาข้อเหวี่ยงกับเพลาราวลิ้นไม่สัมพันธ์กัน ตำแหน่งลิ้น (Valve timing) หรือตำแหน่งจุดระเบิด (Ignition timing) อาจผิดพลาดไม่ถูกต้อง หรือมิฉะนั้นก็อาจจะมีเสียงดังที่โซ่ จึงจำเป็นต้องมีตัวปรับสำหรับความตึงของโซ่ตัวปรับความตึงโซ่มี 2 แบบ คือ

1. แบบปรับด้วยมือหรือแบบธรรมดา (Manual adjustment type)

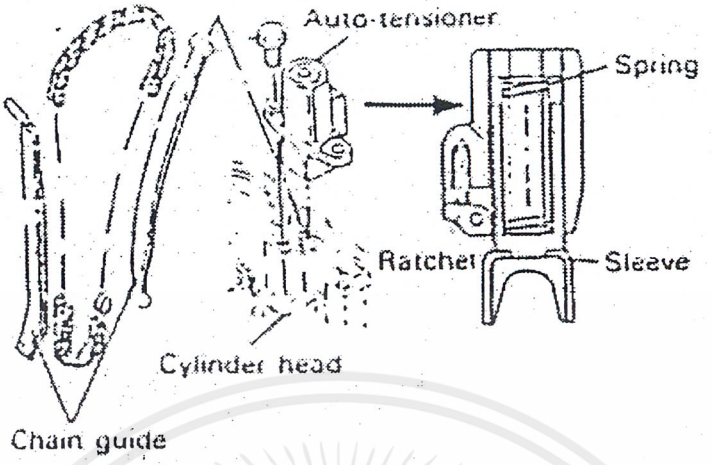


รูปที่ 2.35 ตัวปรับความตึงโซ่

ตัวปรับความตึงโซ่แบบธรรมดา จำเป็นต้องมีการตรวจสอบความตึงโซ่ตามระยะเวลาที่กำหนด (Periodic check) แล้วทำการปรับ การปรับทำโดยวิธีปรับแกนปรับ (Rod) หรือแขนปรับ (Tensioner arm) ลงไปกดโซ่ให้ตึง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชิ้นส่วนที่ใช้ในการปรับ ถ้าโซ่หย่อนเล็กน้อยสามารถปรับให้ตึงได้ด้วยการเพิ่มความแข็งของสปริงที่กด แต่ถ้าตึงเกินไปอาจปรับไม่ได้ เพราะแกนปรับจะลอยออกได้ด้วยระยะหนึ่งที่จำกัดเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. แบบปรับโดยอัตโนมัติ (Automatic adjustment type)



รูปที่ 2.36 แบบปรับโดยอัตโนมัติ *(Automatic adjustment type)*

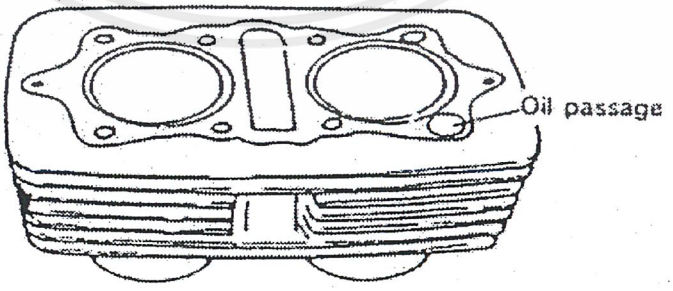
ตัวปรับความตึงโซ่แบบอัตโนมัติไม่จำเป็นต้องมีการตรวจสอบและปรับความตึงโซ่ เพราะมีชิ้นส่วนที่ทำหน้าที่ปรับโดยอัตโนมัติ การทำการปรับดังนี้

สะพานโซ่ (Chain guide) ถูกกดให้โค้งแนบไปกับโซ่ด้วยสปริง (Tension spring) ดังนั้นโซ่จึงตึงอยู่ตลอดเวลา เมื่อโซ่หย่อนปลอกปรับ (Tensioner sleeve) จะเลื่อนลงกดสะพานโซ่ให้โค้งมากขึ้น ดังนั้นจึงเป็นการรักษาความตึงของโซ่ให้ถูกต้องคงที่อยู่ตลอดเวลา

ปลอกปรับจะเคลื่อนที่ได้ในทิศทางเดียว โดยการควบคุมของกลไกกรอกแกรก (Ratchet mechanism)

13. เสื้อสูบ (Cylinders)

เสื้อสูบทำด้วยอะลูมินัมผสมหล่อ (Aluminum alloy casting) มีปลอกสูบหรือกระบอกสูบ ทำด้วยเหล็กหล่อพิเศษ (Special cast iron) สวมอัดอยู่



รูปที่ 2.37 เสื้อสูบ (Cylinders)

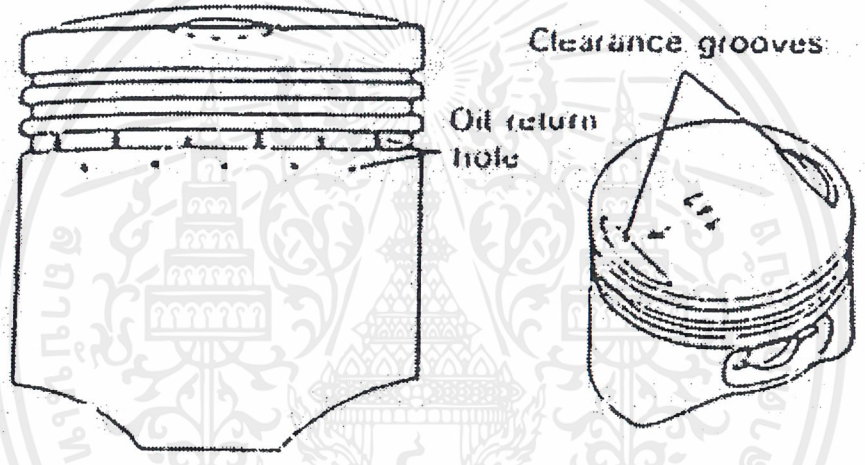
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เสื้อสูบเครื่องยนต์ 4 จังหวะแตกต่างไปจากเสื้อสูบเครื่องยนต์ 2 จังหวะ โดยผนังกระบอกสูบไม่มีช่อง (Port) นอกจากนั้นเสื้อสูบและสลักยึดจะมีช่องน้ำมันหล่อลื่น (Oil passage) เพื่อให้ปั๊มน้ำมันเครื่อง (Oil pump) ส่งน้ำมันที่แรงดันจากห้องแคร็งค์ผ่าน

14. ลูกสูบ (Pistons)

ทำด้วยอะลูมินัมผสมหล่อ (Aluminium alloy casting) วัสดุที่เลือกใช้ต้องมีคุณสมบัติที่สำคัญ ดังเช่น มีความแข็งแรงและทนทาน การถ่ายเทความร้อนดี น้ำหนักเบา อัตราขยายตัวเมื่อได้รับความร้อนต่ำ

ข้อแตกต่างจากเครื่องยนต์ 2 จังหวะคือลูกสูบมีร่องแหวน 3 ร่อง (2 จังหวะมีเพียง2ร่อง) ร่องแหวนที่ 3 และใต้ลงมา มีรูน้ำมันไหลกลับ (Oil return holes) นอกจากนั้นเพื่อป้องกันไม่ให้หัวลูกสูบกระแทกกับลิ้นไอดีและไอเสีย เมื่อลูกสูบเลื่อนขึ้นสู่ TDC ขณะที่ลิ้นทั้งสองเปิดอยู่หัวลูกสูบจึงมีร่องหลบลิ้นทั้งสอง (Clearance grooves) ไว้

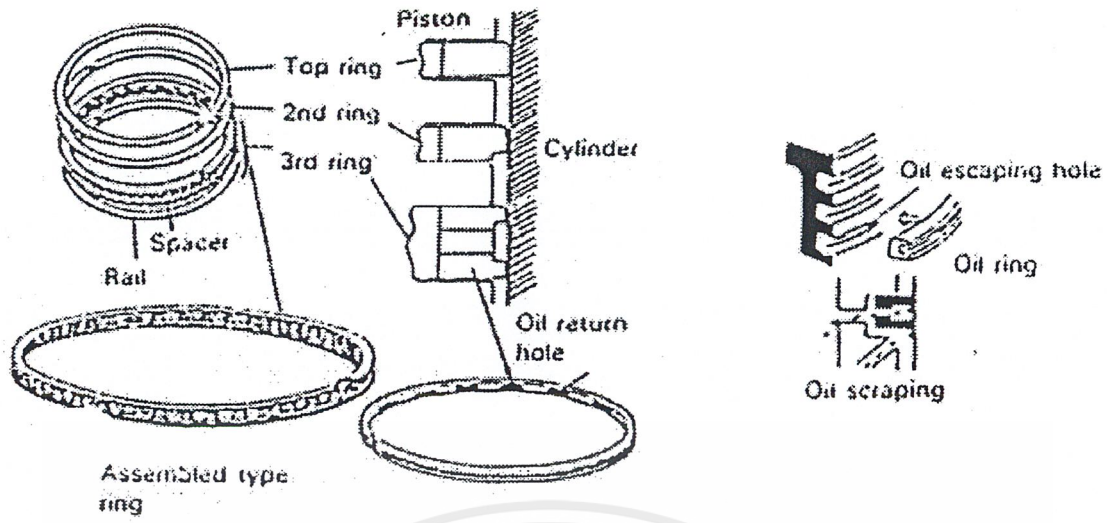


รูปที่ 2.38 ลูกสูบ (Pistons)

15. แหวนลูกสูบ (Piston Rings)

แหวนลูกสูบ มีจำนวน 3 แหวนต่อ 1 สูบ แหวนตัวบนและตัวที่ 2 (Top and 2nd ring) ทำหน้าที่เป็นแหวนอัด สำหรับแหวนตัวที่ 3 เป็นแหวนน้ำมัน (Oil ring) แหวนน้ำมันทำหน้าที่กวาดน้ำมันเครื่องส่วนเกินที่ผนังกระบอกสูบ ดังนั้นจึงเหลือน้ำมันเครื่องในห้องเผาไหม้ ด้วยปริมาณที่จำเป็นสำหรับการหล่อลื่นเท่านั้น น้ำมันเครื่องส่วนเกินดังกล่าวจะไหลเข้าไปรูน้ำมันที่ลูกสูบ แล้วให้การหล่อลื่นสลักลูกสูบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.39 แหวนลูกสูบ (Piston Rings)

แหวนน้ำมัน (Oil ring) แบ่งตามลักษณะพื้นที่หน้าตัดแหวน (Cross sections) ได้เป็นหลายแบบ บางแบบมีทั้งร่องน้ำมัน (Oil groove) และรูน้ำมัน (Oil hole) ในตัวเดียวกัน หรือบางแบบถอดแยกจากกันได้ (Assembled type oil ring) โดยมีแหวนรอง (Spacer) เพื่อให้น้ำมันเครื่องไหลกลับอยู่ตรงกลาง มีแหวนกวาดน้ำมันบางๆ 2 ตัว ประกอบอยู่ด้านบนและด้านล่าง (Upper and Lower rails)

แหวนตัวที่ 2 แบบพิเศษจะทำเป็นมุมเอียง (Tapered) หรือเซาะร่องไว้ (Counter bored) โดยรอบเพื่อทำหน้าที่ช่วยแหวนกวาดน้ำมัน

เมื่อแหวนลูกสูบสึกมาก น้ำมันเครื่องจะไหลผ่านแหวนลูกสูบ หรือผนังกระบอกสูบขึ้นไปเผาไหม้ในห้องเผาไหม้ ซึ่งจะทราบได้โดยการสิ้นเปลืองน้ำมันเครื่องเพิ่มมากขึ้นผิดปกติ

16. เพลาข้อเหวี่ยง (Crank Shafts)

ในกรณีของเครื่องยนต์สูบเดียว (Single-cylinder engine) จะใช้เพลาข้อเหวี่ยงแบบถอดแยกได้ (Assembled type crank shaft) แต่สำหรับเครื่องยนต์หลายสูบ (Multi-cylinder engine) มักใช้เพลาข้อเหวี่ยงแบบถอดแยกไม่ได้ (Integrated type crank shaft) และทำด้วยเหล็กกล้าพิเศษหล่อ (Special steel casting) มีล้อช่วยแรงเพื่อรักษาความเร็วรอบของเพลาข้อเหวี่ยงให้คงที่ และสลักเพลาข้อเหวี่ยง (Crank pin) มีก้านสูบยึดติดอยู่ เพลาข้อเหวี่ยงรองรับอยู่ด้วยแบริ่งเพลาข้อเหวี่ยง (Main bearings) ซึ่งอยู่ในที่ห้องแคร็งค์ จากห้องแคร็งค์จะมีรูน้ำมันทะลุไปยังเพลาข้อเหวี่ยงส่วนที่หมุนอยู่ในแบริ่ง (Crank shaft journals) จากนั้นจะทะลุผ่านไปยังแบริ่งข้อเหวี่ยงและสลักเพลาข้อเหวี่ยง (Crank pin, Connecting big end) เพื่อการหล่อลื่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

เครื่องยนต์ 4 จังหวะ (Four – stroke Engine) ลูกสูบจะเคลื่อนที่ขึ้นลงรวม 4 ครั้ง (Four strokes of piston) หรือเพลาข้อเหวี่ยงหมุนไป 2 รอบ หรือ 720 องศา (Two Turns of crankshft) การทำงานครบกลวัตรซึ่งได้แก่ ดูด – อัด – ระเบิด – คาย (Cycle of operations, Cycle of events)

การที่ได้รับการเรียกว่า "เครื่องยนต์ 4 จังหวะ" (Four – stroke cycle engine) เนื่องจากมีการเคลื่อนที่ขึ้นลงของลูกสูบ รวม 4 ครั้ง หรือ 4 จังหวะ (Four – stroke) เพลาข้อหมุนเหวี่ยงหมุน 2 รอบ เครื่องยนต์ทำงานครบกลวัตร เกิดการระเบิด (Explosion, Power stroke) ได้กำลังงาน 1 ครั้ง

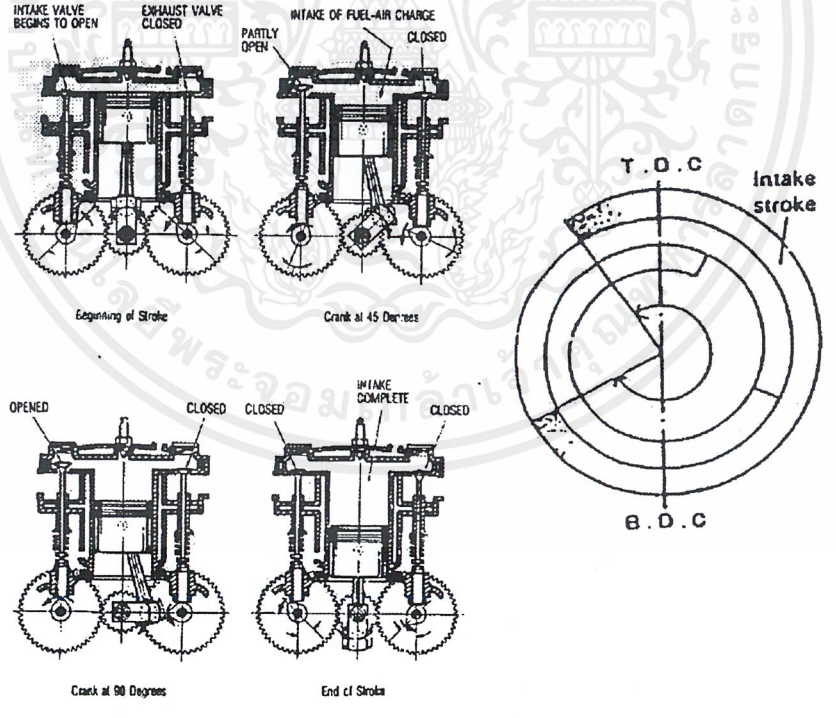
เสื้อสูบ มีลิ้น 2 ลิ้น คือ ลิ้นไอดี (Intake valve) และลิ้นไอเสีย (Exhaust valve) เนื่องจากลิ้นทั้งสองทำงานสัมพันธ์กับการขึ้นลงของลูกสูบอยู่แล้ว จึงไม่จำเป็นต้องช่องไอดีและช่องไอเสีย (Ports)

การทำงานทั้งหมดจะเกิดขึ้นในห้องเผาไหม้ในกระบอกสูบเท่านั้น การเปิดและปิดของลิ้นทั้งสอง กระทำโดยกลไกบังคับลิ้น (Valve control mechanism) ที่ติดตั้งอยู่ที่ฝาสูบ ซึ่งถูกขับโดยเพลาข้อเหวี่ยง

การทำงานและแบบของเครื่องยนต์ 4 จังหวะ

1. การทำงานของเครื่องยนต์ 4 จังหวะ (Basic Operation of Four – Stroke Engine)

จังหวะดูด (Intake stroke)



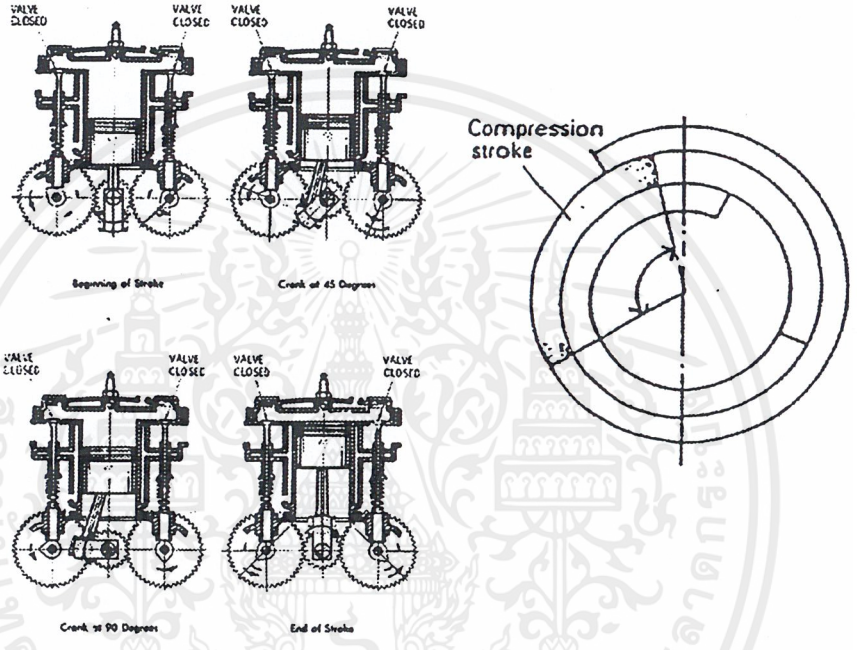
รูปที่ 2.40 แสดงการทำงานของเครื่องยนต์จังหวะดูด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จังหวะดูด ขณะลูกสูบ (Piston) เลื่อนลง แรงดันภายในห้องเผาไหม้จะลดลง เมื่อลิ้น ไอดี (Intake valve) เปิด ไอดีจึงถูกดูดจากคาร์บูเรเตอร์ (Carburetor) เข้ามาภายในกระบอกสูบ (Cylinder)

เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการดูดหรือประจุไอดี (Intake efficiency) ลิ้นไอดี จะเปิดก่อนที่ลูกสูบเลื่อนถึงศูนย์ตายบน (TDC) เล็กน้อย และปิดเมื่อลูกสูบเริ่มเลื่อนขึ้นจากศูนย์ตายล่าง (BDC) ดังนั้นช่วงการเปิดของลิ้นไอดีจำนวน ไอดีจึงถูกดูดเข้ามาภายในกระบอกสูบเป็นจำนวนมาก

จังหวะอัด (Compression stroke)

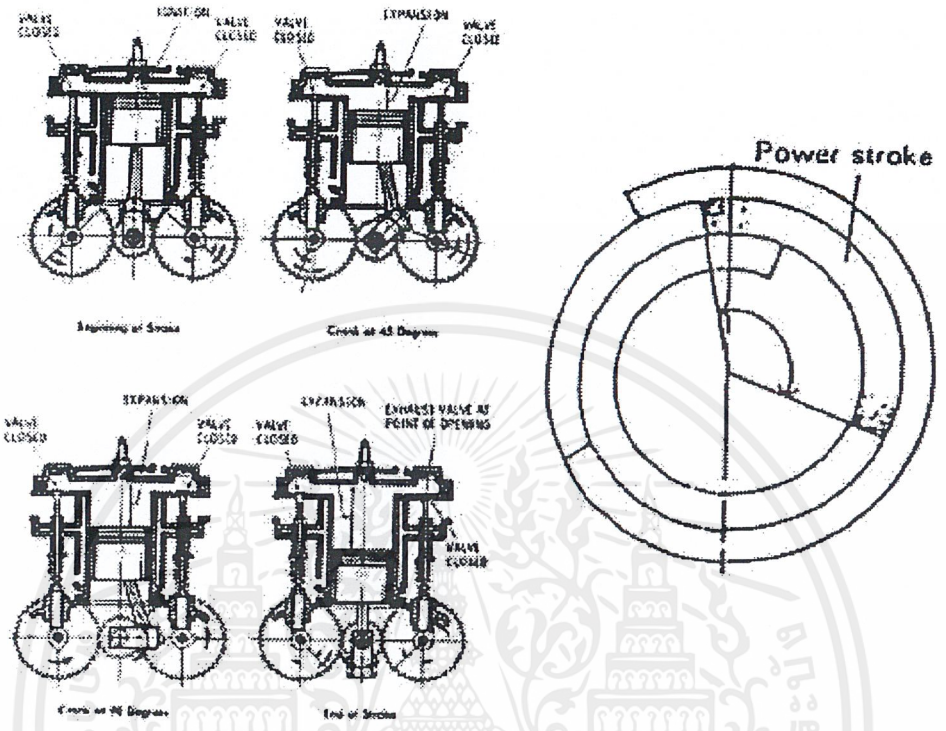


รูปที่ 2.41 แสดงการทำงานของเครื่องยนต์จังหวะอัด

จังหวะอัด ขณะลูกสูบเลื่อนขึ้นจาก BCD ลิ้นไอดีจะปิด (ลิ้นไอเสียยังคงปิดอยู่) ไอดีในห้องเผาไหม้จึงถูกอัด การอัดยังคงดำเนินต่อไป จนกระทั่งลูกสูบเลื่อนขึ้นเกือบถึง TDC ณ จุดนี้แรงดันและอุณหภูมิสูงพอที่จะทำให้ไอดีลุกไหม้ได้อย่างง่ายดายถ้ามีประกายไฟมาจุด และการลุกไหม้จะเป็นไปอย่างรวดเร็ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จังหวะระเบิด (Power stroke)

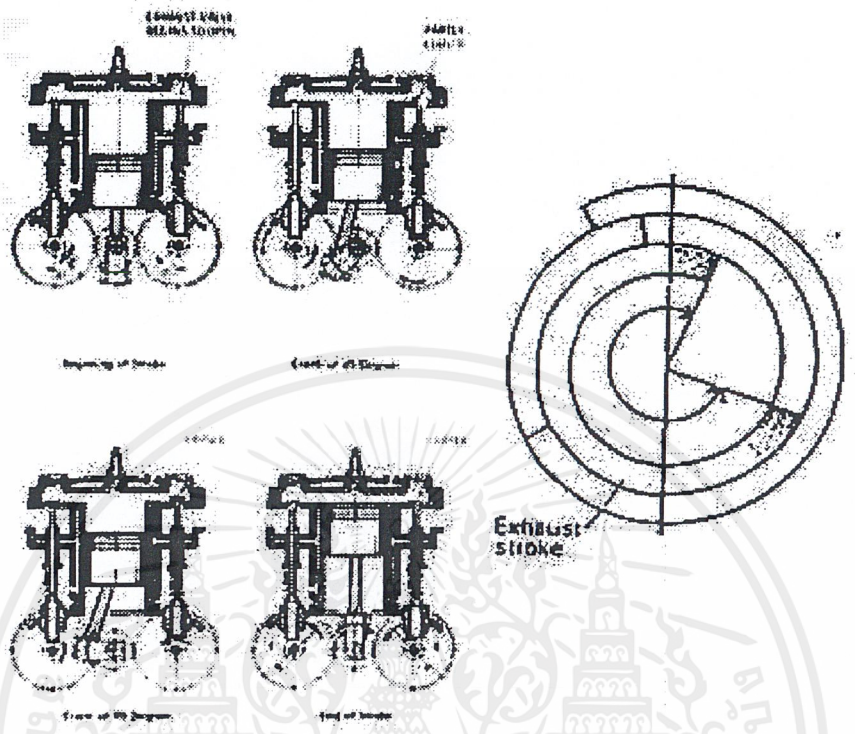


รูปที่ 2.42 แสดงการทำงานของเครื่องยนต์จังหวะระเบิด

จังหวะระเบิด ก่อนลูกสูบเลื่อนถึง TDC เล็กน้อย ที่ปลายจังหวะอัด หัวเทียนจะจุดประกายไฟไอดีที่ถูกอัดจึงเกิดการลุกไหม้อย่างรวดเร็ว ทำให้แรงดันในห้องเผาไหม้สูงขึ้น ผลักดันลูกสูบให้เลื่อนลงสู่ BDC ดังนั้นจึงเกิดการส่งถ่ายกำลังผ่านก้านสูบไปหมุนเพลาและข้อเหวี่ยงทำให้ได้กำลังงานไปใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จังหวะคาย (Exhaust stroke)



รูปที่ 2.43 แสดงการทำงานของเครื่องยนต์จังหวะคาย

จังหวะคาย ขณะลูกสูบเลื่อนลงก่อนถึง BDC เล็กน้อย ลิ้นไอเสีย (Exhaust valve) จะเปิด ไอเสียภายในกระบอกสูบจึงไหลพุ่งออกจากกระบอกสูบเป็นการเริ่มต้นจังหวะคาย

ขณะที่ลูกสูบเลื่อนขึ้นจาก BDC การคายก็ยังคงดำเนินต่อไป ลูกสูบจะผลักดันให้ไอเสียที่ตกค้างอยู่ออกไปจากกระบอกสูบอย่างสมบูรณ์ จังหวะคายจะสิ้นสุดหลังจากลูกสูบเริ่มเลื่อนลงจาก TDC เล็กน้อย โดยลิ้นไอเสียจะปิด (ก่อน TDC เล็กน้อย ลิ้นไอดีจะเปิด เป็นการเริ่มจังหวะดูดใหม่)

2. ตำแหน่งการเปิดปิดของลิ้น (Valve Timing)

ตำแหน่งหรือจังหวะการเปิดปิดของลิ้นไอดีและลิ้นไอเสีย ที่สัมพันธ์กับตำแหน่งของลูกสูบเรียกว่า "Valve Timing"

สำหรับตำแหน่งของลูกสูบ จะเรียกเป็นจำนวนองศาก่อนหรือหลัง TDC และ BDC โดยเทียบกับมุมเพลาข้อเหวี่ยง (Crank angle) ที่หมุนไป

ดังนั้นไดอะแกรม (Diagram) ที่แสดงความสัมพันธ์ของการเปิดปิดลิ้นกับตำแหน่งลูกสูบโดยเทียบกัน TDC และ BDC จึงเรียกว่า "Valve Timing Diagram"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการประจุไอดี (Intake efficiency) และการคายไอเสีย (Exhaust efficiency) การทำงานเปิดปิดของลิ้นไอดีและลิ้นไอเสีย จะเป็นดังนี้

ลิ้นไอดี เปิดขณะลูกสูบเลื่อนขึ้น ก่อนถึง TDC เล็กน้อย

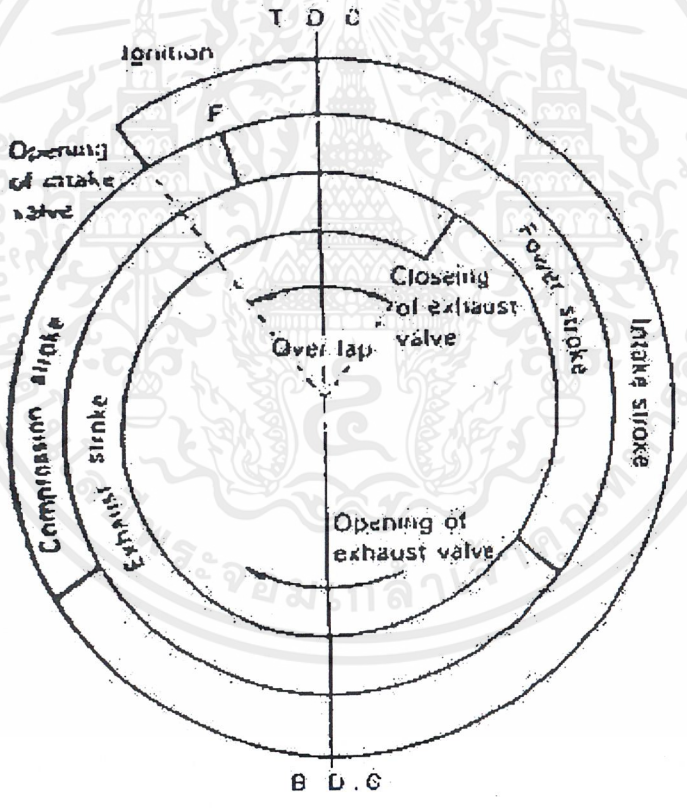
ปิดขณะลูกสูบเลื่อนขึ้น หลังจาก BDC เล็กน้อย

ลิ้นไอเสีย เปิดขณะลูกสูบเลื่อนลง ก่อนถึง BDC เล็กน้อย

ปิดขณะลูกสูบเลื่อนลง หลัง TDC เล็กน้อย

สำหรับ Valve Timing Diagram มีคำอยู่คำหนึ่ง ซึ่งเป็นคำที่ควรทราบต่อไป จะพบอยู่บ่อยๆ และต้องนำไปใช้ในการปฏิบัติมาก คำนั้นก็คือ "Valve Overlap, Overlap"

คำว่า "Overlap" หมายถึงช่วงที่ทั้งลิ้นไอดีและไอเสียเปิดอยู่พร้อมกัน ใกล้ TDC ซึ่งจะเปิดซ้อนกันอยู่ เป็นช่วงต่อระหว่างปลายจังหวะคายกับจังหวะดูด ซึ่งช่วงนี้ไอดีประจุเข้ามาจะขับไล่ไอเสียที่ตกค้างให้ออกไปจากกระบอกสูบ ดังนั้น จึงเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการคายไอเสีย (Exhaust efficiency) และในขณะเดียวกันแรงเฉื่อยของไอดีก็จะเพิ่มประสิทธิภาพในการประจุไอดี (Intake efficiency) ด้วย



รูปที่ 2.44 แสดงตำแหน่งการเปิดปิดของลิ้น (Valve Timing Diagram)

ตำแหน่งการเปิดปิดของลิ้น จะเปลี่ยนแปลงไปตามคุณลักษณะและจุดประสงค์ในการนำไปใช้งานของจักรยานยนต์ เช่น ใช้งานทั่วไป หรือใช้ในการแข่งขันเป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. กลไกบังคับลิ้นแบบเพลาราวลิ้นเดี่ยวบนฝาสูบ (SOHC)

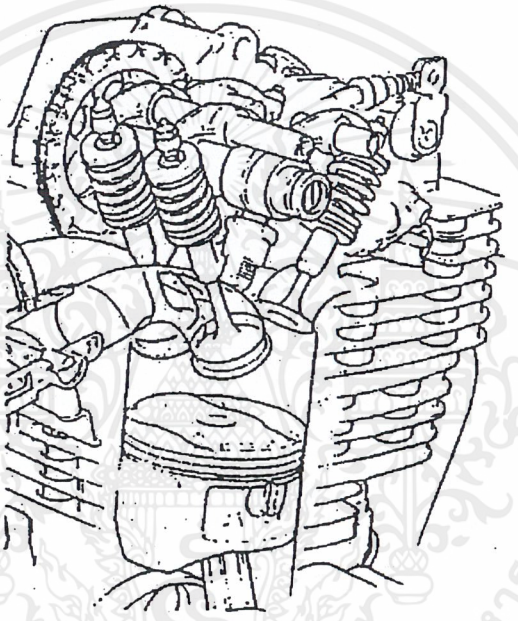
1. แบบนี้แตกต่างไปจากแบบลิ้นบนฝาสูบ เนื่องจากเพลาราวลิ้นติดตั้งอยู่บนฝาสูบรับแรงขับผ่านโซ่ขับ (Cam chain0 แล้วทำงานเปิดปิดลิ้นด้วยกระเดื่องโดยตรง จึงไม่จำเป็นต้องใช้ก้านส่งลิ้น

2. กลไกบังคับลิ้นมีชิ้นส่วนน้อยกว่า ดังนั้นการทำงานของลิ้นจึงไม่คงที่ แม้ว่าจะที่ความเร็วสูง ๆ ก็ตาม

3. แบบนี้มีเพลาราวลิ้นเพียงเพลาเดียว จึงเรียกเครื่องยนต์ที่ใช้กลไกบังคับลิ้นแบบนี้ว่า "เครื่องยนต์แบบเพลาราวลิ้นเดี่ยวบนฝาสูบ" (SOHC Engine)

4. กลไกบังคับลิ้นแบบนี้ ปัจจุบันใช้มากับเครื่องยนต์จักรยานยนต์ (Motorcycle engines)

รูปแบบเพลาราวลิ้นเดี่ยวบนฝาสูบ (SOHC)



รูปที่ 2.45 แสดงเพลาราวลิ้นเดี่ยวบนฝาสูบ

2.4.5 ระบบจุดระเบิดแบบโซลิดสเตท (SOLID STATE IGNITION SYSTEM)

ระบบจุดระเบิดแบบโซลิดสเตท หมายถึง ระบบจุดระเบิดซึ่งมีส่วนประกอบของสารกึ่งตัวนำทางด้าน อิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Semi – Conductors) เช่น ไดโอด (Diode) ทรานซิสเตอร์ (Transistors) ซิลิกอน คอนโทรลเรคติไฟเออร์ (Silicon Controlled Rectifiers) ฯลฯ

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แต่ในการทำงานของระบบจุดระเบิดของรถประหยัดเชื้อ พลิงที่สร้างขึ้นนี้เราได้นำเอาระบบจุดระเบิดแบบซีดีไอใช้กระแสตรง (DC.CDI) มาใช้เนื่องจากรถประหยัดเชื้อเพลิงที่เราสร้างขึ้นเราได้ทำการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมของเครื่องยนต์ให้ทำงานที่ความเร็วรอบต่ำดังนั้นระบบจุดระเบิดแบบซีดีไอใช้กระแสตรง (DC.CDI) จึงเหมาะสมมากกว่าระบบจุดระเบิดแบบซีดีไอใช้กระแสสลับ (AC.CDI) เพราะระบบจุดระเบิดแบบซีดีไอ ใช้กระแสตรง (DC.CDI) นี้สามารถจ่ายไฟได้สม่ำเสมอมากกว่าซึ่งใช้ได้ดีกับความเร็วรอบต่ำ

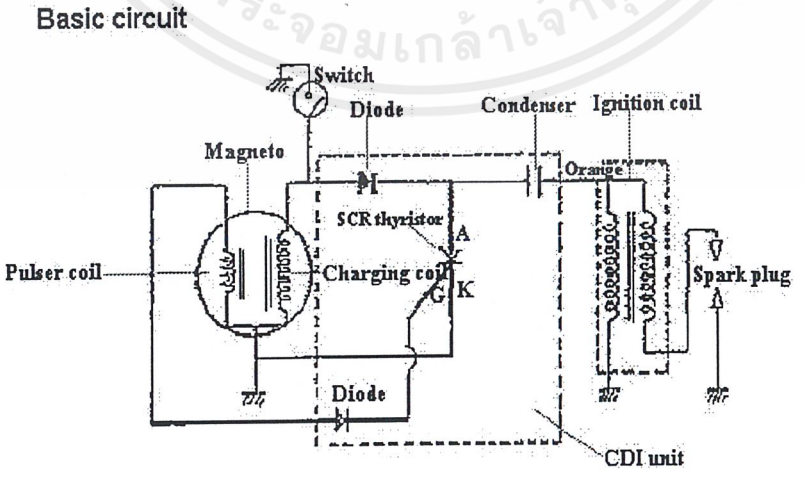
ดังนั้นในส่วนนี้จึงเป็นการกล่าวเปรียบเทียบกันระหว่างระบบจุดระเบิดแบบซีดีไอใช้กระแสตรง (DC.CDI) กับระบบจุดระเบิดแบบซีดีไอใช้กระแสสลับ (AC.CDI) ว่ามีหลักการทำงานต่างกันอย่างไร

2.4.6 ระบบซีดีไอ (CDI SYSTEM)

ระบบจุดระเบิดซีดีไอ (CDI = Capacitive Discharge Ignition System) เป็นระบบจุดระเบิดแบบโซลิดสเตทแบบหนึ่งซึ่งนิยมใช้กับจักรยานยนต์ เนื่องจากระบบจุดระเบิดแบบที่กล่าวนี้ประกอบด้วยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ซึ่งมีขนาดเล็กและไม่มีชิ้นส่วนที่มีการเคลื่อนไหลดังนั้นจึงไม่จำเป็นที่จะต้องมีการปรับแต่งแต่อย่างใด

ข้อดีของระบบจุดระเบิดแบบซีดีไอ

1. ลดการบำรุงรักษาลง
2. ยืดอายุการใช้งานของหัวเทียน
3. ไม่ต้องมีชุดทองขาว
4. สตาร์ทติดง่าย
5. กระแสไฟแรงเคลื่อนสูงที่เกิดขึ้นสูงกว่า
6. การจุดระบิดล่วงหน้าใช้อุปกรณ์อิเล็กทรินิกส์และเป็นไปอย่างอัตโนมัติ
7. อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ถูกซีลไว้เพื่อป้องกันฝุ่น, สิ่งสกปรกน้ำมันและความชื้น
8. ทำงานสม่ำเสมอตลอดอายุการใช้งาน
9. เครื่องยนต์เดินเรียบทั้งขณะที่เครื่องยนต์เดินเบาและขณะที่ทำงานหนัก (Loaded)



รูปที่ 2.46 แสดงระบบจุดระเบิด CDI

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจร CDI ประกอบด้วยส่วนสำคัญๆ 3 ส่วนสำคัญ

1. แหล่งจ่ายไฟ
2. วงจรทริกเกอร์
3. โหลด

1. แหล่งจ่ายไฟ ในที่นี้ก็คือแม็กนิโต (Magneto) ซึ่งประกอบด้วย

1.1 ชาร์จคอยล์ (Charge Coil) ทำหน้าที่สร้างกระแสไฟจำนวนหนึ่งเพื่อนำไปประจุ (Charge) ให้กับตัวเก็บประจุ (Capacitor) และจ่ายให้กับ A (Anode) ของ SCR นำกระแส

1.2 พัลเซอร์คอยล์ (Pulser Coil) จะทำหน้าที่สร้างกระแสไฟจำนวนหนึ่งเช่นกันและจ่ายไปให้กับ G(Gate) เพื่อไปทริกให้ SCR นำกระแส

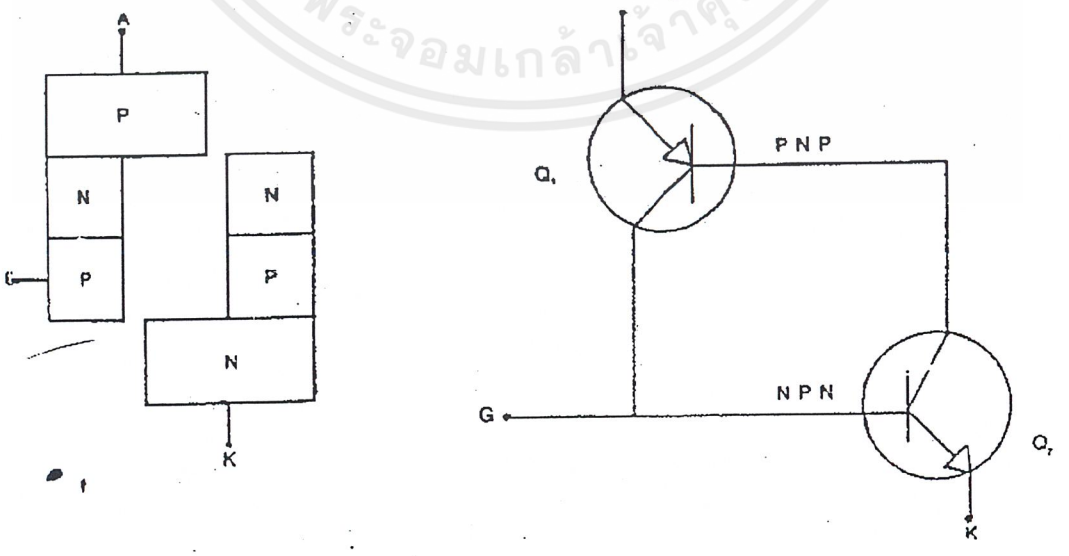
2. วงจรทริกเกอร์ (Trigering Circuit or Timeming Circuit) วงจรนี้ทำหน้าที่กำหนดเวลาที่จะทำให้ SCR นำกระแสได้ช้าหรือเร็ว โดยจะทำงานร่วมกับแรงไฟที่ได้รับมาจากพัลเซอร์คอยล์ (Pulser coil)

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

ไทริสเตอร์ (TRYTISTOR) คือ สารกึ่งตัวนำที่ทำหน้าที่คล้ายสวิตซ์ On และ Off ซึ่งประกอบด้วยสารกึ่งตัวนำชนิด P และ N มาต่อกัน 4 ชั้น และอาจจะมีขาต่อใช้งานแบบ 2 ขา, 3 ขาหรือ 4 ขา ก็ได้และจะมีชื่อเรียกแตกต่างกันไป เช่น DIAC, TRIAC และ SCR เป็นต้น

สำหรับชุดควบคุมการจุดระเบิด CDI นี้จะใช้ SCR เป็นตัวควบคุมและ SCR นี้จะประกอบด้วยสารกึ่งตัวนำชนิด 4 ชั้น แต่มีขั้วต่อออกมาเพียง 3 ขา เท่านั้น

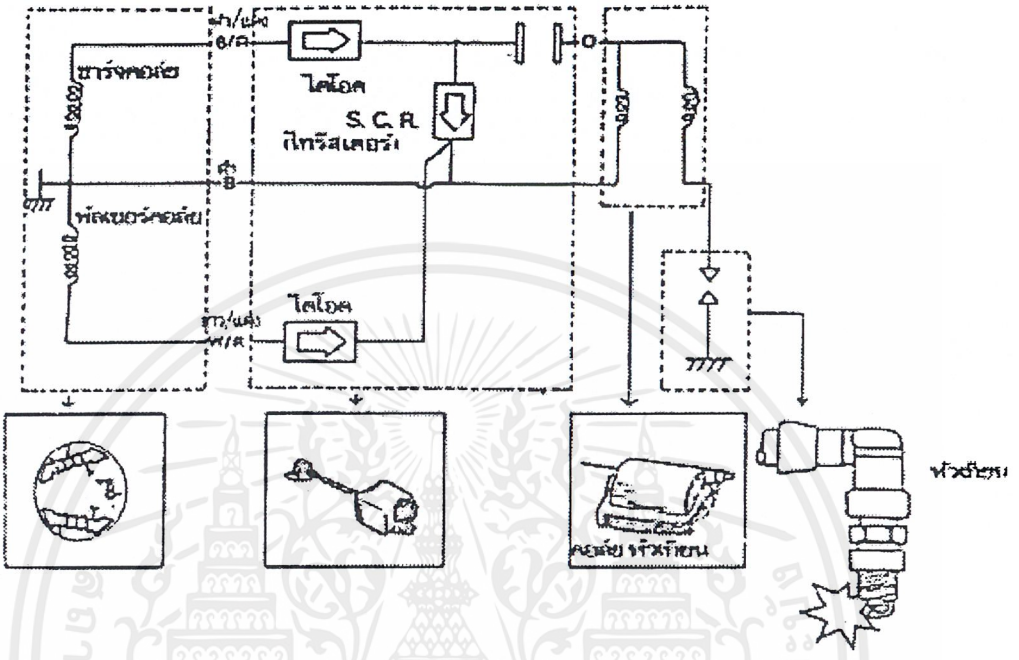
ถ้าพิจารณาถึงโครงสร้างของ SCR ซึ่งประกอบด้วยวัตถุกึ่งตัวนำ P-N-P-N แล้ว เราสามารถเปรียบเทียบการทำงานให้ง่ายขึ้น ก็โดยการแยก SCR ออกเป็นสองส่วน ซึ่งจะเห็นได้ว่าสามารถแยกเป็นทรานซิสเตอร์ ได้ 2 ตัว คือ P-N-P และ N-P-N



รูปที่ 2.47โครงสร้างของ SCR

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การทำงานของ SCR จะเหมือนทรานซิสเตอร์ (Transistor) 2 ชนิด คือ PNP และ NPN ในขณะที่ป้อนไฟบวกเข้าไปที่ A (Anode) และลบเข้าที่ C (Cathode) จะเห็นว่าแรงไฟที่ B (Base) ของทรานซิสเตอร์ (Transistor) ทั้ง 2 เป็น 0 โวลต์ Q1 และ Q2 จึงไม่สามารถจะนำกระแสได้



รูปที่ 2.48 ส่วนประกอบและวงจรของระบบจุดระเบิดแบบซีดีไอ

แต่เราป้อนแรงไฟบวกให้เข้า B (Base) ของ Q2 หรือ G(Gate) จะทำให้ Q2 ได้รับไบอัสถูกทาง (Forward Bias) Q2 ก็จะนำกระแสได้ (Q2 On) และที่ขา C (Collector) ของ Q2 ต่ออยู่กับ B(Base) ของ Q1 ดังนั้นเมื่อ Q2 นำกระแสไฟก็จะทำให้ B(Base) ของ Q1 ได้รับแรงไฟจำนวนหนึ่งด้วยเช่นกัน จึงทำให้ Q1 อยู่ในสภาพนำกระแสด้วย (Q1 ก็ ON เช่นกัน) และ ขา C (Collector) ของ Q1 ต่อกลับมาเข้า B(Base) อีก ในลักษณะของการป้อนกลับทางบวก (Positive Feed Back) ฉะนั้นถ้าเราตัดแรงไฟที่ป้อนให้กับ G(Gate0 ออก SCR หรือ Q1 และ Q2 ก็ยังสามารถนำกระแสได้ตลอดไป

ส่วนประกอบและวงจรของระบบจุดระเบิดแบบซีดีไอ

1. ชาร์จคอยล์ (Charge Coil)
2. ไดโอด (Diod)
3. คอนเดนเซอร์ (Condensor)
4. พัลเซอร์คอยล์ (Pulser Coil)
5. ไทริสเตอร์หรือเอสซีอาร์ (Thyrister of SCR)
6. คอยล์จุดระเบิด (Ignition Coil)
7. หัวเทียน (Sparking Plug)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

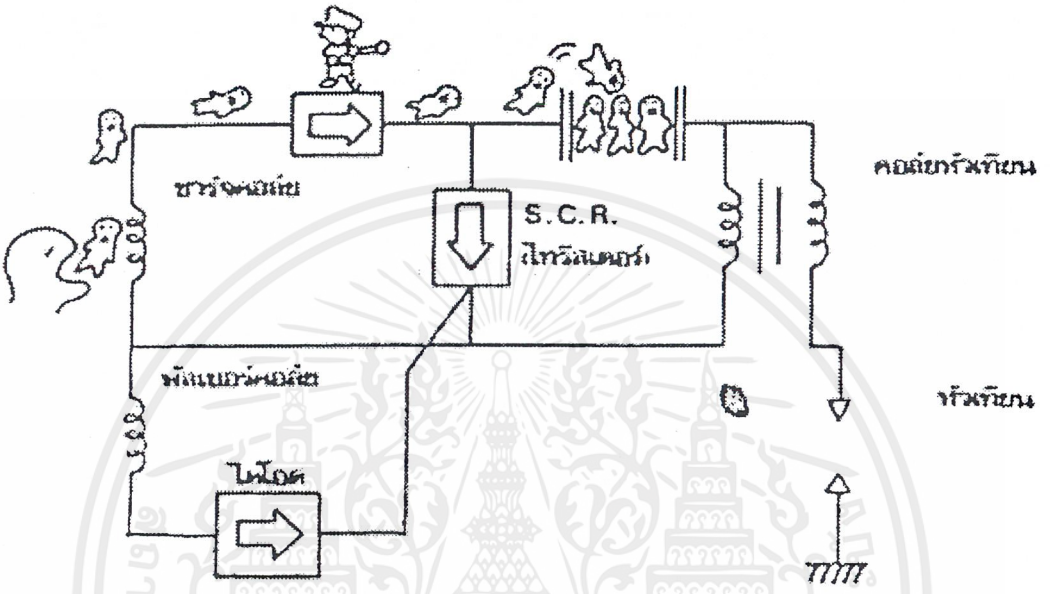
ข้อสังเกตอักษรย่อของสายไฟ

B/R = ดำ/แดง

B = ดำ

W/R = ขาว/แดง

หลักการทำงานของระบบจุดระเบิดซีดีไอ



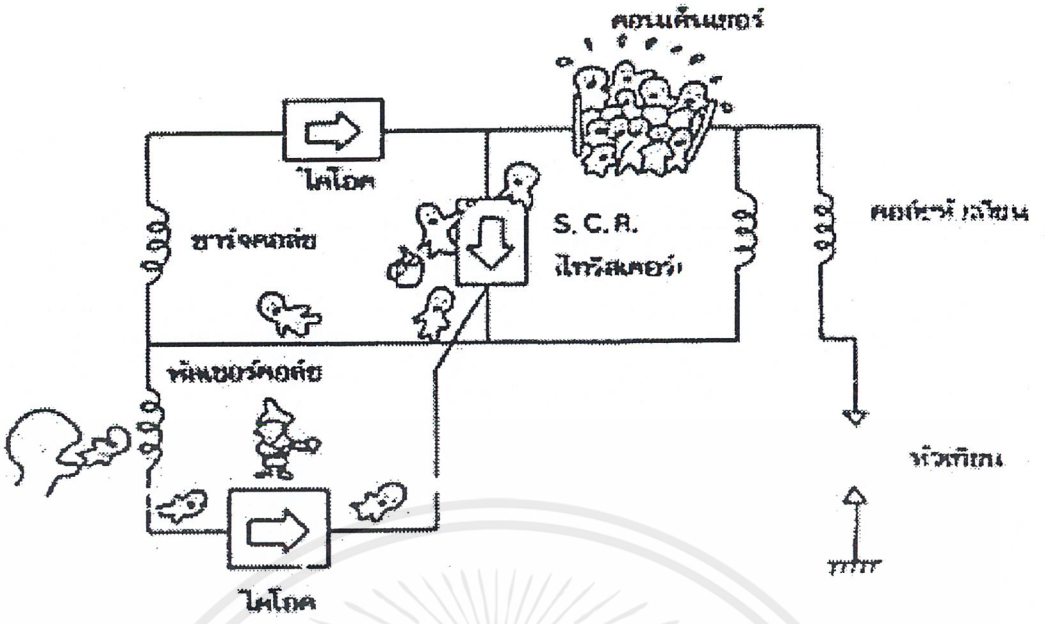
รูปที่ 2.49 หลักการทำงานของระบบจุดระเบิดแบบ ซีดีไอ

การทำงานของระบบจุดระเบิดแบบซีดีไอ ขณะที่ชุดแม่เหล็กถาวรหรือชุดแม่เหล็กจานไฟ หมุนตัดกับชาร์จคอยล์

1. ชาร์จคอยล์ (Charge Coil)
2. ไดโอด (Diod)
3. คอนเดนเซอร์ (Condensor)
4. พัลเซอร์คอยล์ (Pulser Coil)
5. ไทริสเตอร์หรือเอสซีอาร์ (Thyrister of SCR)
6. คอยล์จุดระเบิด (Ignition Coil)
7. หัวเทียน (Sparking Plug)

เมื่อสตาร์ทเครื่องยนต์ล้อช่วยแรงจะเคลื่อนที่นำเอาชุดแม่เหล็กถาวรหรือชุดแม่เหล็กจานไฟไปตัดกับชาร์จคอยล์ ทำให้เกิดการเหนี่ยวนำและเกิดกระแสไฟไหลขึ้น กระแสไฟดังกล่าวนี้จะอยู่ในรูปของกระแสสลับ ต่อจากนั้นไอโอดจะทำหน้าที่เรียงกระแสให้เป็นกระแสตรง แล้วส่งไปได้เนื่องจากถูกปิดกั้นไว้โดย ไทริสเตอร์หรือเอสซีอาร์

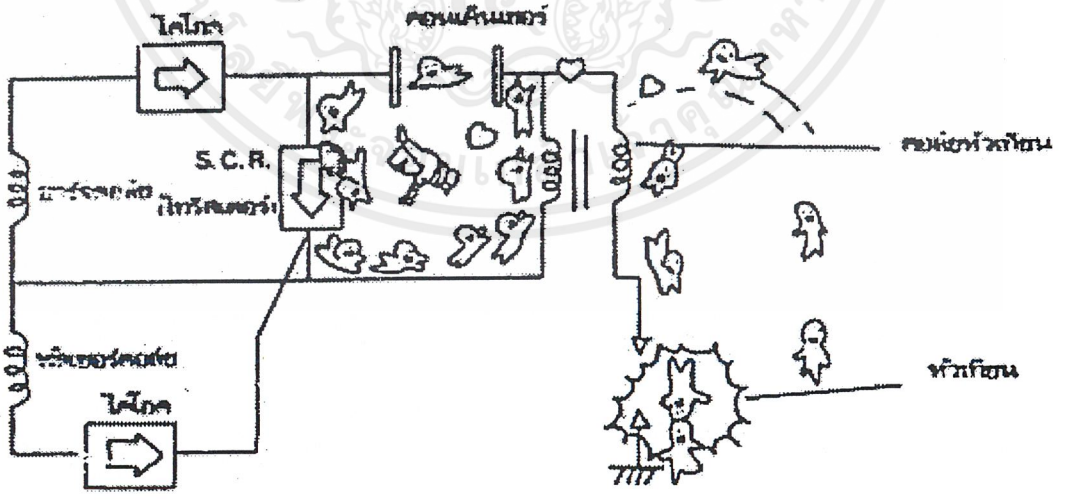
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.50 หลักการทำงานของระบบจุดระเบิดแบบ ซีดีไอ

การทำงานของระบบจุดระเบิดแบบซีดีไอ ขณะที่ชุดแม่เหล็กถาวรหรือชุดแม่เหล็กจานไฟหมุนตัดกับพัลเซอร์คอยล์

เมื่อล้อช่วยแรงเคลื่อนที่ต่อไปอีกก็จะนำเอาชุดแม่เหล็กถาวร หรือชุดแม่เหล็กจานไฟไปตัดกับพัลเซอร์คอยล์ ทำให้เกิดการเหนี่ยวนำและเกิดกระแสไหลขึ้น กระแสไฟที่เกิดขึ้นนี้จะเป็นสัญญาณส่งไปที่ไทริสเตอร์หรือเอสซีอาร์ เพื่อทำให้วงจรระหว่างคอนเดนเซอร์และคอยล์จุดระเบิดต่อถึงกัน



รูปที่ 2.51 หลักการทำงานของระบบจุดระเบิดแบบซีดีไอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงานของระบบจุดระเบิดแบบซีดีไอ ขณะที่ไทริสเตอร์ หรือเอสซีอาร์รับสัญญาณจากพัลเซอร์คอยล์และเปิดวงจรให้กระแสไฟที่ประจุอยู่ภายในคอนเดนเซอร์ส่งไปยังคอยล์จุดระเบิด และทำให้เกิดไฟแรงเคลื่อนสูงขึ้นในที่สุด

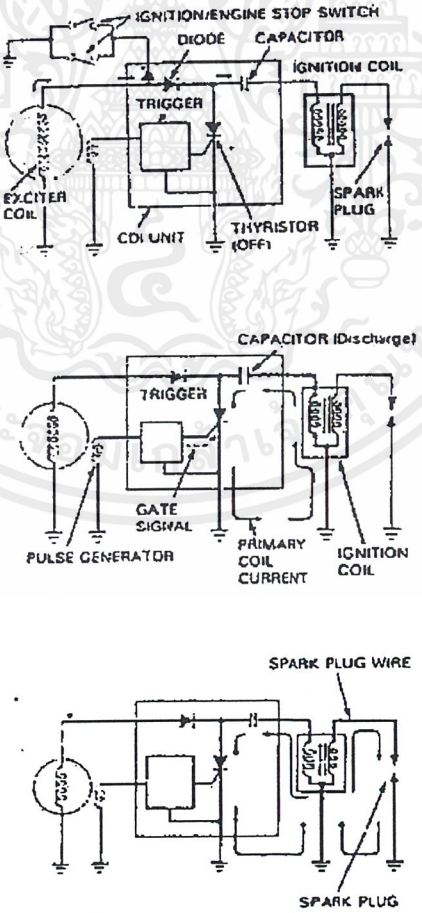
ต่อจากนั้นคอนเดนเซอร์จะจ่ายประจุที่รับไว้ไปยังคอยล์จุดระเบิด ทำให้เกิดสนามแม่เหล็กบานตัวขึ้นในวงจรไพรมารี่ของคอยล์จุดระเบิดและตัดกับขดลวดวงจรเซกันดารี่ เป็นผลให้เกิดไฟแรงสูงขึ้นและส่งไปยังหัวเทียนเพื่อจุดระเบิดในที่สุด

เพื่อให้เข้าใจระบบซีดีไอได้ลึกซึ้งยิ่งขึ้น จึงควรศึกษาจากระบบของหลายๆ บริษัท ดังเช่นฮอนด้า (Honda) และการทำงานจริงๆ นั้น ระบบจุดระเบิดจำเป็นต้องมีอุปกรณ์การเร่งไฟด้วย (Ignition Timing Advance)

โดยทั่วไประบบซีดีไอ แบ่งออกเป็น 2 ระบบ คือ

1. ซีดีไอใช้กระแสสลับ (AC.DC)
2. ซีดีไอใช้กรแสตรง (DC.CDI)

ระบบจุดระเบิดแบบซีดีไอ ปัจจุบันนี้ใช้เป็นระบบจุดระเบิดหลักสำหรับจักรยานยนต์ รุ่นที่ใช้เครื่องยนต์ขนาดเล็ก (Small Engine Displacement Models)



รูปที่ 2.52ระบบจุดระเบิดซีดีไอ ใช้กระแสสลับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

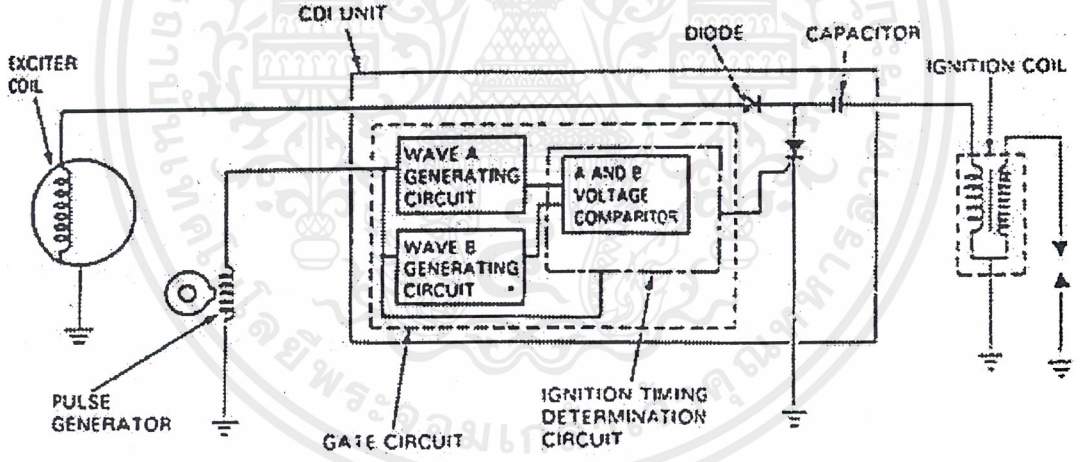
เมื่อปิดสวิตซ์กุญแจ กระแสที่เหนี่ยวนำในชุดขดลวดกระตุ้นก็จะไหลลงดิน จึงเป็นการดับเครื่องยนต์

คอนเดนเซอร์จะยังไม่ต่อประจุ จนกระทั่ง SCR ต่อวงจร เนื่องจากเครื่องกำเนิดสัญญาณกระแสไปยัง GATE ของ SCR

เมื่อ SCR ต่อวงจร คอนเดนเซอร์จะจ่ายประจุกระแสไปยังชุดขดลวดไพรมารี ทำให้เกิดไฟแรงเคลื่อนสูงในชุดขดลวดเซกันดารี เกิดประกายไฟกระโดดข้ามเขี้ยวหัวเทียน

หลักการทำงานของอุปกรณ์เร่งไฟ (Principle of Ignition Timing Advance)

หน้าที่อีกประการหนึ่งของระบบจุดระเบิดที่มีการควบคุมโดยวิธีทางไฟฟ้า (Electrically Controlled) ก็คือการเร่งไฟหรือจังหวะจุดระเบิดให้แก่ขึ้น (Advance) หรืออ่อนลง (Retard) เนื่องจากระบบนี้ไม่มีอุปกรณ์เร่งไฟทางกลไก (Mechanical) อุปกรณ์การเร่งไฟจึงไม่มีการสึกหรอ เป็นการลดงานการปรับแต่งและบำรุงรักษาลงโดยสิ้นเชิง



รูปที่ 2.53 แสดงหลักการทำงานเบื้องต้นของการเร่งไฟให้แก่ขึ้นหรืออ่อนลง

หลักการทำงานเบื้องต้นของการเร่งไฟให้แก่ขึ้นหรืออ่อนลง ใช้หลักการเดียวกัน

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

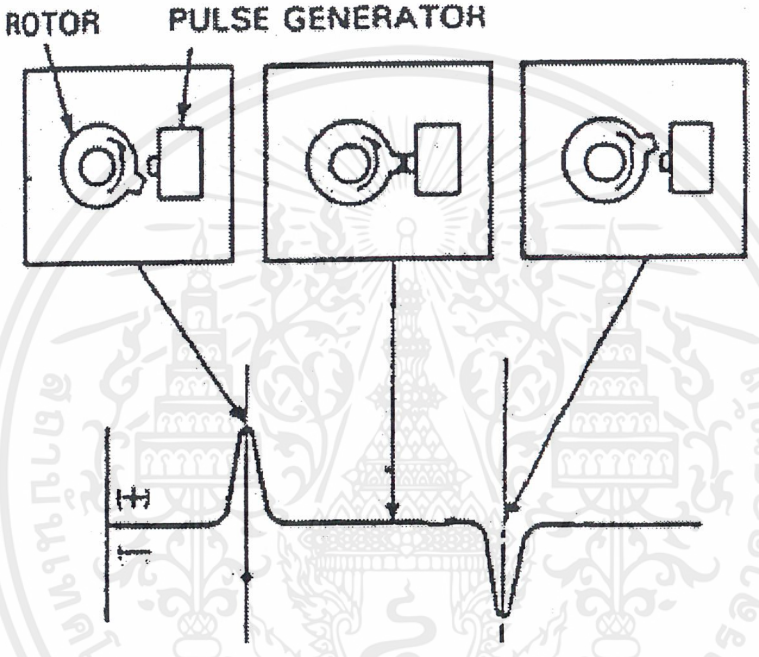
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องกำเนิดสัญญาณ (Pulse Generator) จะผลิตสัญญาณแรงเคลื่อน (+) และ ลบ (-) เมื่อไรโรเตอร์หมุนตัดผ่านเครื่องกำเนิดสัญญาณ

สัญญาณจากเครื่องกำเนิดสัญญาณ (Pulse Generator Output) จะถูกเปลี่ยนให้เป็นรูปคลื่น A (Wave Form A) และรูปคลื่น B (Wave Form B)

รูปคลื่น A จะคงที่ ไม่เปลี่ยนแปลงไปตามความเร็วของเครื่องยนต์

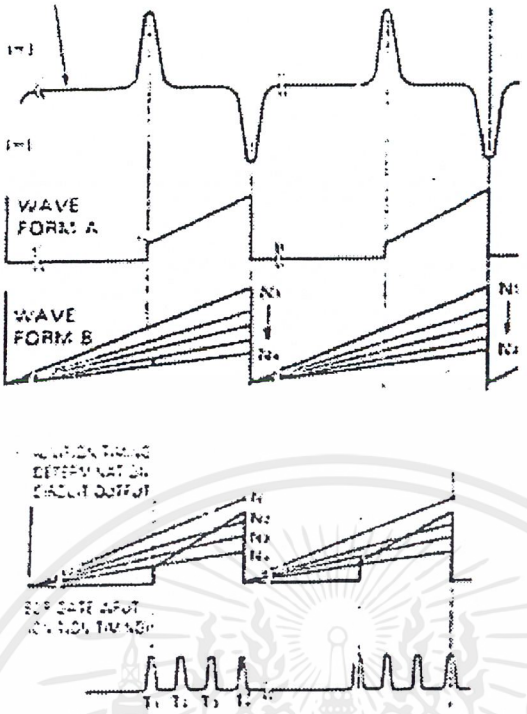
รูปคลื่น B จะเปลี่ยนแปลง ความเอียงหรือความลาดชัน (Gradient) ไปตามความเร็วของเครื่องยนต์



รูปที่ 2.54 แสดงวงจรเลือกจังหวะระเบิด

วงจรเลือกจังหวะระเบิด (Ignition Timing Determination/Circuit) จะส่งกระแสไปยัง GATE ของ SCR เมื่อสัญญาณแรงเคลื่อนลบจากเครื่องกำเนิดสัญญาณ ถูกส่งเข้าวงจรเลือกจังหวะระเบิด หรือเมื่อยอดคลื่น A สูงหกว่ายอดคลื่น B กระแสที่ไปยัง GATE ของ SCR จะต่อวงจร SCR ทำให้เกิดประกายไฟกระโดดข้ามเขี้ยวหัวเทียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

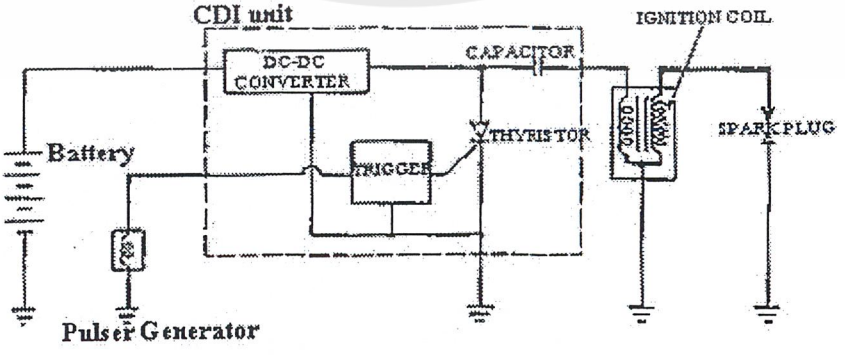


รูปที่ 2.55 แสดงจังหวะการระเบิด (Ignition Timing Diagram)

ขณะที่เครื่องยนต์มีความเร็วสูงขึ้น รูปคลื่น A ยังคงที่ แต่รูปคลื่น B จะเปลี่ยนแปลงไปเมื่อยอดคลื่น B ต่ำกว่ายอดคลื่น A จังหวะจุดระเบิดหรือไฟจะแก่ขึ้นเรื่อย (N_3N_2) การเร่งไฟจะสิ้นสุดลงที่ความเร็ว N_4 เพราะที่ความเร็วนี้รูปคลื่น A จะไม่ลาดชัน

ที่ความเร็ว N_1 ยอดคลื่น B จะสูงกว่ายอดคลื่น A ดังนั้นตำแหน่งหรือจังหวะการจุดระเบิดจะถูกกำหนดโดยสัญญาณแรงเคลื่อนลบ จากเครื่องกำเนิดสัญญาณ

ระบบจุดระเบิดซีดีไอ ใช้กระแสตรง (DC.CDI.SYSTEM)

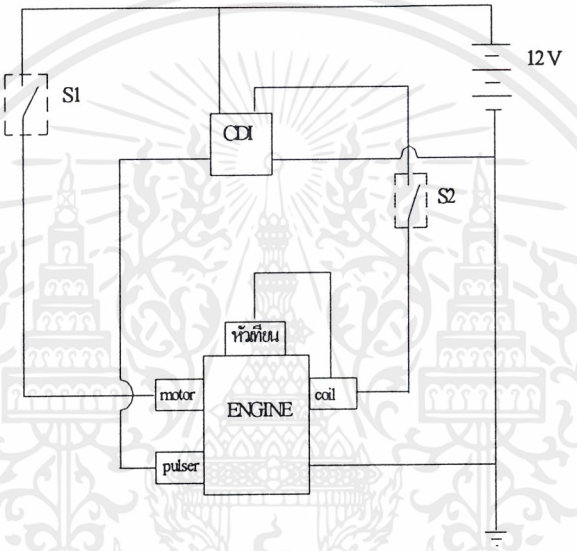


รูปที่ 2.56 การทำงานเบื้องต้น (Operating Principle) ของระบบจุดระเบิดซีดีไอ ใช้กระแสตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักการทำงานเบื้องต้น (Operating Principle) ของระบบจุดระเบิดซีดีไอ ใช้กระแสตรง (DC.CDI) คล้ายๆ กับระบบจุดระเบิดซีดีไอ ใช้กระแสสับ (AC.CDI) คงแตกต่างกันเฉพาะแหล่งหรือต้นกำเนิดการผลิตกระแสไฟแรงเคลื่อนต่ำ เพราะแบบนี้ใช้แบตเตอรี่เป็นแหล่งกำเนิด

ระบบจุดระเบิดซีดีไอ ใช้กระแสตรง (DC.CDI) จะมีอุปกรณ์เพิ่มแรงเคลื่อนไฟฟ้า (DC – DC Converter) โดยทำหน้าที่เพิ่มกระแสตรงจากแบตเตอรี่ให้เป็นกระแสตรงที่มีแรงเคลื่อนสูงประมาณ 220 โวลต์จากนั้นจะเก็บประจุ (Charge) ไว้ในคอนเดนเซอร์ เมื่อเปรียบเทียบกับแบบใช้กระแสสลับ ที่มีชุดขดลวดกระตุ้น (Exciter Coil) เป็นแหล่งกำเนิด ระบบจุดระเบิดซีดีไอ ใช้กระแสตรง จะให้ประกายไฟที่หัวเทียนเมื่อความเร็วรอบเครื่องยนต์ต่ำๆ ได้รุนแรงกว่า



รูปที่ 2.57 แสดงการทำงานของระบบจุดระเบิดที่ใช้ CDI กระแสตรง

จากรูป ขณะจะทำการติดเครื่องยนต์จะทำการปิดวงจร(close circuit)สวิตท์ (switch)S1 และสวิตท์S2 สวิตท์ S1 ทำหน้าที่เริ่มการทำงานของเครื่องยนต์ ไฟจากแบตเตอรี่ (battery)จะผ่านไปยังมอเตอร์สตาร์ท (motor start) จะทำให้มอเตอร์สตาร์ททำงานโดยจะไปหมุนล้อแม่เหล็ก ซึ่งอยู่บริเวณพัลเซอร์คอล์ย (pulser coil) บนล้อแม่เหล็กจะมีแผ่นเหล็กติดอยู่ ขณะที่ล้อแม่เหล็กหมุนอยู่นั้นแผ่นแม่เหล็กจะหมุนตัดผ่านหน้าพัลเซอร์คอล์ย จะเกิดสัญญานส่งต่อไปยังซีดีไอ

เมื่อซีดีไอ มีไฟจากแบตเตอรี่ ซีดีไอจะทำการขยายสัญญานส่งผ่านไปยังคอล์ย(coil) คอล์ยจะทำหน้าที่เพิ่มแรงดันไฟฟ้าให้สูงขึ้นส่งต่อไปยังหัวเทียนเพื่อไปเกิดการจุดระเบิดที่ห้องเผาไหม้ ทำให้เครื่องยนต์ทำงาน เมื่อเครื่องยนต์ทำงานแล้วจะทำการเปิดวงจร (open circuit) สวิตท์S1 มิฉะนั้นแล้วจะทำให้มอเตอร์สตาร์ทไหม้ เมื่อจะหยุดการทำงานของเครื่องยนต์จะทำการเปิดวงจรที่สวิตท์ S2 เพื่อตัดไฟที่ส่งมาจาก ซีดีไอ ทำให้ไม่มีไฟไปที่หัวเทียน เครื่องยนต์จะหยุดการทำงาน

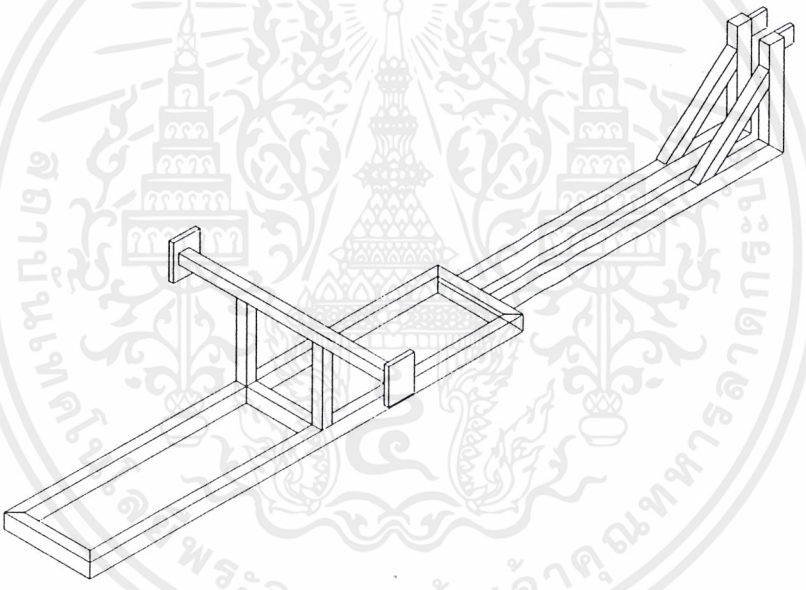
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การสร้างชิ้นส่วนและการประกอบ

ในการสร้างชิ้นส่วนและการประกอบของรถประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิงขนาดเล็กนั้น สามารถแบ่งออกเป็น ๓ ส่วน ดังนี้คือ

- การสร้างชิ้นส่วนและการประกอบโครงสร้างหรือโครงรถของรถประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิงขนาดเล็ก
- การสร้างชิ้นส่วนและการประกอบในส่วนของเครื่องยนต์
- การสร้างชิ้นส่วนและการประกอบอื่นๆ

3.1 การสร้างชิ้นส่วนและการประกอบโครงสร้างหรือโครงรถของรถประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิงขนาดเล็ก



รูปที่ 3.1 โครงรถ

3.1.1 การสร้างชิ้นส่วน

หลังจากการออกแบบลักษณะโครงสร้างและภย หลังจากการคำนวณหาขนาดของชิ้นส่วนต่างๆ ออกมาแล้ว จะได้ชิ้นส่วนและขนาดของชิ้นส่วนหลักๆดังนี้

1. คานล้อหน้า ใช้อะลูมิเนียมกล่องหน้าตัดสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาด 1 × 1 นิ้ว หนา 3 มิลลิเมตร ยาว 58.4 เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. คานหลักของตัวเครื่องยนต์ ใช้อะลูมิเนียมกล่องหน้าตัดสี่เหลี่ยม 1 × 1.5 นิ้ว หนา 3 มิลลิเมตร ยาว 1.25 เมตร จำนวน 2 เส้น
3. คานหลักของที่นั่ง ใช้อะลูมิเนียมกล่องหน้าตัดสี่เหลี่ยม 1 × 1.5 นิ้ว หนา 3 มิลลิเมตร ยาว 1.05 เมตรจำนวน 2 เส้น
4. แกนตั้งฉากกับคานหลักใช้ยึดล้อหลัง ใช้อะลูมิเนียมกล่องหน้าตัดสี่เหลี่ยม 1 × 1.5 นิ้ว หนา 3 มิลลิเมตร ยาว 75 เซนติเมตร จำนวน 2 เส้น
5. หางปลาสำหรับจับยึดล้อหลัง ใช้แผ่นอะลูมิเนียมขนาด 4 × 7 เซนติเมตร หนา 10 มิลลิเมตร นำไปเข้าเครื่องกัดเพื่อกัดเป็นรูปร่องตัวยูยาว 4.5 เซนติเมตร
6. หน้าแปลนยึดล้อหน้า ใช้ แผ่นอะลูมิเนียมขนาด 4.5 × 14 เซนติเมตร หนา 10 มิลลิเมตร นำไปทำการเจาะรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 12 มิลลิเมตร จำนวน 2 รู โดยมีระยะห่างของจุดศูนย์กลางตามแนวยาวของแผ่นอะลูมิเนียมเท่ากับ 5 เซนติเมตร จำนวน 2 ชิ้น
7. ท่ออะลูมิเนียมเสริมความแข็งแรงให้กับคานหน้า ใช้อะลูมิเนียมกล่องเสริมความแข็งแรงบริเวณด้านหน้าของคานล้อหน้า โดยใช้ขนาด 1 × 1 นิ้ว หนา 3 มิลลิเมตร มีลักษณะเป็นรูปตัวยู
8. ชุดคานค้ำยันของคานหลักแบ่งเป็น 3 ส่วน คือ
   8.1 คานส่วนที่ยึดคานหลักเข้าด้วยกัน 3 ชิ้น ดังนี้ คือ
      8.1.1 อะลูมิเนียมกล่องขนาด 1 × 1.5 นิ้ว หนา 3 มิลลิเมตร ยาว 35 เซนติเมตร จำนวน 2 ชิ้น
      8.1.2 อะลูมิเนียมกล่องขนาด 1 × 1.5 นิ้ว หนา 3 มิลลิเมตร ยาว 28 เซนติเมตร จำนวน 1 ชิ้น
   8.2 คานยึดระหว่างแกนตั้งฉากกับคานหลัก มีจำนวน 2 ชิ้น อะลูมิเนียมกล่องขนาด 1 × 1.5 นิ้ว หนา 3 มิลลิเมตร ยาว 32 เซนติเมตร ที่ปลายทั้ง 2 ด้านตัดทำมุม 45 องศา จำนวน 2 ชิ้น
   8.3 คานยึดระหว่างคานหลักสำหรับวางเครื่องกับคานหลักสำหรับนั่ง มีจำนวน 2 ชิ้น ใช้อะลูมิเนียมกล่องขนาด 1 × 1 นิ้ว หนา 3 มิลลิเมตร ยาว 15 เซนติเมตร ทั้ง 2 ด้านตัดเป็นมุม 45 องศา
9. พนักพิงหลังคนขับ ประกอบด้วย 3 ชิ้นส่วน ดังนี้
   9.1 อะลูมิเนียมกล่องขนาด 1 × 1 นิ้ว หนา 3 มิลลิเมตร ยาว 30 เซนติเมตร ที่ปลายทั้ง 2 ด้านตัดเป็นมุม 45 องศา จำนวน 2 ชิ้น
   9.2 อะลูมิเนียมกล่องขนาด 1 × 1 นิ้ว หนา 3 มิลลิเมตร ยาว 28 เซนติเมตร จำนวน 1 ชิ้น

3.1.2 การประกอบ

เมื่อทำการจัดเตรียมชิ้นส่วนตาม 9 ข้อข้างต้นแล้ว จะเข้าสู่ขั้นตอนการเชื่อมเข้าด้วยกัน หากอะลูมิเนียมที่เตรียมไว้เป็นอะลูมิเนียมที่ผ่นการชุบผิวแข็งมาเรียบร้อยแล้วต้องมีการขัดเพื่อเอาผิวส่วนที่เช่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

งออกเสียก่อน ไม่เช่นนั้นก็จะทำให้เกิดการแตกร้าวของอะลูมิเนียมเมื่อทำการเชื่อม ซึ่งอะลูมิเนียมที่จะนำมาทำการเชื่อมสร้างเป็นรถประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิงส่วนใหญ่แล้วเป็นอะลูมิเนียมที่ไม่ได้ผ่านการชุบแข็ง โดยในการประกอบชิ้นส่วนต่างๆจะมีขั้นตอนดังนี้

1. นำคานหลักมาเชื่อมต่อเข้าด้วยกันโดยใช้คานยึดระหว่างคานหลัก เพื่อให้ได้โครงสร้างหลักของตัวรถออกมาก่อนเพื่อจะได้เป็นฐานในการเชื่อมชิ้นส่วนอื่นๆต่อไป
2. สร้างชุดยึดล้อหลัง โดยการนำเอาชุดยึดล้อหลังและหางปลาจับยึดล้อหลังเชื่อมติดกับแกนตั้งฉากกับคานหลัก โดยจะทำการสร้างขึ้นมาจำนวน 2 ชุด
3. นำชิ้นส่วนในข้อ 1 และ ข้อ 2 มาเชื่อมต่อกันโดยจัดให้ตั้งกันและให้ชิ้นส่วนในข้อที่ 2 อยู่ในแนวดิ่ง
4. นำคานยึดระหว่างคานตั้งฉากกับคานหลักทั้ง 2 ชิ้น มาเชื่อมติดกับโครงสร้างในข้อที่ 3
5. นำคานล้อหน้าไปเชื่อมติดกับหน้าแปลนที่ใช้ยึดล้อหน้าทั้ง 2 ข้าง
6. นำชิ้นส่วนที่ได้ในข้อ 5 มาเชื่อมติดกับคานรองรับคานล้อหน้า โดยกำหนดระยะและตำแหน่งให้เหมาะสม
7. นำชิ้นส่วนที่ได้ในข้อ 6 มาเชื่อมต่อกับโครงสร้างที่ได้ในข้อ 4
8. นำอะลูมิเนียมเสริมความแข็งแรงทั้งส่วนที่ติดตั้งทางด้านหน้า ส่วนกลาง และด้านหลังมาเชื่อมต่อกับโครงสร้างในข้อที่ 7
9. นำส่วนพนักพิงคนขับมาเชื่อมต่อกับโครงสร้างในข้อที่ 8

ภายหลังจากการเชื่อมทุกชิ้นส่วนเข้าด้วยกันแล้วต้องทำการตรวจสอบแนวเชื่อม เพราะในบางชิ้นส่วนอาจมีการเกิดรอยร้าวขึ้นที่แนวเชื่อม หรือในบางตำแหน่งต้องมีการตะไบรอยเชื่อมบ้างเพื่อให้สามารถติดตั้งอุปกรณ์อื่นๆได้

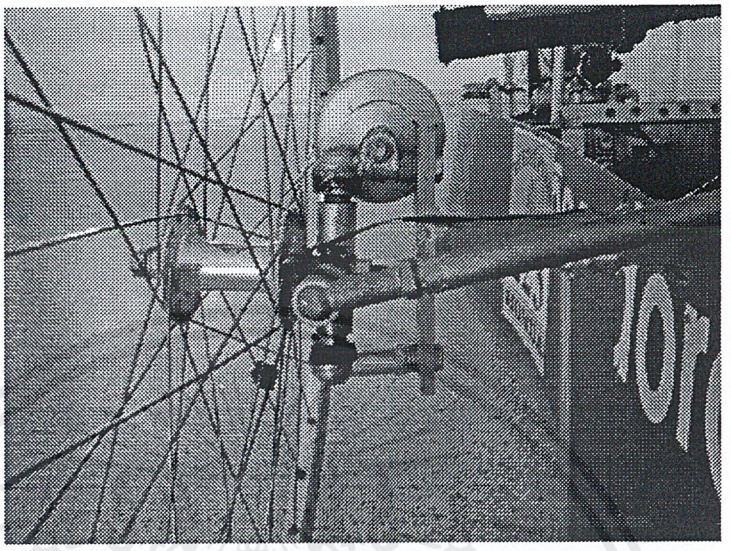
3.2การสร้างชิ้นส่วนและการประกอบในส่วนของเครื่องยนต์

ทำแท่นเครื่องโดยนำแผ่นอะลูมิเนียมขนาด 10 × 20 เซนติเมตร หนา 10 มิลลิเมตร นำมาเจาะรูขนาด 8 มิลลิเมตร 4 รูโดยแต่ละรูให้มีตำแหน่งตรงกับรูของเครื่องยนต์ที่มีอยู่แล้ว จากนั้นจึงนำไปเชื่อมติดกับคานหลักที่ใช้วางเครื่องยนต์ ซึ่งจะเป็นตัวช่วยยึดคานหลักเข้าด้วยกันด้วย โดยในการวางตำแหน่งในการเชื่อมจะต้องพิจารณาถึงตำแหน่งในการวางโซ่ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3การสร้างชิ้นส่วนและการประกอบอื่นๆ แบ่งออกเป็นหลายส่วนดังนี้

3.3.1 การสร้างชิ้นส่วนและการประกอบดุมล้อ



รูปที่ 3.2 ชุดดุมล้อ

3.3.1.1 การสร้างชิ้นส่วน มีส่วนประกอบดังนี้

1. กลึงท่อนเหล็กกลมตันให้ได้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 เซนติเมตร ยาว 6 เซนติเมตร จำนวน 2 ชุด
2. เจาะรูทั้ง 2 ด้าน ขนาด 8 มิลลิเมตร ลึก 2.5 เซนติเมตร จากนั้นจึงทำเกลียวทั้ง 2 ด้าน 2 ชุด
3. นำท่อนเหล็กนี้ไปเข้าเครื่องกัด วัดจากจุดกึ่งกลางออกไปเป็นระยะ 1.5 เซนติเมตร ลึก 5 มิลลิเมตร ทั้ง 2 ข้าง และทำเช่นนี้ทั้ง 2 ด้าน 2 ชุด
4. เจาะรูตรงจุดกึ่งกลางขนาด 8 มิลลิเมตร
5. กลึงท่อนเหล็กขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 เซนติเมตร และที่ปลายด้านหนึ่งทำการเจาะรูขนาด 8 มิลลิเมตร ลึก 2.5 เซนติเมตร จำนวน 2 ชุด
6. นำชิ้นส่วนในข้อที่ 4 และข้อที่ 5 มาเชื่อมติดกันเป็นรูปตัวที โดยที่ปลายด้านที่ไม่ได้เจาะรูของชิ้นส่วนในข้อที่ 5 ให้อยู่ตรงกึ่งกลางด้านข้างของชิ้นส่วนในข้อที่ 4

3.3.1.2การประกอบ หลังจากจัดทำชิ้นส่วนต่างๆดังที่ได้กล่าวมาแล้วจึงนำมาทำตามขั้นตอนดังนี้

1. ใช้ลูกหมากคันเกียร์รถบรรทุกคันน็อตยึดติดกับชิ้นส่วนรูปตัวที 2 ตัว ที่ปลายทั้ง 2 ด้านจำนวน 2 ชุด
2. ขันน็อตล็อกลูกหมากกับหน้าแปลนของดานล้อหน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ใส่ล้อกับแกนล้อของดุมล้อ แล้วขันน็อตล็อก

3.3.2 การสร้างชิ้นส่วนและการประกอบชุดบังคับเลี้ยว

3.3.2.1การสร้างชิ้นส่วน มีวิธีการดังนี้

1. ในส่วนของคันชัก คันส่ง เพื่อเป็นการลดค่าใช้จ่ายจึงนำท่อนอะลูมิเนียมกลวงที่สามารถหาได้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 เซนติเมตร ยาว 35 เซนติเมตร จำนวน 2 ท่อน มาเชื่อมติดกับหัวน็อตที่ใช้ยึดกับลูกหมาก ที่ปลายทั้ง 2 ด้าน จำนวน 2 ชุด

2. ตัดแผ่นเหล็กขนาด 8 × 12 เซนติเมตร หนา 2 มิลลิเมตร มาเจาะรูขนาด 8 มิลลิเมตร จำนวน 2 รู โดยที่จุดศูนย์กลางห่างจากขอบบน 2.5 เซนติเมตร และระยะพิตช์เท่ากับ 3 เซนติเมตร ทางด้านกว้าง ใช้เป็นหน้าแปลนยึดระหว่างลูกหมากกับคันชัก คันส่ง

3.3.2.2การประกอบ

1.นำลูกหมากคันเกียร์ขันก๊อบปี้ยึดติดกับชิ้นส่วนรูปตัวที แล้วนำคันชัก คันส่งขันติดกับลูกหมากดังกล่าว ทั้งด้านซ้ายและด้านขวา

2.นำลูกหมากคันเกียร์ขันติดกับอีกปลายด้านหนึ่งของคันชัก คันส่ง

3.จากนั้นจึงนำไปขันน็อตยึดติดกับหน้าแปลน

รูปที่ 3.3 ส่วนประกอบชุดบังคับเลี้ยว

3.3.3การสร้างชิ้นส่วนและการประกอบแฮนด์บังคับทิศทาง

3.3.3.1การสร้างชิ้นส่วนมีส่วนประกอบดังนี้

1.ตัดแฮนด์รถจักรยานเก่าที่ไม่ได้ใช้งานมาเฉพาะส่วนที่ใช้งาน

2.นำแผ่นอะลูมิเนียมขนาด 6 × 14 เซนติเมตร หนา 5 มิลลิเมตร มาเจาะรูจำนวน 4 รู ขนาด 4 มิลลิเมตร

3.หาซื้อตัวยู 2 ตัว ขนาดที่ใช้ครอบคอแฮนด์ได้และยาวพอสมควร

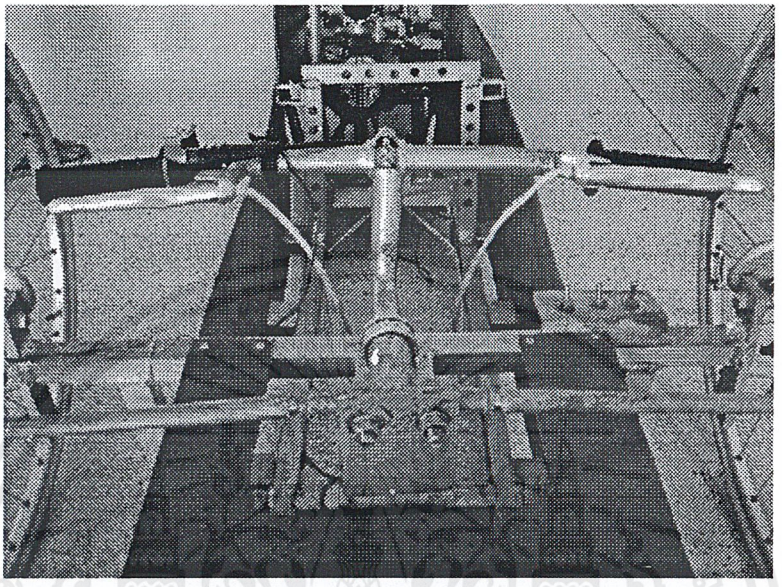
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3.2การประกอบมีวิธีการดังนี้

1.นำแฮนด์มาเชื่อมติดกับหน้าแปลนที่ยึดลูกหมากกับคันชัก คันส่ง

2.นำชิ้นส่วนในข้อที่ 2 มาเชื่อมติดกับคานหลักยึดล้อ

3.นำตัวยู 2 ตัว มายึดคอแฮนด์กับแผ่นอะลูมิเนียมไว้ให้แน่น



รูปที่ 3.4 แฮนด์บังคับทิศทาง

3.3.4การสร้างชิ้นส่วนและการประกอบชุดเบรก

สำหรับชุดเบรกเราได้ใช้ชุดเบรกก้ามปู ซึ่งจะต้องจัดทำแท่นรองรับเบรกขึ้น โดยกติกาหรือข้อกำหนดของการแข่งขัน Econo Power Car ของ Honda กำหนดว่าต้องใช้ชุดเบรก 2 ชุด ซึ่งจะมีส่วนประกอบดังนี้

3.3.4.1การสร้างชิ้นส่วนมีชิ้นส่วนหลักๆดังนี้

1.ชุดเบรกก้ามปู 2 ชุด ประกอบด้วย

- เบรกก้ามปู 2 ชุด
- ชุดก้ามเบรกที่มือ 2 ชุด
- สายเบรกและสายสลิง 2 ชุด

2.ตัดอะลูมิเนียมแท่งขนาด 1 × 1 นิ้ว ยาว 10 เซนติเมตร 2 ชิ้น นำมาเจาะรูใช้สำหรับเป็นตัวยึดตัวตั้งเบรก

3.ตัดแผ่นอะลูมิเนียมขนาด 6.5 × 10 เซนติเมตร หนา 5 มิลลิเมตร 2 ชิ้น มาเจาะรูใช้สำหรับยึดตัวเบรก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.4.2การประกอบ

1.นำแผ่นอะลูมิเนียมมาเชื่อมติดกับคานหลังในส่วนบน และส่วนล่าง ในตำแหน่งที่เบรกสามารถเบรกล้อหลังได้

2.นำอะลูมิเนียมแท่งมาเชื่อมติดกับคานหลังเช่นเดียวกัน แต่อยู่ในตำแหน่งทางด้านหน้าของแผ่นอะลูมิเนียม

3.นำตัวเบรกไปติดตั้งในชิ้นส่วนในข้อที่ 1

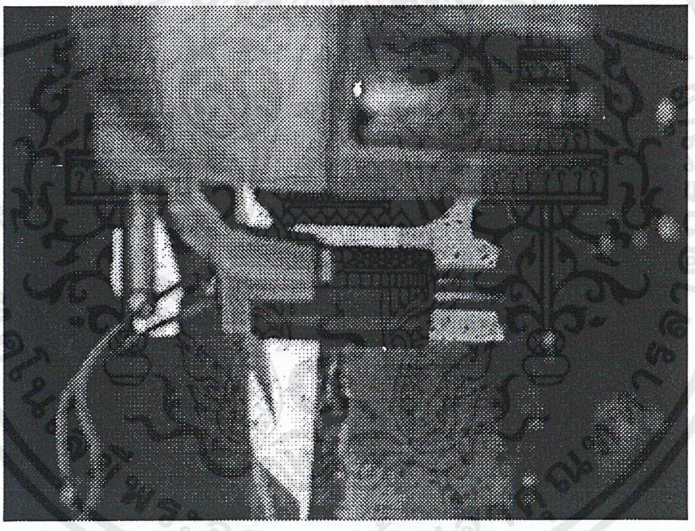
4.นำชุดตั้งเบรกไปติดตั้งในชิ้นส่วนในข้อที่ 2

5.ยึดชุดก้านเบรกที่มือไว้ที่แฮนด์บังคับในตำแหน่งที่เหมาะสม

6.ร้อยสายเบรกและสลิงจากชุดก้านเบรกที่มือทั้ง 2 ชุด ไปยังชุดเบรกก้ามปู

7.ลองตรวจสอบโดยการบีบชุดก้านเบรกที่มือดูว่า ชุดเบรกก้ามปูบีบตัวได้ตึง หรือ หย่อนมากน้อยเพียงใด และตั้งช่วงเบรกให้เหมาะสม

3.3.5การสร้างชิ้นส่วนและการประกอบชุดไฟและชุดจุดระเบิด



รูปที่ 3.6 ชุดไฟจุดระเบิด

เนื่องจากเราได้มีก ารปรับเปลี่ยนชุดไฟและชุดจุดระเบิดขึ้นใหม่โดยการใช้ซีดีไอกระแสตรงแทนกระแสสลับ จึงได้มีการปรับปรุงชิ้นส่วนบางส่วนใหม่ โดยได้มีการตัดชิ้นส่วนฝาครอบจานไฟออกในบางส่วน และตัดแผ่นเหล็กชิ้นเล็กๆมาติดที่จานไฟใหม่เพื่อใช้เป็นตัวตัดสัญญาณไฟ ทำให้สามารถปรับไฟแก่อ่อนได้

3.3.6 การสร้างชิ้นส่วนและการประกอบท่อไอเสีย

ในที่นี้เราจะไม่ใช้ท่อไอเสียที่มากับรถเพราะไม่เหมาะสมกับสภาพเครื่องยนต์ของ ราและมีน้ำหนักมาก จึงทำท่อไอเสียขึ้นมาใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.6.1 การสร้างชิ้นส่วน มีชิ้นส่วนที่ต้องเตรียมดังนี้

1.ตัดอะลูมิเนียมท่อกลวงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 1 เซนติเมตร ตัดอะลูมิเนียมท่อกลวงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 เซนติเมตร ตัดมายาว 18 เซนติเมตร

2.ตัดแผ่นอะลูมิเนียมขนาด 7 × 5 เซนติเมตร จำนวน 1 แผ่น เจาะรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 6 มิลลิเมตร ให้ระยะห่างรูเท่ากับระยะห่างน็อตตัวผู้ที่ติดอยู่กับตัวเครื่องตรงตำแหน่งปากทางไอเสีย และเจาะรูตรงกลางแผ่นขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 เซนติเมตร

3.ตัดอะลูมิเนียมท่อกลวง หนา 0.5 มิลลิเมตร และมีเส้นผ่านศูนย์ภายใน 1.5 เซนติเมตร ยาว 1 เซนติเมตร

3.3.6.2 การประกอบ

1.นำท่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 1 เซนติเมตร มาตัดให้โค้งตามที่ต้องการ

2.นำท่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 1.5 เซนติเมตร มาดัดให้ได้โค้งตามลำดับกับท่อในข้อ 1

3.นำท่อที่ได้ในข้อ 2 มาสวมกับแผ่นอะลูมิเนียมที่เตรียมไว้ในข้อที่ 1

4.นำท่ออะลูมิเนียมที่ตัดไว้ยาว 1 เซนติเมตร มาสวมที่ปลายของท่อไอเสียแล้วทำการเชื่อมปลายให้ติดกัน

5.ขันน็อตให้แน่นติดกับเครื่องยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

ในการสร้าง รถประหยัดพลังงานเชื้อเพลิงขนาดเล็กโดยใช้ระบบส่งกำลังแบบคลัตช์นั้นได้จัดการทดลองเพื่อหาการทำงานของเครื่องยนต์ที่มีประสิทธิภาพสูงสุดดังนี้

1. ทำการทดลองหาค่าองศาการจุดระเบิดหลังจากการเปลี่ยนระบบจุดระเบิดเป็นแบบ CDI กระแสตรง และใช้ระบบการส่งกำลังแบบคลัตช์ ให้ได้ค่าที่เหมาะสมที่สุด
2. ทำการหาค่าอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงแบบมีภาระที่รอบการทำงานของเครื่องยนต์ต่างๆ

4.1 วิธีการทดลองเพื่อหาค่าองศาการจุดระเบิดหลังจากการเปลี่ยนระบบจุดระเบิดเป็นแบบ CDI กระแสตรง และใช้ระบบการส่งกำลังแบบคลัตช์ ให้ได้ค่าที่เหมาะสมที่สุด

การทดลองนี้เป็นการทดลองเนื่องจากมีการเปลี่ยนจุดระเบิดเดิมมาเป็นระบบจุดระเบิดแบบ CDI กระแสตรง ซึ่งจะต้องทำการหาค่าองศาการจุดระเบิดของเครื่องยนต์ใหม่ให้เหมาะสมกับการทำงานจริงของเครื่องยนต์ ซึ่งมีขั้นตอนและวิธีดำเนินการทดลองดังนี้

เครื่องมือที่ใช้และวิธีการทดลอง

1 เครื่องมือที่ใช้ในการหาค่าองศาในการจุดระเบิด

1. จานแบ่งองศา
2. Mark ที่ใช้ในการตั้งองศาการจุดระเบิด

2. วิธีการทดสอบหาค่าองศาการจุดระเบิด

1. นำจานแบ่งองศามาติดตั้งเข้ากับล้อช่วยแรง จากนั้นทำการกำหนดค่าองศาการจุดระเบิดที่ตำแหน่งต่างๆ โดยพิจรณาองศาการจุดระเบิดเริ่มต้นที่ 15 องศาเดิม
2. ทำการ Mark องศาการจุดระเบิดที่ตำแหน่งต่างๆบนล้อช่วยแรงโดยตั้งไฟให้อ่อนและแก่ลงทีละ 1 องศา
3. ทำการทดลองที่การทำงานของเครื่องยนต์ในองศาการจุดระเบิดที่ต่างกันเพื่อให้ได้องศาการจุดระเบิดที่สมบูรณ์และมีประสิทธิภาพสูงสุด

ผลการทดลอง

จากการทำการทดลองดังกล่าวที่ 10 , 11 , 12 , 13 , 14 , 15 , 16 , 17 , 18 , 19 , 20 องศาการจุดระเบิดนั้นจากการทดลองพบว่าเครื่องยนต์นั้นสามารถทำงานได้จริงที่รอบเดินเบา 1200 รอบ / นาที องศาการจุดระเบิด 17 , 18 , 19 องศาเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การทดลองหาค่าอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงแบบมีภาระที่รอบการทำงานของเครื่องยนต์ต่างๆ

การทดลองนี้เป็นการทดลองเพื่อนำค่าองศาการจุดระเบิดที่ได้จากการทำการทดลองในการทดลอง 4.1 มาทดสอบหาค่าอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงแบบไม่มีภาระที่รอบการทำงานของเครื่องยนต์ต่างๆที่เหมาะสมโดยมีหลักการและวิธีในการทำการทดลองดังนี้

1 เครื่องมือที่ใช้ในการหาค่าองศาในการจุดระเบิด

1. จานแบ่งองศา
2. Mark ที่ใช้ในการตั้งองศาการจุดระเบิด

2. เครื่องมือที่ใช้ในการหารอบการทำงานของเครื่องยนต์

1. เครื่องวัดรอบ
2. Mark ที่ใช้ในการส่งสัญญาณในการวัดรอบ

3. เครื่องมือที่ใช้วัดระดับอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง

1. นาฬิกาจับเวลา
2. หลอดทดลอง
3. น้ำมัน

4. วิธีการทดลอง

1. ทำการกำหนดจุดและตั้ง Mark ที่ใช้ในการตั้งองศาการจุดระเบิดที่ 17 องศา
2. ทำการกำหนดจุดและตั้ง Mark ที่ใช้ในการส่งสัญญาณในการวัดรอบ
3. ทำการกำหนดปริมาณน้ำมันในหลอดทดลองที่ 20 ลูกบาศก์เซนติเมตร
4. ตั้งรอบการทำงานของเครื่องยนต์ที่ 1000 รอบ / นาที โดยใช้เครื่องวัดรอบเป็นตัวกำหนดรอบการทำงานของเครื่องยนต์
5. เมื่อได้รอบของเครื่องยนต์ที่ต้องการแล้วทำการดับเครื่องยนต์ จากนั้นเทน้ำมันเติมลงไปจนครบ 20 ลูกบาศก์เซนติเมตรเช่นเดิม
6. ทำการทดลอง จับเวลาในการทดลองและหาอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันโดยทำการทดลองวิ่งจริงที่ระยะทาง 2 กิโลเมตร จากนั้นดับเครื่องยนต์
7. นำเวลาที่เครื่องยนต์ใช้ในการสันดาปเชื้อเพลิงโดยการวิ่งบนระยะทางจริง 2 กิโลเมตรที่จับเวลาได้มาคำนวนหาอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันต่อนาที หาความเร็วเฉลี่ย และอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมัน ที่ความเร็วรอบ 1000 รอบ / นาที โดยคำนวนจากสูตรดังนี้

$$\text{อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมัน (cc / min)} = \frac{\text{x cc}}{\text{t min}}$$

$$\text{อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมัน (km / l)} = \frac{\text{2 km X 1000 cc}}{\text{x cc X 1 l}}$$

$$\text{ความเร็วเฉลี่ย (km / hr)} = \frac{\text{2 km X 60 min}}{\text{t min X 1 hr}}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. ทำการทดลองซ้ำโดยเก็บผลการทดลองทั้งหมด 5 ครั้งจากนั้นนำค่าที่ได้มาทำการหาค่าเฉลี่ยอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันที่องศาการจุดระเบิดต่างๆและความเร็วรอบที่ต้องการ
9. ทำการเปลี่ยนความเร็วรอบ โดยพิจารนาที่ 1100 , 1200 , 1300 , 1400 , 1500 รอบ / นาที ซึ่งเป็นค่าความเร็วรอบที่อยู่ในรอบเดินเบาที่ทำให้เกิดอัตราการสิ้น ปลือง พลังงานดีที่สุด
10. ทำการทดลองข้อ 7 และ 8 ซ้ำ
11. ทำการเปลี่ยนองศาการจุดระเบิดใหม่ โดยพิจารนาที่ 18 , 19 องศา
12. ทำการทดลองข้อ 6 , 7 และ 8 ซ้ำเช่นกัน
13. นำผลการทดลองที่ได้ทั้งหมดบันทึกลงในตารางจากนั้นนำมา Plot Graph

ผลการทดลอง

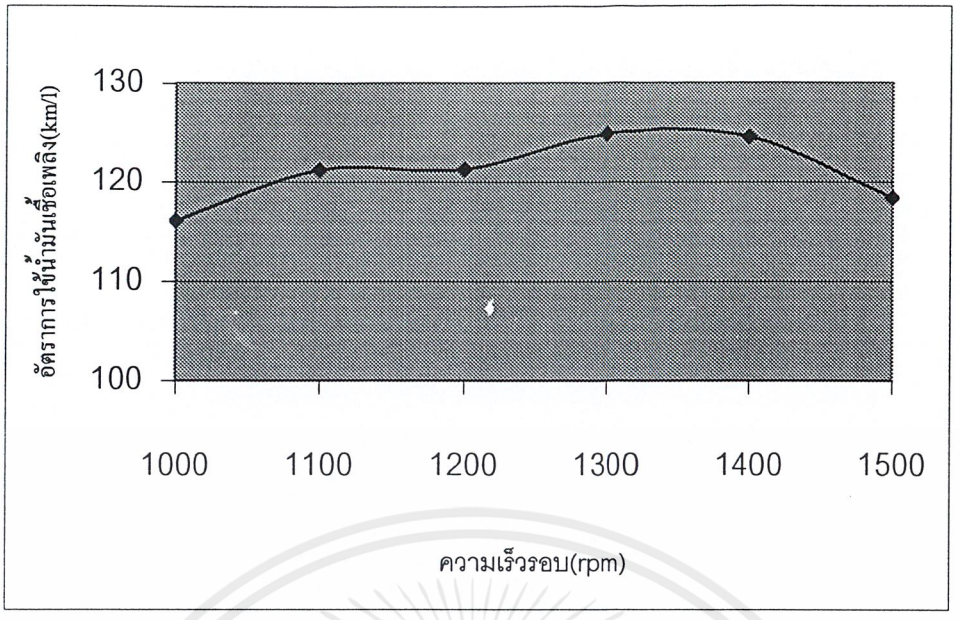
จากการทดลองเราสามารถนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองนำมาบันทึกลงในตารางและนำมา Plot Graph แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบ , องศาการจุดระเบิดที่แตกต่างกัน และอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันได้ดังนี้

พิจารนาที่ 17 องศาก่อนการจุดระเบิด

ตาราง 4.1 แสดงผลการทดลองโดยพิจารนาที่ 17 องศาก่อนการจุดระเบิด

รอบ (rpm)	ระยะทาง (km)	เวลา (min)	ปริมาณน้ำมัน (cc)	ความเร็ว (km/hr)	Rate (cc/min)	Rate (km/l)
1000	2	6.5473	17.23	18.3281	8.615	116.0776
1100	2	5.7497	16.45	20.8706	8.225	121.2121
1200	2	5.0232	16.49	23.8892	8.245	121.2856
1300	2	4.3586	16.01	27.5317	8.005	**124.9219**
1400	2	4.2789	16.05	28.0446	8.025	124.6105
1500	2	3.9475	16.89	30.3989	8.445	118.4132

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



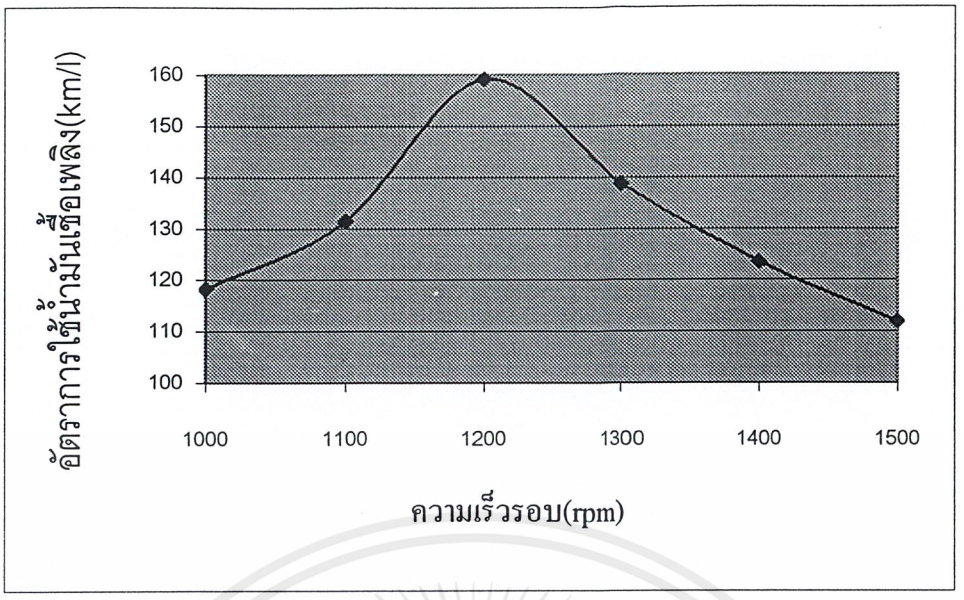
รูปที่ 4.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบของเครื่องยนต์ (rpm) กับอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมัน (km/l)

พิจารนาที่ 18 องศาก่อนการจุดระเบิด

ตาราง 4.2 แสดงผลการทดลองโดยพิจารนาที่ 18 องศาก่อนการจุดระเบิด

รอบ (rpm)	ระยะทาง (km)	เวลา (min)	ปริมาณน้ำมัน (cc)	ความเร็ว (km/hr)	Rate (cc/min)	Rate (km/l)
1000	2	6.6115	16.92	18.15	8.46	118.17
1100	2	5.6417	15.22	21.27	7.61	131.39
1200	2	5.1173	12.56	23.45	6.28	**159.23**
1300	2	4.4477	14.41	26.98	7.205	138.75
1400	2	4.3325	16.19	27.65	8.095	123.48
1500	2	3.5425	17.88	31.23	8.98	111.87

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



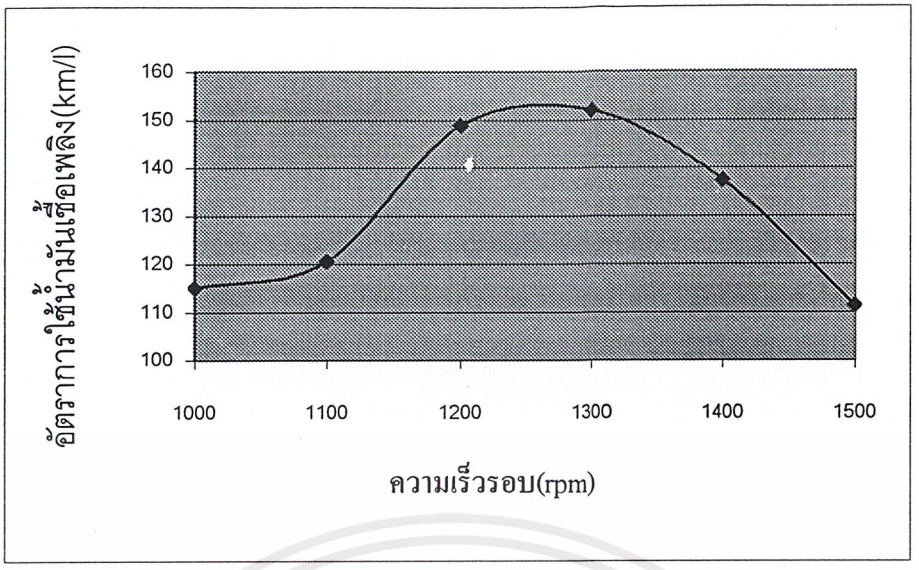
รูปที่ 4.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบของเครื่องยนต์ (rpm) กับอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมัน (km/l)

พิจารนาที่ 19 องศาก่อนการจุดระเบิด

ตาราง 4.3 แสดงผลการทดลองโดยพิจารนาที่ 19 องศาก่อนการจุดระเบิด

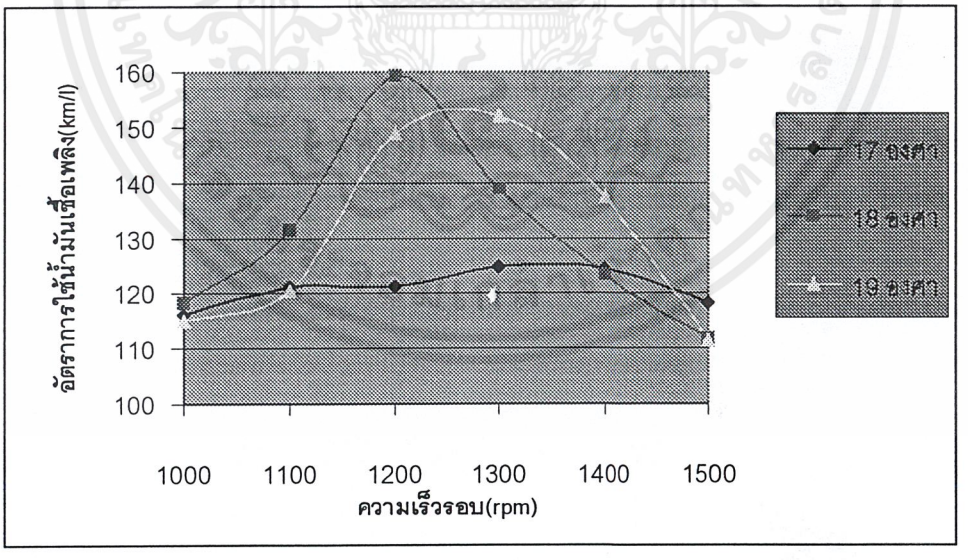
รอบ (rpm)	ระยะทาง (km)	เวลา (min)	ปริมาณน้ำมัน (cc)	ความเร็ว (km/hr)	Rate (cc/min)	Rate (km/l)
1000	2	6.9253	17.38	17.3277	8.69	115.07
1100	2	5.8432	16.59	20.5366	8.295	120.55
1200	2	5.6958	13.44	21.0681	6.72	148.81
1300	2	4.9372	13.15	24.3201	7.49	**152.09**
1400	2	4.4573	14.57	26.9221	7.785	137.29
1500	2	4.0327	17.95	29.7567	8975	111.42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบของเครื่องยนต์ (rpm) กับอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมัน (km/l)

จากการทดลองดังกล่าวที่ได้ทำการทดลองมาทั้งหมดนี้ เราสามารถนำผลการทดลองทั้งหมดมาแสดงในรูปแบบของกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบของเครื่องยนต์ กับจุดระเบิดที่องศาต่างๆ กับอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานเชื้อเพลิงเพื่อให้ง่ายต่อการเปรียบเทียบได้ดังนี้



รูปที่ 4.4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบของเครื่องยนต์ (rpm)ที่องศาการจุดระเบิดต่างๆกัน กับอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมัน (km/l)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลองและวิจารณ์

ในการประดิษฐ์และสร้างส่วนประกอบต่างๆของรถประหยัดพลังงานเชื้อเพลิงขนาดเล็ก เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดในการทำงานนั้นเราสามารถแบ่งลักษณะการทำงานออกเป็นหัวข้อใหญ่ๆได้ดังนี้

1. พิจารนาในส่วนของอุปกรณ์ภายนอก อันได้แก่โครงรถนั้นเราได้ออกแบบให้มีลักษณะเป็นโครงแข็ง มีน้ำหนักเบาอีกทั้งยังมีความแข็งแรงสูง
2. ระบบบังคับเลี้ยวได้มีการออกแบบมุมต่างๆที่มีความจำเป็นในการอำนวยความสะดวกสบายแก่ผู้ขับขี่ อีกทั้งยังคำนึงถึงความปลอดภัยในการขับขี่อีกด้วยซึ่งได้ปรับให้มีค่าของมุมต่างๆดังนี้

   2.1 มุมแคสเตอร์ 4 องศา

   2.2 มุมแคมเบอร์ 7 องศา

   2.3 มุมโทเอาท์ ด้านหน้า 2.2 เมตร

   ด้านหลัง 2.15 เมจร
3. ระบบส่งกำลังได้มีการปรับเปลี่ยนจากการส่งกำลังโดยใช้เกียร์มาใช้ระบบการส่งกำลังที่ควบคุมการตัดต่อกำลังด้วยคลัตช์ที่ควบคุมด้วยมือแทน ซึ่งจะสามารถตัดต่อการส่งกำลังเพื่อให้มีความต่อเนื่องและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น
4. ในส่วนของเครื่องยนต์สามารถแบ่งออกได้ดังนี้

   4.1 ทำการลดน้ำหนักอุปกรณ์ต่างๆที่ไม่จำเป็นออกจากเครื่องยนต์ออก โดยยึดถึงความปลอดภัยของผู้ขับขี่เป็นหลัก

   4.2 ทำการปรับแต่งเส้นผ่านศูนย์กลางของกระบอกสูบเพื่อให้ได้ปริมาตรตามต้องการ อีกทั้งยังทำการเปลี่ยนแหวนต่างๆ เพื่อเป็นการป้องกันการรั่วไหลของแรงดันที่เกิดขึ้นในกระบอกสูบ

   4.3 ทำการปรับแต่งวาล์วไอเสียให้มีก้านวาล์วสั้นลง เพื่อให้การเปิดวาล์วช้าลง แต่ปิดเท่าเดิมเป็นการควบคุมการจ่ายเชื้อเพลิงอีกวิธีหนึ่ง

   4.4 ระบบจุดระเบิดได้มีการปรับแต่งโดยเปลี่ยนไปใช้ระบบจุดระเบิดชนิด CDI กระแสตรงซึ่งสามารถปรับองศาการจุดระเบิดได้ตามจุดที่เราต้องการทดสอบ

ผลการทดลอง

1. จากการทดลองเพื่อหาค่าต่างๆที่เหมาะสมพบว่า รอบเดินเบาของเครื่องยนต์ที่ให้อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงที่ประหยัดที่สุดนั้นอยู่ที่ประมาณ 1100 – 1300 รอบ/นาที
2. องศาการจุดระเบิดที่เหมาะสมเมื่อทำการใช้ CDI แบบกระแสตรงนั้นอยู่ที่ 18 องศาก่อนการจุดระเบิด ซึ่งให้การจุดระเบิดที่สมบูรณ์ที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ผลจากการทดลองพบว่าที่ 18 องศาก่อนการจุดระเบิดและที่ 1200 รอบต่อนาทีนั้นจะให้ค่าอัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงอยู่ที่ประมาณ 159.23 กิโลเมตรต่อลิตรซึ่งให้ค่าดีที่สุด

การวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการทดลองที่ผ่านมาผลการทดลองที่ออกมานั้นมีแนวโน้มเป็นไปตามที่ทางผู้จัดทำได้คาดหวังไว้ คือรถประหยัดพลังงานขนาดเล็กที่ประดิษฐ์ขึ้นมานั้นสามารถลดอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันได้มากกว่าเครื่องยนต์มาตรฐาน ซึ่งเป็นแนวโน้มที่ดี หากมีผู้สนใจในการพัฒนาแก้ไขเพื่อให้เกิดความสำเร็จต่อไป

อุปสรรคในการสร้างรถประหยัดพลังงานเชื้อเพลิงขนาดเล็ก

ในการทำงานต่างๆเพื่อให้เกิดความสำเร็จในการทำงานย่อมต้องเกิดปัญหาหรืออุปสรรคต่างๆมากมาย เพื่อให้เกิดแนวทางในการแก้ปัญหาขึ้นซึ่งสามารถสรุปปัญหาออกมาเป็นประเด็นใหญ่ๆได้ดังนี้คือ

1. การทำงานด้าน Hardware ยังมีความเที่ยงตรงค่อนข้างน้อย จึงเกิดปัญหาในการทำงานมาก
2. ความรู้เฉพาะทางบางด้านที่ทางผู้จัดทำมีไม่เพียงพอ ทำให้เกิดความล่าช้าในการทำงาน เนื่องจากต้องเสียเวลาไปศึกษาใหม่
3. ประสบการณ์การทำงานยังมีไม่เพียงพอ การกระจายงานยังทำได้ไม่ดีเท่าที่ควร
4. ในการทดลองทำได้ยาก เนื่องจากขาดสนามที่ใช้ในการทดลอง อีกทั้งสนามยังอยู่ไกล
5. อุปกรณ์บางส่วนมีราคาแพง อีกทั้งยังชำรุดได้ง่ายหาอะไหล่ได้ยาก ก่อให้เกิดการเสียเวลาในการทดลองเมื่อมีของเสียหาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6
เอกสารอ้างอิง

เอกสารอ้างอิง

1. ธีรยุทธ สุวรรณประทีป , ทฤษฎีและการปฏิบัติจักรยานยนต์ , บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด , 385 หน้า , 2539

2. อภิรักษ์ ลี้ประสิทธิ , หลักการทำงานและบำรุงรักษาเครื่องยนต์เล็ก , บริษัท ยูเอ็ดยูเคชั่น จำกัด , 473 หน้า , 2541

3. บริษัท เอ พี ฮอนด้า , คู่มือการซ่อมฮอนด้าคร์ม 100 , บริษัทเอพีฮอนด้า , 179 หน้า , 2541

4. พิชิต เลี่ยมพิพัฒน์ , ไฟเบอร์กล๊าส , พิชิต เลี่ยมพิพัฒน์ , 204 หน้า ,2521

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้