สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

กล่องควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ ควบคุมการทำงานของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน

ELECTRONIC BOX CONTROL IGNITION ENGINE

โดย

นายณัฐพงศ์ บุญเลิศ

นายธนายุทธ ห้องใส

วน.
26336 ก
2550

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 82000
วัน,เดือน,ปี - 4 ก.ค. 2551

b 11911080
i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2550

ภาควิชาวิศวกรรมระบบควบคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง กล่องควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ควบคุมการทำงานของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน
ELECTRONIC BOX CONTROL IGNITION ENGINE

ผู้จัดทำ นายณัฐพงศ์ บุญเลิศ 47010222
นายธนายุทธ ห้องใส 47010320

.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผศ.ดร. คงศักดิ์ อนันตหิรัญรัตน์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กล่องควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ควบคุมการทำงานของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน

โดย

นายณัฐพงศ์ บุญเลิศ 47010222

นายธนายุทธ ห้องใส 47010320

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ.ดร. คงศักดิ์ อนันตหิรัญรัตน์

ปีการศึกษา 2550

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นการศึกษา การควบคุมจังหวะการจุดระเบิดของเครื่องยนต์ของรถจักรยานยนต์ด้วยอิเล็กทรอนิกส์คอมพิวเตอร์ ในขั้นแรกเป็นการศึกษาระบบการทำงานของเครื่องยนต์ ตำแหน่งของลูกสูบในแต่ละรอบการทำงาน สัญญาณที่ได้จากเซนเซอร์ในการจับตำแหน่งลูกสูบ โดยสัญญาณที่ได้ คอมพิวเตอร์จะใช้ในการคำนวณรอบความเร็วของเครื่องยนต์และจังหวะในการสั่งจุดระเบิด โดยในแต่ละความเร็วรอบการทำงานของเครื่องยนต์จะใช้จังหวะการจุดระเบิดที่แตกต่างกันไปเป็นองศาซึ่งวัดจากจานแม่เหล็กที่ทำงานสัมพันธ์กันกับตำแหน่งของลูกสูบ ในรอบเครื่องยนต์ต่ำจะกำหนดให้จุดระเบิดในจังหวะที่ลูกสูบเข้าใกล้เกือบถึงศูนย์ตายบน คือ กำหนดให้จุดระเบิดในช่วงองศาน้อยหรือที่เรียกว่า ไฟอ่อน แต่เมื่อรอบเครื่องยนต์สูงขึ้นก็ต้องปรับเปลี่ยนจังหวะการจุดระเบิดในตำแหน่งที่ลูกสูบอยู่ห่างจากตำแหน่งศูนย์ตายบนมากขึ้น คือ กำหนดให้จุดระเบิดในช่วงองศาที่มากขึ้นหรือที่เรียกว่า ไฟแก่ จนถึงรอบที่เครื่องยนต์ให้แรงบิดสูงสุดจึงปรับไฟให้อ่อนลงเพื่อลดแรงต้านกำลังของลูกสูบเพื่อการไต่รอบที่สูงขึ้นไปได้ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ELECTRONIC BOX CONTROL IGNITION ENGINE

By

Mr. Nattapong Boonlert 47010222

Mr. Tanayoot Hongsai 47010320

Advisor

Asst.Prof.Dr. Kongsak Anuntahirunrat

Academic Year 2007

ABSTRACT

This research investigates and control ignition of 4 – Stoke engine's motorcycle controlled by Capacitive Discharge Ignition (CDI). The first step of the research study about System of 4 – Stoke Engine and basic CDI system. In testing of the research, to transfer signal from pulser-coil transferred by TCA 785 .Signal from TCA 785 was the input signal for microcontroller. The microcontroller would calculate for engine speed and process for ignition, actually required by the engine.Then, The Capacitive Discharge Ignition was built and controlled by PIC 16F84A and C code

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เพราะได้รับความช่วยเหลือเป็นอย่างดี จาก ผศ.ดร.คงศักดิ์ อนันตหิรัญรัตน์ ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำที่ดีมาโดยตลอดตั้งแต่ต้น คอยติดตามถามไถ่ถึงความคืบหน้าของโครงงาน รวมทั้งเอื้อเฟื้ออุปกรณ์ที่จำเป็น และความช่วยเหลืออื่นๆที่เป็นประโยชน์ต่อโครงงาน ผู้จัดทำรู้สึกซาบซึ้งและขอกราบขอบพระคุณอย่างสูง

ขอบคุณเพื่อนๆและน้องๆ ทุกคนที่ให้กำลังใจ คอยสนับสนุนอุปกรณ์ที่ขาดเหลือ กระตุ้นเตือน รวมทั้งคอยถามไถ่ความคืบหน้าของโครงงานอยู่เสมอ

สุดท้ายนี้ผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และครอบครัว ที่คอยเป็นกำลังใจที่ดีตลอดมา รวมถึงการสนับสนุนในเรื่องของงบประมาณที่ขาดเหลือ ตลอดจนเป็นแรงบันดาลใจที่ดีที่สุดที่ทำให้โครงงานนี้สำเร็จสมบูรณ์ลงได้

ผู้จัดทำ

นายณัฐพงศ์ บุญเลิศ

นายธนายุทธ ห้องใส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญภาพ	VI
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 กล่าวนำ	1
1.2 วัตถุประสงค์ในการทำปริญญานิพนธ์	2
1.3 ขั้นตอนการศึกษาและการจัดทำโครงงาน	2
1.4 รายละเอียดของปริญญานิพนธ์	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและความรู้ที่เกี่ยวข้อง	
2.1 หลักการทำงานของเครื่องยนต์สี่จังหวะ	4
2.1.1 ทฤษฎีและหลักการทำงานของเครื่องยนต์	4
2.1.2 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วของเครื่องยนต์กับแรงม้า	10
2.1.3 โครงสร้างและหน้าที่ของชิ้นส่วนหลักของเครื่องยนต์ 4 จังหวะ	10
2.1.4 โครงสร้างและหลักการทำงานเบื้องต้นเครื่องยนต์ 4 จังหวะ	19
2.1.5 การทำงานและแบบของเครื่องยนต์ 4 จังหวะ	20
2.1.6 จังหวะการ ปิด – เปิด ของลิ้น (Valve Timing)	22
2.1.7 กลไกบังคับลิ้นแบบเพลาราวลิ้นเดี่ยวบนฝาสูบ (SOHC)	23
.2.2 ระบบจุดระเบิดแบบโซลิดสเตท (Solid State Ignition System)	24
2.2.1 ระบบซีดีไอ (CDI SYSTEM)	24
2.2.2 การทำงานของ SCR	26
2.2.3 หลักการทำงานของระบบจุดระเบิดแบบ CDI	28
2.2.4 ระบบจุดระเบิดซีดีไอใช้กระแสสลับ	30
2.2.5 หลักการทำงานเบื้องต้นของการเร่งไฟให้แก่ขึ้นหรืออ่อนลง	31
2.2.6 ระบบจุดระเบิดซีดีไอใช้กระแสตรง	33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
2.3 คาร์บูเรเตอร์	33
2.3.1 หน้าที่หลักของคาร์บูเรเตอร์	34
2.3.2 หลักการทำงานเบื้องต้นของคาร์บูเรเตอร์	34
2.3.3 การเผาไหม้และการระเบิด	36
2.3.4 อัตราส่วนผสมและกำลังของเครื่องยนต์	36
2.3.5 คาร์บูเรเตอร์ที่ใช้กับรถจักรยานยนต์	38
2.3.6 การทำงานของคาร์บูเรเตอร์แบบวีเอ็ม	46
2.4 ไมโครคอนโทรลเลอร์	48
2.4.1 Hardware เบื้องต้นของ PIC 16F84A	48
2.4.2 โครงสร้างภายใน	50
บทที่ 3 หลักการออกแบบ	
3.1 สัญญาณอินพุท	58
3.1.1 OPTOCOUPLER	58
3.1.2 TCA 785	59
3.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์	62
3.3 SCR	62
3.4 วงจร	67
3.5 การคำนวณองศาไฟแก่ ไฟอ่อน	68
บทที่ 4 การทดลอง	
4.1 การทดลองที่ 1	71
4.2 การทดลองที่2	75
4.3 การทดลองที่3	77
ภาคผนวก	
โปรแกรม	81

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

	หน้า
รูป2.1 ระยะชัก	4
รูป2.2 มุมเพลาข้อเหวี่ยง	5
รูป2.3 แสดงอัตราส่วนการอัด	6
รูป 2.4ชุดเฟือง	8
รูป2.5 Torque curve	8
รูป2.6 แรงที่กระทำสลักข้อเหวี่ยงเคลื่อนที่	9
รูป2.7 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วของเครื่องยนต์กับแรงม้า	10
รูป2.8 ชุดฝาสูบ	11
รูป2.9 ลิ้น (Valve)	12
รูป2.10 สปริงลิ้น (Valve Spring)	13
รูป2.11 เพลาราวลิ้นเดี่ยว	14
รูป2.12 ตัวปรับความตึงโซ่	15
รูป2.13 กลไกปรับแบบอัตโนมัติ	16
รูป2.14 เสื้อสูบ	16
รูป2.15 ลูกสูบ	17
รูป2.16 แหวนลูกสูบ	18
รูป2.17 เครื่องยนต์ 4 จังหวะ	19
รูป2.18 การทำงานของเครื่องยนต์จังหวะดูด	20
รูป2.19 การทำงานของเครื่องยนต์จังหวะอัด	20
รูป2.20 การทำงานของเครื่องยนต์จังหวะระเบิด	21
รูป2.21 การทำงานของเครื่องยนต์จังหวะคาย	21
รูป2.22 Valve Timing Diagram	23
รูป2.23 เพลาราวลิ้นเดี่ยวบนฝาสูบ	24
รูป2.24 ระบบจุดระเบิดแบบซีดีไอ	25
รูป2.25 ไทริสเตอร์	26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

	หน้า
รูป2.26 โครงสร้างของ SCR	26
รูป2.27 ส่วนประกอบและวงจรของระบบจุดระเบิดแบบซีดีไอ	27
รูป2.28 หลักการทำงานของระบบจุดระเบิดแบบซีดีไอ	28
รูป2.29 หลักการทำงานของระบบจุดระเบิดแบบซีดีไอ	29
รูป2.30 หลักการทำงานของระบบจุดระเบิดแบบซีดีไอ	29
รูป2.31 ระบบจุดระเบิดซีดีไอใช้กระแสสลับ	30
รูป2.32 หลักการเบื้องต้นของการเร่งไฟให้แก่ขึ้นหรืออ่อนลง	31
รูป2.33 วงจรเลือกจังหวะการระเบิด	32
รูป2.34 จังหวะการระเบิด	32
รูป2.35 ระบบจุดระเบิดซีดีไอ ใช้กระแสตรง	33
รูป2.36 หลักการทำงานเบื้องต้นของคาร์บูเรเตอร์	34
รูป2.37 แสดงการไหลของอากาศผ่านคาร์บูเรเตอร์	35
รูป2.38 แสดงกลไกสำหรับควบคุมปริมาณส่วนผสมอากาศกับน้ำมันเชื้อเพลิง	35
รูป2.39 แสดงอัตราส่วนผสมทางเคมีที่ทำให้เกิดการเผาไหม้ในลักษณะต่างๆ	37
รูป2.40 คาร์บูเรเตอร์แบบวีเอ็ม	38
รูป2.41 แสดงลักษณะของห้องลูกลอยแบบปริมาตรไม่คงที่	39
รูป2.42 แสดงลูกลอย	40
รูป2.43 แสดงชุดนมหนูลูกลอย	41
รูป2.44 ท่อล้น	41
รูป2.45 ห้องผสม	42
รูป2.46 แสดงลักษณะของลิ้นเร่ง	43
รูป2.47 แสดงลักษณะของนมหนูน้ำมัน	43
รูป2.48 แสดงลักษณะของเข็มเร่งหรือเข็มนมหนู	44
รูป2.49 แสดงช่องทางส่วนผสมเดินเบาออกและช่องทางอากาศช่วย	45
รูป2.50 แสดงสกรูปรับอากาศ	45
รูป2.51 การทำงานของคาร์บูเรเตอร์แบบวีเอ็มที่ตำแหน่งลูกเร่ง 0–1/8 ของระยะเคลื่อนที่	46
รูป 2.52 การทำงานของคาร์บูเรเตอร์แบบวีเอ็มที่ตำแหน่งลูกเร่งเปิด 1/8–1/4 ของระยะเคลื่อนที่	47
รูป 2.53 การทำงานของคาร์บูเรเตอร์แบบวีเอ็มที่ตำแหน่งลูกเร่งเปิด 1/4–3/4 ของระยะเคลื่อนที่	48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

หน้า

รูป2.54 โครงสร้างขาของ PIC16F84A 48

รูป2.55 โครงสร้างภายใน 50

รูป2.56 Program Memory 51

รูป2.57 RAM(Random Access Memory) File Registers 52

รูป2.58 Instruction Register 55

รูป3.1 Optoisolator 58

รูป3.2 OPTOCOUPLER 4N28 59

รูป3.3 Block Diagram of TCA 785 59

รูป3.4 Pulse Diagram 60

รูป3.5 วงจร 61

รูป3.6 PIC 16F84A 62

รูป 3.7 แสดงเอส.ซี.อาร์. 62

รูป3.8 แสดงวงจรสมมูลของเอส.ซี.อาร์. 63

รูป3.9 แสดงกระบวนการจุดชนวนให้ เอส.ซี.อาร์. นำกระแส 63

รูป3.10 แสดงกราฟลักษณะสมบัติของ เอส.ซี.อาร์. 64

รูป3.11 แสดงการบังคับให้ เอส.ซี.อาร์. หยุดนำกระแสโดยวิธี Anode Current Interruption 65

รูป 3.12 การบังคับให้เอส.ซี.อาร์. หยุดนำกระแส โดยวิธี Forced Commutation 66

รูป 3.13 วงจร 67

รูป3.14 ล้อแม่เหล็ก 68

รูป4.1 OPPTO-Coupler 71

รูป 4.2 TCA 785 71

รูป4.3 ภาพแสดงวงจรของ IC TCA 785 72

รูปที่4.4 ใช้ค่า C = 47nF 73

รูปที4.5 ใช้ค่า C = 22nF 73

รูปที่4.6 กราฟสัญญาณ Output จากOpto-Coupler 74

รูปที่4.7 กราฟสัญญาณ Output จาก TCA 785 74

รูปที่4.8 กราฟสัญญาณ Output จาก PIC 16F84A 76

รูปที่4.9 ภาพแสดงวงจรการควบคุมการจุดระเบิด 77

รูปที่4.10 กราฟแสดงการเก็บประจุไฟฟ้าที่ตัวเก็บประจุ 78

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

	หน้า
รูปที่4.11กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงค่าประจุไฟฟ้าเมื่อมีการจุดระเบิดที่หัวเทียน	78
รูปที่4.12 แสดงการจุดระเบิดที่หัวเทียน	79
รูป 4.13 กราฟแสดงแรงบิด	80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 กล่าวนำ

การทำงานของรถจักรยานยนต์ หรือมอเตอร์ไซค์นั้น ถูกควบคุมการจุดระเบิดของหัวเทียน (Sparkplug) ให้สัมพันธ์กับความเร็วรอบเครื่องยนต์ เพื่อให้รถเคลื่อนที่ไปด้วยแรงที่เหมาะสม อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ในการควบคุมการระเบิดของหัวเทียนนี้เรียกว่า CDI (ออกเสียงว่า "ซี-ดี-ไอ") ซึ่งก็มาจากคำว่า Capacity Discharge Ignition โดยตามชื่อได้สื่อถึงลักษณะการทำงานภายในของมัน โดยใช้หลักการของตัวเก็บประจุสะสมประจุไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจากสนามแม่เหล็กเหนี่ยวนำ (Magneto) ที่เกิดขึ้นจากการที่เครื่องยนต์หมุนด้วยความเร็วที่แตกต่างกัน จากนั้นจึงคายประจุไฟฟ้า (Discharge) ในจังหวะที่เหมาะสม คือตำแหน่งการเคลื่อนที่ขึ้นลงของลูกสูบนับจากศูนย์ตายบน (Top Dead Center)

การควบคุมเครื่องยนต์ให้ได้แรงบิดที่สูง และในขณะเดียวกันมีอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานต่ำ และไอเสียต่ำนั้น จะต้องควบคุมให้มีการจุดระเบิดหัวเทียน เมื่อลูกสูบอยู่ ณ ตำแหน่งก่อนศูนย์ตายบนที่เหมาะสม ซึ่งจะแปรเปลี่ยนไปตามความเร็วรอบเครื่องยนต์ ดังนั้นโครงงานนี้จึงได้ทำขึ้นโดยนำMicrocontroller เป็นตัวควบคุมการทำงาน จึงสามารถจัดการให้มีการควบคุมการจุดระเบิดที่ตำแหน่งที่ต้องการได้อย่างแม่นยำ. นอกจากนี้ การใช้ Microcontroller ยังทำให้เกิดความยืดหยุ่นในการบรรจุตารางความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบ กับองศาการจุดระเบิดควบคุมมุมการระเบิด (Ignition Advance Angle) โดยไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์ในการทำปริญญานิพนธ์

1. เพื่อศึกษาหลักการทำงานของเครื่องยนต์รถจักรยานยนต์สี่จังหวะ
2. สามารถประยุกต์การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ มาใช้กับการประมวลผลสัญญาณจากเซนเซอร์และสามารถควบจังหวะการจุดระเบิด
3. สามารถออกแบบระบบควบคุมจังหวะการจุดระเบิดด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์

1.3 ขั้นตอนการศึกษาและการจัดทำโครงงาน

การศึกษาระบบจุดระเบิดของเครื่องยนต์นั้น จำเป็นต้องทำการศึกษา เรียนรู้และเข้าใจในระบบการทำงานของเครื่องยนต์และระบบจุดระเบิดแบบเดิมก่อน หลังจากที่ได้ทำการศึกษาแล้วพบว่าระบบจุดระเบิดแบบเดิมใช้หลักการของตัวเก็บประจุสะสมประจุไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจากสนามแม่เหล็กเหนี่ยวนำ (Magneto) ที่เกิดขึ้นจากการที่เครื่องยนต์หมุนด้วยความเร็วที่แตกต่างกัน จากนั้นจึงคายประจุไฟฟ้า (Discharge) ในจังหวะที่เหมาะสม คือตำแหน่งการเคลื่อนที่ขึ้นลงของลูกสูบนับจากศูนย์ตายบน (Top Dead Center)

จากที่ได้กล่าวมาข้างต้นนั้นแล้วนั้น เมื่อเราเข้าใจระบบจุดระเบิดแบบเดิมแล้วเราก็จะออกแบบระบบการทำงานของระบบจุดระเบิดแบบใหม่ที่เหมาะสมเพื่อให้เกิดการควบคุมที่มีประสิทธิภาพที่สุด โดยเริ่มจากออกแบบวงจรรับสัญญาณจากเซนเซอร์และแปลงสัญญาณเพื่อป้อนเป็นอินพุทให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ เลือกไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มีคุณสมบัติที่เหมาะสม จากนั้นออกแบบวงจรทางด้านส่งกระแสไฟฟ้าเข้าหัวเทียน

หลังจากที่ออกแบบวงจรครบทุกส่วนแล้ว จึงเขียนโปรแกรมภาษาซีควบคุมการประมวลผลของไมโครคอนโทรลเลอร์ ปรับแต่งโปรแกรมเพื่อให้เครื่องยนต์เกิดการจุดระเบิดที่จังหวะที่เหมาะสมที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 รายละเอียดของปริญญานิพนธ์

เนื้อหาที่จะกล่าวในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ประกอบด้วย

บทที่ 1 บทนำ กล่าวนำถึงวัตถุประสงค์ หลักการ ขั้นตอนการศึกษา และการจัดทำโครงงาน พร้อมทั้งรายละเอียดของปริญญานิพนธ์ของแต่ละบท

บทที่ 2 ทฤษฎีและความรู้ที่เกี่ยวข้อง กล่าวถึงหลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในการออกแบบแผงวงจรและนำเอาความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการจัดทำโครงงาน

บทที่ 3 หลักการออกแบบ นำเสนอการประกอบโครงสร้างของระบบ รวมถึงแนวคิดในการออกแบบกล่องควบคุมอิเล็กทรอนิกส์

บทที่ 4 การทดลอง เป็นส่วนการทดสอบองค์ประกอบต่างๆ ในระบบ ตลอดจนการทดลองระบบการจุดระเบิด

บทที่ 5 บทวิจารณ์และสรุป จะสรุปผลการดำเนินงาน ปัญหาที่เกิดขึ้น และแนวทางการปรับปรุงพัฒนาโครงงานนี้ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

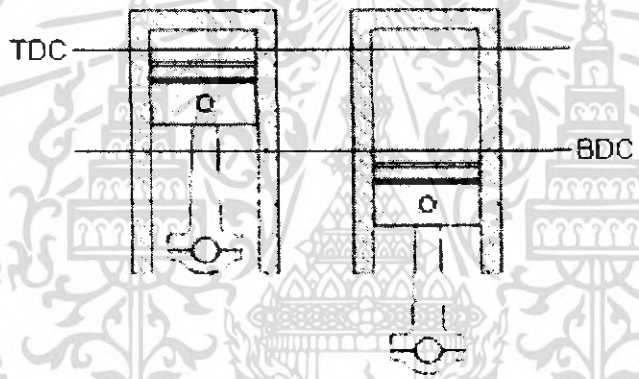
ทฤษฎีและความรู้ที่เกี่ยวข้อง

2.1 หลักการทำงานของเครื่องยนต์สี่จังหวะ

2.1.1 ทฤษฎีและหลักการทำงานของเครื่องยนต์

- **ระยะชัก , ช่วงชัก (Stroke)**

การที่ลูกสูบเคลื่อนที่ขึ้นจากศูนย์ตายล่าง ไปสู่ศูนย์ตายบน (BDC – TDC) หรือเคลื่อนลงจากศูนย์ตายบนสู่ศูนย์ตายล่าง (TDC – BDC) การเคลื่อนที่ขึ้นหรือลงแต่ละครั้ง เรียกว่า 1 ระยะชัก (Stroke , L) ระยะการเคลื่อนที่มีหน่วยเรียกเป็นมิลลิเมตร (มม.)



รูป2.1 ระยะชัก

- **ศูนย์ตาย (Dead Center , TDC , BDC)**

- ศูนย์ตาย (Dead Center) คือ จุดที่ลูกสูบสิ้นสุดการเคลื่อนที่ในทิศทางนั้นๆหรือเคลื่อนที่ต่อไปในทิศทางนั้นไม่ได้นั่นเอง

- ศูนย์ตายบน (Top Dead Center , TDC) คือ จุดสูงสุดที่ลูกสูบเริ่มที่จะเคลื่อนที่ลง

- ศูนย์ตายล่าง (Bottom Dead Center , BDC) คือ จุดต่ำสุดเริ่มที่จะเคลื่อนที่ขึ้น

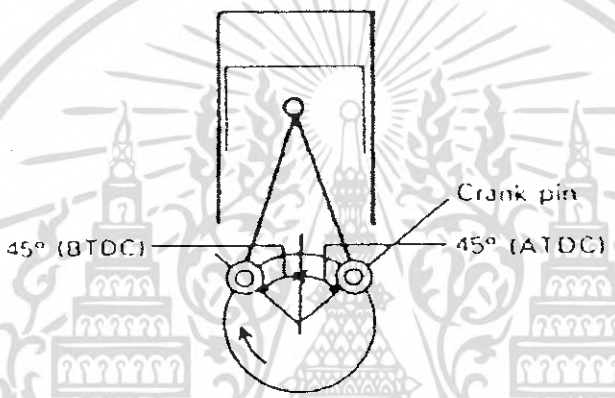
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **ความโตกระบอกสูบ , ขนาดกระบอกสูบ (Bore)**

ความโตกระบอกสูบ คือ เส้นผ่านศูนย์กลางภายในของกระบอกสูบ(D) มีหน่วยเป็นมิลลิเมตร

- **มุมเพลาข้อเหวี่ยง (Crank Angle)**

มุมเพลาข้อเหวี่ยง คือ มุมที่เกิดจากเส้นตรงที่ลากจากจุดศูนย์กลางสลักลูกสูบมายังศูนย์กลางเพลาข้อเหวี่ยง (Center Line) กับเส้นตรงที่ลากผ่านจุดศูนย์กลางสลักข้อเหวี่ยง (Crank Pin) มายังจุดศูนย์กลางเพลาข้อเหวี่ยง โดยการเปรียบเทียบกับ TDC และ BDC



รูป2.2 มุมเพลาข้อเหวี่ยง

การเปรียบเทียบ TDC จะบอกเป็นจำนวนองศาก่อนศูนย์ตายบน (Before Top Dead Center , BTDC) หรือจำนวนองศาหลังศูนย์ตายบน (After Top Dead Center , ATDC) และการเปรียบเทียบ BDC ก็จะบอกเป็นจำนวนองศาก่อนศูนย์ตายล่าง (Before Bottom Dead Center , BBDC) หรือจำนวนองศาหลังศูนย์ตายล่าง (After Bottom Dead Center , ABDC)

- **ความจุกระบอกสูบ ปริมาตรที่ลูกสูบเลื่อนแทนที่ (Positive Displacement)**

เมื่อลูกสูบเคลื่อนที่ขึ้นจากศูนย์ตายล่างสู่ศูนย์ตายบน ปริมาตรที่ลูกสูบเคลื่อนแทน (Displacement Volume) บางครั้งเรียกว่า “ปริมาตรระยะชัก” (Stoke Volume) ความจุกระบอกสูบมีหน่วยเป็นลูกบาศก์เซนติเมตร (cc,cm^3) และลิตร (1,000 cc) การคำนวณความจุกระบอกสูบ คำนวณได้จากสูตรดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$V = \pi r^2 LN = \frac{\pi D^2 L}{N}$$

เมื่อ

D : ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางกระบอกสูบ

N : จำนวนกระบอกสูบ

r : รัศมีของกระบอกสูบ

π : $\frac{22}{7} = 3.1416$

V: ความจุกระบอกสูบ

- **ปริมาตรห้องเผาไหม้ (Combustion Chamber Volume)**

ปริมาตรห้องเผาไหม้ คือ ปริมาตรของช่องว่างเหนือลูกสูบเมื่อลูกสูบอยู่ที่ศูนย์ตายบนถึงฝาสูบ

- **ปริมาตรกระบอกสูบ** คือ ปริมาตรเหนือหัวลูกสูบเมื่อลูกสูบอยู่ที่ศูนย์ตายล่างถึงฝาสูบหรือผลบวกของความจุกระบอกสูบ(ปริมาตรระยะชัก)กับปริมาตรห้องเผาไหม้นั่นเอง

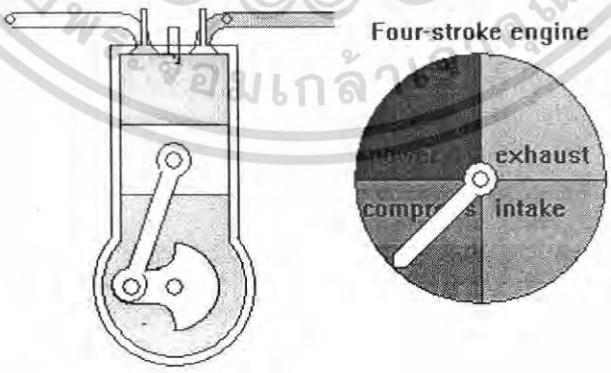
- **อัตราส่วนการอัด (Compresstion Ratio)**

อัตราส่วนการอัด คือ อัตราส่วนของปริมาตรกระบอกสูบ ต่อปริมาตรห้องเผาไหม้

เมื่อ R = อัตราส่วนการอัด

v = ปริมาตรห้องเผาไหม้

V = ปริมาตรระยะชัก



รูป2.3 แสดงอัตราส่วนการอัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การคำนวณอัตราส่วนการอัด คำนวณได้จากสูตรดังนี้

$$\text{Compressionratio,R} = \frac{\text{Combustion chamber volume,V+Displacement,V}}{\text{Combustionchamber volume , V}}$$

$$= \frac{V}{v} + 1$$

เครื่องยนต์ยิ่งมีอัตราส่วนการอัดสูง ยิ่งมีรอบเครื่องยนต์สูงขึ้นตามไปด้วย แต่อัตราส่วนการอัดก็มีข้อจำกัด เนื่องจากความสามารถในการต้านทานการน็อคของน้ำมันเบนซิน (Octane Number) เครื่องยนต์โดยทั่วไปของรถจักรยานยนต์ จะมีอัตราส่วนกำลังอัดดังนี้

เครื่องยนต์ 2 จังหวะ จะมีอัตราส่วนการอัดตัวที่ 6-8 : 1

เครื่องยนต์ 4 จังหวะ จะมีอัตราส่วนการอัดตัวที่ 8-10 : 1

- **ความเร็วลูกสูบ (Piston Speed)**

เมื่อเครื่องยนต์ทำงาน ความเร็วลูกสูบจะมีค่าเป็น 0 ที่ศูนย์ตายบนและศูนย์ตายล่างโดยความเร็วสูงสุดอยู่ที่กึ่งกลางของระยะชัก ดังนั้นความเร็วลูกสูบก็คือค่าความเร็วลูกสูบโดยเฉลี่ย การคำนวณหาความเร็วลูกสูบคำนวณได้จากสูตรต่อไปนี้

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

V = ความเร็วเฉลี่ยลูกสูบ (Average Piston Speed , m/s)

L = ระยะชัก (Storke , m)

N = ความเร็วรอบเครื่องยนต์ (Engine Speed , RPM)

- **แรงบิด (Torque)**

แรงหมุน (Turning Force) ที่ทำให้ชิ้นส่วนเกิดการหมุน เรียกว่า "แรงบิด" ดังเช่น จักรยานยนต์ถูกขับโดยแรงบิดของเพลาข้อเหวี่ยง ดังเช่น เมื่อมีแรง F ซึ่งมีหน่วยเป็น กิโลกรัม (kg) มากระทำกับประแจยาว r ซึ่งมีหน่วยเป็นเมตร (m) ในการขันหัวสกรู

แรงบิด = แรง x ระยะทางจากจุดหมุนที่ตั้งฉากกับแรง

$T = F \times r$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเปลี่ยนแรงบิดในเกียร์ด้วยการทดสอบ ดังเช่น เมื่อมีแรง F มากระทำที่เฟืองขับ A ซึ่งมีรัศมี r และเฟือง A ขบอยู่กับเฟือง B ซึ่งมีรัศมี 2r

แรงบิดบนเพลา A, T_A = F x r

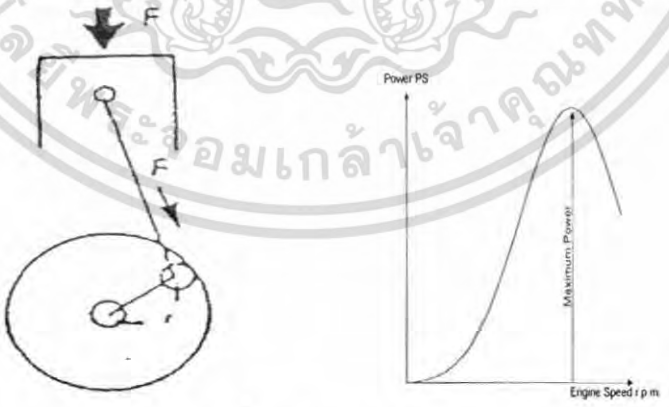
แรงบิดบนเพลา B, T_B = F x 2r

แรงบิดเพลา B จะเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า แต่ความเร็วจะลดลงเหลือเพียงครึ่งเดียว นั่นก็คือเฟืองตามยิ่งมีฟันจำนวนมาก แรงบิดก็ยิ่งเพิ่มขึ้นแต่ความเร็วก็จะยิ่งลดลง

รูป 2.4 ชุดเฟือง

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

แรงที่มากระทำที่ประแจ (F) ก็คือแรงดันจากการเผาไหม้ ที่มากระทบบนหัวลูกสูบเคลื่อนที่ลงนั่นเอง เนื่องจากระยะ r คงที่ดังนั้นแรงบิด (T) จึงเปลี่ยนแปรไปตามค่าแรงดัน (F)



รูป2.5 Torque Curve

ค่าแรงดัน (F) จะเปลี่ยนแปรไปตามความเร็วของเครื่องยนต์ นั่นก็คือเปลี่ยนแปรไปตามประสิทธิภาพการเผาไหม้ ดังนั้นค่าแรงบิด (T) จึงเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการทำงานจริงๆของเครื่องยนต์ เครื่องยนต์เครื่องหนึ่งจะให้ค่าแรงบิดสูงสุด (Maximum Torque) ณ ที่ความเร็วของเครื่องยนต์เพียงความเร็วเดียวเท่านั้น จากความเร็วนั้นแม้จะเพิ่มความเร็วให้สูงไปอีก แรงบิดก็ไม่ได้สูงขึ้นตามไปด้วย แต่กลับจะค่อยๆลดลง

ดังนั้นจากแผ่นโฆษณาของจักรยานยนต์ต่างๆจะระบุค่าแรงบิดสูงสุด พร้อมกับความเร็วของเครื่องยนต์เอาไว้ เมื่อจักรยานยนต์วิ่งที่ความเร็วรอบที่ให้ค่าแรงบิดสูงสุด แรงขับที่ไปขับล้อหลังก็จะสูงสุดด้วย จึงควรเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างแรงบิดกับความเร็วรอบเครื่องยนต์ เช่น ณ ความเร็วเดียวกัน เครื่องยนต์ที่ให้ค่าแรงบิดสูงสุดกว่าก็มีแรงขับที่ล้อสูงกว่า แต่ถ้าแรงบิดสูงสุดเท่ากันที่ความเร็วแตกต่างกัน เครื่องยนต์ที่ให้ค่าแรงบิดสูงสุดที่ความเร็วต่ำกว่า จะได้อัตราเร่งที่ดีกว่า

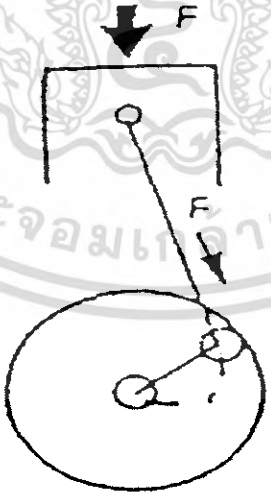
- **กำลังงาน (Power)**

กำลังงาน คือ อัตราการทำงาน หรือความสามารถในการทำงานในหนึ่งหน่วยเวลาการคำนวณกำลังงาน คำนวณได้จากสูตร

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

กำลังงาน = อัตราส่วนระหว่าง งานที่ทำได้ ต่อเวลาที่ใช้

- **การคำนวณกำลังงานของเพลาข้อเหวี่ยง (Calulation of Crankshaft Power)**



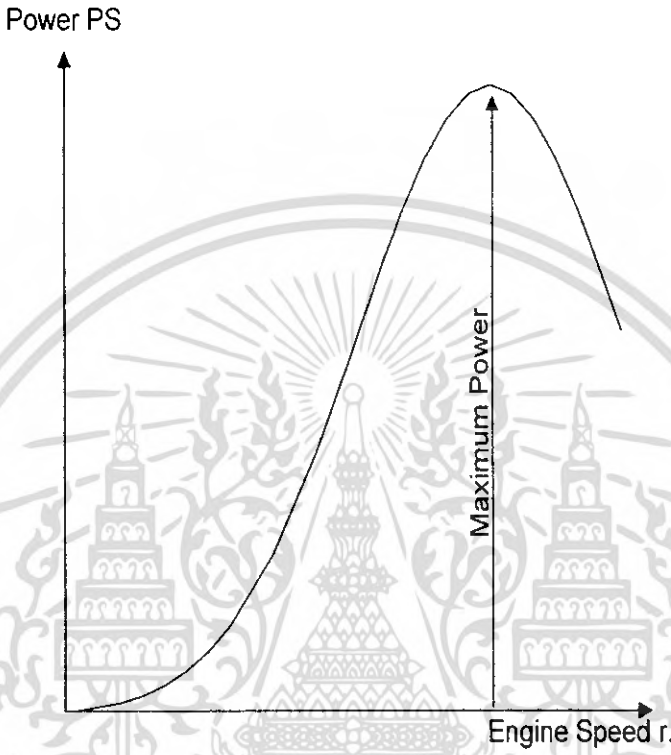
รูป2.6 แรงที่กระทำสลักข้อเหวี่ยงเคลื่อนที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปจะเห็นว่า สลักข้อเหวี่ยงเคลื่อนที่เนื่องจากมีแรงจำนวนหนึ่งมากระทำในหนึ่งหน่วยเวลาทำให้เกิดอัตราทำงานหรือกำลังงานขึ้น

2.1.2 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วของเครื่องยนต์กับแรงม้า

(Relationship between engine speed and horsepower)



รูป2.7 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วของเครื่องยนต์กับแรงม้า

จากสูตรกำลังงานจะเห็นว่า กำลังงานเปลี่ยนแปรไปตามผลคูณระหว่างแรงบิด ที่เพลาข้อเหวี่ยงกับความเร็วรอบของเครื่องยนต์นั้นคือ ความเร็วยิ่งสูงขึ้น กำลังงานก็จะยิ่งสูงขึ้นตามไปด้วย แต่การทำงานจริงๆของเครื่องยนต์ ณ ที่ความเร็วหนึ่ง แรงบิดจะเริ่มลดลง ดังนั้นกำลังงานเริ่มลดลงด้วย

เครื่องยนต์เครื่องหนึ่งจะมีความเร็วหนึ่งที่ให้กำลังงานสูงสุด (Maximum Power)กำลังงานหรือแรงม้าซึ่งมีความสัมพันธ์กับความเร็วของเครื่องยนต์จะแสดงให้ทราบถึงสมรรถนะของเครื่องยนต์ (Engine Performance)

2.1.3 โครงสร้างและหน้าที่ของชิ้นส่วนหลักของเครื่องยนต์ 4 จังหวะ

(Construction and function of main part of Four – Stroke Engine)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบกลไกลของลิ้นปิดเปิดไอดี ไอเสียสำหรับเครื่องยนต์ 4 จังหวะ แต่ในที่นี้จะกล่าวถึงส่วนประกอบและหน้าที่หลักของเครื่องยนต์ 4 จังหวะดังนี้

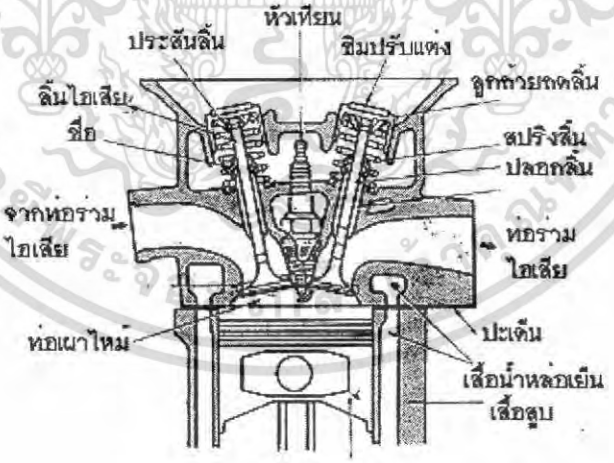
- **ชุดฝาสูบ (Cylinder Head)**

ชุดฝาสูบ เป็นที่ติดตั้งของลิ้นไอดี (Intake Valve) และลิ้นไอเสีย (Exhaust Valve) และเป็นส่วนประกอบของห้องเผาไหม้ นอกจากนั้นยังเป็นที่ติดตั้งของกลไกบังคับลิ้นต่างๆ (Valve Mechanism,Valve Gear) เช่น เพลาลูกเบี้ยว (Camshaft) ซึ่งถูกขับโดยโซ่ (Cam Chain) กระเดื่องกดลิ้น (Rocker Arms) เป็นต้น โดยลิ้นและกลไกต่างๆถูกปิดและอยู่ภายใต้ฝาครอบ (Cylinder Head cover)

- **ฝาสูบ (Cylinder Head)**

ฝาสูบทำด้วยอะลูมิเนียมผสมและมีปลอกนำลิ้น (Valve Guides) อัดอยู่ นอกจากนั้นยังมีบ่าลิ้นหรือเบาะลิ้น (Valve Seats) ที่ทำมาจากโลหะซินเตอร์ผสม (Sintered Alloy) ซึ่งทนต่อความร้อนและทนต่อการสึกหรอเป็นเลิศอัดอยู่ด้วย

หมายเหตุ โลหะซินเตอร์ผสมทำโดยการอัดส่วนผสมของผงเหล็ก ผงทองแดง และกราไฟต์ลงไปในแบบหล่อ มีคุณสมบัติในการดูดซึม ทนต่อความร้อนและการสึกหรอ จึงเป็นวัสดุที่เหมาะสำหรับทำชิ้นส่วนของ เฟืองขับโซ่ โรเตอร์ปั๊มและบ่าลิ้น



รูป2.8 ชุดฝาสูบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **ลิ้น (Valve)**

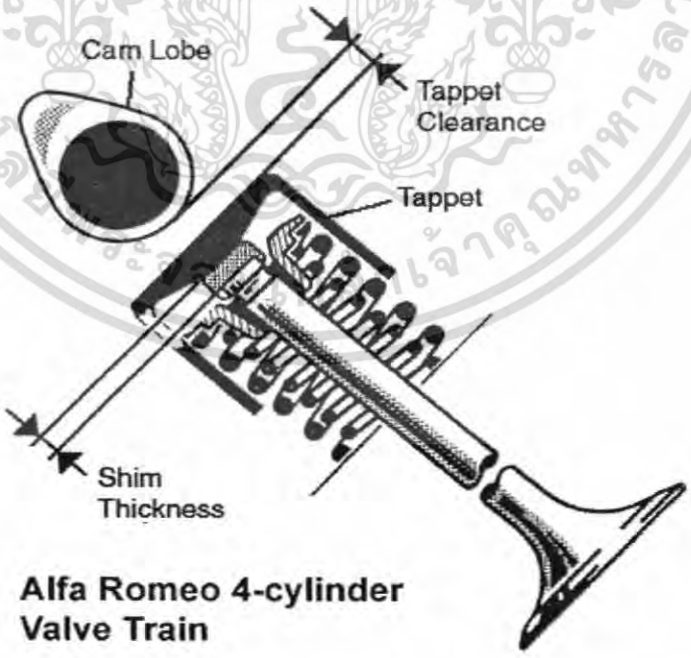
ลิ้นไอดีและไอเสีย มีรูปร่างคล้ายดอกเห็ด จึงเรียกกันว่าลิ้นดอกเห็ด (Poppet Valve) เนื่องจากลิ้นต้องสัมผัสกับอุณหภูมิและแรงดันที่สูงอยู่ตลอดเวลา นอกจากนั้นยังต้องเคลื่อนที่ขึ้นลงด้วยความเร็วสูงดังนั้นวัสดุที่ใช้ทำ จึงต้องมีความแข็งแรงเป็นเลิศ มีความทนทานต่อความร้อน และการสึกหรอได้สูง มีการถ่ายเทความร้อนได้ดี แนบสนิทกับบ่าลิ้น วัสดุที่มีคุณสมบัติดังกล่าวที่นำมาทำลิ้นก็คือเหล็กกล้าพิเศษ (Special Steel) เช่น เหล็กกล้าผสมนิกเกิลโครเมียม (Nickel – Chrome steel)

- **ลิ้นไอดี (Intake Valve)**

ลิ้นไอดี ต้องรับอุณหภูมิสูงจากการเผาไหม้ และได้รับการระบายความร้อนด้วยไอดี ดังนั้นการขยายตัวของหัวลิ้น (Valve Head) จึงไม่สม่ำเสมอทำให้หน้าลิ้น (Valve Face) สัมผัสไม่แนบสนิทกับบ่าลิ้น (Valve Seat) เพื่อป้องกันเหตุดังกล่าวจึงต้องตัดบ่าลิ้นให้เป็นเบ้ารับหัวลิ้นนอกจากนั้น เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการดูด ขนาดของช่องไอดี (Valve Port) ต้องใหญ่ที่สุดเท่าที่จะทำได้

- **ลิ้นไอเสีย (Exhaust Valve)**

ลิ้นไอเสียต้องรับทั้งอุณหภูมิและแรงดันสูง ดังนั้นจึงมักเป็นเหตุให้การสัมผัสของหน้าลิ้นกับบ่าลิ้นไม่แนบสนิท นอกจากนั้นปลอกนำลิ้นยังสึกหรออย่างรวดเร็วอีกด้วย เพื่อป้องกันเหตุดังกล่าวจึงจำเป็นต้องเผื่อช่องว่างระหว่างก้านลิ้น (Valve Stem) กับปลอกนำลิ้นด้วย



รูป2.9 ลิ้น (Valve)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเหตุ

- ช่องว่างระหว่างก้านลิ้นกับปลอกนำลิ้น ของลิ้นไอเสียจะมีค่ามากกว่าลิ้นไอดี
- ปลอกนำลิ้น ทำด้วยเหล็กหล่อผสมโครเมียม (Chrome Cast Iron) ได้รับการหล่อลื่นจากน้ำมันหล่อลื่น ที่ไหลผ่านระหว่างปลอกนำลิ้นกับก้านลิ้น จากนั้นน้ำมันก็จะไหลเข้าไปเผาไหม้ในกระบอกสูบ เพื่อใช้น้ำมันหล่อลื่นเข้าไปเผาไหม้น้อยที่สุด จะมี ซีลก้านลิ้น (Valve Stem Seal) สวมอยู่ที่ก้านลิ้น

- **สปริงลิ้น (Valve Springs)**

สปริงลิ้นทำหน้าที่กดหน้าลิ้นให้แนบสนิทกับบ่าลิ้นทำให้แรงอัดไม่รั่ว นอกจากนั้นยังช่วยเปิดและปิดลิ้นเพื่อให้การเปิดและปิดของลิ้นที่มีความเร็วสูงๆเป็นไปอย่างสม่ำเสมอจะใช้สปริงที่มีขนาดและจำนวนขดไม่เท่ากัน 2 ตัว สวมซ้อนกันอยู่ที่ก้านลิ้น เป็นการป้องกันไม่ให้ลิ้นเกิดการสะท้าน (Resonance) อยู่ตลอดเวลา อันเนื่องมาจากความถี่ตามธรรมชาติของสปริง (Natural Oscillation)

รูป2.10 สปริงลิ้น (Valve Spring)

- **กลไกบังคับลิ้น (Valve Trains)**

กลไกบังคับลิ้นทำหน้าที่บังคับให้ลิ้นเปิดและปิดเมื่อลูกสูบเลื่อนถึงตำแหน่งที่กำหนดซึ่งแบ่งออกได้เป็นหลายแบบ ตามตำแหน่งการติดตั้งของลิ้นและเพลาลูกเบี้ยว โดยทั่วไปจักรยานยนต์ ใช้กลไกบังคับแบบลิ้นอยู่ด้านบน (Over Head Valve,OHV) แบ่งได้เป็น

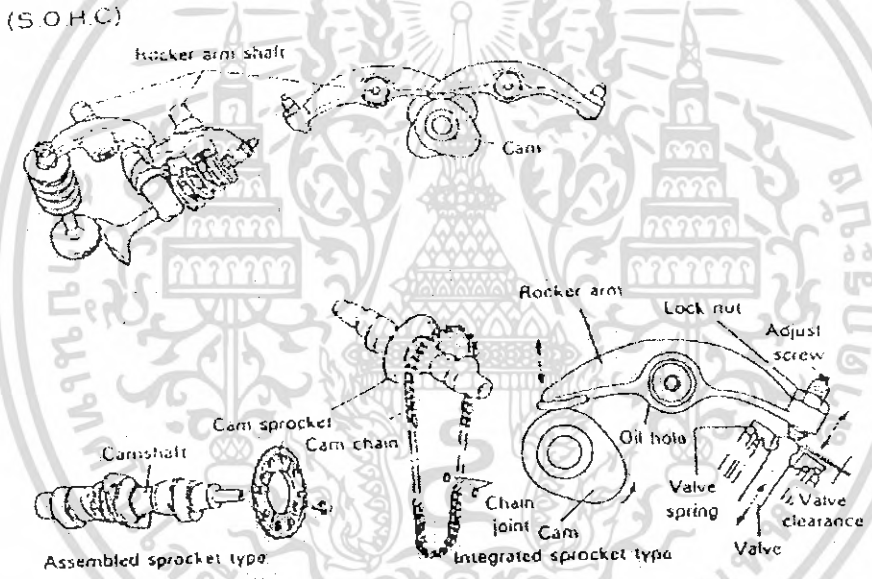
1. เพลาราวลิ้น (Cam Shafts)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เฟืองโซ่ราวลิ้น (Cam Sprockets)
3. โซ่ราวลิ้น (Cam Chain)
4. กระเดื่องกดลิ้น (Rocker Arms)
5. ตัวปรับความตึงโซ่ (Chain Tensioner)

- **เพลาราวลิ้น (Cam Shaft)**

ทำด้วยเหล็กหล่อพิเศษ (Special Cast Iron) มีความต้านทานต่อการสึกหรอสูง จำนวนลูกเบี้ยวมีเท่ากับจำนวนลิ้น ทำหน้าที่เปิดและปิดลิ้นผ่านทางกระเดื่องกดลิ้น โดยลูกเบี้ยวเพลาราวลิ้นจะเตะกระเดื่องลิ้นให้เปิด ลักษณะรูปร่างของลูกเบี้ยวเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของตำแหน่งการเปิดและปิดของลิ้น (Valve Timing) และระยะการยกลิ้น (Valve Lift)



รูป2.11 เพลาราวลิ้นเดี่ยว

- **เฟืองโซ่ราวลิ้น (Cam Sprockets)**

แบ่งการยึดติดกับเพลาราวลิ้น เป็น 2 แบบ คือ

1. แบบถอดแยกได้ (Assembled Sprocket Type)
2. แบบถอดแยกไม่ได้ (Intergrated Sprocket Type)

เฟืองโซ่ราวลิ้น จะมีจำนวนฟันเป็น 2 เท่า ของเฟืองโซ่ข้อเหวี่ยง ดังนั้นความเร็วของเพลาราวลิ้นจึงเป็นครึ่งหนึ่งของความเร็วเพลาข้อเหวี่ยง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เฟืองโซ่ราวลิ้น ถูกขับโดยเฟืองโซ่ข้อเหวี่ยง ด้วยโซ่ราวลิ้น ดังนั้นการหมุนของเพลาราวลิ้น (Valve Timing) จึงเป็นครึ่งหนึ่งของความเร็วเพลาข้อเหวี่ยง

- **โซ่ราวลิ้น (Cam Chain)**

โซ่ราวลิ้น คล้องที่เฟืองโซ่เพลาข้อเหวี่ยงกับเฟืองโซ่เพลาราวลิ้น โดยเฟืองโซ่ข้อเหวี่ยงเป็นเฟืองขับเฟืองโซ่ราวลิ้นเฟืองตาม เนื่องจากความเร็วของเฟืองทั้งสองมีความสัมพันธ์กันดังกล่าวมาแล้ว บางครั้งโซ่ราวลิ้นมีชื่อเรียกว่า "โซ่ไทมิ่ง" (Timing Chain)

- **กระเดื่องกดลิ้น (Rocker Arms)**

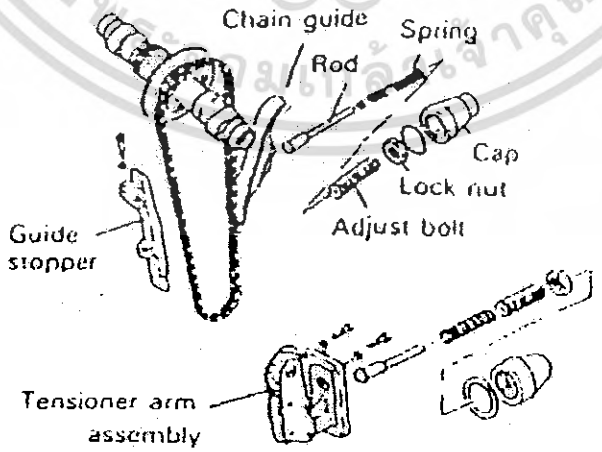
กระเดื่องกดลิ้น ติดตั้งอยู่กับเพลากระเดื่อง (Rocker Arm Shaft) ที่ฝาสูบทำหน้าที่เปิดลิ้นโดยการเตะของเพลาราวลิ้น ระยะห่างหรือช่องว่างระหว่างกระเดื่องกดลิ้นกับตีนลิ้น (Stem End) สามารถปรับระยะห่างดังกล่าวได้ ซึ่งเรียกโดยทั่วไปว่าระยะห่างลิ้น (Valve Clearance) ด้วยการหมุนสกรูปรับ (Adjust Screw)

- **ตัวปรับความตึงโซ่ (Chain Tensioner)**

ตัวปรับความตึงโซ่ ทำหน้าที่ปรับความตึงโซ่ให้คงที่ถูกต้องตามค่าที่กำหนด ถ้าความตึงโซ่เปลี่ยนแปลงหย่อนหรือตึงเกินไป จะเป็นเหตุให้ความเร็วของเพลาข้อเหวี่ยงกับเพลาราวลิ้นไม่สัมพันธ์กัน ตำแหน่งลิ้น (Valve Timing) หรือตำแหน่งจุดระเบิด (Ignition Timing)อาจผิดพลาดไม่ถูกต้อง หรือมิฉะนั้นก็อาจจะมีเสียงดังที่โซ่ จึงจำเป็นต้องมีตัวปรับสำหรับความตึงโซ่

ตัวปรับความตึงโซ่มี 2 แบบ คือ

1. แบบปรับด้วยมือหรือแบบธรรมดา (Manual Adjustment Type)



รูป2.12 ตัวปรับความตึงโซ่

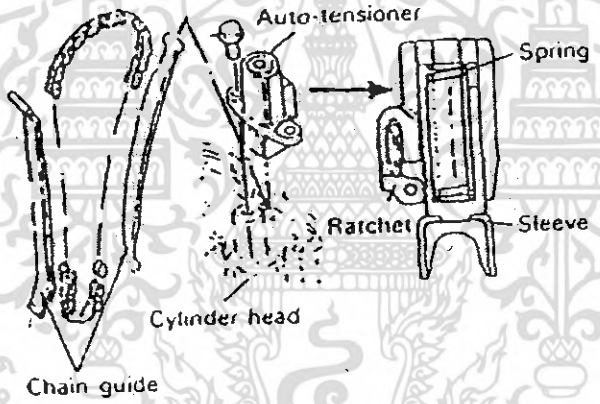
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวปรับความตึงโซ่แบบธรรมดาจำเป็นต้องมีการตรวจสอบความตึงโซ่ตามระยะเวลาที่กำหนด (Periodic Check) แล้วทำการปรับ การปรับสามารถทำได้โดยวิธีปรับแกนปรับ (Rod) หรือแขนปรับ (Tensioner Arm) ลงไปกดโซ่ให้ตึงทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชิ้นส่วนที่ใช้ในการปรับ ถ้าโซ่หย่อนเล็กน้อยสามารถปรับให้ตึงได้โดยการเพิ่มความแข็งแรงของสปริงที่กด แต่ถ้าตึงเกินไปอาจปรับไม่ได้ เพราะแกนปรับจะลอยออกได้ด้วยระยะหนึ่งที่จำกัดเท่านั้น

2. ปรับแบบอัตโนมัติ (Automatic Adjustment Type)

ตัวปรับความตึงโซ่แบบอัตโนมัติไม่จำเป็นต้องมีการตรวจสอบและปรับความตึงโซ่ เพราะว่ามีชิ้นส่วนที่ทำหน้าที่ปรับโดยอัตโนมัติ ทำการปรับได้ดังนี้

สะพานโซ่ (Chain Guide) ถูกกดให้โค้งแนบไปกับโซ่ด้วยสปริง (Tension Spring) ดังนั้นโซ่จึงตึงอยู่ตลอดเวลา เมื่อโซ่หย่อนปลอกปรับ (Tensioner Sleeve) จะเลื่อนลงกดสะพานโซ่ให้โค้งมากขึ้น ดังนั้นจึงเป็นการรักษาความตึงของโซ่ให้ถูกต้องคงที่อยู่ตลอดเวลา ปลอกปรับจะเคลื่อนที่ได้ในทิศทางเดียวโดยการควบคุมของกลไกกรอกแกรก (Ratchet Mechanism)



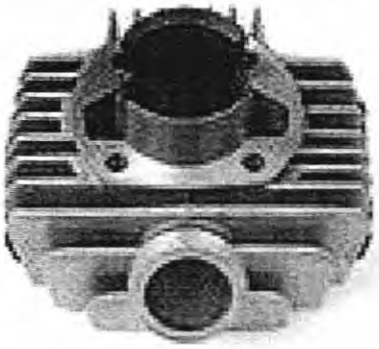
รูป2.13 กลไกปรับแบบอัตโนมัติ

- **เสื้อสูบ (Cylinder Box)**

เสื้อสูบทำด้วยอะลูมิเนียมผสมหล่อ (Aluminium Alloy Casting) มีปลอกสูบหรือกระบอกสูบทำด้วยเหล็กหล่อพิเศษ (Special Cast Iron) สวมอัดอยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง



รูป2.14 เสื้อสูบ

เสื้อสูบเครื่องยนต์ 4 จังหวะ แตกต่างไปจากเสื้อสูบเครื่องยนต์ 2 จังหวะโดยผนังกระบอกสูบไม่มีช่อง (Port) นอกจากนั้นเสื้อสูบและสลักยึดจะมีช่องน้ำมันหล่อลื่น (Oil Passage) เพื่อให้ปั๊มน้ำมันเครื่อง (Oil Pump) ส่งน้ำมันที่มีแรงดันจากห้องแคร็งผ่าน

- **ลูกสูบ (Piston)**

ทำด้วยอะลูมิเนียมผสมหล่อ (Aluminum Alloy Casting) วัสดุที่เลือกใช้ต้องมีคุณสมบัติที่สำคัญดังเช่น มีความแข็งแรงทนทาน การถ่ายเทความร้อนดี น้ำหนักเบา อัตราขยายตัวเมื่อได้รับความร้อนต่ำข้อแตกต่างจากเครื่องยนต์ 2 จังหวะ คือ เครื่องยนต์ 4 จังหวะลูกสูบจะมีร่องแหวน 3 ร่อง (2 จังหวะมีเพียง 2 ร่อง) ร่องแหวนที่ 3 และใต้ลงมา มีรูน้ำมันไหลกลับ (Oil Return Holes)

รูป2.15 ลูกสูบ

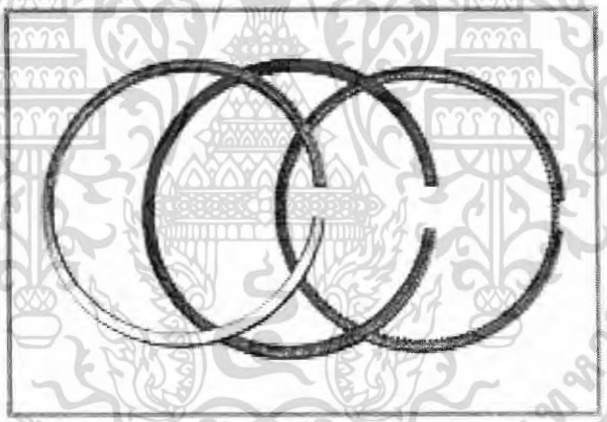
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
82000

- **แหวนลูกสูบ (Piston Ring)**

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

แหวนน้ำมัน (Oil Ring) แบ่งตามลักษณะพื้นที่หน้าตัดแหวน (Cross Sections) ได้เป็นหลายแบบ บางแบบมีทั้งร่องน้ำมัน (Oil Groove) และรูน้ำมัน (Oil Hole) ในตัวเดียวกัน หรือบางแบบถอดแยกจากกันได้ (Assemblee Type Oil Groove) โดยมีแหวนรอง (Spacer) เพื่อให้น้ำมันเครื่องไหลกลับอยู่ตรงกลาง มีแหวนกวาดน้ำมันบางๆ 2 ตัว ประกบอยู่ด้านบนและด้านล่าง (Upper and Lower Rails)

แหวนตัวที่ 2 แบบพิเศษจะทำเป็นมุมเอียง (Tapered) หรือซ่องร่องเอาไว้ (Counter Bored) โดยรอบ เพื่อทำหน้าที่ช่วยแหวนกวาดน้ำมัน



รูป2.16 แหวนลูกสูบ

เมื่อแหวนลูกสูบสึกมาก น้ำมันเครื่องจะไหลผ่านแหวนลูกสูบ หรือผนังกระบอกสูบขึ้นไปเผาไหม้ในห้องเผาไหม้ ซึ่งจะทราบได้โดยการสิ้นเปลืองน้ำมันเครื่องเพิ่มมากขึ้นผิดปกติ

- **เพลาข้อเหวี่ยง (Crank Shaft)**

ในกรณีของเครื่องยนต์สูบเดียว (Single – Cylinder Engine) จะใช้เพลาข้อเหวี่ยงแบบถอดแยกได้ (Assembledtype Crank Shaft) แต่สำหรับเครื่องยนต์หลายสูบ (Multi – Cylinder Engine) มักใช้เพลาข้อเหวี่ยงแบบถอดแยกไม่ได้ (Intergrate Type Crank Shaft) และสลักเพลาข้อเหวี่ยง (Crank Pin) มีก้านสูบยึดติดอยู่ เพลาข้อเหวี่ยงรองรับอยู่ด้วยแบริ่งเพลาข้อเหวี่ยง (Main Bearing)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งอยู่ที่ห้องแคร็งค์ จากห้องแคร็งค์จะมีรูน้ำมันทะลุไปยังเพลาข้อเหวี่ยงส่วนที่หมุนอยู่ในแบริ่ง (Crank Shaft Journals) จากน้ำมันจะทะลุผ่านไปยังแบริ่งของข้อเหวี่ยงและสลักเพลาข้อเหวี่ยงเพื่อการหล่อลื่น

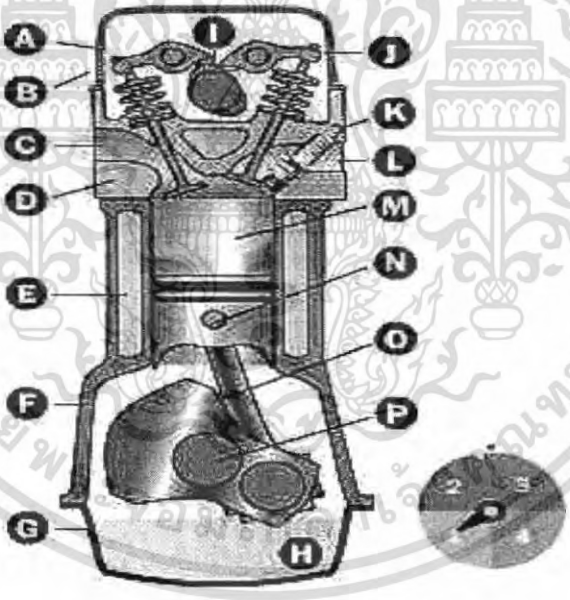
2.1.4 โครงสร้างและหลักการทำงานเบื้องต้นเครื่องยนต์ 4 จังหวะ

(Basic Construction and Features of Four Stroke Engine)

เครื่องยนต์ 4 จังหวะ ลูกสูบจะเคลื่อนที่ขึ้นลงรวม 4 ครั้ง หรือเพลาข้อเหวี่ยงจะหมุนไป 2 รอบ หรือ 720 องศา การทำงานครบกลวัตรซึ่งได้แก่ ดูด – อัด – ระเบิด – คาย

การที่ได้รับการเรียกว่า "เครื่องยนต์ 4 จังหวะ" เนื่องจากมีการเคลื่อนที่ขึ้นลงของลูกสูบรวม 4 ครั้ง หรือ 4 จังหวะเพลาข้อเหวี่ยงหมุน 2 รอบเครื่องยนต์ทำงานครบกลวัตรเกิดการระเบิดและได้กำลังงาน 1 ครั้ง

เสื้อสูบ มีลิ้น 2 ลิ้น คือ ลิ้นไอดี และลิ้นไอเสีย เนื่องจากลิ้นทั้งสองทำงานสัมพันธ์กับการขึ้นลงของลูกสูบอยู่แล้ว จึงไม่จำเป็นต้องมีช่องไอดีและช่องไอเสีย



รูป2.17 เครื่องยนต์ 4 จังหวะ

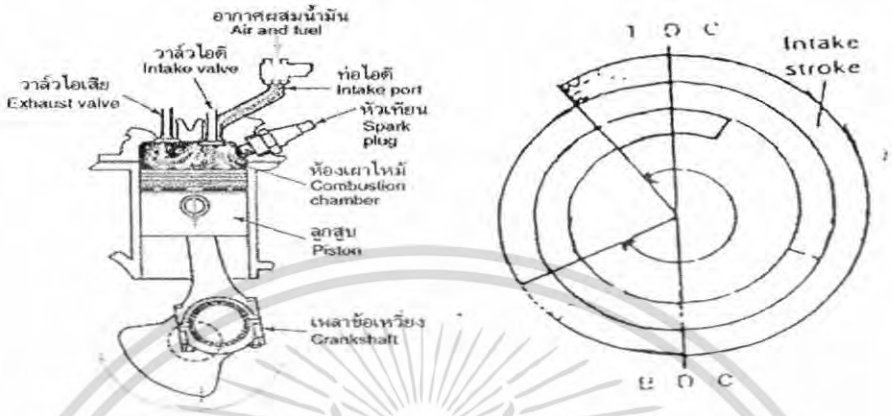
การทำงานทั้งหมดจะเกิดขึ้นในห้องเผาไหม้ในกระบอกสูบเท่านั้นการเปิดและปิดของลิ้นทั้งสองกระทำโดยกลไกบังคับลิ้นที่ติดตั้งอยู่ที่ฝาสูบ ซึ่งถูกขับโดยเพลาข้อเหวี่ยง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.5 การทำงานและแบบของเครื่องยนต์ 4 จังหวะ

การทำงานของเครื่องยนต์ 4 จังหวะ

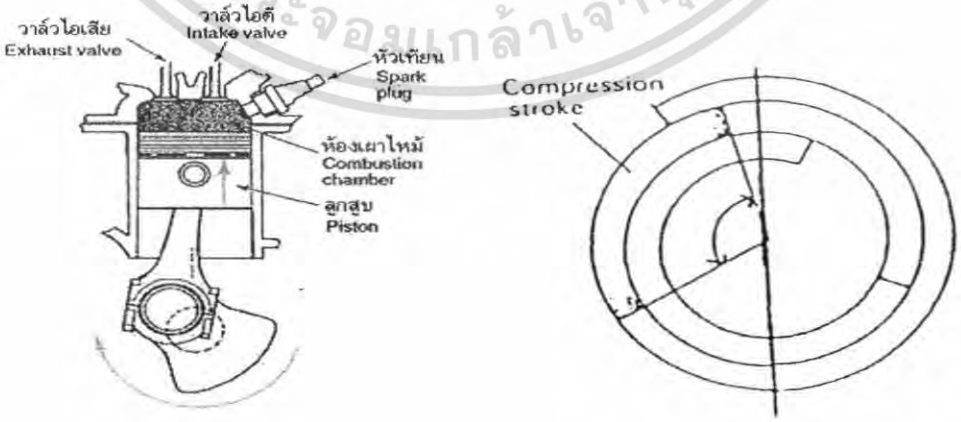
- **จังหวะดูด (Intake stroke)**



รูป2.18 การทำงานของเครื่องยนต์จังหวะดูด

จังหวะดูด ขณะลูกสูบเลื่อนลง แรงดันภายในห้องเผาไหม้จะลดลง เมื่อลิ้นไอดีเปิด ไอดีจึงถูกดูดจากคาร์บูเรเตอร์เข้ามาภายในกระบอกสูบเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการดูดหรือประจุไอดี ลิ้นไอดีจะเปิดก่อนที่ ลูกสูบเลื่อนถึงศูนย์ตายบน (TDC) เล็กน้อย และปิดเมื่อลูกสูบเริ่มเลื่อนขึ้นจากศูนย์ตายล่าง (BDC) ดังนั้นช่วงการเปิดของลิ้นไอดีจึงนาน ไอดีจึงถูกดูดเข้ามาภายในกระบอกสูบเป็นจำนวนมาก

- **จังหวะอัด (Compression stroke)**

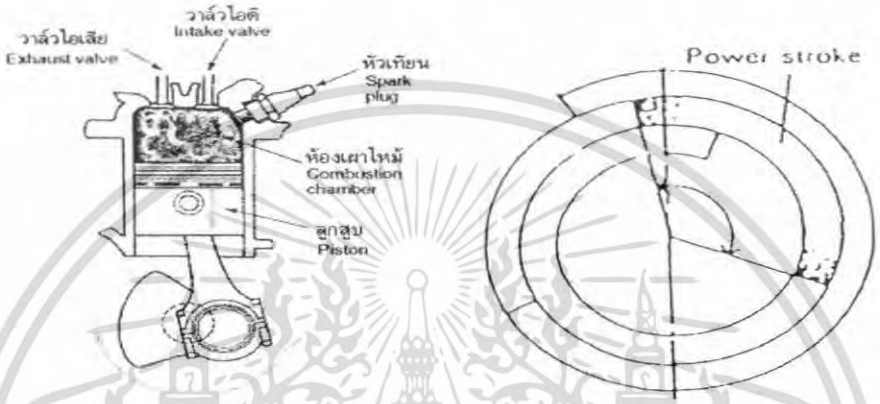


รูป2.19 การทำงานของเครื่องยนต์จังหวะอัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จังหวะอัด ขณะลูกสูบเลื่อนขึ้นจาก BDC ลิ้นไอดีจะปิด (ลิ้นไอเสียยังคงปิดอยู่) ไอดี ในห้องเผาไหม้จึงถูกอัด การอัดยังคงดำเนินต่อไป จนกระทั่งลูกสูบเลื่อนขึ้นเกือบถึง TDC ณ จุดนี้ แรงดันและอุณหภูมิสูงพอที่จะทำให้ไอดีลุกไหม้ได้อย่างง่ายดายถ้ามีประกายไฟมาจุด และการลุกไหม้จะเป็นไปอย่างรวดเร็ว

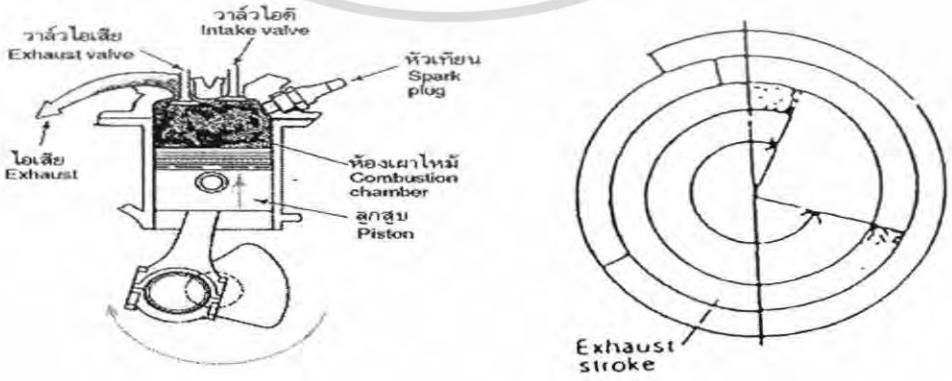
- **จังหวะระเบิด (Power , Expansion stroke)**



รูป2.20 การทำงานของเครื่องยนต์จังหวะระเบิด

จังหวะระเบิด ก่อนลูกสูบเลื่อนถึง TDC เล็กน้อย ที่ปลายจังหวะดูด หัวเทียนจะจุดประกายไฟไอดีที่ถูกอัดจึงเกิดการลุกไหม้อย่างรวดเร็ว ทำให้แรงดันในห้องเผาไหม้สูงขึ้น ผลักดันลูกสูบให้เลื่อนลงไปสู่ BDC ดังนั้นจึงเกิดการส่งถ่ายกำลังผ่านก้านสูบไปหมุนเพลาข้อเหวี่ยงทำให้ได้กำลังงานไปใช้งาน

- **จังหวะคาย (Exhaust stroke)**



รูป2.21 การทำงานของเครื่องยนต์จังหวะคาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จังหวะคาย ขณะลูกสูบเลื่อนลงก่อนถึง BDC เล็กน้อย ลิ้นไอเสียจะเปิด ไอเสียภายในกระบอกสูบจึงไหลพุ่งออกจากกระบอกสูบเป็นการเริ่มต้นจังหวะคาย

ขณะลูกสูบเลื่อนขึ้นจาก BDC การคายก็ยังดำเนินต่อไป ลูกสูบจะผลักดันให้ไอเสียที่ตกค้างอยู่ออกไปจากกระบอกสูบอย่างสมบูรณ์ จังหวะคายจะสิ้นสุดหลังจากลูกสูบเริ่มเลื่อนลงจาก TDC เล็กน้อยโดยลิ้นไอเสียจะปิด (ลิ้นไอดีจะเปิด ก่อน TDC เล็กน้อย เป็นการเริ่มจังหวะดูดใหม่)

2.1.6 จังหวะการ ปิด – เปิด ของลิ้น (Valve Timing)

ตำแหน่งหรือจังหวะการเปิดปิดของลิ้นไอดีและไอเสีย ที่สัมพันธ์กับตำแหน่ง ลูกสูบ เรียกว่า " Valve Timing " สำหรับตำแหน่งของลูกสูบ จะเรียกเป็นองศาก่อนหรือหลัง TDC และ BDC โดยเทียบกับมุมเพลาข้อเหวี่ยงที่หมุนไป

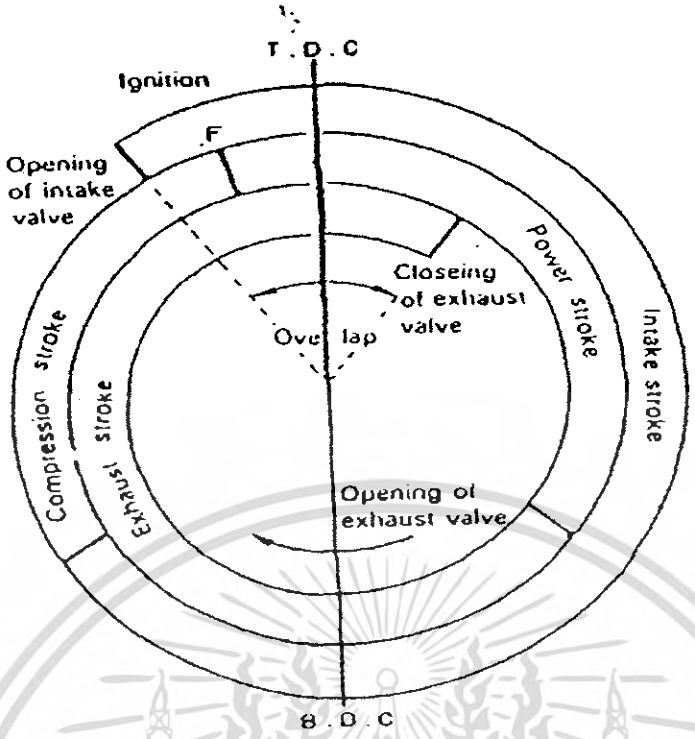
ดั้งนั้น ไดอะแกรมที่แสดงความสัมพันธ์ของการเปิดปิดกับตำแหน่งลูกสูบโดยเทียบกับ TDC และ BDC จึงเรียกว่า " Valve Timing Diagram " เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการประจุไอดี (Intake Efficiency) และการคายไอเสีย (Exhaust Efficiency) การทำงานเปิดปิดของลิ้นไอดีและลิ้นไอเสีย จะเป็นดังนี้

ลิ้นไอดี เปิดขณะลูกสูบเลื่อนขึ้นก่อนถึง TDC เล็กน้อย ปิดขณะลูกสูบเลื่อนขึ้นหลังจาก BDC เล็กน้อย

ลิ้นไอเสีย เปิดขณะลูกสูบเลื่อนลง ก่อนถึง BDC เล็กน้อย ปิดขณะลูกสูบเลื่อนลง หลังจาก TDC เล็กน้อย

สำหรับ Valve Timing Diagram มีคำอยู่คำหนึ่งซึ่งเป็นคำที่ควรทราบต่อไป จะพบอยู่บ่อยๆ และต้องนำไปใช้ในงานปฏิบัติมาก คำนั้นคือ "Valve Overlap"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป2.22 Valve Timing Diagram

คำว่า "Overlap" หมายถึงช่วงที่ลิ้นไอดีและไอเสียเปิดอยู่พร้อมกัน ใกล้ TDC ซึ่งจะเปิดซ้อนกันอยู่เป็นช่วงต่อระหว่างปลายจังหวะคายกับจังหวะดูด ซึ่งช่วงนี้ไอดีประจุเข้ามาจะมาขับไล่ไอเสียที่ตกค้างให้ออกไปจากกระบอกสูบ ดังนั้น จึงเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพให้กับจังหวะคายไอเสีย และในขณะเดียวกันแรงเฉื่อยของไอดีก็จะเพิ่มประสิทธิภาพในการประจุไอดีด้วย

ตำแหน่งการเปิดปิดของลิ้น จะเปลี่ยนแปลงไปตามคุณลักษณะและจุดประสงค์ในการนำไปใช้งานของจักรยานยนต์ เช่น ใช้งานทั่วไป หรือ ใช้ในการแข่งขัน

2.1.7 กลไกบังคับลิ้นแบบเพลาราวลิ้นเดี่ยวบนฝาสูบ (Single Overhead Chamshaft,SOHC)

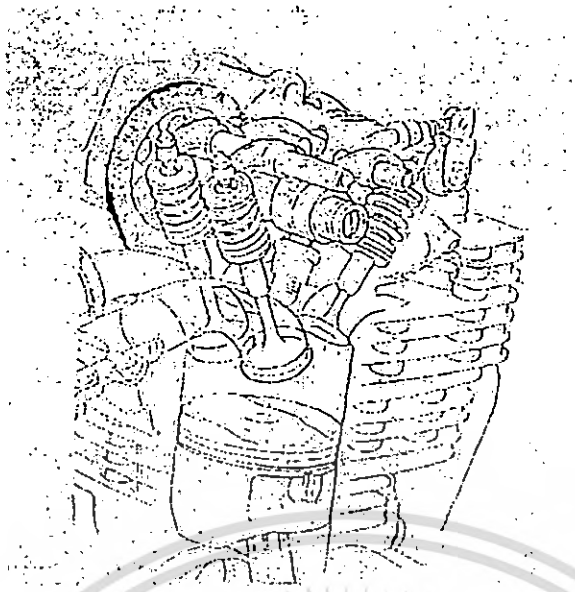
1. แบบนี้แตกต่างไปจากแบบลิ้นบนฝาสูบ เนื่องจากเพลาราวลิ้นติดตั้งอยู่บนฝาสูบ รับแรงขับผ่านโซ่ขับ (Chain Cam) แล้วทำงานเปิดปิดลิ้นด้วยกระเดื่องกดลิ้นโดยตรง จึงไม่จำเป็นต้องใช้ก้านส่งลิ้น

2. กลไกบังคับลิ้นมีชิ้นส่วนน้อยกว่าดังนั้นการทำงานของลิ้นจึงไม่คงที่ แม้ว่าจะมีความเร็วสูงๆ

3. แบบนี้มีเพลาราวลิ้นเพียงเพลาเดียวจึงเรียกเครื่องยนต์ที่ใช้กลไกบังคับลิ้นแบบนี้ว่า "เครื่องยนต์แบบเพลาราวลิ้นเดี่ยวบนฝาสูบ" (SOCH Engine)

4. กลไกบังคับลิ้นแบบนี้ ปัจจุบันใช้กันมากกับเครื่องยนต์ของรถจักรยานยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป2.23 เพลาราวลิ้นเดี่ยวบนฝาสูบ

2.2 ระบบจุดระเบิดแบบโซลิดสเตท (Solid State Ignition System)

ระบบจุดระเบิดแบบโซลิดสเตท หมายถึง ระบบจุดระเบิดซึ่งมีส่วนประกอบของสารกึ่งตัวนำทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ เช่น ไดโอด ทรานซิสเตอร์ ซิลิกอน คอนโทรลเรคติไฟเออร์ เป็นต้น ระบบจุดระเบิดแบบโซลิดสเตทที่ใช้กันมากมีดังนี้

1.ระบบซีดีไอ (Capacitor , Capacitive Discharge Ignition System, CDI)

- ซีดีไอใช้กระแสสลับ (AC CDI)
- ซีดีไอใช้กระแสตรง (DC CDI)

2. ระบบทรานซิสเตอร์ (Transistorized Ignition System)

2.2.1 ระบบซีดีไอ (CDI SYSTEM)

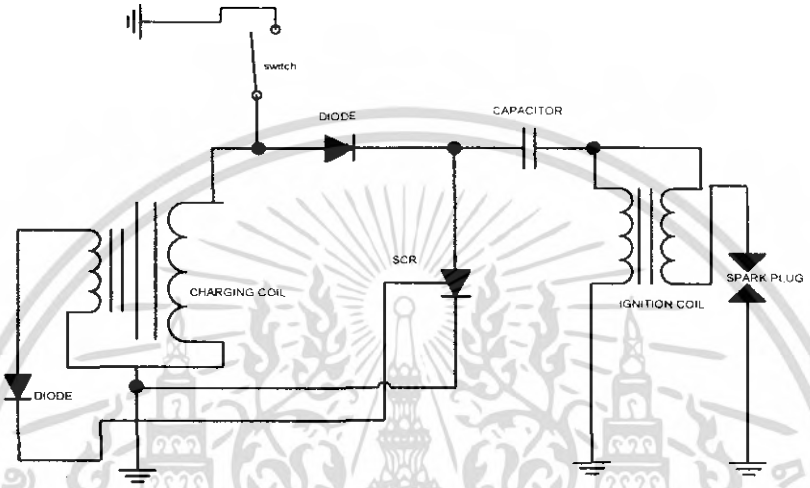
ระบบจุดระเบิดซีดีไอ เป็นระบบจุดระเบิดแบบโซลิดสเตทแบบหนึ่งซึ่งนิยมใช้กันในรถจักรยานยนต์ เนื่องจากระบบจุดระเบิดแบบที่กล่าวนี้ประกอบด้วยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ซึ่งมีขนาดเล็กและไม่มีชิ้นส่วนที่มีการเคลื่อนไหว ดังนั้นจึงไม่จำเป็นที่จะต้องมีการปรับแต่งแต่อย่างใด

ข้อดีของระบบจุดระเบิดแบบซีดีไอ

1. ลดการบำรุงรักษาลง
2. ยืดอายุการใช้งานของหัวเทียน
3. ไม่ต้องมีชุดทองขาว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. สตาร์ทติดง่าย
5. กระแสไฟแรงเคลื่อนสูงที่เกิดขึ้นสูงกว่า
6. การจุดระเบิดล่วงหน้าใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และเป็นไปอย่างอัตโนมัติ
7. อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ถูกซีลไว้เพื่อป้องกันฝุ่น สิ่งสกปรก น้ำมันหรือความชื้น
8. ทำงานสม่ำเสมอตลอดอายุการใช้งาน
9. เครื่องยนต์เดินเรียบทั้งในขณะที่เครื่องยนต์เดินเบาและทำงานหนัก



รูป2.24 ระบบจุดระเบิดแบบซีดีไอ

วงจร CDI ประกอบด้วยส่วนสำคัญๆ 3 ส่วน คือ

1. แหล่งจ่ายไฟ ในที่นี้คือ แม็กนิโต ซึ่งประกอบด้วย

1.1 ชาร์จคอยล์ ทำหน้าที่สร้างกระแสไฟจำนวนหนึ่งเพื่อนำไปประจุให้กับตัวเก็บประจุ และจ่ายให้กับ A (Anode) ของ SCR

1.2 พัลเซอร์คอยล์ จะทำหน้าที่สร้างกระแสไฟจำนวนหนึ่งเช่นกันและจ่ายไปให้กับ G (Gate) เพื่อไปทริกให้ SCR นำกระแส

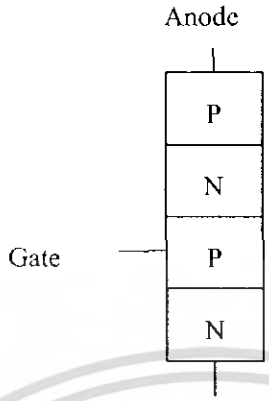
2. วงจรทริกเกอร์ วงจรนี้จะทำหน้าที่กำหนดเวลาที่จะทำให้ SCR นำกระแสได้ช้าหรือเร็วโดยจะทำงานร่วมกับแรงไฟที่ได้รับมาจากพัลเซอร์คอยล์

3. โหลด ในที่นี้ก็คือ ชุดคอยล์จุดระเบิด ส่วนประกอบชุดนี้มีหน้าที่สร้างไฟแรงพื่อจ่ายไปให้กับหัวเทียน

ไทริสเตอร์ คือ สารกึ่งตัวนำที่ทำหน้าที่คล้ายสวิตช์ เปิด ปิด ซึ่งประกอบด้วยสารกึ่งตัวนำชนิด P และ N มาต่อกัน 4 ชั้น และอาจจะมีขาต่อใช้งานแบบ 2 ขา , 3 ขา หรือ 4 ขา ก็ได้ และจะมีชื่อเรียกแตกต่างกันไป เช่น DIAC , TRIAC และ SCR

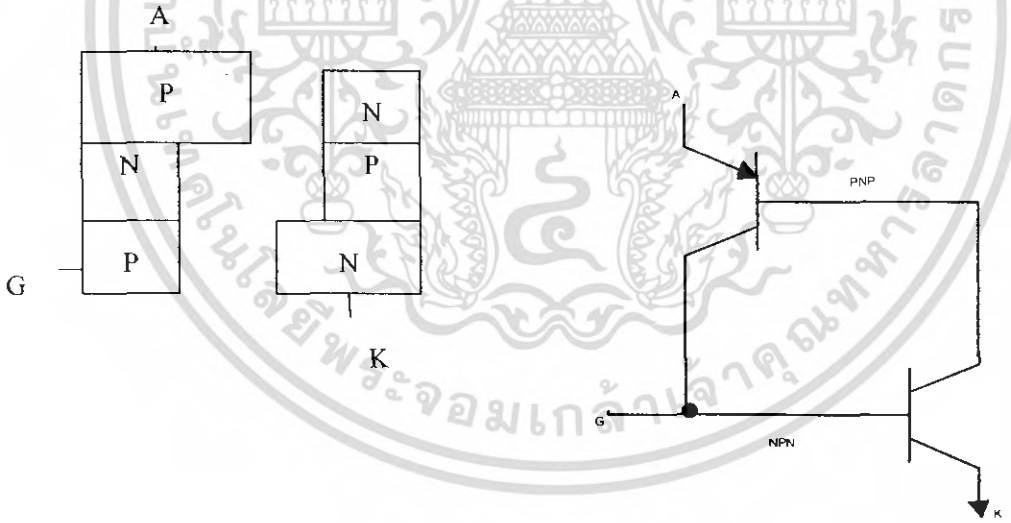
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับชุดควบคุมการจุดระเบิดแบบซีดีไอนี้จะใช้ SCR เป็นตัวควบคุมและ SCR นี้จะประกอบด้วยสารกึ่งตัวนำชนิด 4 ชั้น แต่จะมีขั้วต่อออกมาเพียง 3 ขา เท่านั้นดังรูป\



รูป2.25 ไทริสเตอร์

ถ้าพิจารณาโครงสร้างของ SCR ซึ่งประกอบด้วยวัตถุกึ่งตัวนำ P-N-P-N แล้ว เราสามารถเปรียบเทียบการทำงานให้ง่ายขึ้น ก็โดยการแยก SCR ออกเป็นสองส่วนซึ่งจะเห็นได้ว่าสามารถแยกเป็นทราสซิสเตอร์ได้ 2 ตัว คือ P-N-P และ N-P-N ดังรูป

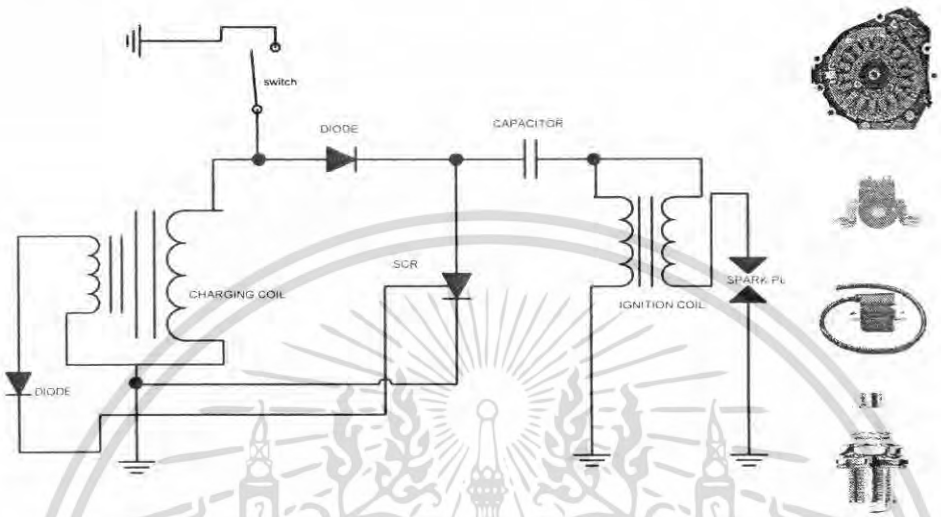


รูป2.26 โครงสร้างของ SCR

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 การทำงานของ SCR

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



รูป2.27 ส่วนประกอบและวงจรของระบบจุดระเบิดแบบซีดีไอ

แต่เราป้อนแรงไฟบวกให้กับ B (Base) ของ Q_2 หรือ G (Gate) จะทำให้ Q_2 ได้รับไบอัสถูกทาง Q_2 ก็จะนำกระแสได้ และที่ขา C ของ Q_2 ต่ออยู่กับ Base ของ Q_1 ดังนั้นเมื่อ Q_2 นำกระแสไฟก็จะทำให้ Base ของ Q_1 ได้รับไฟจำนวนหนึ่งด้วยเช่นกันจึงทำให้ Q_1 อยู่ในสภาพนำกระแสด้วยและขาของ C ของ Q_1 ต่อเข้ากับ Base อีกในลักษณะของการป้อนกลับทางบวก ฉะนั้นถ้าเราตัดแรงไฟที่ป้อนให้กับ G ออก SCR หรือ Q_1 และ Q_2 ก็ยังสามารถนำกระแสได้ตลอดไป

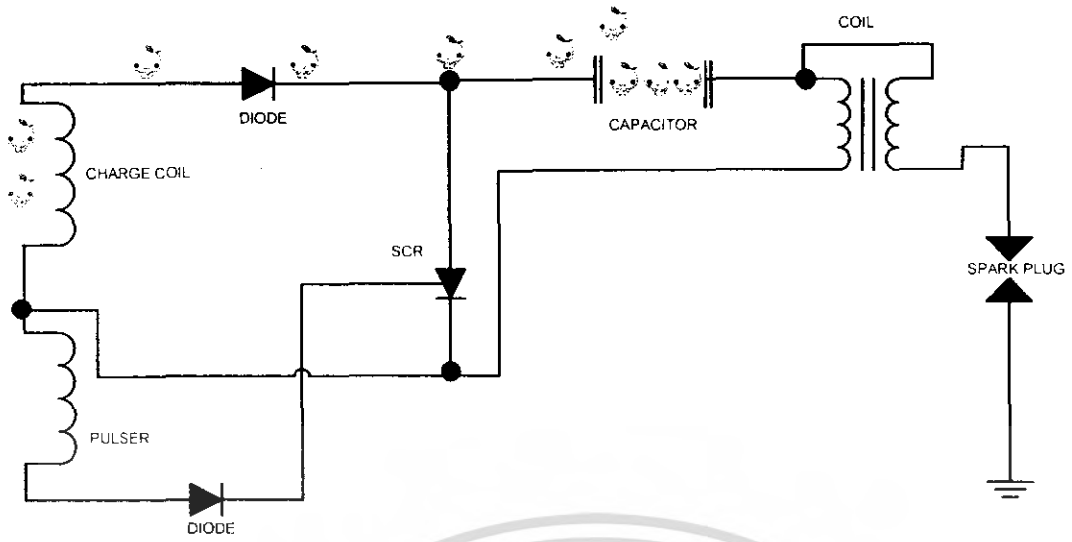
ส่วนประกอบและวงจรของระบบจุดระเบิดแบบซีดีไอ

1. ชาร์จคอยล์
2. ไดโอด
3. คอนเดนเซอร์
4. พัลเซอร์คอยล์
5. ไทริสเตอร์ หรือ เอสซีอาร์
6. คอยล์จุดระเบิด
7. หัวเทียน

ข้อสังเกตอักษรย่อของสายไฟ

B/R = ดำ/แดง B = ดำ W/R = ขาว/แดง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป2.28 หลักการทำงานของระบบจุดระเบิดแบบซีดีไอ

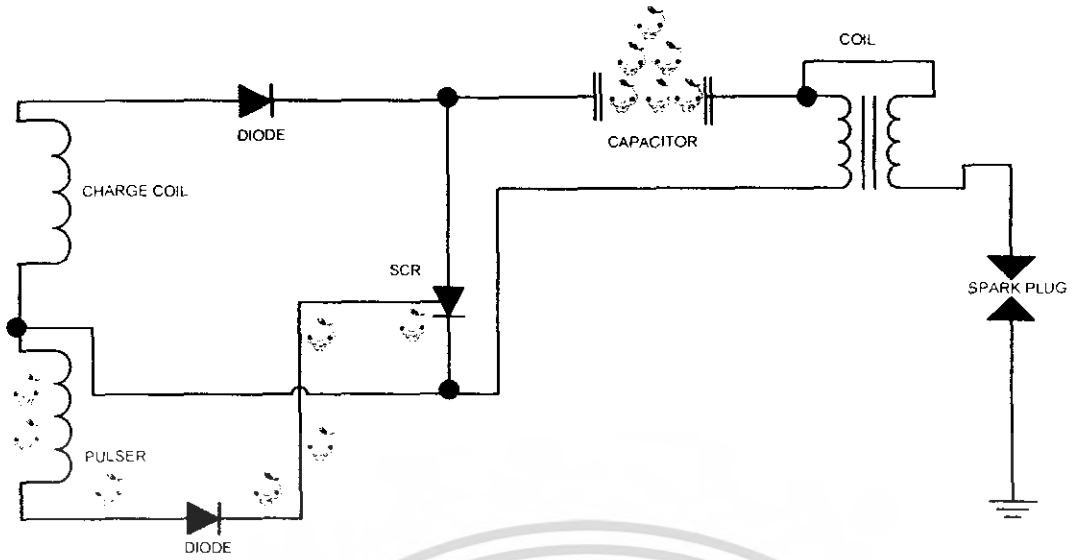
2.2.3 หลักการทำงานของระบบจุดระเบิดแบบ CDI

การทำงานของระบบจุดระเบิดแบบซีดีไอ ขณะที่ชุดแม่เหล็กถาวรหรือชุดแม่เหล็กจานไฟหมุนตัดกับชาร์จคอยล์

1. ชาร์จคอยล์
2. ไดโอด
3. คอนเดนเซอร์
4. พัลเซอร์คอยล์
5. ไทริสเตอร์หรือเอสซีอาร์
6. คอยล์จุดระเบิด
7. หัวเทียน

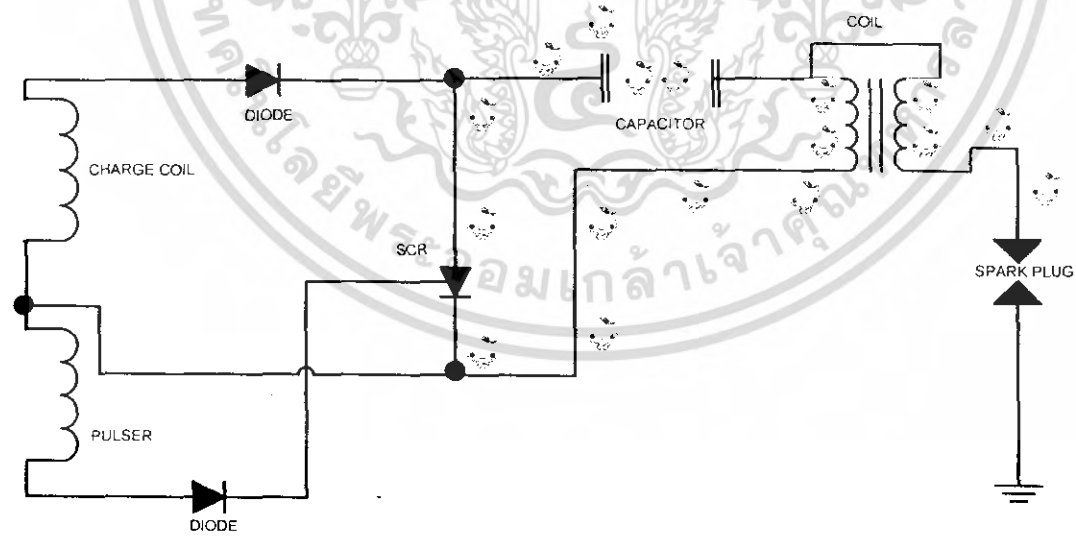
เมื่อสตาร์ทเครื่องยนต์ล้อช่วยแรงจะเคลื่อนที่นำเอาชุดแม่เหล็กถาวรหรือชุดแม่เหล็กจานไฟ ไปตัดกับชาร์จคอยล์ทำให้เกิดการเหนี่ยวนำและเกิดกระแสไฟฟ้าไหล กระแสไฟดังกล่าวจะอยู่ในรูปของกระแสสลับต่อจากนั้น ไดโอดจะทำหน้าที่เรียงกระแสให้เป็นกระแสตรง แล้วส่งไปประจุไว้ในคอนเดนเซอร์ กระแสที่ถูกประจุไว้จะไม่สามารถที่จะเดินทางต่อไปยังคอยล์จุดระเบิดได้เนื่องจากถูกปิดกั้นไว้โดยไทริสเตอร์หรือเอสซีอาร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป2.29 หลักการทำงานของระบบจุดระเบิดแบบซีดีไอ

การทำงานของระบบจุดระเบิดแบบซีดีไอ ขณะที่ชุดแม่เหล็กถาวรหรือชุดแม่เหล็กจานไฟหมุน ตัดกับพัลเซอร์คอยล์ เมื่อล้อแม่เหล็กเคลื่อนที่ต่อไปอีก ก็จะนำเอาชุดแม่เหล็กถาวรหรือชุดจานไฟไปตัดกับพัลเซอร์คอยล์ ทำให้เกิดการเหนี่ยวนำและเกิดกระแสไหลขึ้น กระแสไฟที่เกิดขึ้นจะเป็นสัญญาณส่งไปที่ไทริสเตอร์หรือเอสซีอาร์ เพื่อทำให้วงจรระหว่างคอนเดนเซอร์และคอยล์จุดระเบิดต่อถึงกัน



รูป2.30 หลักการทำงานของระบบจุดระเบิดแบบซีดีไอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

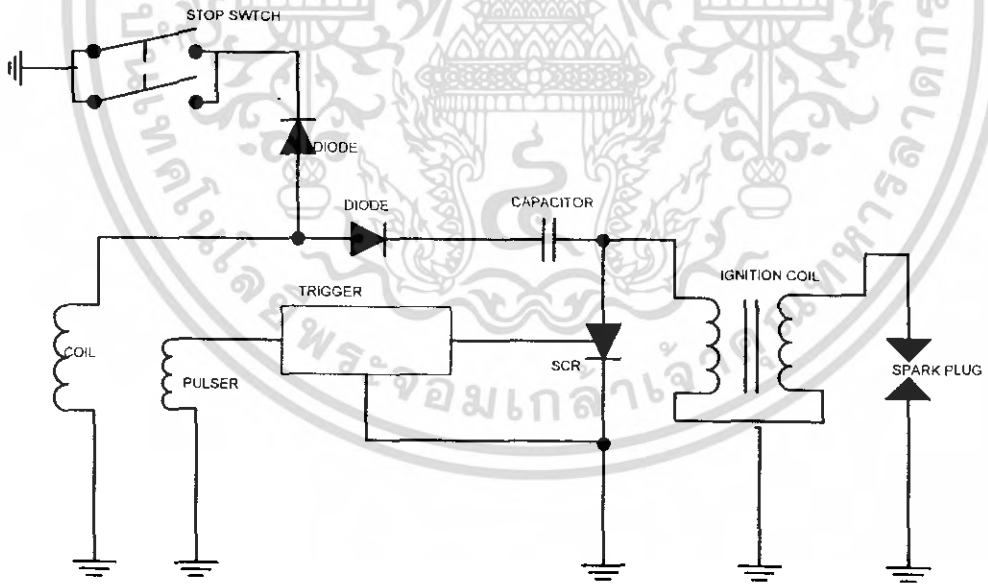
การทำงานของระบบจุดระเบิดซีดีไอขณะที่ไทริสเตอร์หรือเอสซีอาร์ รับสัญญาณจากพัลเซอร์คอยล์และเปิดวงจรให้กระแสไฟที่ประจุอยู่ภายในคอนเดนเซอร์ส่งไปยังคอยล์จุดระเบิดและทำให้เกิดไฟแรงเคลื่อนสูงขึ้นในที่สุด

ต่อจากนั้นคอนเดนเซอร์จะจ่ายประจุที่รับไว้ไปยังคอยล์จุดระเบิดทำให้เกิดสนามแม่เหล็กบานตัวขึ้นในวงจรไพรมารี่ของคอยล์จุดระเบิดและตัดกับขดลวดวงจรเซกันดารี่เป็นผลให้เกิดไฟแรงสูงขึ้นและส่งไปยังหัวเทียนเพื่อจุดระเบิดในที่สุด

เพื่อให้เข้าใจระบบซีดีไอได้ลึกซึ้งยิ่งขึ้น จึงควรศึกษาจากระบบของหลายๆบริษัท เช่น ฮอนด้า และการทำงานจริงๆนั้น ระบบจุดระเบิดจำเป็นต้องมีอุปกรณ์เร่งไฟด้วย โดยทั่วไประบบซีดีไอ ปัจจุบันนี้ใช้เป็นระบบจุดระเบิดหลักสำหรับจักรยานยนต์ รุ่นที่ใช้เครื่องยนต์ขนาดเล็ก

2.2.4 ระบบจุดระเบิดซีดีไอใช้กระแสสลับ

หลักการทำงานเบื้องต้น ขณะที่โรเตอร์ของอัลเทอร์เนเตอร์หมุนจะเกิดการเหนี่ยวนำกระแสขึ้น ในชุดขดลวดกระตุ้นของอัลเทอร์เนเตอร์ กระแสสลับที่เกิดขึ้นจะมีแรงเคลื่อน 100 - 400 โวลต์ ถูกส่งเข้าไปยังชุดซีดีไอ กระแสสลับนี้ได้รับการเรียงกระแสโดยไดโอด ด้วยการเรียงแบบครึ่งคลื่นและถูกประจุไว้ในคอนเดนเซอร์ในชุดซีดีไอ



รูป2.31 ระบบจุดระเบิดซีดีไอใช้กระแสสลับ

เมื่อเปิดสวิทช์กุญแจ กระแสที่เหนี่ยวนำในชุดขดลวดกระตุ้นก็จะไหลลงดิน จึงเป็นการดับเครื่องยนต์ คอนเดนเซอร์จะยังไม่ต่อประจุจนกระทั่ง SCR ต่อวงจร

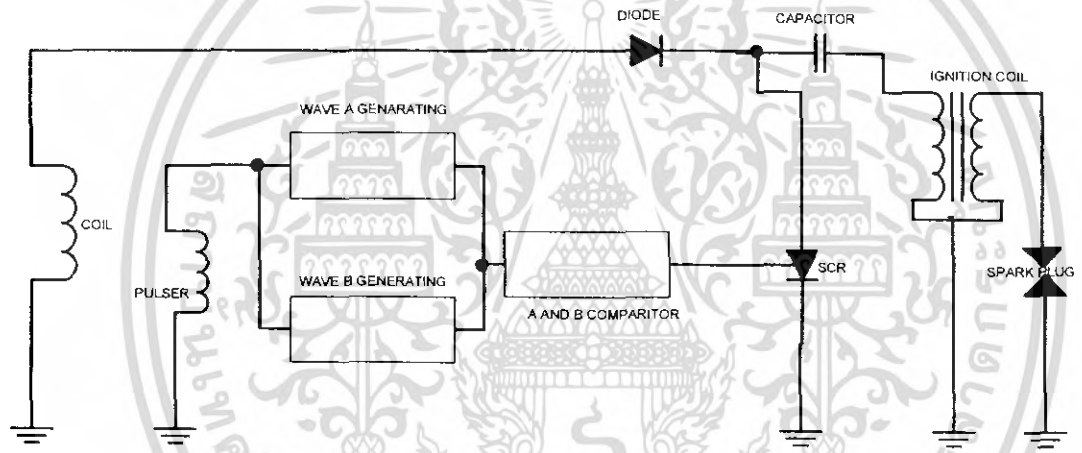
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อSCRต่อวงจร คอนเดนเซอร์จะจ่ายประจุกระแสไปยังขดลวดไพรมารี่ ทำให้เกิดไฟแรงเคลื่อนสูงในชุดขดลวดเซกันดารี่ เกิดประกายไฟกระโดดข้ามเขี้ยวหัวเทียน

หลักการทำงานของอุปกรณ์เร่งไฟหน้าที่อีกประการหนึ่งของระบบจุดระเบิดให้แก่ขึ้นหรืออ่อนลง เนื่องจากระบบนี้ไม่มีอุปกรณ์เร่งไฟทางกลใก อุปกรณ์การเร่งไฟจึงไม่มีการสึกหรอเป็นการลดงานการปรับแต่งและบำรุงรักษาลงโดยสิ้นเชิง

2.2.5 หลักการทำงานเบื้องต้นของการเร่งไฟให้แก่ขึ้นหรืออ่อนลง ใช้หลักการเดียวกัน

วงจรกำหนดจังหวะจุดระเบิดประกอบด้วยวงจรผลิตคลื่น A และวงจรผลิตคลื่น B ซึ่งทำหน้าที่เปลี่ยนสัญญาณจากเครื่องกำเนิดสัญญาณ มาเป็นรูปคลื่น A และ B แล้วส่งไปยังวงจรเลือกจังหวะจุดระเบิด และวงจรผลิตคลื่น B ซึ่งทำหน้าที่เปลี่ยนสัญญาจากเครื่องกำเนิดสัญญาณมาเป็นรูปคลื่น A และ B แล้วส่งไปยังวงจรเลือกจังหวะจุดระเบิด



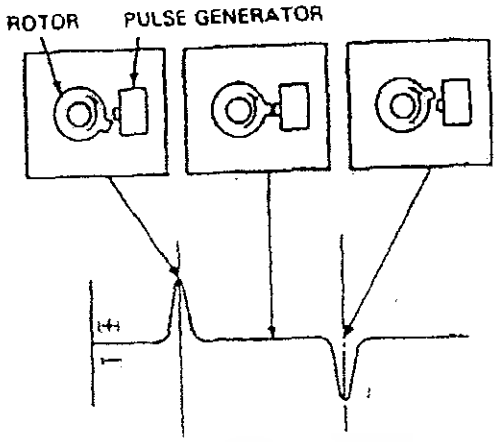
รูป2.32 หลักการเบื้องต้นของการเร่งไฟให้แก่ขึ้นหรืออ่อนลง

เครื่องกำเนิดสัญญาณ จะผลิตสัญญาณแรงเคลื่อนบวกและลบ เมื่อโรเตอร์หมุนตัดผ่านเครื่องกำเนิดสัญญาณ

สัญญาณจากเครื่องกำเนิดสัญญาณจะถูกเปลี่ยนให้เป็นรูปคลื่น A และรูปคลื่น B

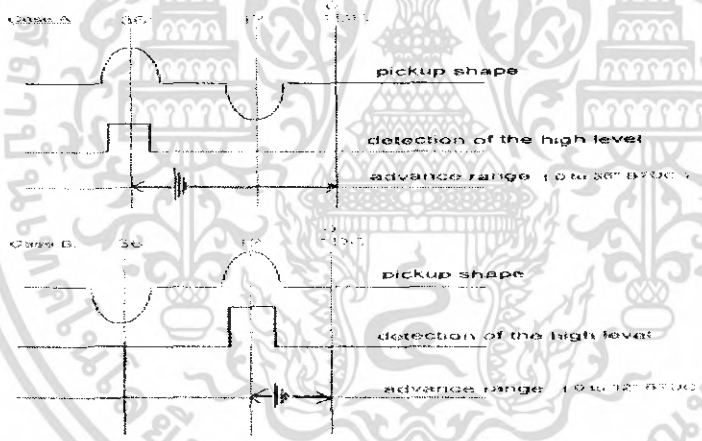
รูปคลื่น A จะคงที่ ไม่เปลี่ยนแปลงไปตามความเร็วของเครื่องยนต์ รูปคลื่น B จะเปลี่ยนแปลงความเอียงหรือความลาดชันไปตามความเร็วของเครื่องยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป2.33 วงจรเลือกจังหวะการระเบิด

วงจรเลือกจังหวะการระเบิดจะส่งกระแสไปยัง Gate ของ SCR เมื่อสัญญาณแรงเคลื่อนลบจากเครื่องกำเนิดสัญญาณถูกส่งเข้ายังวงจรเลือกจังหวะระเบิด หรือเมื่อยอดคลื่น A สูงกว่ายอดคลื่น B กระแสที่ไปยัง Gate ของ SCR จะต่อวงจร SCR ทำให้เกดประกายไฟกระโดดข้ามเขี้ยวหัวเทียน

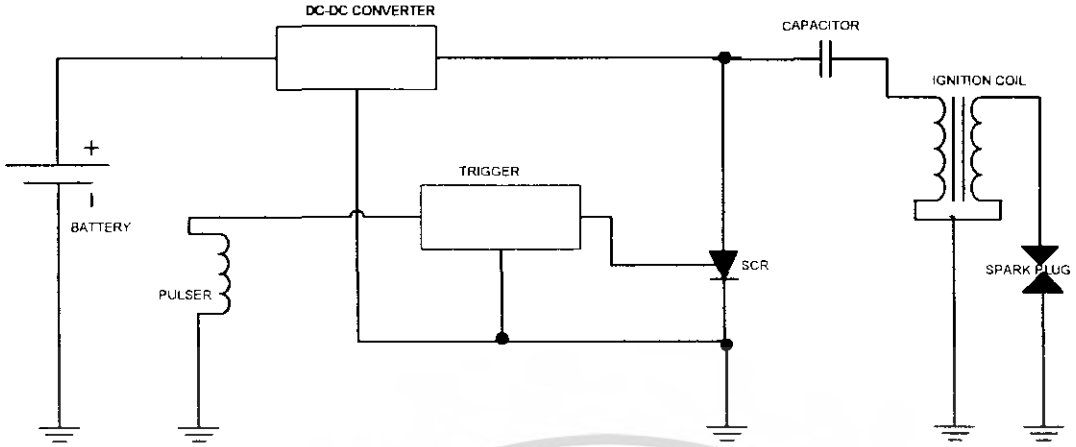


รูป2.34 จังหวะการระเบิด

ขณะที่เครื่องยนต์มีความเร็วสูงขึ้น รูปคลื่น A ยังคงที่ แต่รูปคลื่น B จะเปลี่ยนแปลงไปเมื่อยอดคลื่น B ต่ำกว่ายอดคลื่น A จังหวะจุดระเบิดหรือไฟจะแก่ขึ้นเรื่อย การเร่งไฟจะสิ้นสุดลงที่ความเร็ว N4 เพราะที่ความเร็วนี้รูปคลื่น A จะไม่ลาดชันที่ความเร็ว N1 ยอดคลื่น B จะสูงกว่ายอดคลื่น A ดังนั้นตำแหน่งหรือจังหวะการจุดระเบิดจะถูกกำหนดโดยสัญญาณแรงคลื่นลบจากเครื่องกำเนิดสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.6 ระบบจุดระเบิดซีดีไอใช้กระแสตรง



รูป2.35 ระบบจุดระเบิดซีดีไอ ใช้กระแสตรง

หลักการทำงานเบื้องต้น ของระบบจุดระเบิดซีดีไอใช้กระแสตรงคล้ายๆกับระบบจุดระเบิตซีดีไอใช้กระแสสลับ แตกต่างกันเฉพาะแหล่งหรือต้นกำเนิดการผลิตกระแสไฟแรงเคลื่อนต่ำ เพราะแบบนี้ใช้แบตเตอรี่เป็นแหล่งกำเนิด

ระบบจุดระเบิดซีดีไอใช้กระแสตรง จะมีอุปกรณ์เพิ่มแรงเคลื่อนไฟฟ้า (DC – DC Converter) โดยทำหน้าที่เพิ่มกระแสตรงจากแบตเตอรี่ให้เป็นกระแสตรงที่มีแรงเคลื่อนสูงประมาณ 220 โวลต์ จากนั้นจะเก็บประจุไว้ในคอนเดนเซอร์ เมื่อเปรียบเทียบกับแบบใช้กระแสสลับ ที่มีชุดขดลวดกระตุ้นเป็นแหล่งกำเนิด ระบบจุดระเบิดซีดีไอใช้กระแสตรง จะให้ประกายไฟที่หัวเทียนเมื่อความเร็วรอบเครื่องยนต์ต่ำ ได้รุนแรงกว่า

2.3 คาร์บูเรเตอร์

องค์ประกอบที่สำคัญที่จะทำให้เครื่องยนต์ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพนั้น ประกอบด้วยองค์ประกอบ 3 ประการคือ

1. ระบบน้ำมันเชื้อเพลิง
2. ระบบจุดระเบิด
3. กำลังอัด

คาร์บูเรเตอร์เป็นอุปกรณ์หรือส่วนประกอบที่สำคัญมากของระบบน้ำมันเชื้อเพลิง จึงเปรียบเสมือนหัวใจของระบบ ทำให้น้ำมันเชื่อเพลิงเป็นละอองละเอียด กระจายคลุกเคล้ากับอากาศได้อย่างทั่วถึง ด้วยอัตราส่วนผสมโดยน้ำหนักที่เหมาะสมกับสภาพการทำงานต่างๆของเครื่องยนต์ กล่าวคือทั้งอุณหภูมิ ความเร็วและภาระของเครื่องยนต์ เครื่องยนต์ได้รับส่วนผสมที่เหมาะสมก็จะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลายเป็นไอจึงเป็นการง่ายต่อการเผาไหม้ ดังนั้นอาจกล่าวได้โดยง่ายว่า คาร์บูเรเตอร์คือตัวฉีดน้ำมันนั่นเอง

2.3.1 หน้าที่หลักของคาร์บูเรเตอร์

หน้าที่หลักของคาร์บูเรเตอร์มีอยู่ 3 ประการ คือ

1. ทำให้น้ำมันเชื้อเพลิงเป็นละอองละเอียด ทำให้น้ำมันเบนซินเป็นละออง การคลุกเคล้ากับอากาศจึงเป็นไปได้อย่างสมบูรณ์

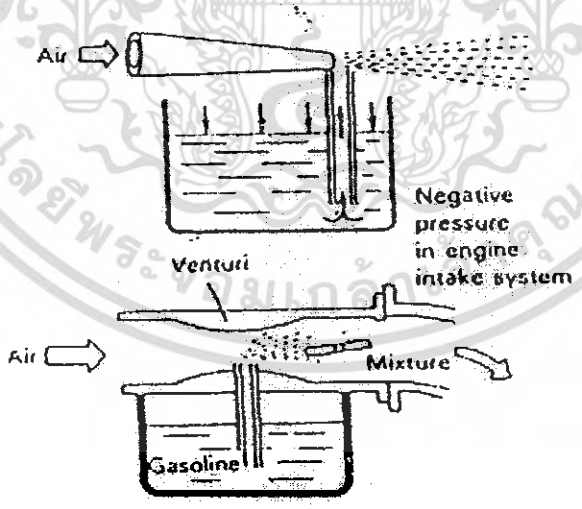
2. ควบคุมอัตราส่วนผสม ควบคุมอัตราส่วนผสมให้เหมาะกับสภาพการทำงานต่างๆของเครื่องยนต์

3. ควบคุมกำลังงานของเครื่องยนต์ ควบคุมการจ่ายส่วนผสมให้แก่เครื่องยนต์เพื่อควบคุมกำลังงานของเครื่องยนต์ ซึ่งได้แก่ รอบเครื่องยนต์และแรงบิด

หน้าที่หลัก 3 ประการดังกล่าว จะกระทำโดยอัตโนมัติด้วยคาร์บูเรเตอร์ โดยลิ้นเร่ง และแรงดูดหรือสุญญากาศในระบบประจุอากาศ

2.3.2 หลักการทำงานเบื้องต้นของคาร์บูเรเตอร์

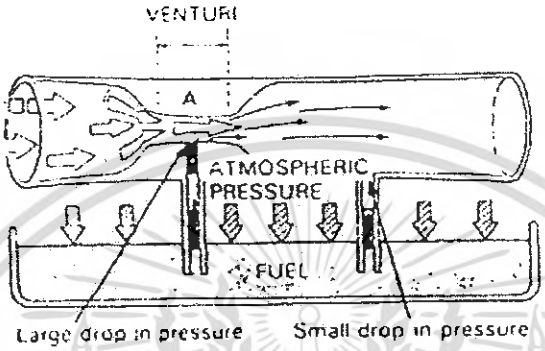
คาร์บูเรเตอร์อาศัยหลักการทำงานเบื้องต้นของกระบอกฉีด ซึ่งใช้กับกระบอกฉีดน้ำ เมื่ออากาศจากกระบอกไหลผ่านรูฉีดด้วยความเร็วสูง แรงดันบริเวณปลายรูฉีดจึงลดลงมากหรือเป็นสุญญากาศ พื้นผิวของน้ำมันมีแรงดันบรรยากาศกดอยู่ น้ำมันจึงถูกดูดขึ้นแล้วฉีดเป็นฝอยละอองละเอียดด้วยกระแสอากาศ



รูป2.36 หลักการทำงานเบื้องต้นของคาร์บูเรเตอร์

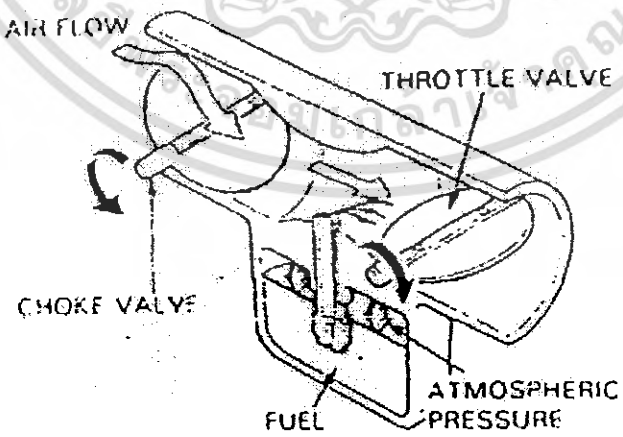
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในทำนองเดียวกันสำหรับคาร์บูเรเตอร์ เมื่อลูกสูบเลื่อนลงในจังหวะดูด ปริมาตรบนหัวลูกสูบจึงเพิ่มขึ้นเป็นเหตุให้เกิดสุญญากาศและแรงดูด ดูดอากาศเข้ามาแทนที่ อากาศจึงไหลจากไส้กรองอากาศผ่านท่อรับอากาศของคาร์บูเรเตอร์ เข้าสู่กระบอกสูบ ขณะที่อากาศไหลผ่านท่อรับอากาศเมื่อผ่านส่วนที่เป็นคอคอด ความเร็วจึงเพิ่มขึ้นและแรงดันลดลง พื้นผิวของน้ำมันเชื้อเพลิงมีแรงดันบรรยากาศกดอยู่น้ำมันจึงถูกดูดขึ้น แล้วฉีดเป็นฝอยละอองละเอียดเข้าสู่กระบอกสูบด้วยกระแสอากาศ



รูป2.37 แสดงการไหลของอากาศผ่านคาร์บูเรเตอร์

นอกจากนั้นคาร์บูเรเตอร์ยังกลไกสำหรับควบคุมปริมาณส่วนผสมของอากาศกับน้ำมันเชื้อเพลิง กลไกนี้คือ ลิ้นเร่ง ในขณะสตาร์ทเครื่องยนต์ที่ต้องการส่วนผสมที่หนามาก จึงมีกลไกปรับการไหลของอากาศ กลไกนี้คือ ลิ้นโช้ค



รูป2.38 แสดงกลไกสำหรับควบคุมปริมาณส่วนผสมอากาศกับน้ำมันเชื้อเพลิง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3 การเผาไหม้และการระเบิด

การเผาไหม้ใดๆก็ตาม ต้องประกอบด้วย 3 ประการ คือ

1. อุณหภูมิ
2. อากาศ
3. เชื้อเพลิง

น้ำมันเบนซินจะเผาไหม้ได้โดยง่าย ถ้าเป็นไอเสียก่อน ก่อนมีเปลวไฟมาจุด ซึ่งการเผาไหม้ตามปกติจะไม่มีการระเบิด

การระเบิดที่จะเกิดขึ้น เมื่อมีการเผาไหม้ในภาชนะปิด การระเบิดจะยิ่งรุนแรงและแรงดันสูงมาก ถ้าส่วนผสมอากาศกับน้ำมันเชื้อเพลิงมีอัตราผสมที่เหมาะสม แล้วถูกอัดให้มีอุณหภูมิสูงขึ้นในภาชนะปิด ส่วนผสมจะกลายเป็นไอ เมื่อมีประกายไฟมาจุดการเผาไหม้จะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว การระเบิดจะรุนแรง เป็นการเผาไหม้ภายในกระบอกสูบของเครื่องยนต์

2.3.4 อัตราส่วนผสมและกำลังของเครื่องยนต์

- **อัตราส่วนผสม**

อัตราส่วนผสมของอากาศและน้ำมันเชื้อเพลิงเรียกว่า "อัตราส่วนผสมอากาศต่อน้ำมันเชื้อเพลิง" อัตราส่วนผสมนี้เป็นอัตราส่วนผสมโดยน้ำหนัก เช่น อัตราส่วนผสม 14.7 : 1 หมายความว่าอากาศหนัก 14.7 กรัม ผสมกับน้ำมันเบนซินหนัก 1 กรัม

$$\text{Mixtureratio} = \frac{\text{Intake Air Flow(g)}}{\text{Fuel Consumption(g)}}$$

เพื่อให้น้ำมันเบนซินลุกไหม้อย่างรวดเร็ว จะต้องผสมกับอากาศด้วยอัตราส่วนที่เหมาะสม ถ้าอากาศหรือน้ำมันเบนซินมากเกินไป การลุกไหม้ก็จะเป็นไปอย่างช้าๆ หรืออาจไม่เกิดขึ้นเลยก็ได้

ช่วงที่อัตราส่วนผสมของอากาศกับน้ำมันเบนซิน สามารถเกิดการเผาไหม้ได้ เรียกว่า "ช่วงเกิดการเผาไหม้" และจุดหัวท้ายของช่วงเรียกว่า "จุดจำกัดการเผาไหม้"

ในทางปฏิบัติหรือตามความเป็นจริงแล้ว เครื่องยนต์จะเผาไหม้โดยการอัดส่วนผสมในห้องเผาไหม้และมีประกายไฟมาจุด เพื่อให้เกิดการเผาไหม้ การเผาไหม้ส่วนผสมภายใต้สภาพดังกล่าวแล้ว **ช่วงเกิดการเผาไหม้ของส่วนผสมซึ่งคาร์บูเรเตอร์จ่ายให้แก่เครื่องยนต์อย่างแท้จริงจึงเรียกว่า "ช่วงเกิดการเผาไหม้ทางปฏิบัติ"**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **อัตราส่วนผสมทางเคมีที่ทำให้เกิดการเผาไหม้อย่างสมบูรณ์**

การเผาไหม้อย่างสมบูรณ์ของเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันเบนซิน จะได้แก๊สไอเสียส่วนใหญ่ออกมาเป็น คาร์บอนไดออกไซด์ และน้ำ อัตราส่วนผสมทางทฤษฎีที่ทำให้เกิดการเผาไหม้อย่างสมบูรณ์ดังกล่าวแล้ว ก็คือ อัตราส่วนผสมโดยน้ำหนักของอากาศกับน้ำมันเชื้อเพลิง 14.7 : 1 อัตราส่วนผสมนี้มีชื่อเรียกเฉพาะว่า "อัตราส่วนผสมทางเคมีทำให้เกิดการเผาไหม้อย่างสมบูรณ์"

อัตราส่วนผสม 14.7 : 1 ดังกล่าวเป็นการวิเคราะห์จากแก๊สไอเสีย ซึ่งถือว่าเป็นทางทฤษฎี แต่ในทางปฏิบัติ อัตราส่วนผสมที่ใช้จะแปรเปลี่ยนไปตามสภาพการทำงานต่างๆของเครื่องยนต์

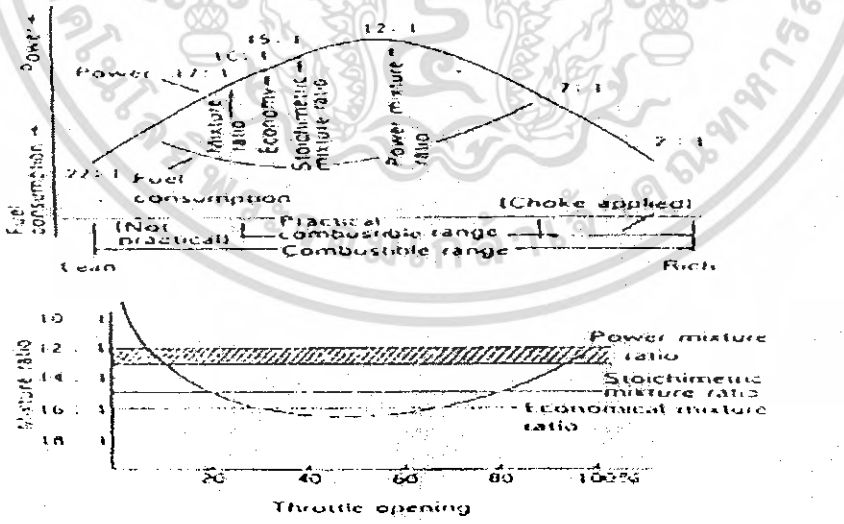
- **อัตราส่วนผสมที่ให้กำลังงานสูงสุด**

จากการทดสอบที่อัตราส่วนผสมต่างๆอัตราส่วนผสมที่ให้กำลังงานของเครื่องยนต์สูงสุด คือ อัตราส่วนผสมโดยน้ำหนักของอากาศต่อน้ำมันเชื้อเพลิง 12 : 1 – 13 : 1 อัตราส่วนผสมนี้มีชื่อเรียกเฉพาะว่า "อัตราส่วนผสมที่ให้กำลังงานสูงสุด"

- **อัตราส่วนผสมที่ประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิงที่สุด**

เมื่ออัตราส่วนผสมประมาณ 16 : 1 การสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงจะต่ำที่สุด อัตราส่วนผสมนี้มีชื่อเรียกเฉพาะว่า "อัตราส่วนผสมที่ประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิงสูงสุด"

การปรับคาร์บูเรเตอร์ ต้องยึดอัตราส่วนผสมดังกล่าวเป็นหลัก นั่นคืออัตราส่วนผสมที่ทำให้เกิดการเผาไหม้อย่างสมบูรณ์ ให้กำลังงานสูงสุดและประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิงที่สุด



รูป2.39 แสดงอัตราส่วนผสมทางเคมีที่ทำให้เกิดการเผาไหม้ในลักษณะต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.5 คาร์บูเรเตอร์ที่ใช้กับรถจักรยานยนต์ สามารถแบ่งตาลักษณะโครงสร้างทั่วไปได้ 2 แบบใหญ่ คือ

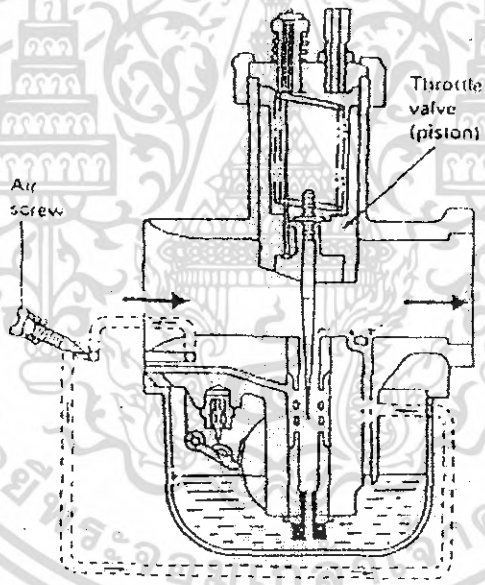
1. คาร์บูเรเตอร์แบบวีเอ็ม
2. คาร์บูเรเตอร์แบบเอสยู

ซึ่งคาร์บูเรเตอร์ที่เราใช้เป็นคาร์บูเรเดอร์แบบวีเอ็มเพราะนั้นเราจะพูดถึงแต่ส่วนประกอบและหลักการทำงานของคาร์บูเรเตอร์แบบวีเอ็มเท่านั้น

โครงสร้างของคาร์บูเรเตอร์แบบวีเอ็ม

คาร์บูเรเตอร์เป็นอุปกรณ์ที่ประกอบด้วยชิ้นส่วนเล็กๆที่ทำอย่างประณีตเป็นจำนวนมากมายหลายชิ้นและทำหน้าที่ต่างๆกัน แต่สำหรับคาร์บูเรเตอร์ที่ใช้กับรถจักรยานยนต์สามารถแบ่งออกเป็นส่วนประกอบใหญ่ๆได้ดังนี้

1. *ห้องลูกลอย*
2. ห้องผสม
3. *ส่วนประกอบอื่นๆ เช่น สตาร์ทเตอร์และอื่นๆ*



รูป2.40 คาร์บูเรเตอร์แบบวีเอ็ม

ห้องลูกลอย

น้ำมันเชื้อเพลิงแก๊สโซลีนที่ไหลจะผ่านก๊อกและท่อทางมายังห้องลูกลอยของคาร์บูเรเตอร์ ซึ่งห้องลูกลอยนี้จะทำหน้าที่สำรองน้ำมันเพื่อจ่ายให้กับวงจรต่างๆในคาร์บูเรเตอร์ และรักษาระดับน้ำมันในห้องลูกลอยให้คงที่อยู่เสมอ ห้องลูกลอยแบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ห้องลูกลอยแบบปริมาตรไม่คงที่
2. ห้องลูกลอยแบบปริมาตรคงที่

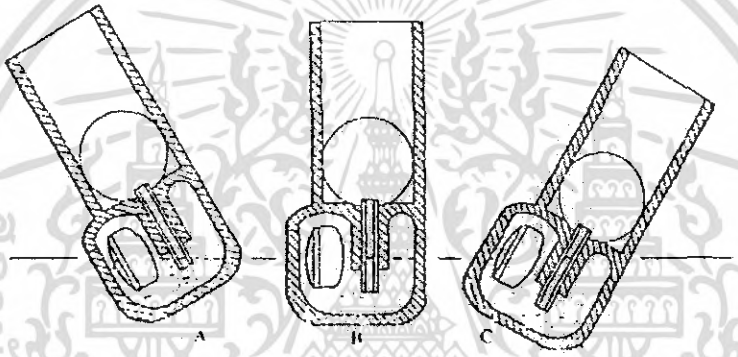
- **ห้องลูกลอยแบบปริมาตรไม่คงที่**

ติดตั้งตำแหน่งใดตำแหน่งหนึ่งของคาร์บูเรเตอร์ มีลักษณะของลูกลอยเป็นตัวเดียว

A. รถเอียงไปด้านที่ลูกลอยติดตั้งอยู่ เข็มจะปิดน้ำมันเร็ว ระดับน้ำมันในห้องลูกลอยจะต่ำกว่าปกติ

B. รถอยู่ในตำแหน่งตรง ระดับน้ำมันภายในห้องลูกลอยจะถูกต้อง

C. รถเอียงไปด้านตรงข้ามที่ลูกลอยติดตั้งอยู่ เข็มจะปิดน้ำมันช้าระดับน้ำมันภายในห้องลูกลอยจะสูงกว่าปกติ



รูป2.41 แสดงลักษณะของห้องลูกลอยแบบปริมาตรไม่คงที่

ขณะขับขี่รถจักรยานยนต์บนทางโค้งของถนน ระดับน้ำมันของห้องลูกลอยจะไม่คงที่ ซึ่งมีผลทำให้ส่วนผสมของน้ำมันเชื้อเพลิงหนาหรือบางตามความโค้งของถนน

แต่ถ้าเรานำไปใช้ในรถยนต์ จะมีผลน้อยมากเพราะรถยนต์มาสามารถเอียงเข้าโค้งได้เหมือนกับจักรยานยนต์ซึ่งในตัวห้องลูกลอยมีส่วนประกอบที่สำคัญดังนี้

1. เสื้อห้องลูกลอย

น้ำมันเชื้อเพลิงที่ไหลจากถัง จะเข้ามาเก็บยังเสื้อห้องลูกลอยเป็นการชั่วคราว ก่อนที่จะจ่ายให้แก่เครื่องยนต์ ในเสื้อห้องลูกลอยจะมีท่อลิ้น เพื่อระบายน้ำมันออกเมื่อเกินกว่าระดับ และนมหนูสตาร์ท นอกจากนั้นคาร์บูเรเตอร์บางแบบจะมีนมหนูน้ำมันหรือนมหนูความเร็วรอบสูงอยู่ในห้องลูกลอยด้วย เพื่อความสะดวกในการบริการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ลูกลอย

ลูกลอยทำหน้าที่เปิดและปิดชุดนมหนูลูกลอยโดยลอยขึ้นลงตามระดับน้ำมันเชื้อเพลิงในห้องลูกลอย นั่นคือเมื่อระดับน้ำมันไหลเข้า เมื่อระดับน้ำมันสูงสุดลูกลอยก็จะดันเข็มนมหนูให้ปิดรูน้ำมันน้ำมันก็จะหยุดไหลเข้าสู่ห้องลูกลอย และจะเริ่มเปิดอีกเมื่อระดับน้ำมันต่ำลง

ลูกลอยจะทำด้วยโลหะแผ่นหรือพลาสติกแผ่นขึ้นรูปกลวง ลูกลอยมีอยู่ 2 แบบ คือ แบบรวมและแบบแยก ตามลักษณะของห้องเสื้อลูกลอย กล่าวคือถ้าห้องเสื้อลูกลอยมีห้องเดียว ลูกลอยก็จะเป็นแบบรวม (ทำงานด้วยระดับน้ำมันเดียวกัน) แต่ถ้าเสื้อห้องลูกลอยแบ่งออกเป็น 2 ห้อง ลูกลอยก็จะเป็นแบบแยก (ทำงานด้วยระดับน้ำมันแต่ละห้องไม่ขึ้นแก่กัน)

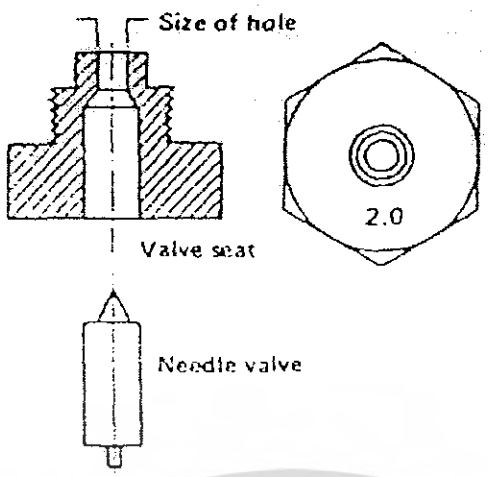
รูป2.42 แสดงลูกลอย

3. ชุดนมหนูลูกลอย

ชุดนมหนูลูกลอยทำหน้าที่ควบคุมการไหลของน้ำมันเชื้อเพลิง จากถังเข้าสู่ห้องลูกลอย ประกอบด้วย เบาะนมหนูและเข็มนมหนู ซึ่งประกอบด้วยกันเป็นชุดๆโดยเฉพาะ โดยมีหน้าสัมผัสที่แนบสนิท ผลิตด้วยกรรมวิธีการผลิตที่มีความละเอียดสูงมาก ดังนั้นเมื่อมีการถอดประกอบจึงต้องใช้ความระมัดระวังเป็นพิเศษ

ขนาดของนมหนูลูกลอย จะมีตัวเลขกำหนดไว้ เช่น 1.5 หรือ 2.0 และอื่นๆ ซึ่งหมายถึงขนาดของเบาะนมหนู ขนาดของเบาะนมหนูจะเป็นผลโดยตรงต่ออัตราการไหลของน้ำมันเชื้อเพลิงเข้าสู่ห้องลูกลอย ตัวเลขยิ่งมากอัตราการไหลยิ่งสูง

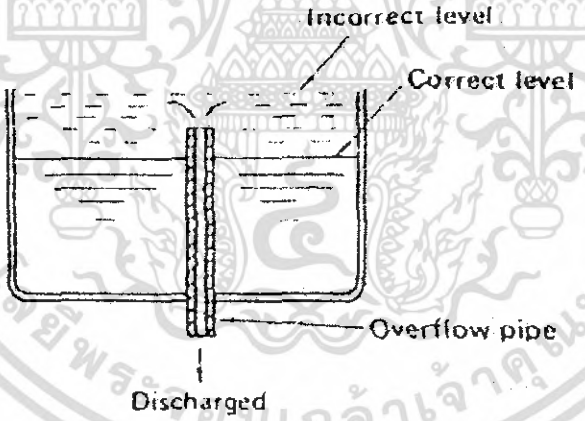
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป2.43 แสดงชุดนมหนูลูกลอย

4. ท่อล้น

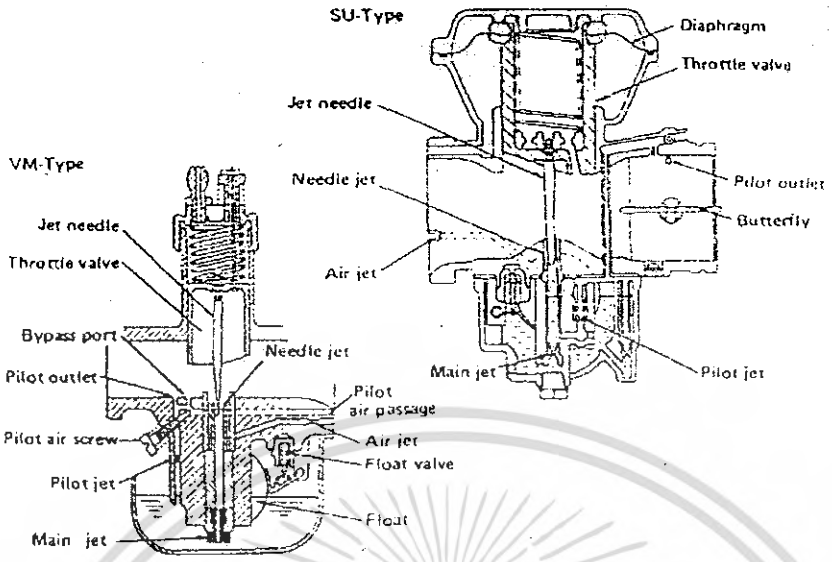
ถ้าหากชุดนมหนูลูกลอยเกิดการขัดข้องหรือถ้าเครื่องยนต์เกิดเร่งผิดปกติ แสดงว่าระดับน้ำมันเชื้อเพลิงในห้องลูกลอยสูงขึ้นเกินความจำเป็น ท่อล้นจะทำหน้าที่ระบายน้ำมันส่วนเกินออกจากห้องลูกลอย ดังนั้นท่อล้นจึงเป็นอุปกรณ์ที่เกี่ยวกับความปลอดภัยชนิดหนึ่งนั่นเอง



รูป2.44 ท่อล้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องผสม



รูป2.45 ห้องผสม

ห้องผสมทำหน้าที่ทั้งผสมและควบคุมอัตราส่วนผสมของอากาศกับน้ำมันเชื้อเพลิงให้อัตราส่วนผสมเหมาะสมกับสภาพทำงานของเครื่องยนต์ เป็นการทำงานร่วมกันของวงจรอากาศ

วงจรน้ำมันเชื้อเพลิงและวงจรผสม ประกอบด้วยชิ้นส่วนมากมายหลายชิ้น โดยมีชิ้นส่วนที่สำคัญดังนี้

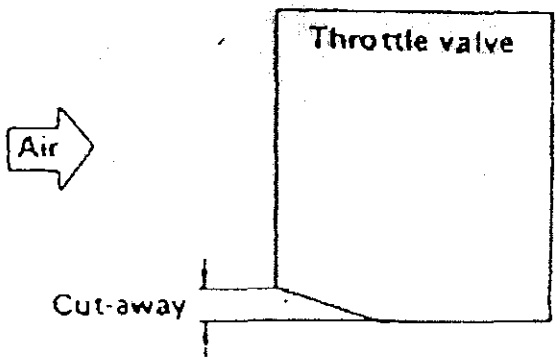
1. เสื้อห้องผสม

เสื้อห้องผสมเปรียบเสมือนหัวใจของคาร์บูเรเตอร์ ประกอบด้วยชิ้นส่วนที่ทำหน้าที่อย่างละเอียดหลายชิ้น ส่วนผสมของอากาศกับน้ำมันเชื้อเพลิงทั้งหมดจะผสมกันในห้องนี้ ก่อนที่จะส่งเข้าไปในเครื่องยนต์

2. ลิ้นเร่ง

ลิ้นเร่งแบบนี้เป็นแบบลูกสูบ เรียกกันสั้นๆว่า "ลูกเร่ง" ลูกเร่งเป็นอุปกรณ์ควบคุมในคาร์บูเรเตอร์ที่มีผลมากที่สุดต่อสมรรถนะของเครื่องยนต์ในทุกช่วงความเร็วตั้งแต่ความเร็วต่ำจนถึงความเร็วสูง ชายด้านล่างของลูกเร่งที่ถูกเฉือนออกจะมีผลโดยตรงต่ออัตราส่วนผสมที่ความเร็วต่ำๆ (ความเร็วเดินเบา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



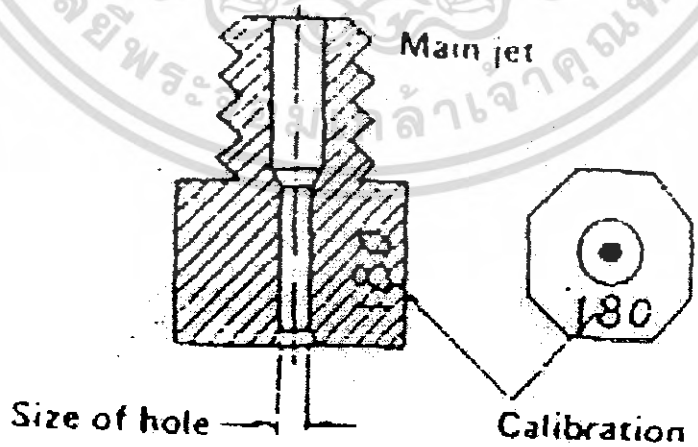
รูป2.46 แสดงลักษณะของลิ้นเร่ง

ตัวเลขที่แสดงไว้บนส่วนที่ถูกเฉือนออก แสดงถึงขนาดของส่วนที่ถูกเฉือนออกเป็นมิลลิเมตรถ้าตัวเลขยิ่งมากขึ้น ช่องทางอากาศไหลผ่านจะเพิ่มขึ้นทำให้ความต้านทานการไหลของอากาศลดลง ช่องทางอากาศไหลผ่านจะลดลง ทำให้ความต้านทานในการไหลของอากาศเพิ่มขึ้น อากาศจึงไหลเข้าได้น้อย ดังนั้นส่วนผสมจึงหนาขึ้น

3. นมหนูน้ำมัน

นมหนูน้ำมันหรือนมหนูความเร็วสูง ทำหน้าที่ควบคุมอัตราการไหลของน้ำมันเชื้อเพลิง มีผลต่อสมรรถนะของเครื่องยนต์ที่ความเร็วสูง อัตราการไหลจะขึ้นอยู่กับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรูนมหนู ถ้าขนาดโตอัตราการไหลจะสูงแต่ถ้าขนาดเล็กอัตราการไหลจะต่ำ

ขนาดของนมหนูที่แสดงไว้เป็นตัวเลขบนนมหนู แสดงให้ทราบถึงอัตราการไหลของน้ำมันเชื้อเพลิง



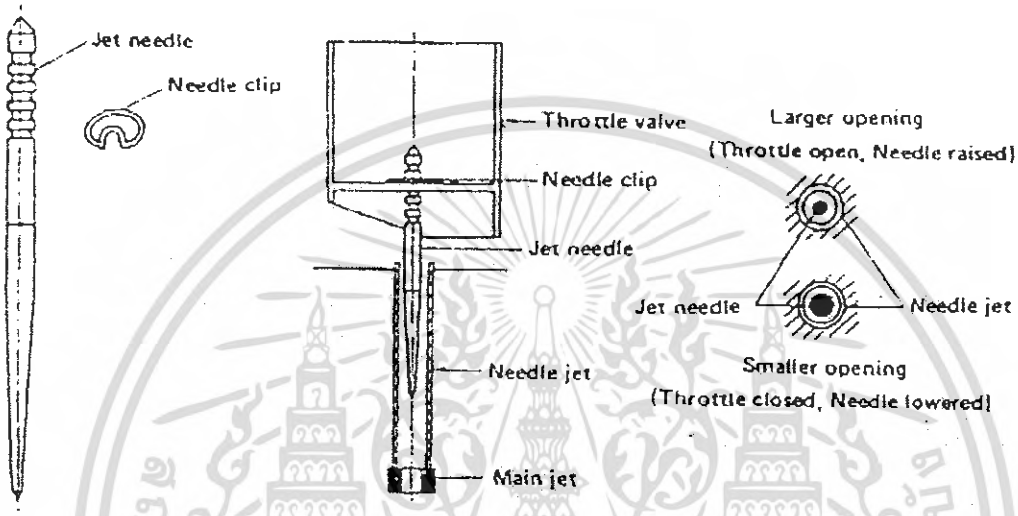
รูป2.47 แสดงลักษณะของนมหนูน้ำมัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. เข็มเร่งหรือเข็มนมหนู

เข็มเร่งปลายด้านหนึ่งจะทำเป็นรูปเรียว ส่วนปลายอีกด้านหนึ่งทำเป็นร่องไว้ 5 ร่อง เพื่อล็อคตำแหน่งของเข็มเร่งเข้ากับลูกเร่งด้วยแหวนล็อคตามตำแหน่งที่กำหนด

เข็มเร่งประกอบเข้ากับลูกเร่งเพื่อควบคุมอัตราการไหลของน้ำมันเชื้อเพลิงในช่วงความเร็วจากความเร็วปานกลางถึงความเร็วสูง เมื่อเข็มเร่งยกสูงขึ้นจะเปิดรูนมหนูใหญ่ขึ้น แต่เมื่อเข็มเร่งลดลงต่ำรูนมหนูจะถูกปิดให้เล็กลง



รูป2.48 แสดงลักษณะของเข็มเร่งหรือเข็มนมหนู

5. นมหนูเดินเบา

ทำหน้าที่ควบคุมอัตราการไหลของน้ำมันเชื้อเพลิง ความเร็วรอบเดินเบาที่แสดงไว้บนนมหนูเดินเบาแสดงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรูนมหนูเดินเบา ซึ่งมีผลโดยตรงต่ออัตราการไหลของน้ำมันเชื้อเพลิงนั่นเอง

6. ช่องทางส่วนผสมเดินเบาออก

ช่องทางส่วนผสมเดินเบาออกนี้ ทำหน้าที่ควบคุมอัตราส่วนผสมของอากาศกับน้ำมันเชื้อเพลิงเข้าสู่ท่อรับอากาศที่ความเร็วเดินเบา ช่องทางนี้อยู่ใกล้กับเครื่องยนต์มากกว่าช่องทางอื่น ดังนั้นจึงมีผลต่อสุญญากาศ ที่เกิดขึ้นจากเครื่องยนต์โดยตรง

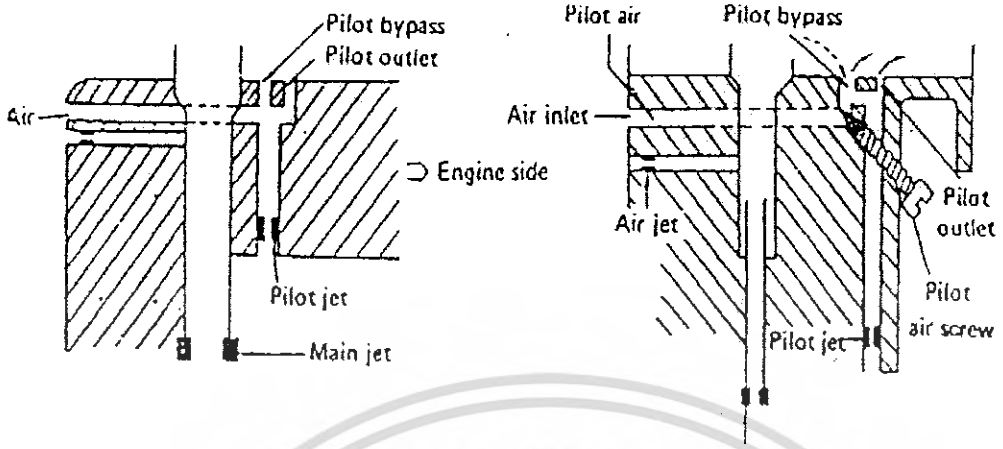
อัตราส่วนผสมที่ออกจากช่องทางนี้จะถูกควบคุมโดยนมหนูเดินเบาและสกรูปรับอากาศ

7. ช่องทางอากาศช่วย

ช่องทางอากาศช่วย เป็นช่องทางที่เพิ่มปริมาณอากาศให้กับส่วนผสมที่ออกจากช่องทางส่วนผสมเดินเบาออก เช่น กรณีเครื่องยนต์จะทำงานที่ความเร็วสูงขึ้น แต่ส่วนผสมไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพียงพอช่องทางอากาศช่วยก็จะเพิ่มอากาศเพื่อให้ได้ส่วนผสมที่เหมาะสมกับสภาพการทำงานของเครื่องยนต์โดยผ่านช่องทางอากาศช่วยดังกล่าว



รูป2.49 แสดงช่องทางส่วนผสมเดินเบาออกและช่องทางอากาศช่วย

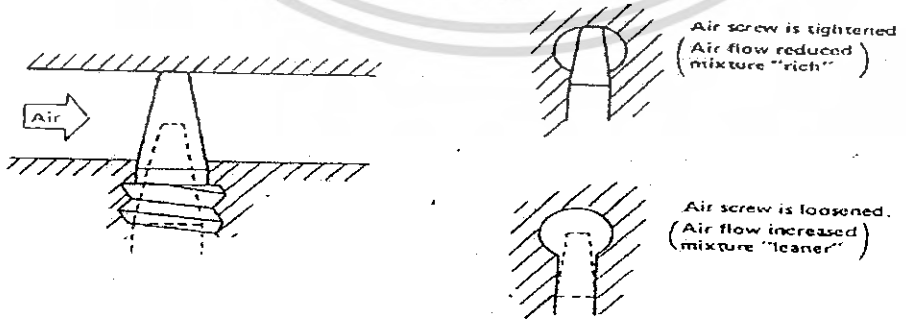
8. นมหนูอากาศ

นมหนูอากาศทำหน้าที่เพิ่มปริมาณอากาศให้กับน้ำมันเชื้อเพลิงในวงจรเร่งดังนั้นจึงเป็นการควบคุมอัตราส่วนผสมและการเป็นฝอยละอองของน้ำมันเชื้อเพลิงอัตราการไหลของอากาศขึ้นอยู่กับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางรูนมหนู รูนมหนูใหญ่อัตราการไหลก็จะสูง รูนมหนูเล็กอัตราการไหลก็จะต่ำ

นมหนูอากาศบางแบบถอดเปลี่ยนได้ บางแบบยึดติดแน่นกับห้องผสม จึงไม่สามารถถอดออกได้ นอกจากนั้นบางแบบยังใช้ขนาดของรูที่เจาะผ่านเป็นนมหนูโดยตรง

9. สกรูปรับอากาศ

สกรูปรับอากาศอยู่ในวงจรเดินเบา ทำหน้าที่ควบคุมปริมาณของอากาศ ที่เข้ามาทางนมหนู ดังนั้นจึงเป็นตัวควบคุมอัตราส่วนผสมโดยตรง กล่าวคือส่วนผสมจะหนาหรือบาง ย่อมขึ้นอยู่กับการปรับสกรูนี้



รูป2.50 แสดงสกรูปรับอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนประกอบอื่นๆ

คาร์บูเรเตอร์นอกจากจะมีส่วนประกอบใหญ่ๆดังกล่าวแล้ว ซึ่งได้แก่ ห้องลูกลอย ห้องผสม ยังมีส่วนประกอบอื่นๆอีกหลายส่วนซึ่งเป็นอุปกรณ์ช่วย ส่วนประกอบอื่นที่ควรทราบ เช่น

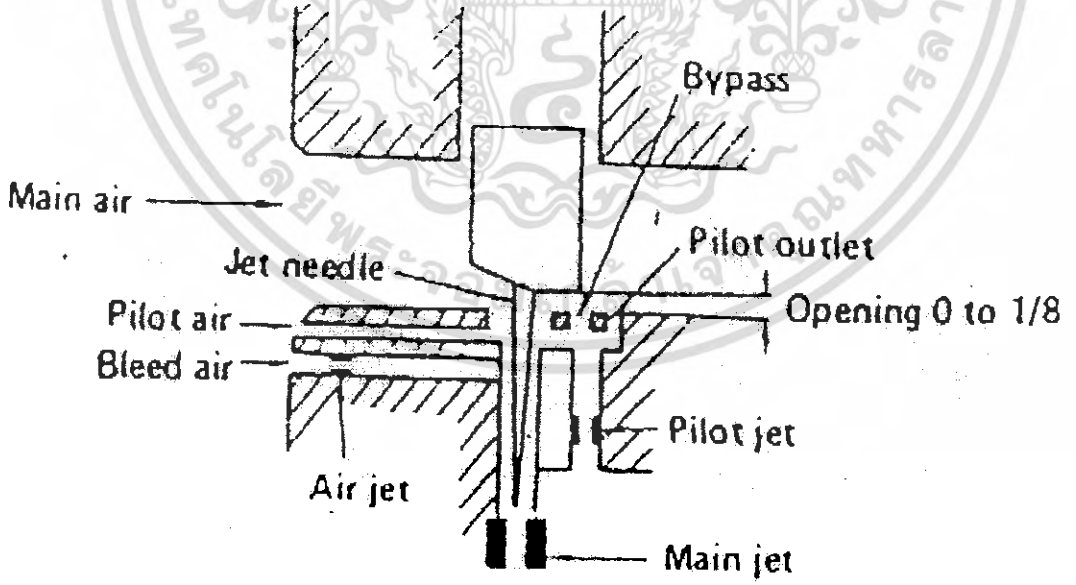
1. เครื่องช่วยขณะใช้งานระดับสูง
2. โช้คหรือวงจรสตาร์ท

2.3.6 การทำงานของคาร์บูเรเตอร์แบบวีเอ็ม

- **การทำงานที่ตำแหน่งลูกเร่งเปิด 0 – 1/8 ของระยะเคลื่อนที่ของลูกเร่ง**

เมื่อลูกสูบเครื่องยนต์เลื่อนขึ้นและลงเกิดสุญญากาศขึ้น (สำหรับเครื่องยนต์สองจังหวะจะเกิดสุญญากาศขึ้นภายในห้องเพลาข้อเหวี่ยง) ทำให้อากาศถูกดูดผ่านไส้กรองอากาศเข้าสู่คาร์บูเรเตอร์

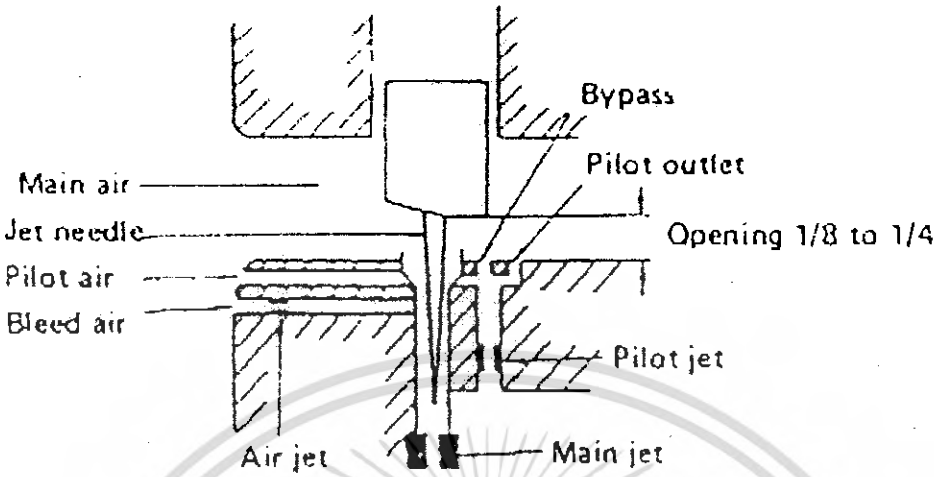
เนื่องจากลูกเร่งปิดเกือบสนิท อากาศจึงไหลผ่านช่องอากาศช่องเล็กทำให้เกิดสุญญากาศรอบนมหนูเดินเบา น้ำมันเชื้อเพลิงถูกดูดผ่านช่องทางส่วนผสมเดินเบาออกตราบเท่าที่สุญญากาศที่เกิดขึ้นยังสูงอยู่ เข้าสู่ท่อรับอากาศเพื่อผสมกับอากาศ ดังนั้นตำแหน่งนี้จึงเป็นตำแหน่งเดินเบาซึ่งตำแหน่งนี้อัตราส่วนผสมจะหนากว่าทางทฤษฎี เนื่องจากอากาศเข้าได้น้อยและน้ำมันยังไม่ค่อยเป็นฝอยละอองในตำแหน่งเดินเบานี้ก็เกิดสุญญากาศที่บริเวณนมหนูความเร็วสูงด้วย แต่เกิดขึ้นน้อยมาก จึงไม่สามารถดูดน้ำมันให้ออกทางนมหนูความเร็วสูงได



รูป2.51 การทำงานของคาร์บูเรเตอร์แบบวีเอ็ม ที่ตำแหน่งลูกเร่ง 0 – 1/8 ของระยะเคลื่อนที่ของลูกเร่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **การทำงานที่ตำแหน่งลูกเร่งเปิด 1/8 – 1/4 ของระยะเคลื่อนที่ของลูกเร่ง**



รูป 2.52 การทำงานของคาร์บูเรเตอร์แบบวีเอ็มที่ตำแหน่งลูกเร่งเปิด 1/8 – 1/4 ของระยะเคลื่อนที่ของลูกเร่ง

เมื่อลูกเร่งเปิดอยู่ในช่วงตำแหน่งนี้ ส่วนผสมจะถูกจ่ายออกทั้งทางช่องส่วนผสมเดินเบาออกและช่องทางช่วย ในขณะเดียวกันสุญญากาศที่เกิดขึ้นบริเวณนมหนูความเร็วสูงก็มากพอที่จะดูดน้ำมันเชื้อเพลิงให้ไหลออกมาได้

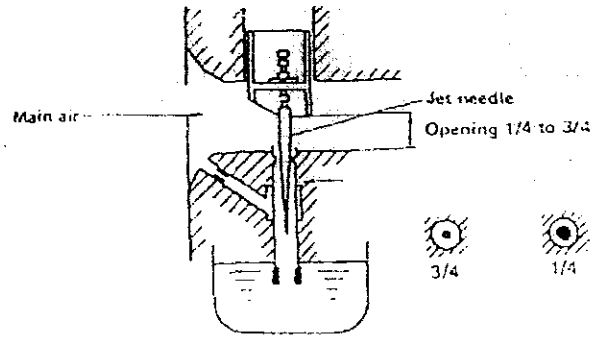
ในกรณีนี้ทั้งวงจรเดินเบาและวงจรความเร็วสูง จะทำงานร่วมกันเพื่อเพิ่มความเร็วรอบเครื่องยนต์จากความเร็วเดินเบาสู่ความเร็วปานกลางด้วยการควบคุมของส่วนที่ถูกเฉือนออก

- **การทำงานที่ตำแหน่งลูกเร่งเปิด 1/4 – 3/4 ของระยะเคลื่อนที่ของลูกเร่ง**

ในตำแหน่งนี้อากาศที่ไหลผ่านนมหนูความเร็วสูงเพิ่มมากขึ้น แต่ลูกเร่งยังคงเป็นเสมือนคอคอด สุญญากาศบริเวณนมหนูความเร็วสูงจึงทวีมากขึ้น เป็นเหตุให้ปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงที่ถูกดูดออกทางนมหนูความเร็วสูงมากขึ้นตามไปด้วย เป็นช่วงของความเร็วปานกลางสู่ความเร็วสูง

ช่วงนี้การควบคุมปริมาณน้ำมัน จะเป็นการทำงานสัมพันธ์ระหว่างเข็มเร่ง ซึ่งเป็นรูปเรียวเลื่อนขึ้นลงอยู่ในนมหนูความเร็วสูงกับอากาศที่ไหลผ่านท่อรับอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

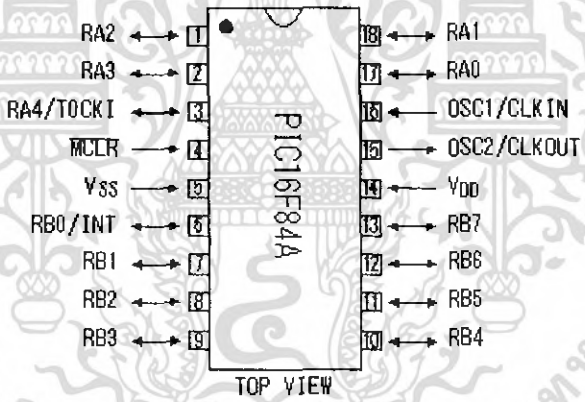


รูป 2.53 การทำงานของคาร์บูเรเตอร์แบบวีเอ็มที่ตำแหน่งลูกเร่งเปิด 1/4–3/4 ของระยะเคลื่อนที่ของลูกเร่ง

2.4 ไมโครคอนโทรลเลอร์

2.4.1 Hardware เบื้องต้นของ PIC 16F84A

โครงสร้างขาของ PIC 16F84A



รูป2.54 โครงสร้างขาของ PIC16F84A

OSC1/CLKIN : Oscillator Crystal Input /External Clock Source Input.

OSC2/CLKOUT : Oscillator Crystal Output.

ทั้งสองขานี้จะต่อกับ Crystal หรือ Resonator ในกรณีที่อยู่ใน Crystal Oscillator Mode(ใช้สัญญาณนาฬิกาจากภายนอก)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MCLR(inv) : Master Clear(reset)input

Programming voltage Input. เมื่อขานี้เป็น LOW แล้ว MCU จะถูก reset อีกหน้าที่หนึ่งของขานี้ก็คือ จะเป็น Input ของ Voltage Programming ขณะที่ทำการ Program ตัว MCU

RA0 - RA3 : Bi-Directional I/O Port. เป็นพอร์ตแบบ สองทิศทาง คือเลือกให้เป็น INPUT หรือ OUTPUT ก็ได้อย่างใดอย่างหนึ่ง

RA4/T0CKI : Bi-Directional I/O Port. เป็นพอร์ตแบบสองทิศทาง คือเลือกให้เป็น INPUT หรือ OUTPUT ก็ได้อย่างใดอย่างหนึ่ง อีกหน้าที่หนึ่งก็คือ Clock Input to the TMR0 timer/counter. เป็น Input ของ สัญญาณนาฬิกาเพื่อป้อนให้กับ Timer 0 ซึ่งอยู่ภายใน MCU ในกรณีที่เลือกว่าแหล่งของสัญญาณนาฬิกาที่ป้อนให้กับ Timer 0 ให้ใช้จากภายนอก

RB0/INT : Bi-Directional I/O Port. เป็นพอร์ตแบบสองทิศทาง คือเลือกให้เป็น INPUT หรือ OUTPUT ก็ได้ อย่างใดอย่างหนึ่ง อีกหน้าที่หนึ่งก็คือ External Interrupt Pinรับสัญญาณ Interrupt เมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณที่ขานี้

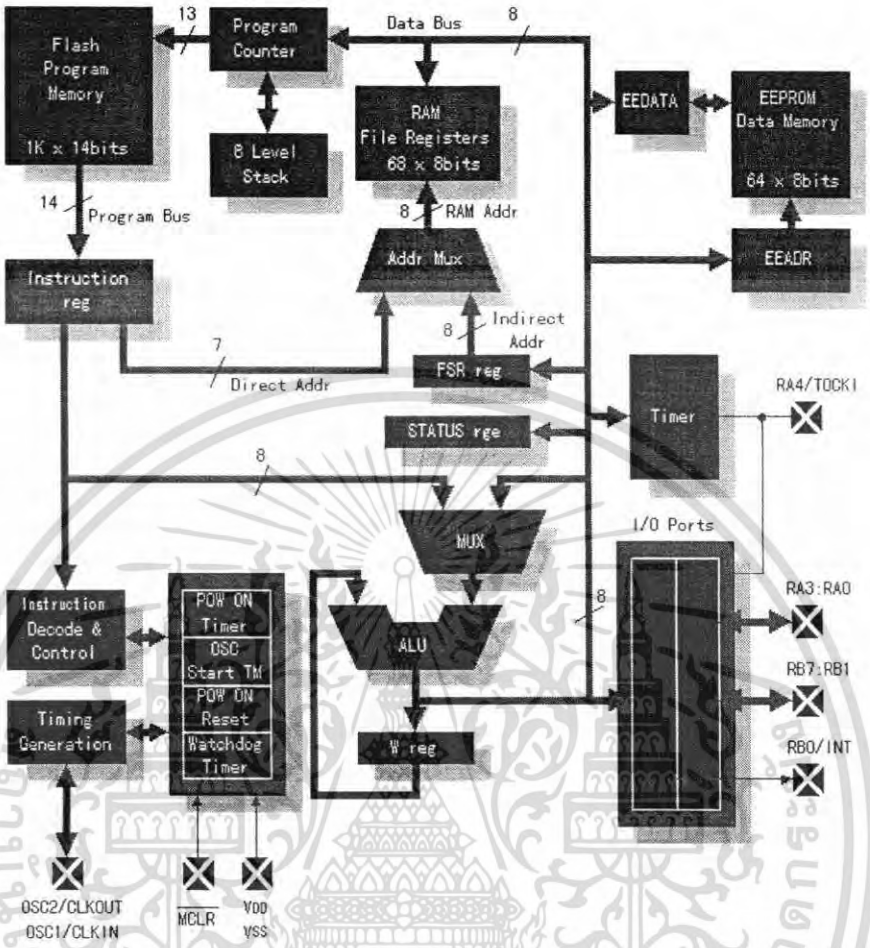
RB1 - RB7 : Bi-Directional I/O Port. เป็นพอร์ตแบบสองทิศทาง คือเลือกให้เป็น INPUT หรือ OUTPUT ก็ได้ อย่างใดอย่างหนึ่ง

V_{SS} : Ground

V_{DD} : Positive Supply(+2.0V to +5.5V)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2 โครงสร้างภายใน



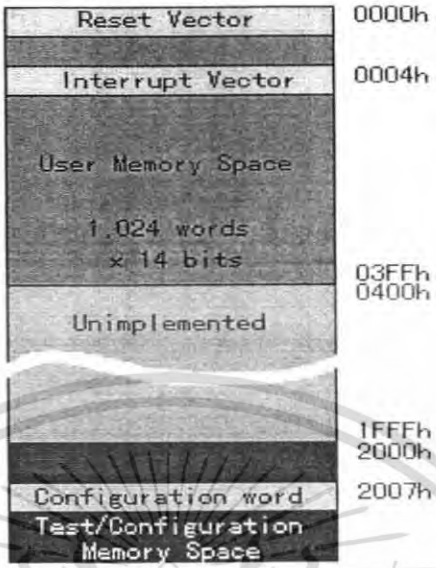
รูป2.55 โครงสร้างภายใน

- **Flash Program Memory**

Flash Memory เป็นพื้นที่หน่วยความจำสำหรับเก็บ Program ที่เราเขียนขึ้น ซึ่งมีขนาด1,024 words ถึงแม้ว่าจะไม่มีไฟฟ้าจ่ายให้กับ MCU ข้อมูลที่เก็บอยู่ใน Flash Memory ก็จะไม่หายไป จุดเด่นของ Flash Memory ก็คือสามารถเขียนทับเข้าไปใหม่ได้หลายๆ ครั้ง ซึ่งจำนวนครั้งจะอยู่ที่ประมาณ 1000 ครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภายใน Program Memory อาจสามารถแบ่งเป็นส่วนๆ ได้ดังนี้



รูป2.56 Program Memory

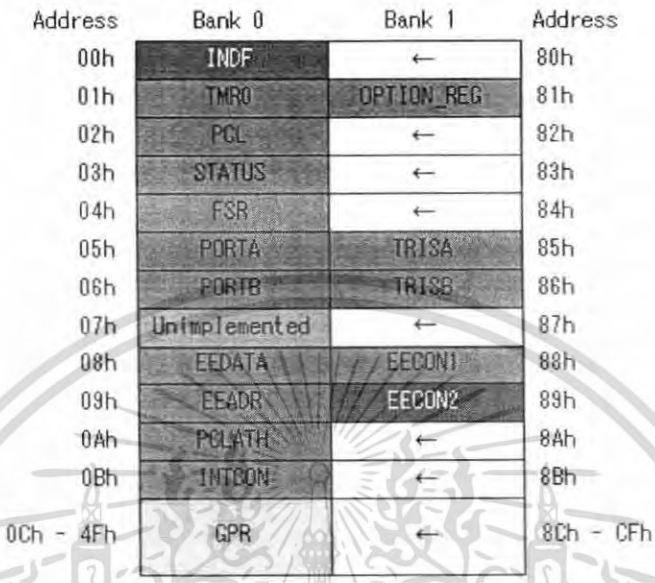
Reset Vector (0000h) เมื่อการReset เกิดขึ้นเนื่องจากมีการป้อนไฟเข้า MCU เป็นครั้งแรก หรือเกิด WDT(Watchdog Timer) Time-out หรือในกรณีอื่นๆ โปรแกรมจะเริ่มต้นหลังจาก Reset ณ ตำแหน่งนี้

Peripheral Interrupt Vector (0004h) เมื่อเกิดการ Interrupt ขึ้น Program Memory Pointer จะชี้มายัง ณ ตำแหน่งนี้

Configuration word (2007h) การทำงานเบื้องต้นของ PIC จะถูกกำหนดที่หน่วยความจำตรงนี้ ไม่ว่าจะเป็น Enable/Disable Power-up Timer, Enable/Disable Watchdog Timer, Oscillator Selection bits(กำหนดที่มาของสัญญาณนาฬิกา) หน่วยความจำที่ตำแหน่งนี้ไม่สามารถเขียนได้ด้วยการเขียนโปรแกรม จะต้องกำหนดในขณะทำการเขียนโปรแกรมลงสู่ Flash Memory ของ MCU

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

RAM(Random Access Memory) File Registers



รูป2.57 RAM(Random Access Memory) File Registers

หน่วยความจำของ RAM ภายใน PIC16F84(A) จะมีโครงสร้างเป็นแบ่งเป็น Bank โดยจะมีขนาด 80 bytes(00h-4Fh) ต่อ Bank ในกรณีของ PIC16F84A จะมี 2 Banks Memory ในส่วนนี้จะถูกแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ

ส่วนแรก 12 bytes(00h-0Bh) ของแต่ละ Bank ซึ่งจะถูกเรียกว่า SFR(Special Function Registers) จะใช้สำหรับบันทึกสถานะ การทำงานของ PIC, เงื่อนไขของการกำหนดสถานะของ Port ว่าเป็น Input/output Ports และเงื่อนไขอื่นๆ ส่วนที่สองจะมีขนาด 68 bytes(0Ch-4Fh) ซึ่งเริ่มตั้งแต่ ไบต์ที่ 13 จะถูกเรียกว่า GPR(General Purpose Registers) ซึ่งสามารถใช้เป็นหน่วยความจำที่จะเก็บผลลัพธ์ และเงื่อนไขต่างๆ เพื่อใช้ในการประมวลผลโปรแกรมขณะโปรแกรมทำงาน ถึงแม้ว่า PIC16F84A จะมี 2 bank แต่ SFR จะมีทั้งหมดเพียง 16 ชนิดไม่ใช่ 24 ชนิด โดย SFR บางตัวจะมีอยู่ทั้ง 2 Bank ส่วน GPR ถึงแม้จะเปลี่ยน Bank ก็ยังคงชี้ไปยังตำแหน่งเดิมเพราะ 16F84A มี GPR อยู่เพียง Bank เดียวเท่านั้น และเมื่อไม่มีไฟฟ้าจ่ายให้กับ PIC ค่าใน Memory ส่วนนี้จะหายไปหมด อย่างไรก็ตามพื้นที่ใน GPR สามารถเขียนใหม่กี่ครั้งก็ได้ ไม่มีข้อจำกัดจำนวนครั้ง

- **EEPROM(Electrically Erasable Programmable Read Only Memory)**

หน่วยความจำในส่วนนี้เมื่อไม่มีไฟฟ้าจ่ายให้กับ MCU แล้วข้อมูลที่อยู่ภายในยังคงอยู่จะไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หายไป และสามารถเขียนด้วยคำสั่งของ Program จะมีขนาด 64 bytes. อย่างไรก็ตามการเขียนซ้ำก็มีข้อจำกัดโดยสามารถเขียนทับใหม่ได้ประมาณ 1 ล้านครั้ง ดังนั้นหน่วยความในส่วนนี้จะใช้เก็บข้อมูลที่ไม่ค่อยจะเปลี่ยนแปลงบ่อยนัก หน่วยความจำในส่วนนี้สามารถเก็บข้อมูลได้นาน 40 ปี

- **SFRRegisters**

  SFR(Special Function Registers) มีอยู่ 16 ชนิดด้วยกัน ซึ่งสามารถอ้างถึงด้วยการ เปลี่ยนตำแหน่งของ bank ที่จะอ้าง จากรูปข้างล่างแสดงถึงโครงสร้างของ File Registers. ทั้งหมดจะมีขนาด 160 bytes แต่ในข้อเท็จจริงแล้วจะไม่สามารถอ้างได้ครบทั้งหมด ในส่วนที่เป็นสีขาวแล้วมีลูกศรชี้จะหมายถึงว่า ถ้าเราอ้าง RAM ที่ตำแหน่งนี้ใน BANK 1 ค่าที่ได้ก็คือค่าทางซ้ายมือที่อยู่ใน BANK 0 นั่นเอง เช่นเมื่อเราอ้างที่ address 84h ใน Bank 1 ค่าที่ได้ก็จะเป็น ค่า FSR ที่อยู่ใน BANK 0 สำหรับในส่วนที่เป็นสีเทาก็ คือ Memory ที่ไม่สามารถอ้างถึงได้

ตัวแปรใน **SFR** มีดังนี้

INDF : จะเก็บค่าของ Data memory ที่ถูกชี้แบบ Indirect Addressing

TMR0 : เป็นTimer Counter ของ Timer 0

PCL : เก็บค่า 8 bits ล่างของ Program Counter

STATUS : จะเก็บค่า Flag ของผลลัพธ์ที่เกิดจากการคำนวณ

FSR : เป็น Pointer ใช้สำหรับอ้างอิง Data Memory แบบ Indirect

PORTA : เก็บค่าสถานะของ PORTA

PORTB : เก็บค่าสถานะของ PORTB

EEDATA : เก็บค่าของ Data ที่ EEPADR ชี้อยู่

EEADR : ตำแหน่งของ EEPROM ที่ต้องการอ้างถึง

PCLATH : เป็น 5 bits บนของ Program Counter

INTCON : ใช้คำคุมการเกิด Interruption

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

OPTION_REG : ใช้สำหรับกำหนด Mode การทำงานของ MCU

TRISA : ใช้กำหนด Mode ของ PORTA ว่าเป็น INPUT หรือ OUTPUT

TRISB : ใช้กำหนด Mode ของ PORTB ว่าเป็น INPUT หรือ OUTPUT

EECON1 : เป็น Register ที่ใช้ควบคุม EEPROM

EECON2 : เป็น Register ที่ใช้ป้องกันการเขียน EEPROM

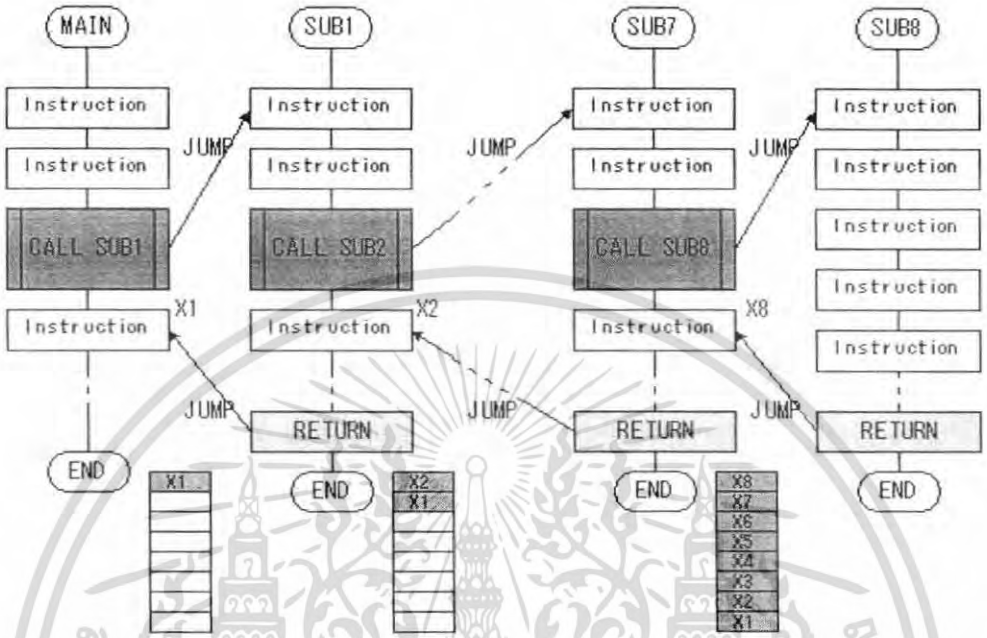
- **Program Counter**

  เป็น Counter ที่แสดงถึงตำแหน่ง Address ของ Program ที่เขียนเข้าไปไว้ใน Flash Memory ที่กำลังทำการประมวลผล ซึ่งจะเป็น Counter ขนาด 13 bits โดยทั่วไปแล้ว Counter ตัวนี้จะเพิ่มขึ้น 1 ทุกๆ ครั้งเมื่อมีการประมวลผลคำสั่งเกิดขึ้น 1 ครั้ง ซึ่งค่าที่แสดงก็คือตำแหน่งของคำสั่งต่อไปที่จะทำการประมวลผล แต่เมื่อประมวลคำสั่ง JUMP ตัว Counter จะมีค่าเท่ากับตำแหน่งที่คำสั่ง JUMP นั้นอ้างถึง

- **8Level Stack**

  Stack คือ Memory ซึ่งจะเก็บค่า Return Address ของ Program ตัวอย่างเช่น เมื่อต้องทำการประมวลผลอย่างหนึ่งหลายๆ ครั้ง ซึ่ง Program ในส่วนนี้ถูกสร้างเป็น Subroutine ไว้ ในตอนสุดท้ายของ Subroutine ก็จะมีคำสั่ง RUTURN ทุกครั้ง ในการเรียกใช้เราจะใช้คำสั่ง CALL ในการเรียก Subroutine ตำแหน่ง Program Address ที่ถัดจากคำสั่ง CALL ก็จะถูกเก็บลงสู่ Stack (กระบวนการนี้บางครั้งจะเรียกว่า PUSH) หลังจากได้ประมวลผลคำสั่งใน Subroutine แล้ว ในตอนสุดท้ายเมื่อมาเจอคำสั่ง RETURN มันก็จะทำการกระโดดไปยังตำแหน่งที่เก็บไว้ใน Stack (กระบวนการนี้บางครั้งจะเรียกว่า POP) แต่เนื่องจากว่า Stack มีขนาดเพียง 8 เท่านั้น นั่นก็หมายความว่าเราสามารถเรียก คำสั่ง CALL ได้ เก้าครั้งติดต่อกันเท่านั้น ซึ่งถ้าใช้คำสั่ง CALL ไปมากกว่านั้นโดยไม่ RETURN กลับ ค่า Stack จะถูกทับเป็นผลทำให้ เมื่อใช้คำสั่ง RETURN ก็จะไม่สามารถกลับไปยังตำแหน่งเดิมได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป2.58 Instruction Register

- **Instruction Register**

  คำสั่งต่างๆ ของโปรแกรม ที่ถูกชี้โดย Program Counter จะถูกอ่านข้าไปยัง Register ตัวนี้ โดยกระบวนการนี้จะถูกเรียกว่า FETCH.

- **Instruction Decode & Control**

  คำสั่งที่ถูก FETCH ไว้ใน Instruction Register จะถูกแปลความหมายและทำงานตามคำสั่งนั้น

- **Multiplexer and Arithmetic Logic Unit**

  โดยการแปลความหมายและทำงานตามคำสั่งจะถูกกระทำโดย Multiplexer และ The Arithmetic Logic Unit(ALU)

- **W Register**

  ย่อมาจาก Work Register มันจะมีหน้าที่สำหรับเก็บผลของการคำนวณที่เกิดจาก ALU เอาไว้ชั่วคราว เพื่อที่จะนำมาคำนวณต่อไป ตัวของมันจะทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการคำนวณต่างๆ และมันยังทำหน้าที่ส่งผ่านสถานะOutput ของ Input-output Port อีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **STATUS Register**

  เป็น Register ซึ่งจะเก็บค่าผลของ ALU(เช่น ผลลัพธ์ของการ บวก ลบ ของ Register เป็นบวก, ลบ), เงื่อนไขการเกิด Timeout , เป็นตัวกำหนดว่าขณะนี้ PIC อ้าง Register ที่ Bank ไหน

- **FSRRegister**

  FSR(File Select Register) ใช้สาหรับอ้างตำแหน่งของ RAM ในรูปแบบ Indirect Address การอ้างแบบ Direct Address ก็คือรูปแบบที่อ้างถึง Address นั้นโดยเฉพาะเจาะจงเลย เช่น movfw h'20' ซึ่งหมายความว่าทำการอ่านค่า ที่ Address 20 มาเก็บไว้ที่ W Register ในกรณีนี้สามารถอ้างตำแหน่งได้ตั้งแต่ 0 ถึง 127 หรืออ้างได้เพียง 7 bit ซึ่งจะอยู่ในขอบเขต 1 Bank ในการที่จะเปลี่ยน Bank จำเป็นที่จะต้องเกี่ยวข้องกับ RP0 bits ของ STATUS Register การอ้างแบบ Indirect Address โดยใช้ FSR Register จะนิยมใช้ในการอ้าง Address ที่อยู่ติดๆ กันด้วยการอาศัยคำสั่ง inc FSR เพื่อเลื่อนไปยังตำแหน่ง Memory ถัดไป

- **Address Multiplexer**

  ใช้เป็นตัวแบ่งแยกว่าเป็น Indirect Addressing หรือ The Direct Address. ซึ่งหมายความว่าทำการอ่านค่า ที่ Address 20 มาเก็บไว้ที่ w register ในกรณีนี้สามารถอ้างตำแหน่งได้ตั้งแต่ 0 ถึง 127 หรืออ้างได้เพียง 7 bit ซึ่งจะอยู่ในขอบเขต 1 Bank ในการที่จะเปลี่ยน Bank จำเป็นที่จะต้องเกี่ยวข้องกับ RP0 bits ของ STATUS Register การอ้างแบบ Indirect Address โดยใช้ FSR Register จะนิยมใช้ในการอ้าง Address ที่อยู่ติดๆ กันด้วยการอาศัยคำสั่ง inc FSR เพื่อเลื่อนไปยังตำแหน่ง Memory ถัดไป

- **Address Multiplexer**

  ใช้เป็นตัวแบ่งแยกว่าเป็น Indirect Addressing หรือ The Direct Address.

- **EEDATA**

  เป็น Register ที่จะใช้เมื่อมีการอ่านหรือเขียนข้อมูล EEPROM

- **EEADR**

  เป็น Register ที่ใช้สำหรับอ้าง Address ของ EEPROM. ซึ่งใน PIC16F84A จะมีหน่วยความจำ EEPROM อยู่ทั้งหมด 64 bytes เมื่อจะทำการเขียน EEPROM จะต้อง เขียนข้อมูล 55h และ AAh ไปยัง EECON2 เสียก่อนจึงจะเริ่มต้นการเขียน EEPROM ได้

- **Timer**

  PIC16F84A จะมี Timer เพียงแค่ตัวเดียว (TMR0) มีขนาด 8 bits การทำงานของมันก็คือมัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะทำการนับไปเรื่อยๆ และจะเกิดการ Time-out เมื่อการนับมาถึง 256 ซึ่งจะทำให้ T0IF bit ของ INTCON Register ซึ่งเป็น SFR กลายเป็น "1" ซึ่งมีผลทำให้เกิดการ Interrupt เกิดขึ้น เมื่อเกิดการ Time-out. สำหรับการที่จะกำหนดว่าจะให้มีการ Interrupt ของ TMR0 เกิดขึ้นได้หรือไม่นั้นกำหนดได้จาก The GIF bit และ T0IE bit ของ INTCON Register ซึ่งเป็น SFR โดยถ้าเป็น "1" ก็หมายความว่ากำหนดให้มีการ Interrupt เกิดขึ้นได้

- **I/OPorts**

PIC16F84(A) จะมี I/O Ports ทั้งหมด 13 ขา ซึ่งการกำหนดว่าจะให้ขานั้นเป็น INPUT หรือ OUTPUT นั้นสามารถกำหนดได้ด้วยโปรแกรม ทั้ง 13 ขานั้นสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่มด้วยกันก็คือ 5 ขาเป็น A Port และอีก 8 ขาที่เหลือเรียกว่า B Port

- **Timing Generation**

PIC จะมีวงจรภายในที่จะสร้างสัญญาณนาฬิกาในการกำหนดความจังหวะของการทำงานของตัวมัน โดยสัญญาณนาฬิกานี้จะมีแหล่งกำเนิดมาจาก Crystal หรือ Ceramic Oscillator จากภายนอก เมื่อสัญญาณนาฬิกาต้องการความแม่นยำสูงเราจะต้องเลือกใช้ Crystal แต่โดยปกติทั่วๆไปแล้วจะใช้ Ceramic Resonator ต่อเข้ากับ Capacitors เป็น Module อยู่ภายนอก PIC16F84A จะ execute 1 คำสั่ง(1 cycle) จะใช้สัญญาณนาฬิกา 4 pulses โดยจะใช้ pipeline architecture แต่ในกรณีของคำสั่ง JUMP จะใช้ 2 Cycle สำหรับเวลาที่ใช้ในการ Execute นั้นโดยปกติแล้วจะใช้เวลา 200 nanoseconds ถ้าใช้ Crystal ที่ความถี่ 20MHz, 1/(20MHz) = 50 nanoseconds. หมายความว่าสามารถ Execute คำสั่ง 5,000,000 Instructions ภายในเวลา 1 วินาที

- **Initialization Circuits**

ภายใน PIC16F84A จะต้องมีการกำหนดคุณสมบัติการทำงานให้แต่ตัวมันหลายอย่างดังนี้

POWER ON Timer : เป็น Timer ที่ใช้สำหรับสร้างช่วงระยะเวลาก่อนที่จะใช้ MCU ทำงานเพื่อรอจนกระทั่งแรงดันไฟฟ้าที่ป้อนให้กับ MCU จะนิ่งในกรณีเมื่อมีการป้อนไฟเข้าไปใหม่

OSC Start Timer : เป็น Timer ที่ใช้สำหรับสร้างช่วงระยะเวลาก่อนที่จะใช้ MCU ทำงานเพื่อรอจนกระทั่งสัญญาณนาฬิกาที่ป้อนให้กับ MCU จะนิ่งในกรณีเมื่อมีการป้อนไฟเข้าไปใหม่

POW ON Reset : จะทำการ RESET วงจรภายใน PIC ใหม่เมื่อมีการป้อนไฟเข้าไปใหม่

Watchdog Timer : เป็น Timer สำหรับจับเวลาว่าโปรแกรมบางช่วงใน PIC ทำงานนานเกินไปหรือไม่ เพื่อป้องกันอาการที่เรียกว่า Dead Lock ซึ่ง Timer ตัวนี้จะต้องทำการ clear ด้วยคำสั่งทาง Software เมื่อ Timer ตัวนี้นับจนกระทั่ง Time-out เกิดขึ้น PIC จะกลับไปอยู่ในสถานะเหมือนกับสภาพที่มีการป้อนไฟเข้าไปใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

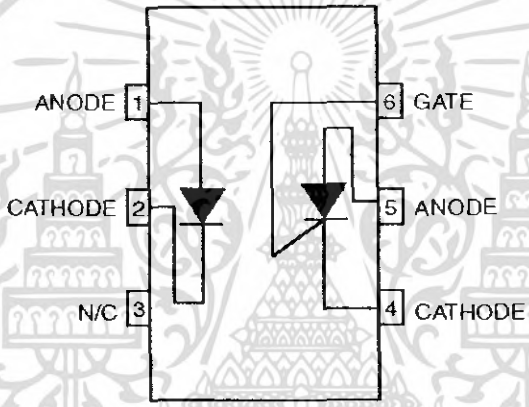
บทที่ 3

หลักการออกแบบวงจร

3.1 สัญญาณอินพุท

3.1.1 OPTOCOUPLER

Optoisolator จะถูกนำมาเป็นอุปกรณ์เชื่อมต่อกันทางแสงของทั้งสองระบบ ซึ่งถูกสร้างขึ้นมาเพื่อใช้กับ SCR โดยเฉพาะ



รูป3.1 Optoisolator

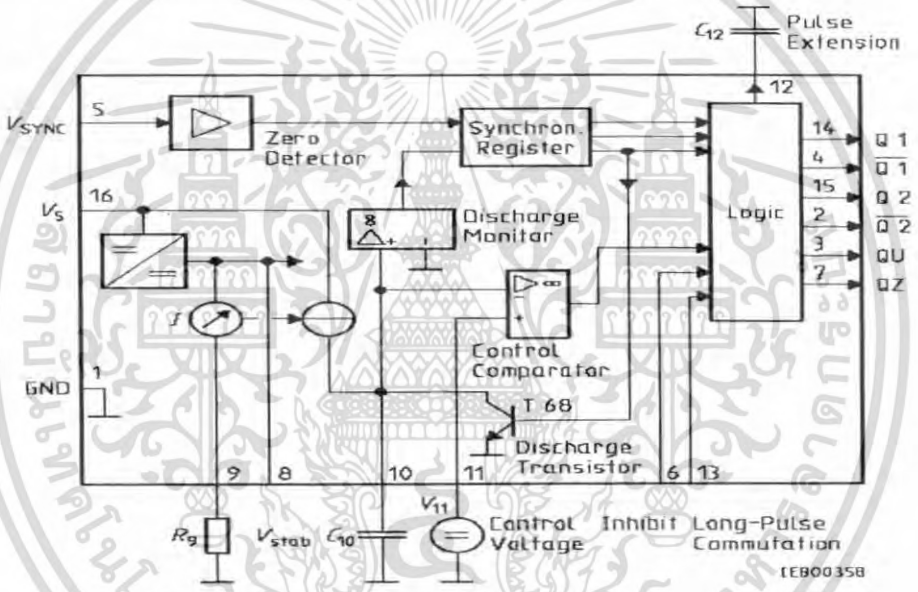
สัญญาณ Trigger Pulse ที่เข้ามาทางด้าน Input LED มีขนาด 12 โวลต์ แต่ Input LED มีพิกัดกระแส Forward Current (Continuous) ไม่เกิน 60 mA จึงทำการจำกัดกระแสด้วยตัวต้านทานขนาด 1กิโลโอห์ม เช่นเดียวกับที่ฝั่งเอาท์พุทที่มีพิกัด Forward Current (rms) เท่ากับ 300 mA จึงทำการจำกัดกระแสด้วยตัวต้านทานขนาด 10 กิโลโอห์ม สำหรับขาเกตและขาแคโทดของ SCR (H11C4) นั้นไม่สามารถที่จะปล่อยลอยไว้ได้ (Open Circuit) เนื่องจากกระแสที่มีขนาดต่ำๆก็อาจจะสามารถจุดชนวนไทริสเตอร์ทำงานได้ ดังนั้นเพื่อการควบคุมที่ถูกต้องและแน่นอนจึงต้องต่อตัวต้านทาน R_{G-K} เพื่อกำหนดพิกัดกระแส LED Trigger Current

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูป3.2 OPTOCOUPLER 4N28

3.1.2 TCA 785

TCA 785 (Phase Control) เป็น IC ที่นำมาใช้ในการสร้าง Trigger Pulse ให้กับไทริสเตอร์ โดยสามารถจะควบคุม Firing Angle (α) ให้เลื่อนไปมาได้ในช่วง 0°-180°



รูป3.3 Block Diagram of TCA 785

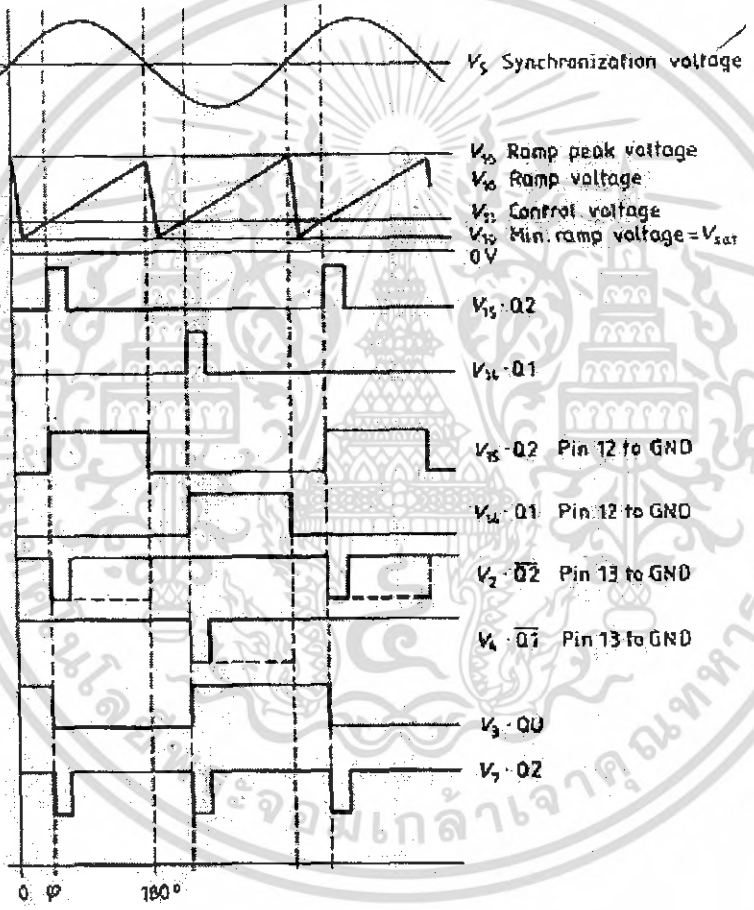
หลักการทำงานของ TCA 785

จาก Block Diagram ในรูป สามารถจะอธิบายการทำงานของ TCA 785 ได้ดังนี้ Synchronous Voltage (V_{SYNC}) ที่เข้ามาใน IC จะถูกส่งผ่านเข้าไปที่ Zero Voltage Detector หลังจากที่ถูก Transfer แล้วก็จะนำไปเข้าส่วนของ Synchronization Register

Synchronization Register จะควบคุมการสร้าง Ramp โดยสัญญาณ Ramp คือ Ramp Voltage (V_{10}) ที่ตกคร่อม C_{10} และ Currentที่นำมา Charge C_{10} นั้นคือ Constant Current ที่ถูกควบคุมโดย R_9 นั่นเอง ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงค่าของ C_{10} และ R_9 จะเป็นตัวควบคุมรูปร่างของ Ramp ซึ่ง Ramp Voltage (V_{10}) จะมีค่าอยู่ในช่วงประมาณ 100 mV ($V_{10,sat\ (min)}$) จนถึง V_{SYNC} –2V

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Ramp ที่ได้จะถูกนำมาเปรียบเทียบกับ Control Voltage (V_{11}) ที่ Control Comparator เพื่อจะนำผลที่ได้ไปเป็นตัวกำหนด Trigger Angle (α) โดยเงื่อนไขของการเกิด Pulse ก็คือ เมื่อ Ramp Voltage (V_{10}) มีค่ามากกว่า Control Voltage (V_{11}) Pulseจะถูกสร้างขึ้นมา ดังนั้นเมื่อสามารถควบคุม Control Voltage (V_{11}) ได้ก็จะสามารถควบคุม Trigger Angle (α) ได้เช่นกัน สำหรับ Pulse ที่เกิดขึ้นนั้นจะมีขนาดไม่เกิน V_S และมีความกว้างประมาณ 30 μsec สำหรับ Output Q_1 (Pin14) และ Q_2 (Pin15) นั้น ความกว้างของ Pulse สามารถจะปรับได้ตามที่ต้องการโดยอาศัย C_{12} (Pulse Extension) ขนาดของ C_{12} จะเป็นตัวกำหนดความกว้างให้กับ Pulse โดยมีอัตราส่วนประมาณ 620 μS /nF และจะกว้างมากที่สุดเท่ากับ 180°-α เมื่อทำการ Short Pin 12 ลง Ground



รูป3.4 Pulse Diagram

ก่อนที่จะนำ TCA 785 ไปใช้ในการสร้างสัญญาณจุดชนวนให้กับไทริสเตอร์ ควรจะนำมาศึกษาหลักการทำงานก่อน เพื่อให้ได้เรียนรู้วิธีการควบคุม Trigger Angle ให้ได้อย่างที่ต้องการ และกำหนดค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่มีผลต่อสัญญาณจุดชนวนได้อย่างเหมาะสม

V_S ควรมีค่าอยู่ระหว่าง 8-18 V ดังนั้นจึงกำหนดให้ V_S เท่ากับ 12 VDC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

V_{SYNC} คือ Voltage ที่ได้มาจากกระบวนการ Synchronize เนื่องจากยังไม่ได้สร้างส่วนของการ Synchronize จึงกำหนดให้เท่ากับ 9 VAC 50Hz

Inhibit นำไปต่อกับแรงดัน 12 VDC โดยมีตัวต้านทานจำกัดกระแสไว้ด้วย

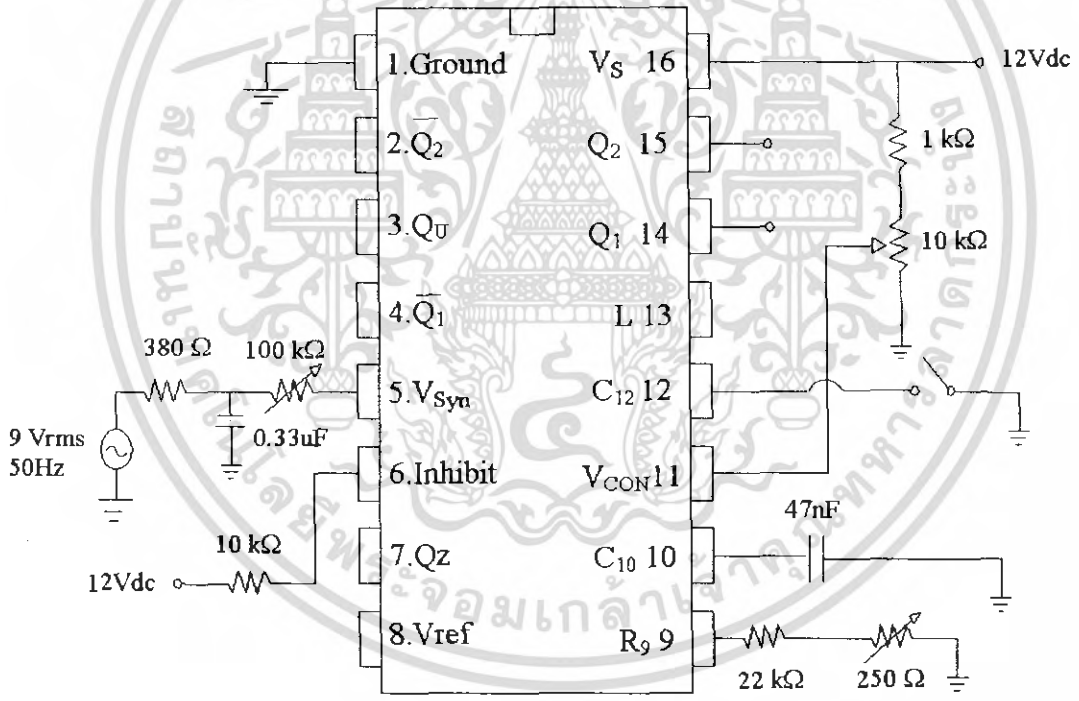
C_{10} ควรมีค่าอยู่ระหว่าง 500 pF -1μF เลือก Capacitor ขนาด 47 nF

R_9 ควรมีค่าอยู่ระหว่าง 3-300 kΩ เลือก Resistor ชนิดปรับค่าได้ (Linear) ขนาด 250 kΩ อนุกรมกับ Resistor ขนาด 22 kΩ เพื่อจำกัดกระแส

V_{11} Control Voltage เลือกแรงดัน 12 VDC ต่อเข้ากับ Resistor ชนิดปรับค่าได้ (Linear) ขนาด 10 kΩ เพื่อปรับระดับแรงดันที่เหมาะสมซึ่งก็คือ ไม่เกิน $V_{10,max}$

C_{12} นำไป Short Ground หากต้องการความกว้าง Pulse ขนาด 180°-α

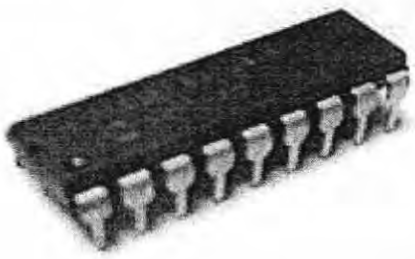
วงจร



รูป3.5 วงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

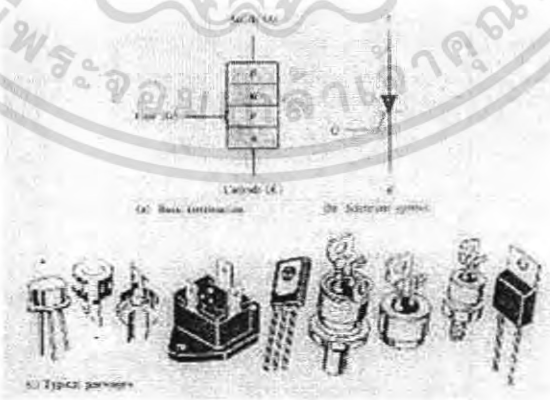
3.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์



รูป3.6 PIC 16F84A

3.3 SCR

เอส.ซี.อาร์. (The Silicon Controlled Rectifier , SCR)เป็นอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำที่มี 3 รอยต่อ มีขั้ว 3 ขั้ว คือ แอโนด(A) , แคโทด(K) , และเกต (G) เอส.ซี.อาร์. มีโครงสร้างคล้ายกับชอคเลย์ไดโอด แต่ เอส.ซี.อาร์. นั้นจะนำกระแสได้เมื่อมีการกระตุ้นกระแสที่เกต (IG) โดยจ่ายแรงดันบวกที่เกตให้มีกระแสไหลเข้าสู่ขาเกตของเอส.ซี.อาร์. จะทำให้เอส.ซี.อาร์.นำกระแสได้จะเกิดกระแสไหลผ่านระหว่างขั้นอาโนดสู่ขั้วแคโทดของเอส.ซี.อาร์. โครงสร้างภายในของเอส.ซี.อาร์. แสดงในรูป(a) สัญลักษณ์ของเอส.ซี.อาร์. แสดงในรูปที่ (b) และลักษณะภายนอกของเอส.ซี.อาร์. แสดงในรูป(c) เนื่องจากเอส.ซี.อาร์.เป็นอุปกรณ์ที่นิยมนำไปใช้ในการควบคุมกำลังไฟฟ้า เช่น ควบคุมความเร็วของมอเตอร์ ควบคุมแสงสว่างของหลอดไฟฟ้า ควบคุมปริมาณความร้อนของลวดความร้อน ดังนั้น เอส.ซี.อาร์. จึงมีหลายขนาดดังแสดงในรูป

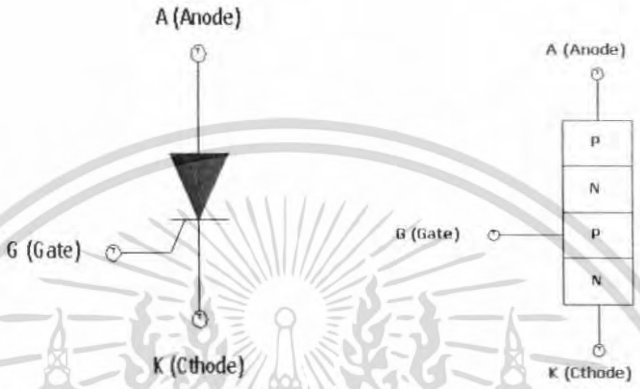


รูป 3.7 แสดงเอส.ซี.อาร์.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรสมมูลของเอส.ซี.อาร์.(SCREquivalentCircuit)

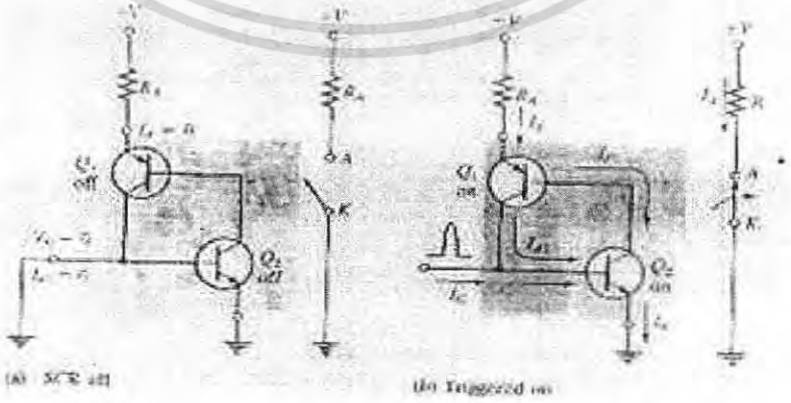
วงจรสมมูลของเอส.ซี.อาร์. เมื่อพิจารณาจากโครงสร้างของชิ้นสารกึ่งตัวนำทั้ง 4 ชิ้นที่ต่อกันทำให้เกิดรอยต่อ 3 รอยต่อแล้วจะพบว่าที่แอโนด(A) ของเอส.ซี.อาร์. คล้ายกับทรานซิสเตอร์ชนิด pnp เมื่อพิจารณารูป คือ Q1 และที่แคโทด (K)เปรียบเหมือนมีทรานซิสเตอร์ชนิด npn ต่ออยู่ คือ ทรานซิสเตอร์ Q2ในรูปโดยที่คอลเลกเตอร์ของ Q1 ต่อกับเบสของ Q2 ต่อออกมาเป็นขั้วเกต (G) ของเอส.ซี.อาร์.



รูป3.8 แสดงวงจรสมมูลของเอส.ซี.อาร์.

การทำให้เอส.ซี.อาร์.นำกระแส(TurningTheSCROn)

พิจารณาจากรูป (a) เมื่อกำหนดให้กระแสเกต (IG) เป็นศูนย์ (IG = 0) และที่ขั้วแอโนด (A) และแคโทด (K) ได้รับไบแอสด้วยแรงดันที่ถูกต้อง คือ ได้รับไบแอสตรงที่แอโนดได้แรงดันบวก (+V) และที่แคโทดได้รับแรงดันลบ (GND) สภาวะของเอส.ซี.อาร์. ในขณะที่กระแสเกตเป็นศูนย์นั้น คือ สภาวะไม่นำกระแสภายในโครงสร้างของเอส.ซี.อาร์. จะพบว่าเมื่อ IG = 0 ทรานซิสเตอร์ Q2 จะOff เป็นผลให้ทรานซิสเตอร์ Q1 , Off ไปด้วยจะไม่มีกระแส IA ไหลผ่านจากขั้วแอโนดไปยังแคโทดเมื่อเปรียบเทียบกับสวิตช์ นั่นคือเหมือนสภาวะที่สวิตช์เปิดวงจร (Open Circuit)

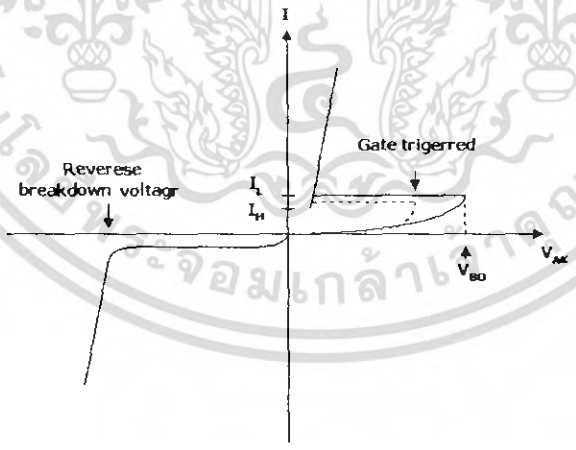


รูป3.9 แสดงกระบวนการจุดชนวนให้ เอส.ซี.อาร์. นำกระแส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อต้องการบังคับให้เอส.ซี.อาร์.นำกระแสโดยการป้อนกระแสเกต (IG) เข้าที่ขาเกตของเอส.ซี.อาร์. ดังแสดงในรูป(b) ทำให้เกิด IB2 ไหลเข้าเบสของทรานซิสเตอร์ Q2ทำให้ Q2 อยู่ในสภาวะนำกระแส (On) จะเกิดกระแสคอลเลกเตอร์ไหลผ่าน Q2 ซึ่งก็คือกระแส IB1 ของทรานซิสเตอร์ Q1 นั่นเอง ดังนั้น Q1 จึงนำกระแสด้วย ผลคือเกิดกระแสแอโนด (IA) ไหลผ่านอิมิตเตอร์ของ Q1 ไปออกที่อิมิตเตอร์ของ Q2 สภาวะการทำงานของเอส.ซี.อาร์. ในขณะนี้เปรียบได้เหมือนกับสวิตซ์ปิดวงจร (Close Circuit)การป้อนกรแสเกด (IG) ให้กับเอส.ซี.อาร์.นั้นเรียกว่า การจุดชนวน (Triggered) เมื่อจุดชนวนให้เอส.ซี.อาร์. นำกระแสได้แล้วนั้นไม่จำเป็นต้องคงค่ากระแสเกต (IG) ไว้ตลอดไป สามารถลดค่ากระแสเกตให้เป็นศูนย์ได้ (IG = 0) โดยที่เอส.ซี.อาร์.ยังคงนำกระแสได้ต่อไป เพราะ IB2 ที่ไหลเข้าเบสของ Q2 จะไหลมาจากคอลเลกเตอร์ของ Q1 เมื่อ Q1 นำกระแสแล้ว ดังนั้นถึงแม้จะนำกระแสเกตออกเอส.ซี.อาร์. ก็ยังคงนำกระแสอยู่ได้ ดังแสดงในรูปที่(c)

เมื่อพิจารณากราฟแสดงลักษณะสมบัติของเอส.ซี.อาร์.ในรูป(a)เมื่อเอส.ซี.อาร์. ได้รับไบแอสตรง เอส.ซี.อาร์. สามารถนำกระแสได้โดยไม่ต้องมีกระแสเกตมากระตุ้น(IG = 0) แต่ต้องจ่ายแรงดันไบแอสตรงให้กับเอส.ซี.อาร์. จนกระทั่งถึงจุดแรงดันพังทลาย (Forward Blocking Region (Off)) หรือจุด VBR(F) จากกราฟ และเมื่อกระแสแอโนดไหลผ่านเอส.ซี.อาร์. ได้ โดยกระแสแอโนดมีค่าสูงกว่ากระแสยึด เอส.ซี.อาร์. จะนำกระแสได้ในย่านนำกระแส (Forward Conduction Region (On)) แต่เมื่อให้ไบแอสกลับกับเอส.ซี.อาร์. ถ้าป้อนแรงดันไบแอสกลับให้มีค่ามากกว่าแรงดันพังทลาย (Reverse Blocking Voltage , VBR(F)) เอส.ซี.อาร์. จะนำกระแสได้เมื่อได้รับไบแอสกลับ บริเวณรอยต่อภายในตัวเอส.ซี.อาร์. จะทำละและทำให้เอส.ซี.อาร์.เสียหายได้



รูป3.10 แสดงกราฟลักษณะสมบัติของ เอส.ซี.อาร์.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

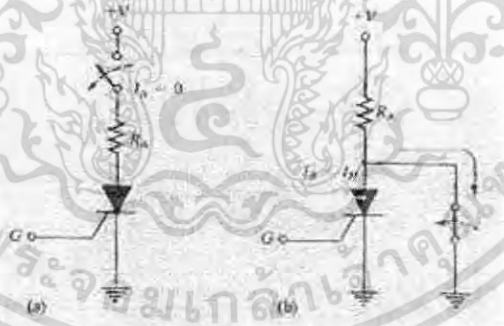
สำหรับกราฟในรูป(b)แสดงให้เห็นถึงความแตกต่างระหว่างปริมาณของกระแสเกต ที่จ่ายกระตุ้นให้กับเอส.ซี.อาร์. จะเห็นว่าเมื่อจ่ายกระแสเกตปริมาณน้อย แรงดันไบแอสตรงที่จ่ายให้กับเอส.ซี.อาร์. จะมีค่าต่ำกว่าแรงดันไบแอสตรงพังทลาย (VBR(F)) แต่ถ้าจ่ายกระแสเกตมากขึ้น แรงดันไบแอสตรงที่จ่ายให้กับเอส.ซี.อาร์. เพื่อให้เอส.ซี.อาร์.ทำงานได้จะลดลง

การทำให้เอส.ซี.อาร์.หยุดนำกระแส (Turning The SCR Off)

วิธีการบังคับให้เอส.ซี.อาร์. หยุดนำกระแสได้ มี 2 วิธีคือ

- Anode Current Interruption
- Forced Commutation

ทั้งสองวิธีมีหลักการเดียวกัน คือ ต้องหาเทคนิควิธีที่ทำให้กระแสแอโนด (IA) ลดลงจนกระทั่งต่ำกว่ากระแสยึด (IH) หรือ IA < IHจะทำให้เอส.ซี.อาร์. หยุดนำกระแสได้ ดังแสดงในรูป คือการใช้วิธี Anode Current Interruption โดยการตัดกระแส ไม่ให้ไหลผ่านแอโนดของเอส.ซี.อาร์. วิธีง่ายๆ ดังรูป(a) โดยมีสวิตซ์ต่ออนุกรมกับแอโนดของเอส.ซี.อาร์. และเปิดสวิตซ์เมื่อต้องการทำให้เอส.ซี.อาร์.หยุดทำงาน หรือวิธีในรูป(b)โดยการต่อสวิตซ์ระหว่างขั้วแอโนดและแคโทดของเอส.ซี.อาร์. เพื่อเปลี่ยนทางเดินกระแสแอโดนไม่ให้ไหลผ่านเอส.ซี.อาร์. จะสามารถ Turn Off เอส.ซี.อาร์. ได้เช่นเดียวกัน

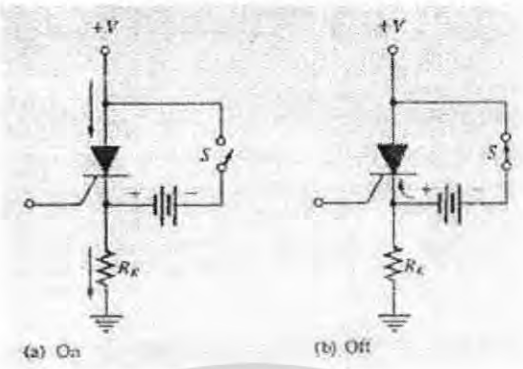


รูป3.11 แสดงการบังคับให้ เอส.ซี.อาร์. หยุดนำกระแสโดยวิธี Anode Current Interruption

สำหรับวิธี Forced Commutation ทำได้โดยการบังคับให้ เอส.ซี.อาร์ ได้รับไบแอสกลับโดยใช้แหล่งจ่ายภายนอกต่อขนานกับ เอส.ซีอาร์. และมี สวิตซ์ (S) เป็นตัวควบคุมการหยุดนำกระแสของเอส.ซี.อาร์. ดังแสดงรูป ในสภาวะที่ เอส.ซี.อาร์. นำกระแสอยู่ดังรูปที่ (a) สวิตซ์จะเปิดวงจร แต่เมื่อต้องการบังคับให้เอส.ซี.อาร์. หยุดนำกระแสทำได้โดยการปิดสวิตซ์จะทำให้เอส.ซี.อาร์. ได้รับไบแอสกลับตลอดเวลาที่สวิตซ์ยังคงปิดอยู่ โดยปกติระยะเวลาในการบังคับให้เอส.ซี.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาร์.หยุดนำกระแสโดยให้ไบแอสกลับนี้ จะต้องให้นานกว่าระยะเวลา Turn Off Time ซึ่งระบุไว้ในคู่มือ โดยทั่วไประยะเวลา Turn Off Time จะมีค่าน้อยมากประมาณ (mS) ไมโครวินาที



รูป 3.12 การบังคับให้เอส.ซี.อาร์. หยุดนำกระแส โดยวิธี Forced Commutation

ค่าคุณลักษณะและค่าพิกัดของเอส.ซี.อาร์

ค่าพิกัด และค่าคุณลักษณะของ เอส.ซี.อาร์. ที่สำคัญและควรรู้ไว้ได้แสดงให้เห็นในกราฟ สามารถอธิบายได้ดังต่อไปนี้

Forward – breakover Voltage , VBR(F) คือ แรงดันไบแอสตรงที่จ่ายให้เอส.ซี.อาร์. และสามารถทำให้เอส.ซี.อาร์.นำกระแสได้โดยไม่มีสัญญาณกระตุ้นเกต(IG =0)

Holding Current , IH เมื่อเอส.ซี.อาร์. นำกระแสอยู่ มีกระแสแอโนดไหลผ่านขั้วแอโนดและแคโทด ถ้าปริมาณกระแสแอโนดต่ำกว่ากระแส IH จะทำให้เอส.ซี.อาร์.หยุดนำกระแส

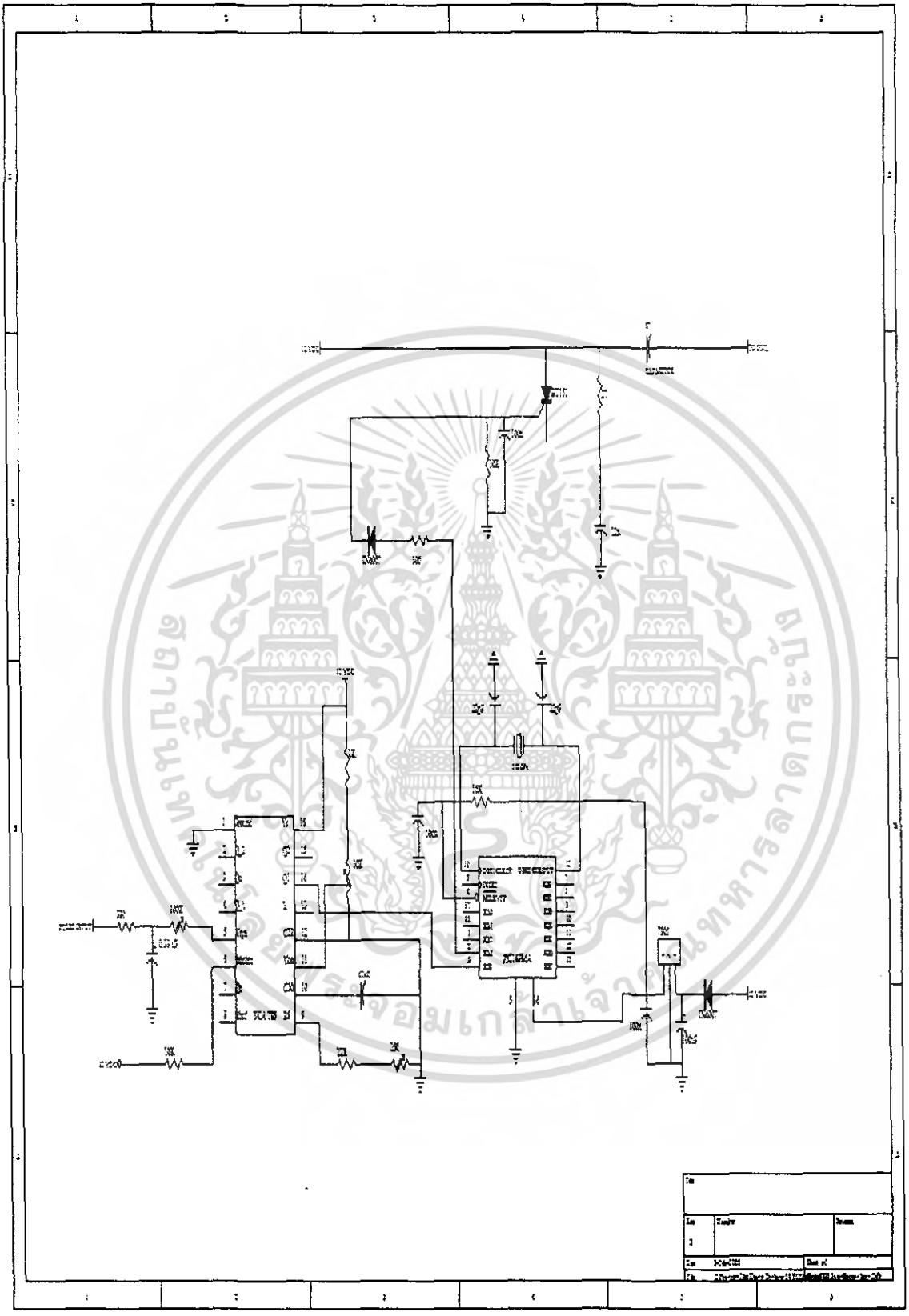
Gate Trigger Current , IGT คือปริมาณกระแสเกตที่จ่ายให้กับเอส.ซี.อาร์. และทำให้เอส.ซี.อาร์.นำกระแสได้เมื่อได้รับไบแอสตรงโดยเอส.ซี.อาร์.ไม่พัง

Average Forward Current , IF(AVG) คือปริมาณกระแสแอโนดเฉลี่ย (DC Current) ที่ไหลผ่านเอส.ซี.อาร์.ตามปกติภายใต้เงื่อนไขที่กำหนดและไม่ทำให้เอส.ซี.อาร์เสียหาย

Reverse – breakdown Voltage , VBD(R) คือค่าแรงดันไบแอสกลับที่ป้อนให้กับแอโนดและแคโทดของเอส.ซี.อาร์.และทำให้เอส.ซี.อาร์.นำกระแสได้โดยไม่ต้องมีสัญญาณกระตุ้นเกต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 วงจร



รูป 3.13 วงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 การคำนวณองศาไฟแก่ไฟอ่อน

การคำนวณองศาไฟจากกล่อง CDI จะคำนวณจากสัญญาณพัลซ์ที่เข้ามา กล่องจะจับคาบเวลาของพัลซ์แต่ละลูกคืนเพื่อหาค่า RPM จากค่า RPM เราจะได้ความเร็วการหมุนเพลาข้อเหวียง เมื่อเราได้ค่านี้แล้วเราก็จะสามารถรู้ได้ว่า เพลาข้อเหวียงหมุนไปกี่องศา ใช้เวลาเท่าไหร่

ยกตัวอย่างเช่น

ที่ความเร็วรอบเครื่อง 6000 รอบต่อนาที แสดงว่า 1 รอบ ใช้เวลา 10 mS

ใน 1 รอบ ใช้การหมุน 360 องศา ดังนั้น เครื่องหมุน 1 องศาใช้เวลา 0.028 mS

ถ้าสัญญาณพัลซ์ถูกกำหนดที่ 110 องศาก่อนจุดศูนย์ตายบนและเราต้องการจุดระเบิดที่ 19.5 องศาก่อนจุดศูนย์ตายบน เราก็จะได้ค่าดังนี้ 110-19.5= 90.5 องศา ดังนั้น ถ้าความเร็วรอบเครื่องยนต์ 6000 รอบต่อนาที ต้องการจุดระเบิดที่ 19.5 องศาก่อนศูนย์ตายบน โดยที่สัญญาณพัลซ์ถูกกำหนดไว้ล่วงหน้า 110 องศาก่อนศูนย์ตายบน ก็จะได้ดังนั้น หลังสัญญาณพัลซ์ 110 องศาเข้ามาที่ เราต้องการให้เครื่องหมุนไปอีก 90.5 องศาโดยการหน่วงเวลาไปอีก /2.534 mS (90.5 องศา x 0.028 mS) จึงจ่ายไฟให้คอยจุดระเบิด เราก็จะได้การจุดระเบิดที่ 19.5 องศาก่อนจุดศูนย์ตายบน

รูป3.14 ล้อแม่เหล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

องศาไฟแก่ ไฟอ่อนที่คำนวณ

รอบเครื่องยนต์(rpm)	เวลา(ms/ °)	ตำแหน่งจุดระเบิด(°)	delay output(ms)
480	0.347	14.0	33.312
960	0.174	14.5	16.617
1500	0.111	15.0	10.545
1980	0.083	15.5	7.843
2460	0.066	16.0	6.204
3000	0.055	16.5	5.142
3480	0.047	17.0	4.371
3960	0.042	17.5	3.885
4500	0.036	18.0	3.312
4980	0.033	18.5	3.019

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รอบเครื่องยนต์(rpm)	เวลา(ms/ °)	ตำแหน่งจุดระเบิด(°)	delay output(ms)
5460	0.031	19.0	2.821
6000	0.028	19.5	2.534
6480	0.0257	20.0	2.313
6960	0.0239	20.5	2.139
7500	0.0222	21.0	1.976
7980	0.0209	20.5	1.871
8460	0.0197	20.0	1.733
9000	0.0185	19.5	1.674
9480	0.0176	19.0	1.602
9960	0.0167	18.5	1.528
10500	0.0159	18.0	1.463
10980	0.0152	17.5	1.406
11460	0.0145	17.0	1.348
12000	0.0138	16.5	1.290

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลอง

ผลการทดลองต่อจากเทอมที่ 1

4.1 การทดลองที่ 1

ทดลองเปลี่ยนตัวแปลงสัญญาณที่ได้จากพัลเซอร์คอยล์

จุดประสงค์

สัญญาณที่ได้จากพัลเซอร์คอยล์ที่ถูกแปลงสัญญาณ Pulse โดยอาศัย Opto-Coupler เบอร์ 4N28 พบว่าสัญญาณที่ได้ยังคงมีสัญญาณรบกวนและสัญญาณที่แปลงได้นั้นยังไม่Pulseตามต้องการ จึงต้องการเปลี่ยนตัวแปลงเป็นไอซี TCA เบอร์ 785 เพื่อให้ง่ายต่อการทดลองขั้นต่อไป

ขั้นตอน

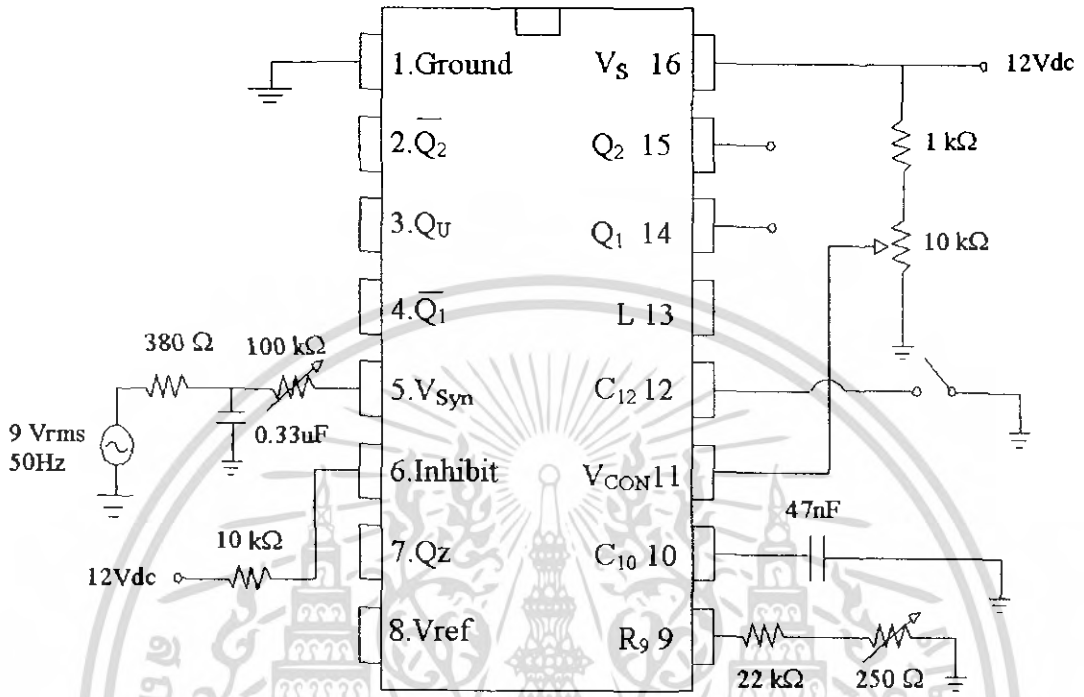
-ได้เปลี่ยนตัวแปลงสัญญาณจาก Opto-Coupler เบอร์ 4N28 ไปเป็น ไอซี TCA เบอร์ 785 ต่อวงจรของไอซี TCA เบอร์ 785 แทนลงในวงจรเดิมแล้วตรวจจับสัญญาณที่output

รูป4.1 OPPTO-Coupler

รูป 4.2 TCA 785

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-ต่อวงจรดังรูป

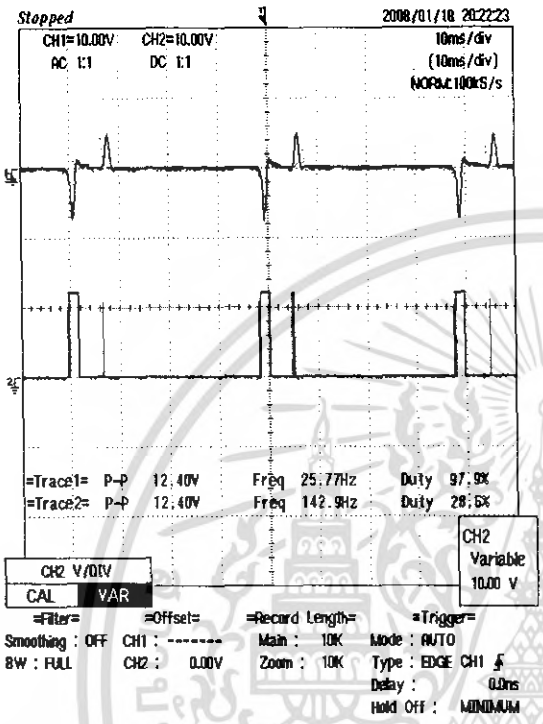


รูป4.3 ภาพแสดงวงจรของ IC TCA 785

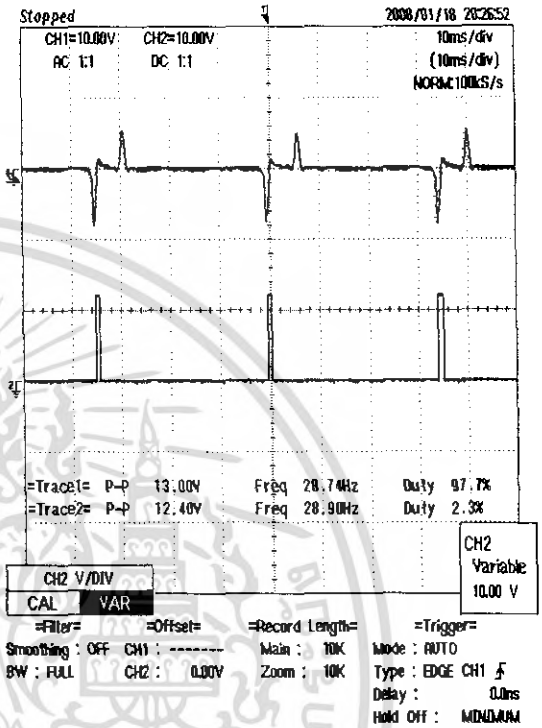
-ทดลองเปลี่ยนค่าตัวเก็บประจุที่ขา 10 ของ IC TCA 785 โดยเปลี่ยนจาก 47uF ไปเป็น 22uF

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง



รูปที่4.4 ใช้ค่า C = 47nF



รูปที่4.5 ใช้ค่า C = 22nF

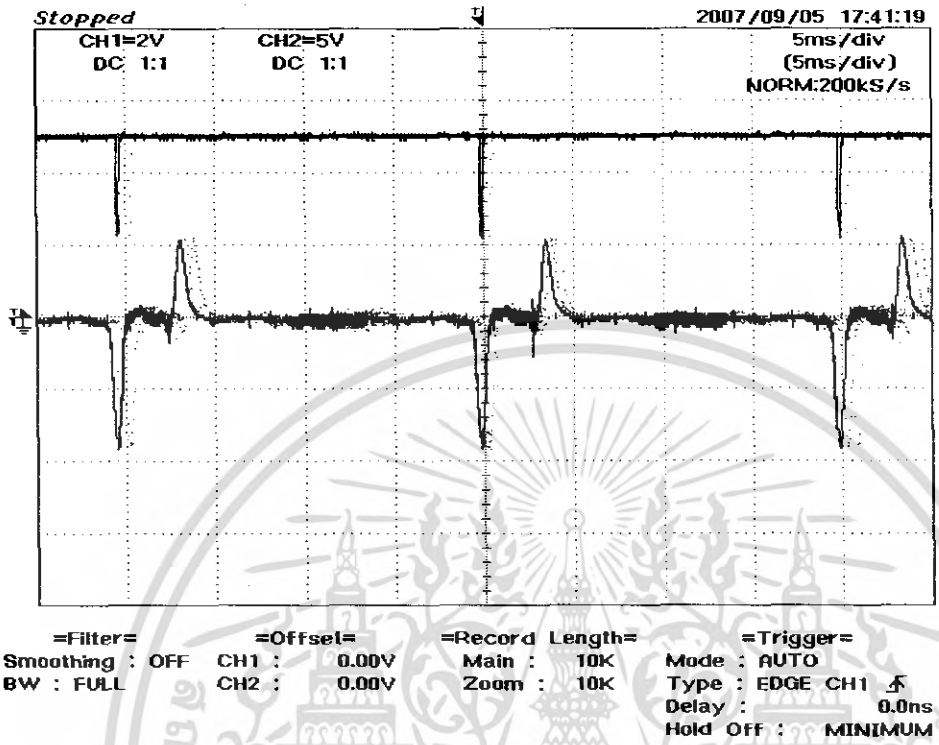
สรุปผลการทดลอง

1.จากการทดลองพบว่า สัญญาณที่ได้จากไอซี TCA เบอร์ 785 เป็นสัญญาณที่เหมาะต่อการทดลองต่อไปเพราะผู้ทดลองต้องการนำสัญญาณดังกล่าวไปประมวลผลต่อที่ตัวPIC

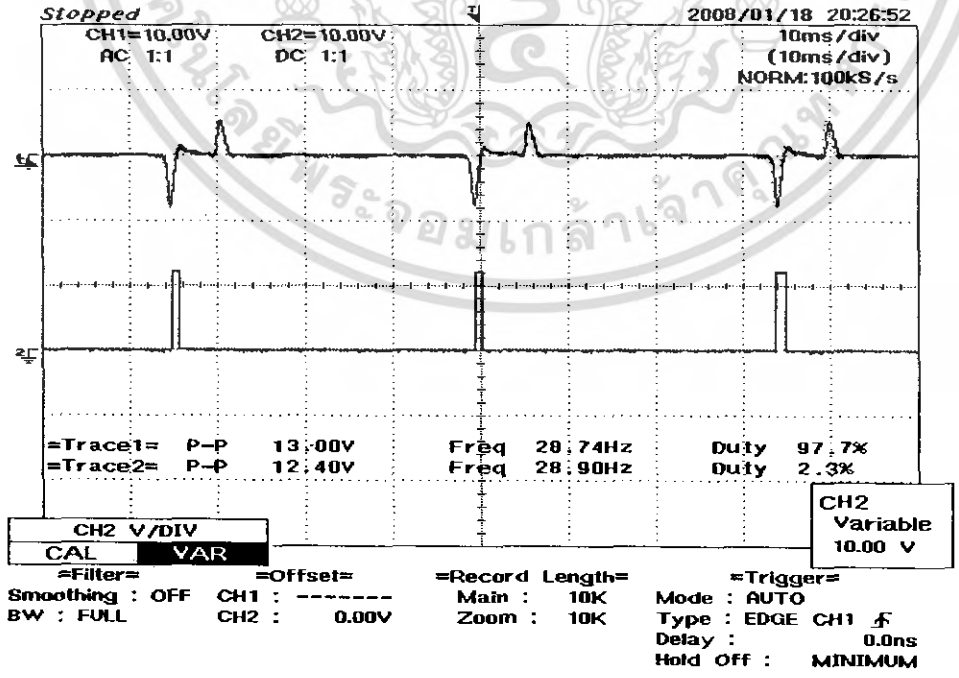
2.สัญญาณที่ได้สามารถปรับความกว้างของพัลส์ได้โดยการเปลี่ยนค่าตัวเก็บประจุ ซึ่งผู้ทดลองเลือก ค่าตัวเก็บประจุที่ 22nF เพราะได้สัญญาณที่เป็นพัลส์ชัดเจนและมีสัญญาณรบกวนน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปเปรียบเทียบระหว่างสัญญาณที่ได้จาก Opto-Coupler กับ TCA 785



รูปที่4.6 กราฟสัญญาณ Output จากOpto-Coupler



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่4.7 กราฟสัญญาณ Output จาก TCA 785

4.2 การทดลองที่2

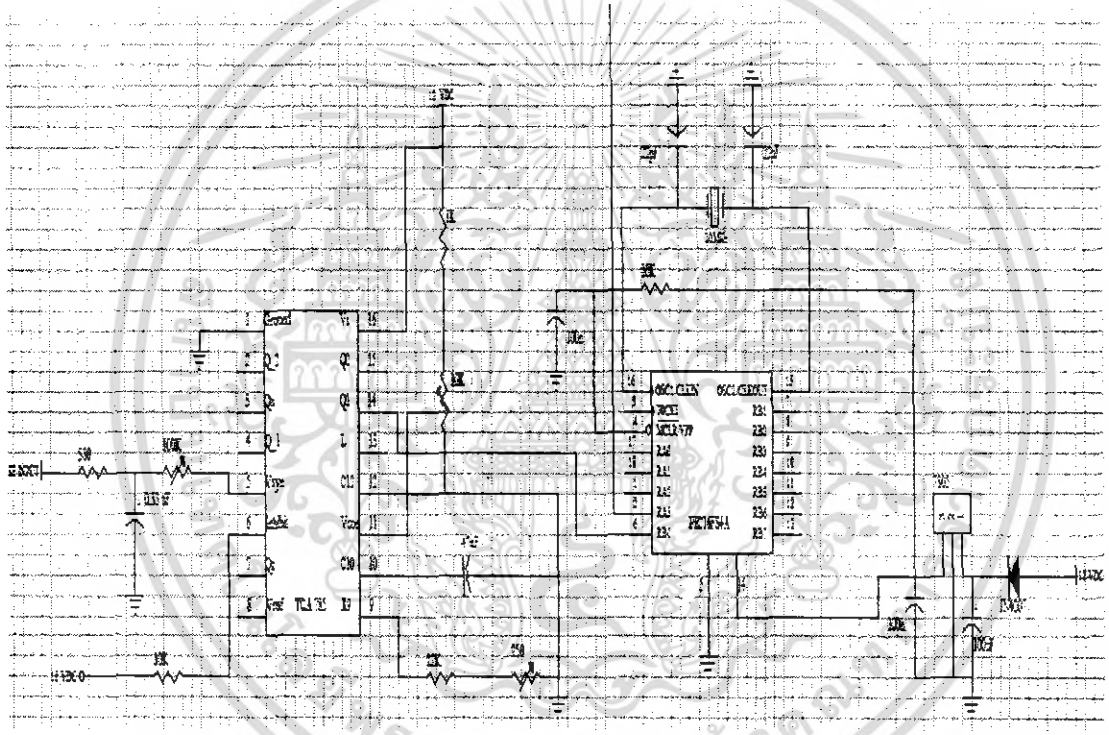
ทดลองป้อนสัญญาณที่ได้จาก TCA 785 เป็นสัญญาณ INPUT ของ PIC 16F84A

จุดประสงค์

ต้องการป้อนสัญญาณ Input ให้แก่ PIC เพื่อคำนวณหารอบของเครื่องยนต์ และกำหนดจังหวะการจุดระเบิดของหัวเทียน

ขั้นตอน

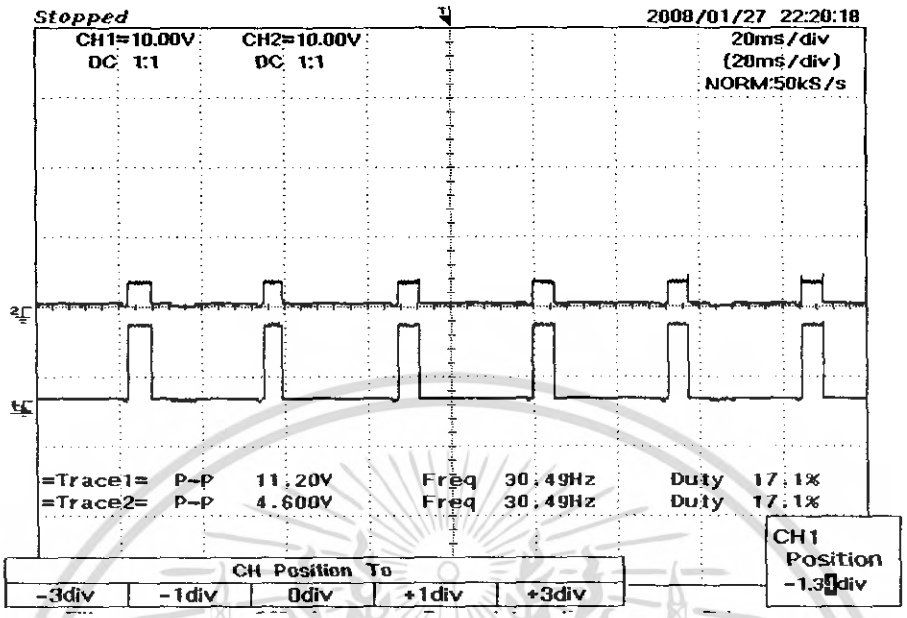
-ต่อวงจรตามรูป



-ทดลองป้อนสัญญาณ INPUT ให้แก่ PIC และตรวจจับสัญญาณ Output ที่ PIC โดยการใช้ออสซิโลสโครป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง



รูปที่4.8 กราฟสัญญาณ Output จาก PIC 16F84A

สรุป

-สัญญาณ Output ที่ได้จาก PIC เป็นสัญญาณที่เกิดจากการประมวลผลของตัวคอนโทรเลอร์โดยนำสัญญาณ Input ที่ได้ จาก TCA 785 มาคำนวณตามโปรแกรมที่โปรแกรมไว้ สัญญาณดังกล่าวจะเป็นสัญญาณที่จะใช้ในการทริกขา SCR เพื่อ นำไปกำหนดช่วงเวลาการจุดระเบิดของหัวเทียนต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SCR

4.3 การทดลองที่3

ทดลองป้อนสัญญาณที่ได้จาก PIC เป็นสัญญาณ INPUT ของ SCR (BT 151)

จุดประสงค์

นำสัญญาณจาก PIC มาทริกขา Gate ของ SCR เพื่อ เป็นตัวกำหนดจังหวะการจุดระเบิดของหัวเทียน

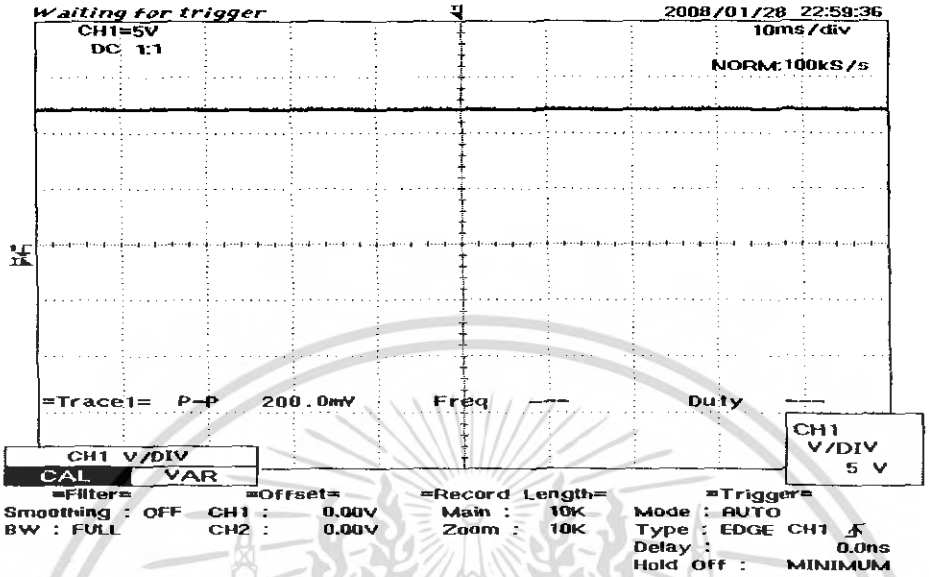
ขั้นตอน

-ตรวจวัดค่าแรงดันไฟฟ้าที่ถูกเก็บประจุไว้ในตัวเก็บประจุ (0.68uF 400V)

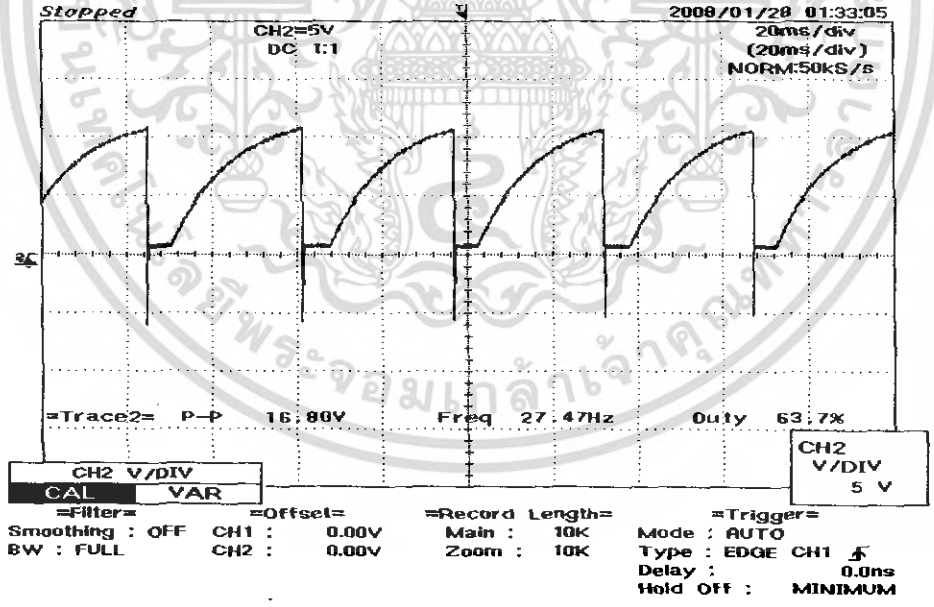
-สังเกตการจุดระเบิดที่หัวเทียน (จะเกิดประกายไฟที่หัวเทียน)

-ตรวจวัดค่าแรงดันไฟฟ้าที่ถูกเก็บประจุไว้ในตัวเก็บประจุ (0.68uF 400V) เมื่อหัวเทียนมีการจุดระเบิดขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

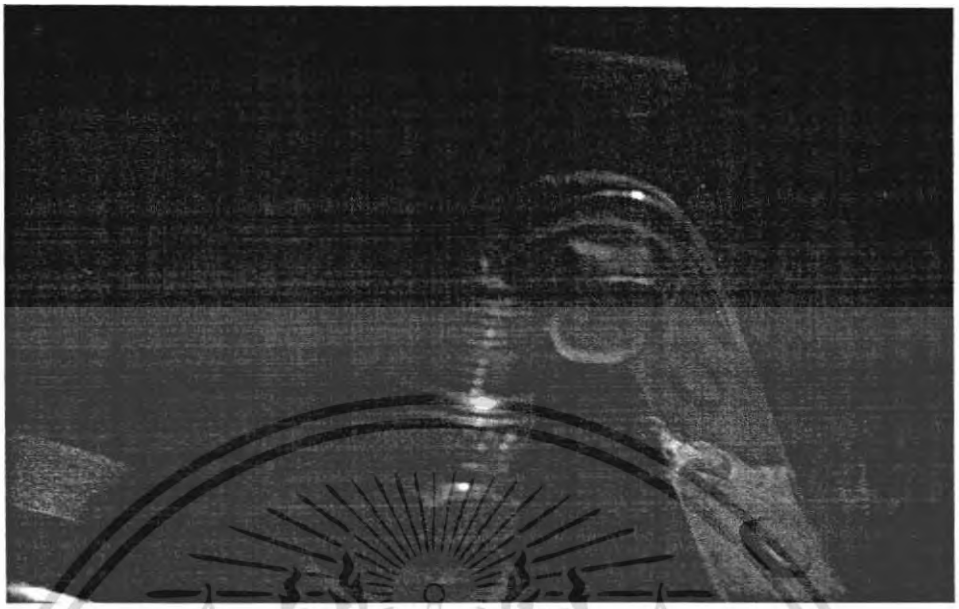


รูปที่ 4.10 กราฟแสดงการเก็บประจุไฟฟ้าที่ตัวเก็บประจุ



รูปที่4.11 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงค่าประจุไฟฟ้าเมื่อมีการจุดระเบิดที่หัวเทียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่4.12 แสดงการจุดระเบิดที่หัวเทียน

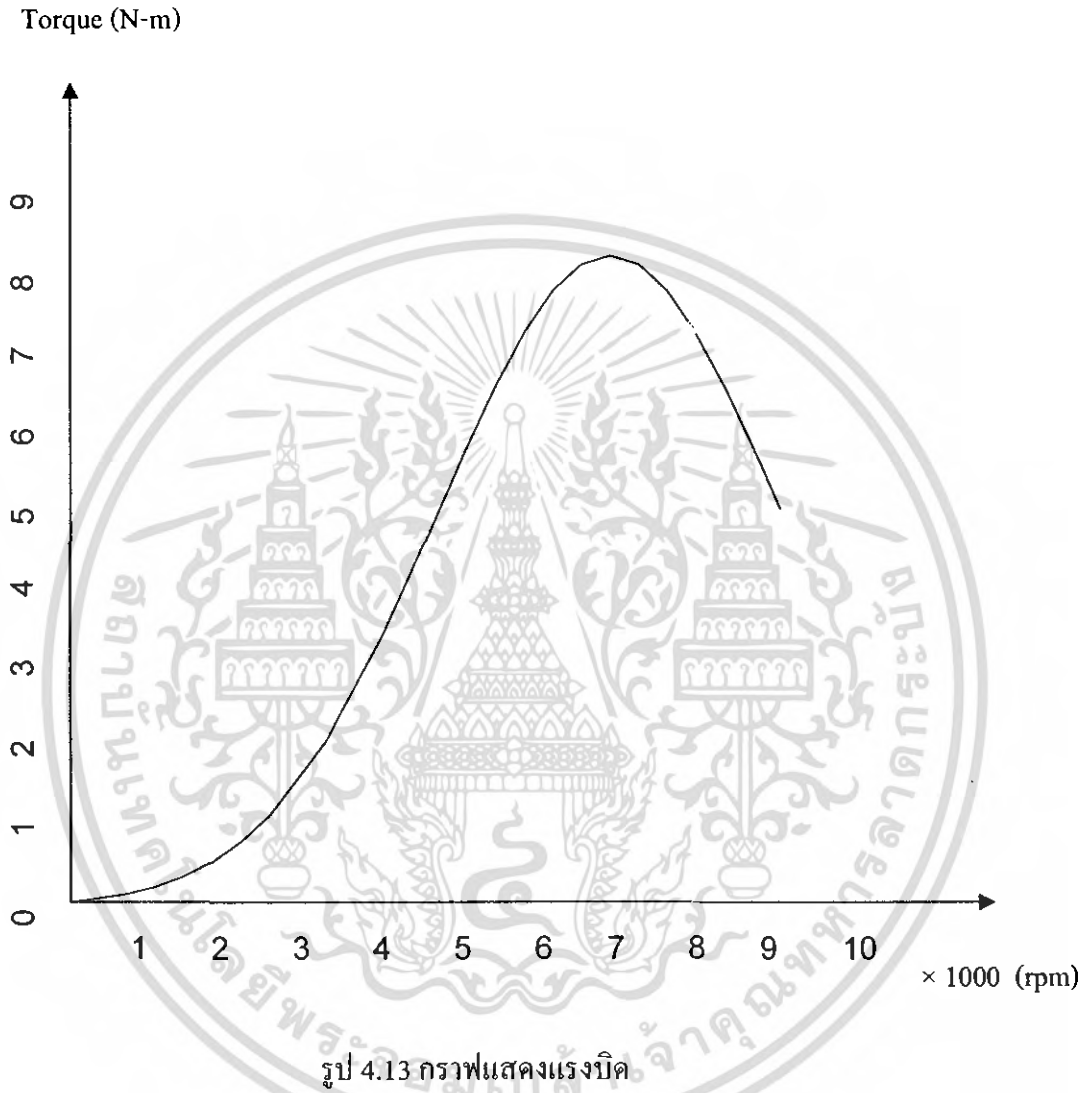
สรุป

-จากรูปที่ 3.1 พบว่าเมื่อต่อแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 12 V ให้กับวงจร จะมีการชาร์จเก็บประจุไว้ที่ตัวเก็บประจุมีค่าประมาณ 12 V

-จากรูปที่3.2 เมื่อมีการสตาร์ทเครื่องยนต์ค่าแรงดันไฟฟ้าที่ถูกเก็บไว้ ณ ตัวเก็บประจุดังกล่าวจะมีการปล่อยประจุออกมาให้แก่คอยล์จุดระเบิด และจะมีการชาร์จจะเก็บไว้ (โดยอาศัยค่าแรงดันจากแหล่งจ่าย) เพื่อให้พร้อมต่อการจุดระเบิดครั้งต่อไปของหัวเทียน ซึ่งการจุดระเบิดจะสังเกตได้จากการที่มีประกายไฟเกิดขึ้นที่บริเวณปลายของหัวเทียนดังรูปที่ 3.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กราฟแรงบิด



รูป 4.13 กราฟแสดงแรงบิด

เมื่อได้ทำการวัดแรงบิดพบว่า แรงบิดสูงสุดที่ทำได้อยู่ที่ 8.63N-m/7,000rpm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

โปรแกรม

```
#include <16F84A.h>
#define CLOCK_SP 20000000
#fuses HS,NOWDT
#use delay(clock=20000000)
#use rs232(baud=9600, xmit=PIN_A0, rcv=PIN_A2)

unsigned int tick = 0;
int16 show = 0,count = 0;
int key[10] = {'0','1','2','3','4','5','6','7','8','9'};

#INT_TIMER0
void Timer0_ISR()
{
  tick++;
  if (tick > 37)
  {
  show = count;
  tick = 0;
  count = 0;
  putc('\r');
  putc('\f');
  putc(key[(show/100)%10]);
  putc(key[(show/10)%10]);
  putc(key[(show%10)]);
  }
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
void pulsedelay()
{
  if (show <= 4)
  delay_us(33312);

  if ((show >= 5) && (show <= 8))
  delay_us(16617);

  if ((show >= 9) && (show <= 13))
  delay_us(10545);

  if ((show >= 14) && (show <= 16))
  delay_us(7843);

  if ((show >= 17) && (show <= 21))
  delay_us(6204);

  if ((show >= 22) && (show <= 25))
  delay_us(51425);

  if ((show >= 26) && (show <= 29))
  delay_us(4371);

  if ((show >= 30) && (show <= 33))
  delay_us(3885);

  if ((show >= 34) && (show <= 38))
  delay_us(3312);

  if ((show >= 39) && (show <= 42))
  delay_us(3019);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
if ((show >= 43) && (show <= 46))
delay_us(2821);

if ((show >= 47) && (show <= 50))
delay_us(2534);

if ((show >= 51) && (show <= 54))
delay_us(2313);

if ((show >= 55) && (show <= 58))
delay_us(2139);

if ((show >= 59) && (show <= 63))
delay_us(1976);

if ((show >= 64) && (show <= 67))
delay_us(1871);

if ((show >= 68) && (show <= 71))
delay_us(1773);

if ((show >= 72) && (show <= 75))
delay_us(1674);

if ((show >= 76) && (show <= 79))
delay_us(1622);

if ((show >= 80) && (show <= 83))
delay_us(1528);

if ((show >= 84) && (show <= 88))
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  delay_us(1463);
  if ((show >= 89) && (show <= 92))
  delay_us(1406);

  if ((show >= 93) && (show <= 96))
  delay_us(1348);

  if ((show >= 97) && (show <= 100))
  delay_us(1290);
}

void main()
{

  enable_interrupts(GLOBAL);
  enable_interrupts(INT_TIMER0);

  setup_timer_0(RTCC_INTERNAL | RTCC_DIV_256);
  set_timer0(0);

  set_tris_a(0xa0);
  set_tris_b(0xa0);

  output_high(PIN_B1);
  output_low(PIN_A3);

  while (TRUE)
  {
    if (input(PIN_B0))
    {
      while (input(PIN_B0))
      {
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        }
        count++;
        output_low(PIN_A3);
        pulsedelay();
        output_high(PIN_A3);
        delay_us(100);
        output_low(PIN_A3);
      }
    }
}
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้