

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ระบบจุดระเบิดหลายครั้ง
(เครื่องยนต์แก๊สโซลีน)

MULTI SPARK IGNITION SYSTEM
(GASOLINE ENGINE)



เลขหมู่.....
เลขทะเบียน..... 72850
วัน,เดือน,ปี 23 ส.ย. 2550

b. 11223785
i.

รายงานฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิชา 01044057 PROJECT 2
ของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาอิเล็กทรอนิกส์
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ประจำภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ระบบจุดระเบิดหลายครั้ง
(เครื่องยนต์แก๊สโซลีน)**

**MULTI SPARK IGNITION SYSTEM
(GASOLINE ENGINE)**



รายงานฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิชา 01044057 PROJECT 2
ของการศึกษาดตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาอิเล็กทรอนิกส์
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ประจำภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญาานิพนธ์ ปีการศึกษา 2/2549

ภาควิชา อิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

รายงานเรื่อง ระบบจุดระเบิดหลายครั้ง(เครื่องยนต์แก๊สโซลีน)

MULTI SPARK IGNITION SYSTEM (GASSOLINE ENGINE)

ผู้จัดทำ นาย พิทยา ซาอามาตย์ รหัสประจำตัว 46010524
นาย ภาณุมาศ เรืองสุขพิพัฒน์ รหัสประจำตัว 46010576
นาย วุฒิพงษ์ ชูเพชร รหัสประจำตัว 46010757




.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(รศ.จิววัฒน์ ปานกลาง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบการจุดระเบิดหลายครั้ง (เครื่องยนต์แก๊สโซลีน)

นาย พิทยา ซาอามาตย์ รหัส46010524

นาย ภาณุมาศ เรืองสุขพิพัฒน์ รหัส46010576

นาย วุฒิพงษ์ ชูเพชร รหัส46010757

รศ.จิรวัดน์ ปานกลาง อาจารย์ที่ปรึกษา

ปีการศึกษา 2549

บทคัดย่อ

ปฏิญานิพนธ์ฉบับนี้ได้พัฒนาเกี่ยวกับการจุดระเบิดของหัวเทียนรถยนต์โดยทำการเพิ่มจำนวนครั้งในการจุดระเบิดของหัวเทียนรถยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงแบบแก๊สโซลีน ในจังหวะระเบิดโดยปกติจะจุดประกายไฟที่หัวเทียน เพียง 1 ครั้งต่อสูบของรอบการทำงานของเครื่องยนต์ แต่ในที่นี้จะทำการแบ่งออกเป็น 4 ครั้ง ในปฏิญานิพนธ์นี้จะแบ่งการทำงานเป็น 2 ชุด

-ชุดแรกจะทำการจำลองการทำงานของการแบ่งสัญญาณพัลส์ซึ่งส่วนนี้จะประกอบด้วย การสร้างสัญญาณพัลส์อย่างต่อเนื่อง และการเลือกสัญญาณพัลส์เพื่อทำงานในแต่ละสูบ

- ส่วนชุดที่สองจะใช้ Encoder ในการวัดรอบการทำงานของเครื่องยนต์ร่วมกับตัวประมวลผล(CPU)ซึ่งทำหน้าที่แทนจานจ่ายเพื่อเลือกสัญญาณพัลส์ที่ออกไปแต่ละสูบ

สัญญาณพัลส์ที่ใหญ่ของแต่ละสูบจะเป็นไปตามมุมคเวสที่มีความกว้างของสัญญาณตามจังหวะการจุดระเบิดของแต่ละสูบของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน โดยที่ตัวประมวลผล(CPU) จะทำการแบ่งสัญญาณพัลส์ 1 พัลส์ ออกเป็น 4 พัลส์และส่งสัญญาณดังกล่าวไปขับเคลื่อนจุดระเบิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MULTI SPARK IGNITION SYSTEM (GASOLINE ENGINE)

Mr. Pittaya Chaarmart ID.46010524

Mr. Panumart Rognsukpipattana ID.46010576

Mr. Wuttipong Chuphet ID.46010757

Assoc. Prof. Jirawat Panklang Advisor

Educational Year 2006

Abstract

This thesis is to develop ignition system in spark plug of gasoline engine ignition by increase sparking at spark plug in one cycle. So applying of ignition system have four sparking at spark plug in one cycle of each one stroke. This thesis divided two parts for working.

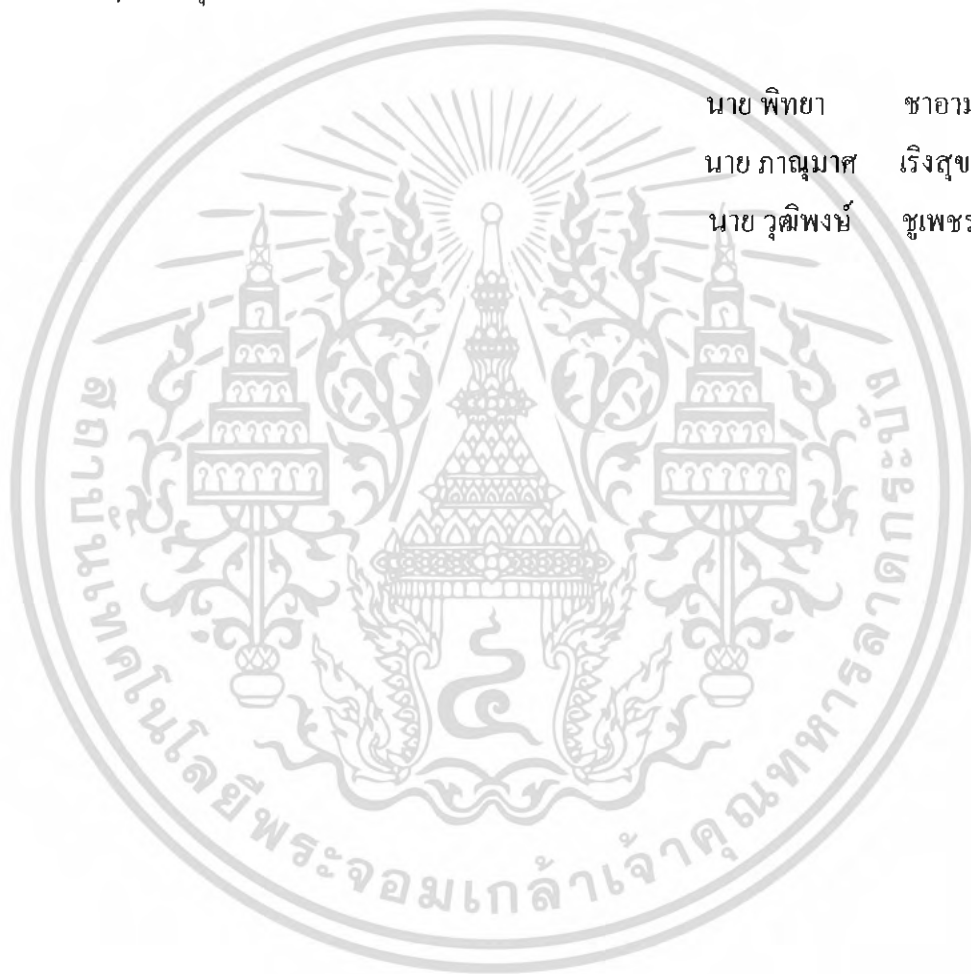
-Part One is simulation to divide pulse signal that consist of continued pulse signal and selection pulse signal to spark in each one stroke.

-Part Two use encoder to measure cycle of engine that cooperation with CPU by working instead of distributor for choose pulse signal to each one stroke.

Pulse signal width of each one stroke is along Dwell angle so width of pulse signal is along stroke ignition of each one stroke by CPU working divide one pulse signal to be four pulse signal and transfer this pulse signal to drive Coil Ignition.

กติกกรมประกาศ

โครงการระบบจุดระเบิดหลายครั้ง(เครื่องยนต์แก๊สโซลีน) จะสำเร็จลุล่วงไม่ได้เลยถ้าขาด คำแนะนำและข้อเสนอแนะดีๆเกี่ยวกับการทำโครงการนี้จากท่าน รศ.จิรวัดน์ ปานกลาง และพี่ต่อ ทางผู้จัดทำโครงการจึงขอขอบพระคุณมา ณ.โอกาสนี้และที่ขาดไม่ได้เลยก็คือ คุณพ่อของคุณแม่ที่ ให้เงินมาเพื่อศึกษาล่าเรียนและทำโครงการนี้ขึ้นมา อีกทั้งเพื่อนๆที่คอยเป็นกำลังใจ เห็นใจกัน และ คำแนะนำที่ดีๆ ขอบขอบคุณครับ



นาย พิทยา ชาอามาตย์
นาย ภาณุมาศ เริงสุขพิพัฒนะ
นาย วุฒิพงษ์ ชูเพชร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนำ

ในปัจจุบันนี้ปัญหาที่เป็นปัญหาที่ใหญ่ที่สุดและกระทบไปยังระบบเศรษฐกิจ สังคม ก็คงจะหนีไม่พ้นปัญหาด้านพลังงาน โดยเฉพาะพลังงานเชื้อเพลิง พลังงานเชื้อเพลิงที่ใช้กันมากที่สุดก็คือจะหนีไม่พ้น พลังงานจากน้ำมัน ฉะนั้นในโครงการนี้เป็นการวิจัยและพัฒนาเพื่อให้มีการใช้น้ำมันอย่างคุ้มค่ามากที่สุด โดยการจุดระเบิดอย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด

นาย พิทยา	ชาอามาตย์	รหัส 46010524
นาย ภาณุมาศ	เริงสุบพิพัฒนะ	รหัส 46010576
นาย วุฒิพงษ์	ชูเพชร	รหัส 46010757

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ	1
1.3 ขอบเขตของโครงการ	1
1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	1
บทที่ 2 ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับรถยนต์เครื่องยนต์แก๊สโซลีน	2
2.1 พื้นฐานเกี่ยวกับแก๊สโซลีน	2
2.2 ระบบจุดระเบิด	3
2.2.1 คอยล์จุดระเบิด	3
2.2.2 จานจ่าย	8
2.2.3 มุมคเวด	10
2.2.4 หัวเทียน	15
2.3 การทำงานของระบบจุดระเบิด	19
2.3.1 ระบบจุดระเบิดทรานซิสเตอร์	28
2.3.2 ระบบจุดระเบิดแบบ CDI	36
2.3.3 ระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์	37
2.3.4 ระบบจุดระเบิดแบบไม่มีจานจ่าย	39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

เรื่อง	หน้า
บทที่ 3 ข้อมูลเบื้องต้นในการออกแบบ	41
3.1 ส่วนของการประมวลผล (CPU)	41
3.2.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller)	41
3.2.3 การจัดการกับหน่วยความจำส่วนโปรแกรม (Program Memory Organization)	44
3.3 ส่วนของคอยล์จุดระเบิด (Ignition Coll)	50
บทที่ 4 หลักการออกแบบของระบบจุดระเบิด	51
4.1 เกี่ยวกับการออกแบบระบบจุดระเบิดหลายครั้ง	51
4.2 หลักการในการออกแบบระบบจุดระเบิด	52
4.2.1 ส่วนของการสร้างสัญญาณพัลส์ (Pulse Generator)	53
4.2.2 ส่วนของวงจรที่ใช้ Encoder แทนงานง่าย	55
4.2.3 ส่วนของการประมวลผล (CPU)	55
4.2.4 ส่วนของ Drive Circuit	
4.2.5 ส่วนของ Step Up Voltage	55
4.2.6 ส่วนของคอยล์จุดระเบิด (Ignition Coll)	56
4.2.7 ส่วนของหัวเทียน	56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

เรื่อง	หน้า
บทที่ 5 รายละเอียดในการออกแบบและการสร้าง	57
5.1 ส่วนของวงจรสร้างสัญญาณพัลส์(Pulse Generator)	57
5.2 ส่วนของวงจรที่ใช้ Encoder แทนจานจ่าย	58
5.3 ส่วนของการประมวลผล (CPU)	59
5.4 ส่วนของ Drive Circuit	63
5.5 ส่วนของ Step Up Voltage	63
5.6 ส่วนของคอยล์จุดระเบิด (Ignition Coil)	64
5.6 ส่วนของหัวเทียน	64
บทที่ 6 การทดลองระบบจุดระเบิด	65
6.1 จุดประสงค์	65
6.1.1 เพื่อทดสอบการแสดงผลทางด้านเอาต์พุตของ PIC	65
6.1.2 เพื่อทดสอบการสปาร์กของหัวเทียนโดยใช้ Coil On Plug	65
6.2 วิธีการทดลอง	65
6.2.1 ทดสอบการแสดงผลทางด้านเอาต์พุตของ PIC	65
6.2.2 ทดสอบการสปาร์กของหัวเทียนโดยใช้ Coil On Plug	65
6.3 ผลการทดลอง	65
6.3.1 ทดสอบการแสดงผลทางด้านเอาต์พุตของ PIC	65
6.3.2 ทดสอบการสปาร์กของหัวเทียนโดยใช้ Coil On Plug	66

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

เรื่อง	หน้า
บทที่7 สรุปโครงการและปัญหาที่พบ	67
7.1 สรุปผลการทดลอง	67
7.1.1 ทดสอบการแสดงผลทางด้านเอาท์พุทของ PIC	67
7.1.2 ทดสอบการสปาร์คของหัวเทียนโดยใช้ Coil On Plug	67
7.2 ปัญหาที่พบในการทำโครงการ	67

ภาคผนวก
หนังสืออ้างอิง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูป	หน้า
รูปที่ 2.1 วงจรไฟระบบจุดระเบิด	3
รูปที่ 2.2 ภาพตัดแสดงโครงสร้างภายในของคอยล์จุดระเบิด	4
รูปที่ 2.3 การเหนี่ยวนำตัวเองของขดลวด	4
รูปที่ 2.4 การเหนี่ยวนำร่วม	5
รูปที่ 2.5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็ว ของเครื่องยนต์กับกระแสไฟในวงจรปฐมภูมิ	7
รูปที่ 2.6 วงจรไฟจุดระเบิดแบบมีความต้านทานภายนอก และการต่อลัดวงจรตัวความต้านทาน	7
รูปที่ 2.7 ภาพตัดแสดงส่วนประกอบต่างๆ ของจานจ่าย	8
รูปที่ 2.8 ภาพตัดแสดงส่วนประกอบต่างๆ ของฝาครอบจานจ่าย	9
รูปที่ 2.9 โรเตอร์และส่วนประกอบต่างๆของโรเตอร์	10
รูปที่ 2.10 แสดงตำแหน่งของมุมแวลและมุมที่หน้าทองขาวเปิด	11
รูปที่ 2.11 แสดงมุมแวลที่มีขนาดต่างๆ	12
รูปที่ 2.12 ภาพตัดแสดงโครงสร้างของคอนเดนเซอร์	13
รูปที่ 2.13 การต่อคอนเดนเซอร์ขนานกับหน้าทองขาวในวงจรปฐมภูมิ	14
รูปที่ 2.14 แสดงสภาพของหน้าทองขาวเมื่อใช้คอนเดนเซอร์ที่มีความจุต่างๆ	14
รูปที่ 2.15 ส่วนประกอบต่างๆ ของหัวเทียน	16
รูปที่ 2.16 รูปลักษณะต่างๆ ของแกนกลางของหัวเทียน ที่ให้ประกายไฟจากง่ายไปยาก	17
รูปที่ 2.17 เปรียบเทียบโครงสร้างของหัวเทียนแบบธรรมดาและหัวเทียนทองคำขาว	18
รูปที่ 2.18 ระยะห่างของซี่หัวเทียน	19
รูปที่ 2.19 วงจรจุดระเบิดขณะหน้าทองขาวปิด	20
รูปที่ 2.20 วงจรไฟจุดระเบิดขณะหน้าทองขาวปิด	21
รูปที่ 2.21 เส้นแรงแม่เหล็กที่แรงเกิดขึ้นจากการคายประจุของคอนเดนเซอร์	21
รูปที่ 2.22 กราฟแสดงกระบวนการเผาไหม้	22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูป	หน้า
รูปที่ 2.23 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกลไกควบคุมการ จุดระเบิดล่วงหน้ากับมุมล่วงหน้าของจานจ่าย	23
รูปที่ 2.24 การต่อท่อสุญญากาศจากคาร์บูเรเตอร์ ไปกลไกควบคุมการจุดระเบิดล่วงหน้าแบบสุญญากาศ	24
รูปที่ 2.25 แสดงส่วนประกอบของกลไกควบคุม การจุดระเบิดล่วงหน้าแบบสุญญากาศ	24
รูปที่ 2.26 ขณะยังไม่มีสุญญากาศ	25
รูปที่ 2.27 ขณะเกิดสุญญากาศ แผ่นรองรับหน้าห้องขาวจะถูกดึง เกิดมุมการจุดระเบิดล่วงหน้าขึ้น	25
รูปที่ 2.28 กราฟแสดงกำลังดันสูงสุดจากการเผาไหม้ ที่เกิดขึ้นหลัง 10 องศาหลัง TDC	26
รูปที่ 2.29 แสดงส่วนประกอบต่างๆ ของกลไกควบคุมการ จุดระเบิดล่วงหน้าแบบแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง	26
รูปที่ 2.30 แสดงการเกิดผลตอบสนองต่อการเกิดมุมของคัมมน้ำหนัก	27
รูปที่ 2.31 กราฟแสดงผลจากการจุดระเบิดล่วงหน้ามากเกินไปและช้าเกินไป	28
รูปที่ 2.32 วงจรไฟจุดระเบิดที่ทรานซิสเตอร์ขณะหน้าห้องขาวปิด	30
รูปที่ 2.33 วงจรไฟจุดระเบิดที่ทรานซิสเตอร์ขณะหน้าห้องขาวเปิด	31
รูปที่ 2.34 วงจรไฟระบบจุดระเบิดแบบทรานซิสเตอร์ล้วน	31
รูปที่ 2.35 ส่วนประกอบของเครื่องกำหนดสัญญาณ	32
รูปที่ 2.36 วงจรภายในชุดช่วยจุดระเบิด	33
รูปที่ 2.37 กราฟแสดงแรงเคลื่อนไฟแรงสูงที่สัมพันธ์กับ ความเร็วรอบของจานจ่ายและการควบคุมมุมเวลา	33
รูปที่ 2.38 กราฟแสดงคุณสมบัติของการควบคุมมุมเวลา	34
รูปที่ 2.39 โรเตอร์กำหนดสัญญาณแบบธรรมดาและแบบควบคุมมุมเวลา	34
รูปที่ 2.40 กราฟแสดงการควบคุมกระแสไฟฟ้าในคอยล์จุดระเบิด	35
รูปที่ 2.41 วงจรไฟระบบจุดระเบิดแบบ CDI	37
รูปที่ 2.42 หลักการทำงานของระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์	38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูป	หน้า
รูปที่ 2.43 วงจรไฟฟ้าของระบบจุกะเบิดอิเล็กทรอนิกส์แบบไม่มีงานจ่าย	39
รูปที่ 2.44 วงจรภายในของตัวช่วยจุกะเบิด	40
รูปที่ 3.1 แสดงลักษณะ โครงสร้างภายนอกของ Microcontroller PIC 16F630	42
รูปที่ 3.2 แสดงลักษณะ โครงสร้างภายในของตัว Microcontroller PIC 16F630	43
รูปที่ 3.3 แสดงการจัดสรรพื้นที่ของหน่วยความจำ	44
รูปที่ 3.4 แสดงการกำหนดการเลือกแบนด์ของหน่วยความจำ	45
รูปที่ 3.5 แสดงรีจิสเตอร์ใน แบนด์ 0 และ แบนด์ 1	46
รูปที่ 3.6 แสดงบิตของพอร์ตA	47
รูปที่ 3.7 แสดงบิตของพอร์ตC	48
รูปที่ 3.8 แสดงบิตของการเลือกอินเตอร์รัปต์	49
รูปที่ 3.9 แสดง Coil On Plug	50
รูปที่ 4.1 Timing Diagram ของการออกแบบ	51
รูปที่ 4.2 บล็อกไดอะแกรม(Block Diagram)	52
รูปที่ 4.3 การใช้ Flip Flop มาสร้างสัญญาณ pulse	53
รูปที่ 4.4 timing diagram แสดงสัญญาณที่ได้จาก Flip Flop	54
รูปที่ 4.5 timing diagram แสดงสัญญาณที่ได้จากการออกแบบ	54
รูปที่ 4.6 block diagram แสดงระบบการใช้ Encoder แทนงานจ่าย	55
รูปที่ 5.1 วงจร(Pulse Generator)	57
รูปที่ 5.2 ส่วนของวงจร Select Pulse	58
รูปที่ 5.3 วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้Encoderแทนงานจ่าย	58
รูปที่ 5.4 วงจรส่วนของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC 16F630(ภาคขอยสัญญาณพัลส์)	59
รูปที่ 5.5 แสดง Flowchart ของโปรแกรม	60
รูปที่ 5.6 แสดงวงจร Drive Circuit	63
รูปที่ 5.7 Step Up Voltage	63
รูปที่ 5.8 Coil On Plug	64
รูปที่ 5.9 แสดงหัวเทียน1 เชื้อว	64

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 6.1 แสดงสัญญาณพัลส์ ที่ส่งเข้าทางด้าน Input ของ PIC	65
รูปที่ 6.2 แสดงสัญญาณพัลส์ที่ย่อย 4 พัลส์ ทางด้าน Output ของ PIC	66
รูปที่ 6.3 แสดงการสปาร์คของหัวเทียน	66



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมา

เนื่องจากปัจจุบันปัญหาเรื่องพลังงานมีความสำคัญต่อการดำเนินชีวิตประจำวันอย่างมาก ยิ่งในภาคน้ำมันแพง ยิ่งเป็นการเพิ่มค่าใช้จ่าย เพื่อเป็นการช่วยในการประหยัดพลังงาน ฉะนั้น ผู้ทำปริญญานิพนธ์จึงเล็งเห็นปัญหาดังกล่าวและคิดหาทางให้มีการใช้พลังงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุดโดยการพัฒนาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการจุดระเบิดของเครื่องยนต์ ในรถยนต์ แก๊สโซลีน ซึ่งมีการใช้กันทั่วไป

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการจุดระเบิดของรถยนต์ให้มีการเผาไหม้อย่างสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ทำให้เครื่องยนต์ขับเคลื่อนมีประสิทธิภาพอย่างเต็มที่ อีกทั้งอาจจะเป็นการช่วยประหยัดน้ำมันอีกทางหนึ่ง

1.3 ขอบเขตของโครงการ

- ใช้ Microcontroller ตระกูล PIC เพื่อประมวลผลในการกำหนดความกว้างของ Pulse ย่อย
- ใช้ COIL ON PLUG ในการทำปริญญานิพนธ์
- ใช้หัวเทียนแบบ 1 เขี้ยว ในการจุดระเบิด
- ใช้ Optocouple ในการแยกสัญญาณและลดสัญญาณรบกวน
- ใช้ Pulse Generator ในการสร้างสัญญาณเพื่อจำลองการทำงานของระบบ
- ใช้ Encoder ในแบบจำลองของงานจ่ายแบบ digital

1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

- โครงการนี้สามารถนำความรู้มาประยุกต์ใช้ได้กับงานจริงได้
- โครงการนี้เมื่อนำไปใช้งานจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของระบบจุดระเบิดและช่วยให้ประหยัดพลังงานและเชื้อเพลิง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับระบบจุดระเบิด

รถยนต์เครื่องยนต์แก๊สโซลีน

2.1 พื้นฐานเกี่ยวกับแก๊สโซลีน

ในเครื่องยนต์แก๊สโซลีน ส่วนผสมของน้ำมันเชื้อเพลิงกับอากาศที่ถูกอัดให้มีปริมาตรเล็กน้อยในกระบอกสูบแล้วเกิดการระเบิดลุกไหม้ ภายในกระบอกสูบและผลิตพลังงานกลออกมาได้ก็อาศัยระบบจุดระเบิด ซึ่งเป็นแหล่งจ่ายพลังงานทางไฟฟ้าให้เกิดประกายไฟภายในกระบอกสูบ ประกายไฟที่เกิดขึ้นภายในกระบอกสูรมีค่า 18,000 ถึง 25,000 โวลต์ ทำให้ไอติดเกิดการลุกไหม้อย่างรวดเร็วได้ หน้าที่ของระบบจุดระเบิดก็คือการจ่ายประกายไฟเพื่อจุดระเบิดไอดีภายในกระบอกสูบตามจังหวะการจุดระเบิดที่เหมาะสมของเครื่องยนต์

มีองค์ประกอบอยู่ 3 อย่างที่จะทำให้เครื่องยนต์ทำงานได้อย่างสมบูรณ์เต็มประสิทธิภาพคือ

1. กำลังอัดของเครื่องยนต์สูง
2. จังหวะการจุดระเบิดเหมาะสมและประกายไฟแรง
3. อัตราส่วนผสมของน้ำมันเชื้อเพลิงกับอากาศถูกต้อง

การทำงานของระบบจุดระเบิดที่ดีจะต้องมี

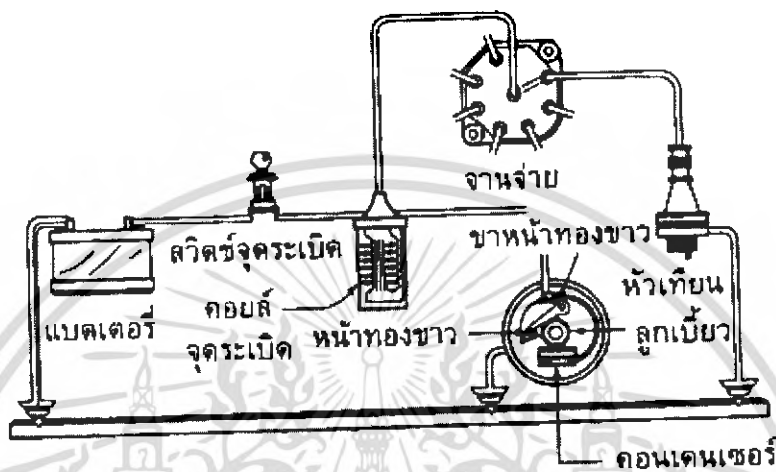
1. ประกายไฟแรง (strong spark) เมื่อไอติดถูกอัดให้มีปริมาตรเล็กน้อยในกระบอกสูมันจะทำให้ประกายไฟระโคคข้ามช่องว่างในอากาศได้ยาก ซึ่งผลอันนี้ทำให้แรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ผลิตขึ้นจะต้องสูงพอที่จะทำให้สามารถจุดประกายไฟระหว่างเขี้ยวหัวเทียนได้
2. จังหวะการจุดระเบิดที่เหมาะสม (proper ignition timing) การที่จะให้การเผาไหม้ไอดีสมบูรณ์ จึงต้องมีระยะเวลาในการจุดระเบิดที่เหมาะสมกับความเร็วรอบของเครื่องยนต์และภาระของเครื่องยนต์

3. มีความทนทาน (sufficient durability) ถ้าระบบจุดระเบิดทำงานผิดพลาดเครื่องยนต์จะไม่ติดระบบจุดระเบิดจึงต้องมีความทนทานต่อการสั่นสะเทือนและความร้อนจากเครื่องยนต์ ให้แรงเคลื่อนไฟฟ้าสูง และมีอายุการใช้งานยาวนาน

ระบบจุดระเบิดจะประกอบด้วยแบตเตอรี่ สวิตช์จุดระเบิด คอยล์จุดระเบิด หน้าทองขาว คอนเดนเซอร์ งานจ่ายสายไฟแรงสูง และหัวเทียน โดยในระบบจุดระเบิดยังแบ่งออกเป็น 2 วงจรด้วยกันคือ (ดูรูปที่ 2.1)

1. วงจรไฟแรงต่ำ (low-tension circuit) จะเริ่มต้นที่แบตเตอรี่จ่ายแรงเคลื่อนไฟฟ้า 12 โวลต์ผ่านสวิตช์จุดระเบิดไปยังคอยล์จุดระเบิดด้านขดลวดปฐมภูมิ ไปหน้าทองขาวในจานจ่าย

2. วงจรไฟแรงสูง (high-tension circuit) จะเริ่มต้นจากขดลวดทุติยภูมิของคอยล์จุดระเบิดไปฝาครอบจานจ่าย หัวโรเตอร์ สายไฟแรงสูง และหัวเทียน

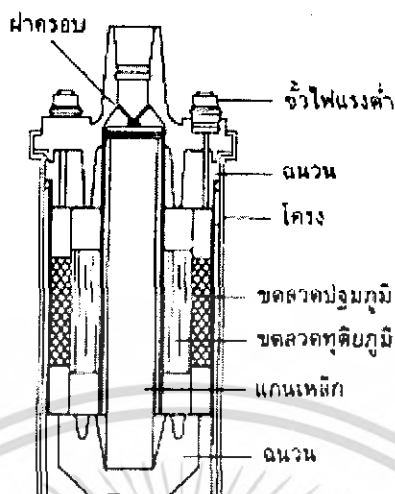


รูปที่ 2.1 วงจรไฟระบบจุดระเบิด

2.2 ระบบจุดระเบิด

2.2.1 คอยล์จุดระเบิด

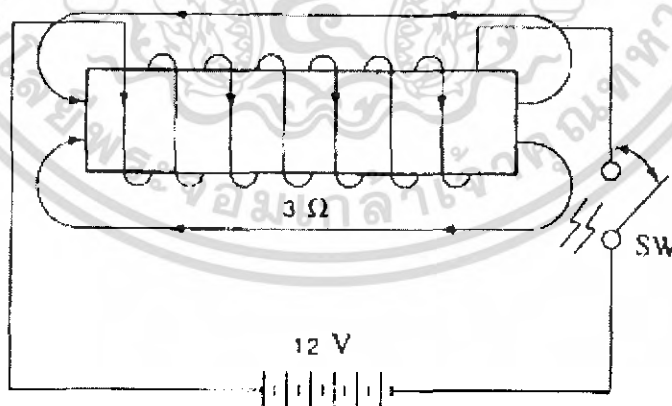
คอยล์จุดระเบิด (ignition coil) ดังแสดงในรูปที่ 2.2 ทำหน้าที่เช่นเดียวกับหม้อแปลงซึ่งจะเพิ่มแรงเคลื่อนไฟแรงต่ำจาก 12 โวลต์เป็นแรงเคลื่อนไฟแรงสูงถึง 18,000 ถึง 25,000 โวลต์ เพื่อให้แรงเคลื่อนไฟฟ้าสามารถกระโดดข้ามเขี้ยวหัวเทียนได้ ภายในคอยล์จุดระเบิดจะประกอบด้วยขดลวดปฐมภูมิพันด้วยลวดทองแดงขนาดใหญ่ โดยพันทับขดลวดทุติยภูมิอยู่ประมาณ 150 ถึง 300 รอบ ขดลวดทุติยภูมิด้วยลวดทองแดงขนาดเล็ก โดยพันรอบแกนเหล็กอ่อนประมาณ 20,000 รอบ และเพื่อป้องกันการกั้ววงจรระหว่างขดลวดทั้งสอง จึงมีกระดาษบางๆ คั่นอยู่ ปลายด้านหนึ่งของขดลวดปฐมภูมิจะต่ออยู่กับขั้วบวก(+) ส่วนปลายอีกข้างหนึ่งจะต่อเข้ากับขั้วลบ (-) สำหรับขดลวดทุติยภูมิจะมีการต่อปลายด้านหนึ่งเข้ากับขดลวดปฐมภูมิทางขั้วบวก (+) อีกด้านหนึ่งจะต่ออยู่กับขั้วไฟแรงสูง ขดลวดทั้งสองจะพันในทิศทางเดียวกับ ขดลวดทุติยภูมิซึ่งมีขนาดเล็กและมีจำนวนรอบมากจะมีความต้านทานสูงกว่าขดลวดปฐมภูมิ สำหรับพื้นที่ว่างภายในคอยล์จะมีน้ำมันซึ่งทำหน้าที่เป็นฉนวนและช่วยระบายความร้อน



รูปที่ 2.2 ภาพตัดแสดงโครงสร้างภายในของคอยล์จุกะเบิด

หลักการที่จะทำให้เกิดแรงเคลื่อนไฟแรงสูงมีด้วยกัน 2 หลักการคือ

1. การเหนี่ยวนำตัวเอง (self-induction effect) เมื่อกระแสไฟฟ้าไหลผ่านเข้าไปในขดลวด จะมีสนามแม่เหล็กและเส้นแรงแม่เหล็กเกิดขึ้นรอบๆ ขดลวด สนามแม่เหล็กและเส้นแรงแม่เหล็กจะทำให้เกิดแรงดันทางไฟฟ้าขึ้นในทิศทางเดียวกับการเหนี่ยวนำของเส้นแรงแม่เหล็ก ซึ่งกระแสไฟฟ้าจะไม่สามารถไหลเข้าไปในขดลวดจนเต็ม เมื่อกระแสไฟฟ้าไหลเข้าไปในขดลวดจนเต็มและถูกตัดวงจรอย่างทันทีทันใด สนามแม่เหล็กจะยุบตัวลงตัดกับขดลวดเกิดการเปลี่ยนแปลงการเหนี่ยวนำของเส้นแรงแม่เหล็กของขดลวดทำให้เกิดแรงดันนำไฟฟ้าขึ้น เราเรียกปรากฏการณ์นี้ว่า การเหนี่ยวนำตัวเอง ดังแสดงในรูปที่ 2.3

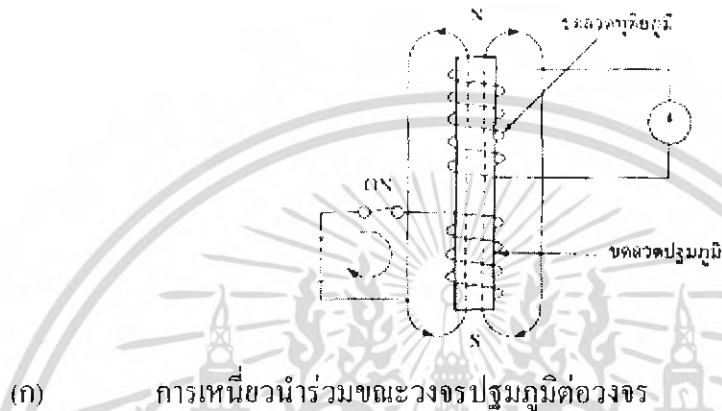


รูปที่ 2.3 การเหนี่ยวนำตัวเองของขดลวด

2. การเหนี่ยวนำร่วม (mutual induction effect) เมื่อขดลวดปฐมภูมิและขดลวดทุติยภูมิอยู่รอบๆ แกนเหล็กอ่อนเดียวกัน เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลเข้าไปในขดลวดปฐมภูมิจะเกิดสนามแม่เหล็กขึ้นรอบๆ ขดลวดปฐมภูมิและขดลวดทุติยภูมิ ขณะนี้ไม่มีการเปลี่ยนแปลงเส้นแรงแม่เหล็ก ขดลวดทุติยภูมิจึงไม่มีแรงดันไฟฟ้าเกิดขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 2.4 (ก)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อขดลวดปฐมภูมิถูกตัดวงจรอย่างทันทีทันใด จะเกิดการเปลี่ยนแปลงเส้นแรงแม่เหล็กโดยเส้นแรงแม่เหล็กจะยุบตัว ทำให้ขดลวดทุติยภูมิเกิดแรงดันไฟฟ้าขึ้น ซึ่งเกิดจากการเหนี่ยวนำของเส้นแรงแม่เหล็กในขดลวดขดลวดปฐมภูมิ เราเรียกปรากฏการณ์นี้ว่า การเหนี่ยวนำร่วม ดังแสดงในรูปที่ 2.4 (ข)



(ก) การเหนี่ยวนำร่วมขณะวงจรปฐมภูมิต่อวงจร

(ข) การเหนี่ยวนำร่วมขณะวงจรปฐมภูมิถูกตัดวงจร

รูปที่ 2.4 การเหนี่ยวนำร่วม

คอยล์จุกระเบิดจะเกิดแรงเคลื่อนไฟแรงสูง โดยการเหนี่ยวนำร่วมระหว่างขดลวดปฐมภูมิและขดลวดทุติยภูมิเมื่อการแสไฟฟ้าวงจรปฐมภูมิถูกตัดวงจร โดยอาศัยการปิด-เปิดของหน้าทองขาว

แรงดันไฟฟ้าที่เกิดจากการเหนี่ยวนำจะมารหรือน้อยก็ขึ้นอยู่กับ 3 สาเหตุคือ

1. จำนวนของเส้นแรงแม่เหล็ก ถ้าเส้นแรงแม่เหล็กที่เกิดขึ้นในขดลวดมาก แรงเคลื่อนไฟฟ้าที่เกิดจากการเหนี่ยวนำก็จะสูง
2. จำนวนรอบของขดลวด ถ้าจำนวนรอบของขดลวดทุติยภูมิมาก ก็จะเกิดการเหนี่ยวนำทำให้เกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าได้สูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

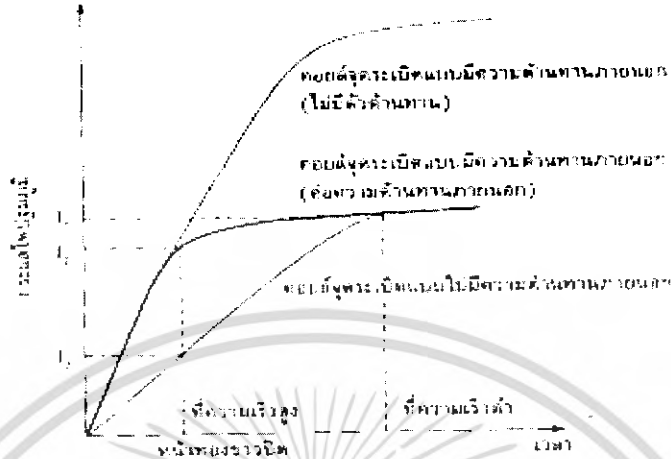
3. ความเร็วในการเปลี่ยนแปลงเส้นแรงแม่เหล็ก การเปลี่ยนแปลงเส้นแรงแม่เหล็กอย่างรวดเร็วในขดลวดจะทำให้เกิดการเหนี่ยวนำเกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าสูง เพื่อที่จะให้ได้รับแรงเคลื่อนไฟฟ้าสูงในระหว่างการเหนี่ยวนำร่วม กระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจรขดลวดปฐมภูมิจะต้องมากและจะต้องถูกตัดวงจรอย่างทันทีทันใด

คอยล์จุกะเบิดแบบมีความต้านทานภายนอก

คอยล์จุกะเบิดแบบไม่มีตัวความต้านทาน เมื่อกระแสไฟฟ้าเริ่มต้นไหลเข้าไปในขดลวดจะมีการต้านทานการไหลของการแ่ไฟฟ้าในขดลวดมาก เนื่องจากคอยล์จุกะเบิดแบบนี้ ขดลวดปฐมภูมิใช้ขดลวดเส้นเล็ก (เล็กกว่าคอยล์จุกะเบิดแบบมีความต้านทานภายนอก) จึงเกิดความต้านทานต่อการไหลของการแ่ไฟฟามาก ทำให้กระแสไฟฟ้าต้องใช้ระยะเวลาหนึ่งที่จะเอาชนะความต้านทานภายในของขดลวดปฐมภูมิจึงจะไหลเข้าขดลวดปฐมภูมิได้เต็ม และเมื่อหน้าทองขาวเกิดตัดการไหลของกระแสไฟฟ้าในขดลวดปฐมภูมิ เส้นแรงแม่เหล็กในคอยล์ยวบตัวตัดกับขดลวดทุติยภูมิเกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าแรงสูงที่ขั้วไฟแรงสูง ซึ่งเมื่อเป็นการทำงานที่ความเร็วรอบต่ำ จึงมีเวลาเพียงพอที่จะให้กระแสไฟฟ้าไหลเข้าขดลวดปฐมภูมิได้มาก แต่เมื่อความเร็วรอบของเครื่องยนต์สูงขึ้น ทำให้ระยะเวลาที่จะให้กระแสไฟฟ้าไหลเข้าขดลวดปฐมภูมิสั้นลง (เนื่องจากเวลาที่หน้าทองขาวปิดสั้นลง) จำนวนของกระแสไฟฟ้าที่ไหลเข้าขดลวดปฐมภูมิจึงมีน้อยลงกว่าเมื่อคอนเครื่องยนต์รอบต่ำ จึงทำให้แรงเคลื่อนไฟฟ้าแรงสูงที่ขั้วไฟแรงสูงลดลง ประสิทธิภาพในการจุกะเบิดลดลง ซึ่งเป็นข้อเสียของคอยล์จุกะเบิดแบบธรรมดา

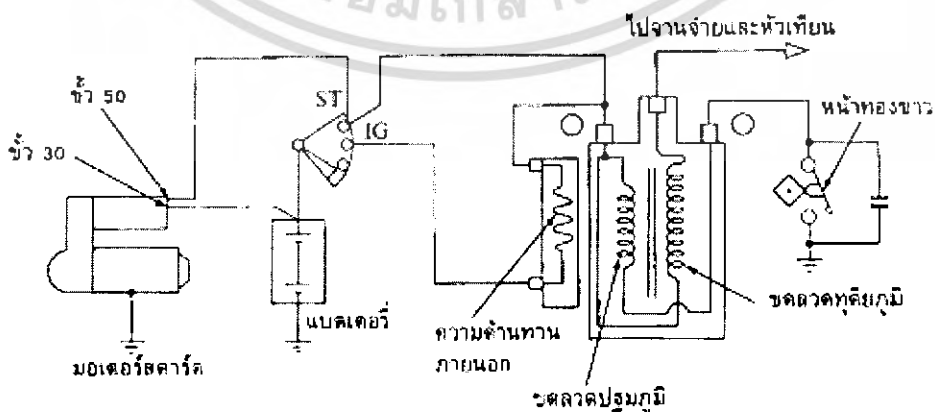
ในคอยล์จุกะเบิดแบบมีความต้านทานภายนอก (ตัวความต้านทานต่ออนุกรมกับขดลวดปฐมภูมิ) จะใช้ขดลวดที่มีขนาดใหญ่ขึ้น ทำให้จำนวนรอบของขดลวดทุติยภูมิลดลง ความต้านทานภายในของขดลวดปฐมภูมิลดลง ระยะทางที่กระแสไฟฟ้าไหลเข้าขดลวดปฐมภูมิจะสั้นลง ระยะเวลาที่กระแสไฟฟ้าไหลเข้าขดลวดปฐมภูมิก็สั้นลง ซึ่งขณะเมื่อความเร็วรอบของเครื่องยนต์ต่ำ กระแสไฟฟ้าสามารถไหลเข้าไปในขดลวดปฐมภูมิได้มากและรวดเร็ว และเมื่อความเร็วรอบของเครื่องยนต์สูงขึ้น การแ่ไฟฟ้าก็ยังสามารถไหลเข้าไปในขดลวดปฐมภูมิได้เพียงพอแม้ว่าระยะเวลาในการปิดของหน้าทองขาวจะสั้นลงก็ตาม ประสิทธิภาพในการจุกะเบิดจึงไม่ได้ลดลงเมื่อความเร็วรอบของเครื่องยนต์สูงขึ้น การนำตัวความต้านทานภายนอกมาต่ออนุกรมกับขดลวดปฐมภูมิ ก็เพื่อป้องกันกระแสไฟฟ้าไหลเข้าขดลวดปฐมภูมิมากเกินไปเมื่อความเร็วรอบของเครื่องยนต์ต่ำ ซึ่งไม่เป็นผลดีกับคอยล์จุกะเบิด เพราะจะทำให้คอยล์จุกะเบิดร้อนจนอาจเสียได้ ในรูปที่ 2.5 เป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วของเครื่องยนต์กับแรงเคลื่อนในวงจรปฐมภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วของเครื่องยนต์กับกระแสไฟในวงจรปฐมภูมิ

การต่อลัดวงจรตัวความต้านทานขณะสตาร์ทเครื่องยนต์ เมื่อขณะทำการสตาร์ทเครื่องยนต์ กระแสไฟฟ้าจำนวนมากจะไหลไปยังมอเตอร์สตาร์ท และแรงเคลื่อนไฟฟ้าของแบตเตอรี่ก็จะตกลง ซึ่งเป็นผลให้กระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจรปฐมภูมิของคอยล์คอยล์ระเบิดลดลงด้วย แรงเคลื่อนไฟฟ้าในขดลวดทุติยภูมิและประกายไฟจู่ระเบิดก็ลดลง เพื่อให้การจู่ระเบิดในขณะที่ทำการสตาร์ทเครื่องยนต์มีประสิทธิภาพ เครื่องยนต์ติดง่าย จึงมีการต่อลัดวงจรตัวความต้านทานขณะทำการสตาร์ทเครื่องยนต์ โดยให้แรงเคลื่อนไฟฟ้าจากขั้ว ST ของสวิตช์จู่ระเบิดไปยังขั้วบวก (+) ของคอยล์จู่ระเบิดโดยตรง (ไม่ผ่านตัวความต้านทาน) เครื่องยนต์จึงติดเครื่องได้ง่าย และเมื่อปล่อยสวิตช์จู่ระเบิดกับมาอยู่ในตำแหน่ง IG วงจรไฟจู่ระเบิดก็กลับมาสู่วงจรปกติ ในรูปที่ 2.6 เป็นวงจรไฟจู่ระเบิดแบบมีความต้านทานภายนอกและการต่อลัดวงจรตัวความต้านทาน



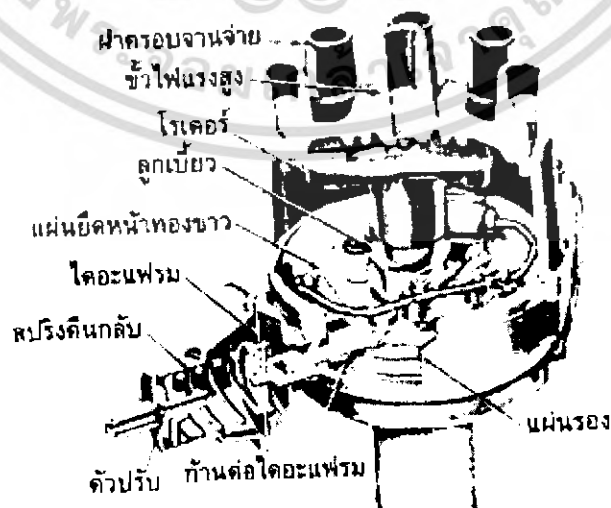
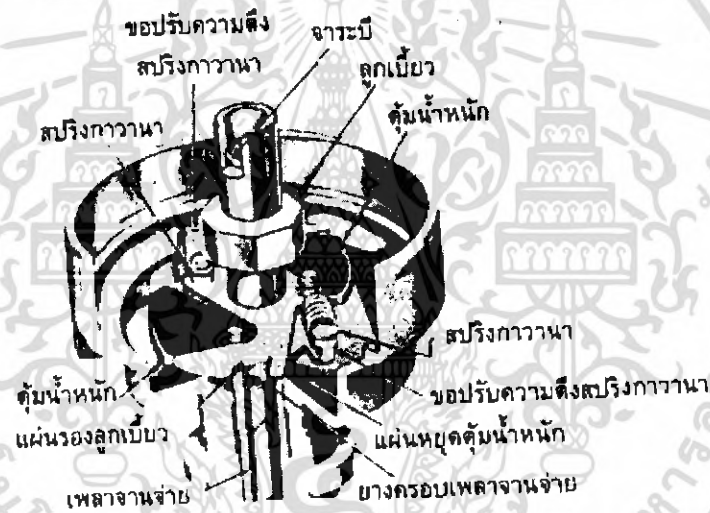
รูปที่ 2.6 วงจรไฟจู่ระเบิดแบบมีความต้านทานภายนอกและการต่อลัดวงจรตัวความต้านทาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 งานจ่าย

งานจ่าย (distributor) ดังแสดงในรูปที่ 2.7 จะติดตั้งอยู่ที่เครื่องยนต์ ทำหน้าที่ให้หน้าทองขาวเป็นสวิทช์ปิด-เปิดของวงจรปฐมภูมิ เมื่อหน้าทองขาวปิด กระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านคอยล์จุดระเบิดและเกิดสนามแม่เหล็กขึ้นภายในคอยล์ เมื่อหน้าทองขาวเปิด กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านไปยังคอยล์จะถูกตัดวงจร และสนามแม่เหล็กที่แกนเหล็กอ่อนก็จะยุบตัว ทำให้เกิดการเหนี่ยวนำเกิดแรงเคลื่อนไฟแรงสูง งานจ่ายจะจ่ายแรงเคลื่อนไฟแรงสูงจากคอยล์ไปยังกระบอกสูบตามจังหวะการจุดระเบิดของเครื่องยนต์ในเวลาที่เหมาะสมเพื่อจุดระเบิดส่วนผสมของไอคิภายในกระบอกสูบ

งานจ่ายจะประกอบด้วยฝาครอบงานจ่าย โรเตอร์ ชุดหน้าทองขาวคอนเดนเซอร์ ชุดกลไกจุดระเบิดล่วงหน้าแบบสูญญากาศ และชุดกลไกจุดระเบิดล่วงหน้าแบบแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง

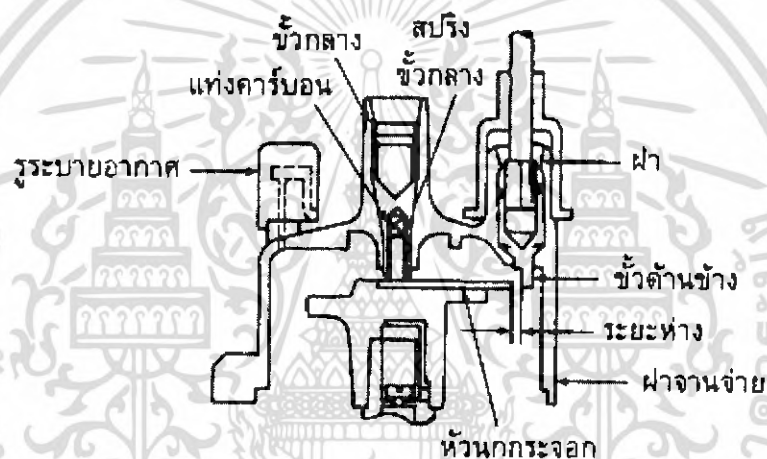


รูปที่ 2.7 ภาพตัดแสดงส่วนประกอบต่างๆ ของงานจ่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฝาครอบจานจ่าย

ฝาครอบจานจ่าย (distributor cap) ดังแสดงในรูปที่ 2.8 ทำจากสารสังเคราะห์ เช่นเดียวกับโรเตอร์ ที่ฝาครอบจานจ่ายจะมีรูตรงกึ่งกลาง ด้านในจะติดตั้งแท่งคาร์บอน โดยมีสปริงดันแท่งคาร์บอนไว้เพื่อให้แท่งคาร์บอนสัมผัสกับตัวโรเตอร์ตลอดเวลา และรอบๆ ฝาครอบจานจ่ายก็จะมีรูสายหัวเทียน (จำนวนรูสายหัวเทียนจะเท่ากับจำนวนกระบอกสูบ) ซึ่งรับแรงเคลื่อนไฟแรงสูงจากตัวโรเตอร์ ระยะห่างระหว่างสะพานไฟของโรเตอร์กับขั้วไฟของฝาครอบจานจ่ายจะมีค่าประมาณ 0.8 มิลลิเมตร (0.031 นิ้ว)



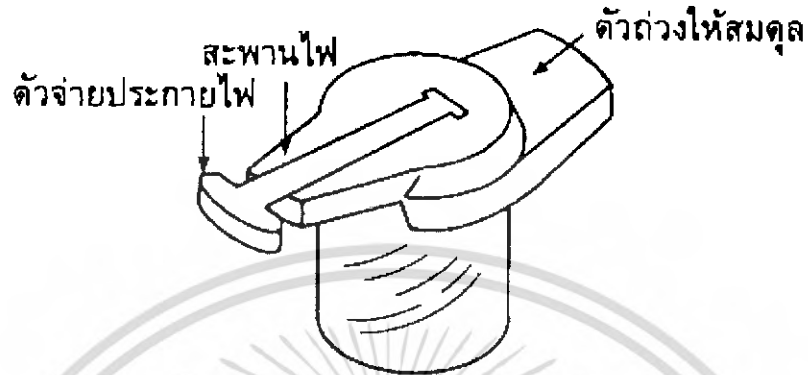
รูปที่ 2.8 ภาพตัดแสดงส่วนประกอบต่างๆ ของฝาครอบจานจ่าย

ข้อควรระวัง เมื่อเกิดมีสิ่งสกปรก คราบออกไซด์ หรือความชื้นในฝาครอบจานจ่ายให้รีบทำความสะอาด เพราะสิ่งต่างๆ เหล่านี้จะทำให้เกิดการลัดวงจรระหว่างขั้วไฟในฝาครอบจานจ่ายได้ ขั้วไฟทางด้านข้างฝาครอบจานจ่ายที่เกิดคราบออกไซด์ให้ทำความสะอาดโดยวิธีที่เหมาะสม การใช้กระดาษทรายขัดจะทำให้เกิดช่องว่างระหว่างสะพานไฟของโรเตอร์กับขั้วไฟที่ฝาครอบจานจ่ายมากขึ้น ซึ่งจะทำให้การจ่ายแรงเคลื่อนไฟแรงสูงได้ยากขึ้น

โรเตอร์

ตัวโรเตอร์(rotor) ดังแสดงในรูปที่ 2.9 ทำจากสารสังเคราะห์ที่สามารถทนความร้อนสูง และเป็นฉนวนที่ดี ที่ตัวโรเตอร์จะมีสะพานไฟอยู่ตรงส่วนบนและยื่นออกไปนอกตัวโรเตอร์ และด้านตรงกันข้ามกับสะพานไฟก็จะเป็นส่วนถ่วงดุลเพื่อให้ตัวโรเตอร์เกิดความสมดุลขณะที่หมุน โร

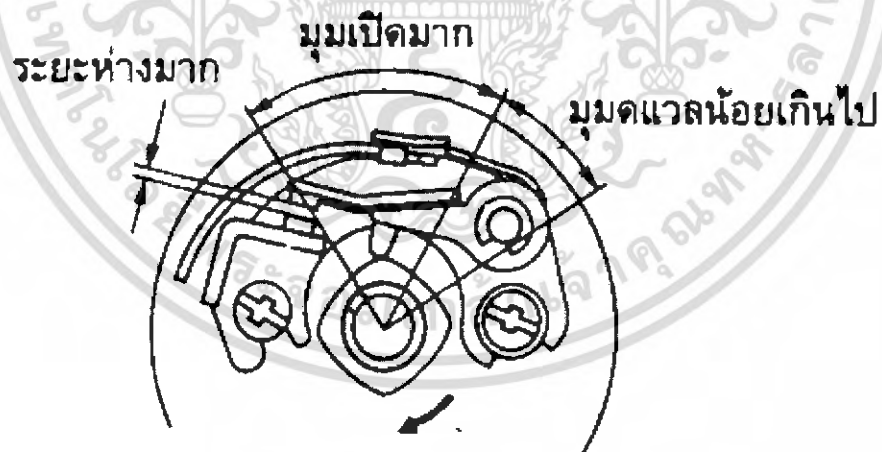
เตอร์ทำหน้าที่หมุนจ่ายแรงเคลื่อนไฟแรงสูงที่รับมาจากคอยล์จุดระเบิดไปยังฝาครอบจานจ่ายตามจังหวะการจุดระเบิดของเครื่องยนต์



รูปที่ 2.9 โรเตอร์และส่วนประกอบต่างๆของโรเตอร์

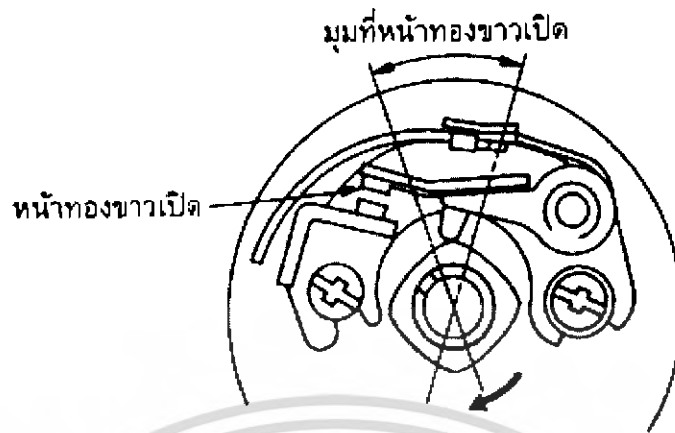
2.2.3 มุมตแวล

มุมตแวล (dwell angle) คือมุมของลูกเบี้ยวจานจ่ายในตำแหน่งที่หน้าทองขาวปิดและหน้าทองขาวเริ่มเปิดเมื่อถึงยอดของลูกเบี้ยวอีกยอดหนึ่ง ในเครื่องยนต์ 4 สูบ ถ้าการปรับตั้งระยะห่างของหน้าทองขาวถูกต้องตามมาตรฐานมุมตแวลจะมีค่าประมาณ $52 + 6,52 - 6$ องศา ดังแสดงในรูปที่ 2.10 (ก) และเมื่อหน้าทองขาวเปิดจนกระทั่งยอดลูกเบี้ยวหมุนเลยไปและหน้าทองขาวเริ่มปิดจะเป็นมุมที่หน้าทองขาวเปิด มีค่าประมาณ $38 + 6,38 - 6$ องศา ดังแสดงในรูปที่ 2.10 (ข)



(ก) ตำแหน่งมุมตแวล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ข) ตำแหน่งมุมที่หน้าทองขาวเปิด

รูปที่ 2.10 แสดงตำแหน่งของมุมคเวลและมุมที่หน้าทองขาวเปิด

ซึ่งเมื่อรวมมุมที่หน้าทองขาวเปิดและมุมที่หน้าทองขาวปิดแล้วจะได้ 90 องศา ($52 + 38 = 90$ องศา) โดยหน้าทองขาวจะเปิดและปิดทุกๆ $\frac{1}{4}$ รอบของลูกเบี้ยว

มุมคเวลของเครื่องยนต์ 4 สูบ = 52 องศา

มุมคเวลของเครื่องยนต์ 6 สูบ = 41 องศา

มุมคเวลจะสัมพันธ์กับระยะห่างของหน้าทองขาวกับจังหวะเวลาที่หน้าทองขาวเริ่มเปิด และมีความสัมพันธ์ในการที่ปรับแต่งเครื่องยนต์ให้อยู่ในสภาพการทำงานที่ดี

1. เมื่อหน้าทองขาวห่างมากเกินไป (point gap too wide) ถ้าหน้าทองขาวห่างมากเกินไป หน้าทองขาวจะมีระยะเวลาในการปิดสั้นมาก (หน้าทองขาวจะเปิดเร็วปิดช้า) เป็นผลให้มุมคเวลมีค่าน้อยเกินไป

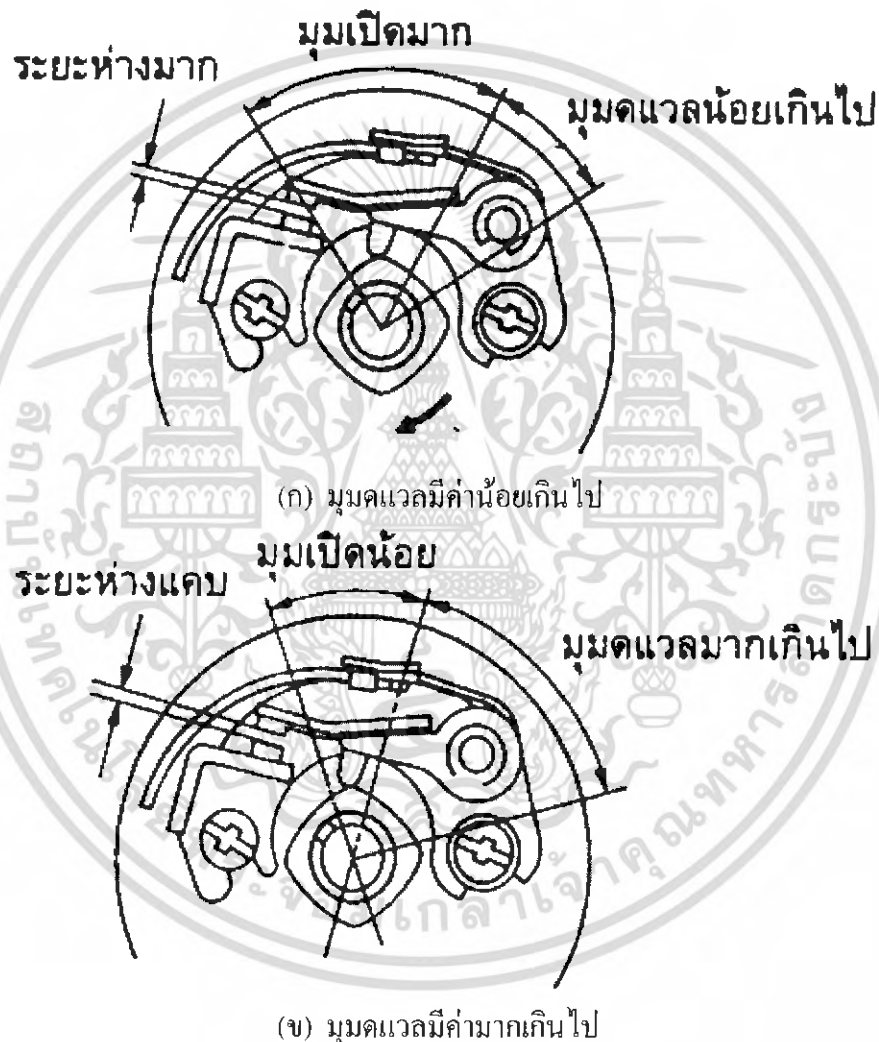
2. เมื่อหน้าทองขาวห่างน้อยเกินไป (point gap too small) ถ้าหน้าทองขาวห่างน้อยเกินไป หน้าทองขาวจะปิดนานเกินไป (หน้าทองขาวจะเปิดช้าปิดเร็ว) เป็นผลให้มุมคเวลมีค่ามากเกินไป

หมายเหตุ มุมคเวลที่มีค่ามากเกินไปหรือน้อยเกินไปจะเป็นสาเหตุที่ทำให้จังหวะการจะระเบิดผิดพลาดไป

3. มุมคเวลน้อยเกินไป (dwell angle too small) จะทำให้ระยะเวลาที่หน้าทองขาวปิดสั้น ทำให้กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านขดลวดปฐมภูมิของคอยล์จุดระเบิดมีเวลาน้อยลงขณะที่เครื่องยนต์มีความเร็วรอบต่ำกระแสไฟฟ้าในวงจรปฐมภูมิจะมีความเพียงพอที่จะทำให้เกิดประกายไฟที่หัวเทียนได้แต่เมื่อความเร็วรอบของเครื่องไฟฟ้าในวงจรทุติยภูมิลดลง จังหวะการจุดระเบิดของเครื่องยนต์ก็จะผิดพลาด ดังแสดงในรูปที่ 2.11 (ก)

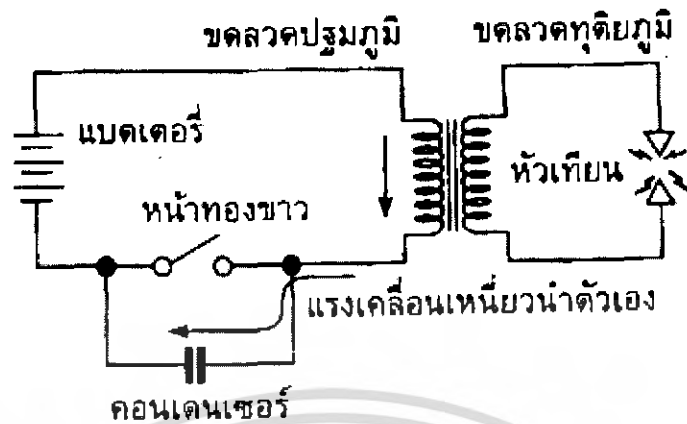
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. มุมคเวลมากเกินไป (dwell angle too large) ระยะห่างของหน้าทองขาวจะแคบลง เกิดประกายไฟได้ง่ายเมื่อหน้าทองขาวเริ่มเปิด ขณะเกิดประกายไฟ กระแสไฟวงจรปฐมภูมิจะไหลผ่านหน้าทองขาวได้ซึ่งทำให้กระแสไฟวงจรปฐมภูมิไม่ถูกตัดวงจรอย่างทันทีทันใด แรงเคลื่อนไฟฟ้าในวงจรปฐมภูมิจะเกิดขึ้นน้อย จึงหวัะการจุดระเบิดของเครื่องยนต์ก็จะผิดพลาดเช่นกัน ดังแสดงในรูปที่ 2.11 (ข)



รูปที่ 2.11 แสดงมุมคเวลที่มีขนาดต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



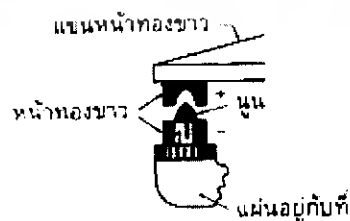
รูปที่ 2.13 การต่อคอนเดนเซอร์ขนานกับหน้าทองขาวในวงจรปฐมภูมิ

การเลือกใช้คอนเดนเซอร์กับระบบจุดระเบิดนั้นจะต้องเลือกขนาดความจุ (มีหน่วยวัดค่าความจุเป็นไมโครฟารัด (microfarad หรือ μf)) ให้เหมาะสมกับระบบจุดระเบิดของรถยนต์ ซึ่งบริษัทผู้ผลิตได้ออกแบบไว้ ถ้าเลือกค่าความจุของคอนเดนเซอร์มากเกินไปหรือน้อยเกินไปจะทำให้เกิดประกายไฟที่หน้าทองขาวได้

การใช้คอนเดนเซอร์ที่มีค่าความจุน้อยเกินไปจะทำให้เนื้อโลหะของหน้าทองขาวด้านบวกลบออกมาและทางด้านลบเป็นหลุม ดังแสดงในรูปที่ 2.14 (ก) และการใช้คอนเดนเซอร์ที่มีค่าความจุมากเกินไปจะทำให้เนื้อโลหะของหน้าทองขาวทางด้านบวกลบเป็นหลุมและทางด้านลบบวมออกมดั่งแสดงในรูปที่ 2.14 (ข)



(ก) สภาพของหน้าทองขาวเมื่อใช้คอนเดนเซอร์ที่มีค่าความจุน้อยเกินไป



(ข) สภาพของหน้าทองขาวเมื่อใช้คอนเดนเซอร์ที่มีค่าความจุมากเกินไป

รูปที่ 2.14 แสดงสภาพของหน้าทองขาวเมื่อใช้คอนเดนเซอร์ที่มีค่าความจุต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.4 หัวเทียน

หัวเทียน (spark plug) เป็นอุปกรณ์ที่สำคัญชิ้นหนึ่งของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน หัวเทียนทำหน้าที่จุดประกายไฟ ทำให้ไอดีเกิดการเผาไหม้ หัวเทียนที่อยู่ในสภาพดีและการเลือกใช้หัวเทียนให้ถูกต้องกับสภาพของการใช้งานก็จะเป็นผลให้เครื่องยนต์ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

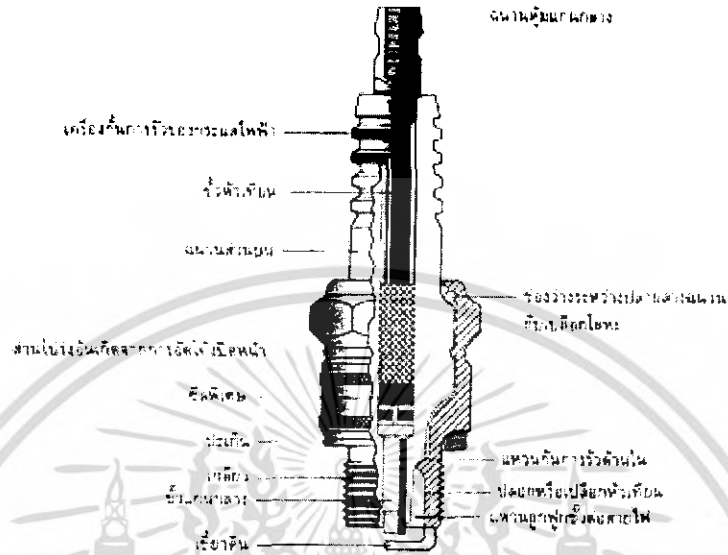
โครงสร้างของหัวเทียน

โครงสร้างและหน้าที่ของส่วนประกอบต่างๆ ของหัวเทียนมีดังนี้ (ดูรูปที่ 2.15)

1. เครื่องกันการรั่วของกระแสไฟฟ้า (leakage-current barrier)
2. ขั้วหัวเทียน (terminal stud)
3. ฉนวนส่วนบน (pyranite insulator) ทำจากอะลูมินาหรืออะลูมิเนียมออกไซด์ ซึ่งมีคุณสมบัติพิเศษ เช่น มีการนำความร้อนได้ดี มีความแข็งแรงสูง ทนทานต่อความร้อน และทนต่อการกัดกร่อน
4. ส่วนโปรงอันเกิดจากการอัด โคงปิดหน้า (heat shrunk fitting zone) รอยอัดและการทำให้ปลอกเหล็กตัวยึดแน่นหลังจากอบร้อนแล้ว
5. ซีลพิเศษ (special seal) เป็นฉนวนพิเศษป้องกันการรั่วของก๊าซ และเป็นตัวนำไฟฟ้าแรงสูงได้
6. ปะเก็น (gasket) เป็นตัวป้องกันการรั่วไหลของก๊าซที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิง
7. เกลียว (thread) ความยาวของเกลียวจะเป็นไปตามขนาดที่กำหนดในมาตรฐานอุตสาหกรรมสากล
8. ขั้วแกนกลาง (center electrode) ทำจากโลหะพิเศษที่ทนทานต่อการกัดกร่อนของเชื้อเพลิงที่เผาไหม้ และยังสามารถนำกระแสไฟฟ้าได้ดี
9. ขั้วดิน (ground electrode)
10. ฉนวนหุ้มแกนกลาง (insulator nose) เป็นส่วนกำหนดช่วงความร้อนของหัวเทียน (เบอร์หัวเทียน)
11. ช่องว่างระหว่างปลายล่างฉนวนกับเปลือกโลหะ (scavenging area) เป็นบริเวณที่สะสมคราบเขม่า ช่องนี้จะมีควมกว้างหรือแคบ ก็จะส่งผลถึงอุณหภูมิของหัวเทียน เพราะก๊าซจะหมุนเวียนถ่ายเทได้ปริมาณที่แตกต่างกันในช่องนี้
12. แหวนกันการรั่วด้านใน (internal seal)
13. ปลอกหรือเปลือกหัวเทียน (spark plug shell)
14. แหวนลูกฟูก (crimping ring)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

15. ขั้วต่อสายไฟ (terminal nut)



รูปที่ 2.15 ส่วนประกอบต่างๆ ของหัวเทียน

คุณสมบัติของหัวเทียน

หัวเทียนที่ดีจะต้องมีคุณสมบัติดังนี้

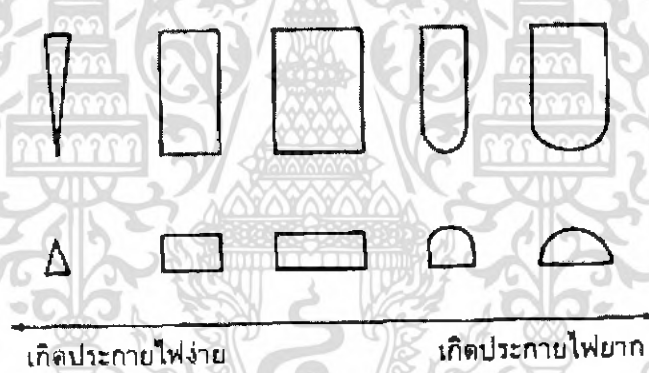
1. ต้องรับแรงดันได้สูง 50 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร (700 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว)
2. ต้องทนอุณหภูมิได้สูง 2,500 องศาเซลเซียส (4,500 องศาฟาเรนไฮต์)
3. ต้องสามารถทนทานต่อแรงเคลื่อนไฟฟ้าสูงๆ ได้
4. ต้องสามารถทนต่อการสั่นสะเทือนจากชิ้นส่วนของเครื่องยนต์ได้ดี
5. ต้องสามารถปรับสภาพให้รับกับการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิและแรงดันได้เป็นอย่างดี
6. ต้องทนการกัดกร่อนของสารเคมี
7. ต้องมีการกระจายไฟที่แน่นอนในทุกสภาวะการทำงานของเครื่องยนต์
8. ต้องป้องกันการรั่วไหลภายใต้แรงกดดันสูงๆ ได้
9. ต้องให้ค่าความร้อนที่ถูกต้อง
10. ต้องมีอายุการใช้งานยาวนาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวเทียนทองคำขาว

หัวเทียนทองคำขาว (platinum spark plug) เป็นหัวเทียนที่แกนกลางทำจากโลหะทองคำขาวที่มีความบริสุทธิ์ถึง 99099 เปอร์เซ็นต์ มีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 0.3 ถึง 1.1 มิลลิเมตร (เล็กกว่าหัวเทียนแบบธรรมดา) มีจุดหลอมละลายสูงถึง 1,769 องศาเซลเซียส และมีคุณสมบัติพิเศษทนทานต่อการสึกกร่อนที่มีกระทบทั้งทางเคมีและทางไฟฟ้า และทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ-ต่ำอย่างฉับพลันได้ดี

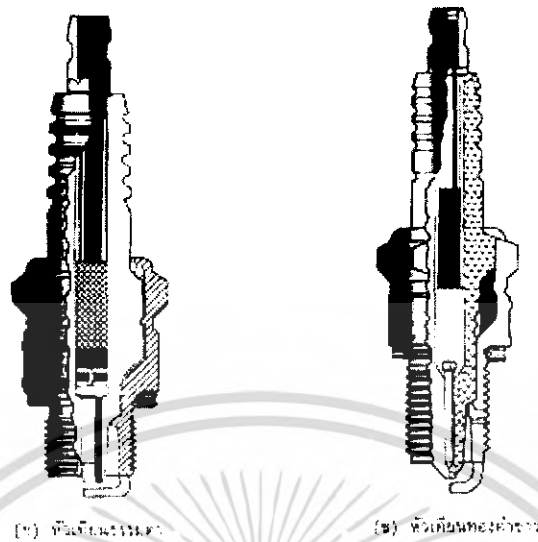
จากการทดสอบรูปลักษณะต่างๆ ของแกนกลางของหัวเทียนพบว่าแกนกลางของหัวเทียนที่มีลักษณะกลมมนจะเกิดประกายไฟได้ยาก ขณะที่แกนกลางของหัวเทียนที่เป็นรูปทรงกระบอกหรือปลายแหลมจะเกิดประกายไฟได้ง่าย ในรูปที่ 2.16 แสดงรูปลักษณะต่างๆ ของแกนกลางของหัวเทียนที่ให้ประกายไฟจากง่ายไปยาก



รูปที่ 2.16 รูปลักษณะต่างๆ ของแกนกลางของหัวเทียนที่ให้ประกายไฟจากง่ายไปยาก

มีการออกแบบหัวเทียนและโครงสร้างภายในใหม่โดยใช้แกนกลางเป็นโลหะทองคำขาว ซึ่งเป็นโลหะทองคำขาวซึ่งเป็นโลหะที่เป็นตัวนำทางไฟฟ้าได้ดีกว่าทองแดง (หัวเทียนธรรมดา) และปลายของแกนกลางจะแหลม ดังแสดงในรูปที่ 2.17 (ข)

72850



รูปที่ 2.17 เปรียบเทียบโครงสร้างของหัวเทียนแบบธรรมดาและหัวเทียนทองคำขาว

ประสิทธิภาพของหัวเทียนทองคำขาวที่ดีกว่าหัวเทียนแบบธรรมดาคือ

1. ขยายช่วงความร้อนได้กว้างมากกว่า
2. ทำให้หัวเทียนร้อนถึงอุณหภูมิงานได้เร็วกว่า
3. การที่ร้อนกว่าและร้อนสูงกว่าทำให้ฉนวนและปลายหัวเทียนไม่มีคราบเขม่าเกาะ
4. เมื่อไม่มีคราบเขม่าเกาะที่ปลายหัวเทียน การจุดระเบิดจะสมบูรณ์ยิ่งขึ้น
5. เมื่อใช้ความเร็วสูง หัวเทียนจะไม่ร้อนจนเกินไป เพราะมีการออกแบบส่วนต่างๆ

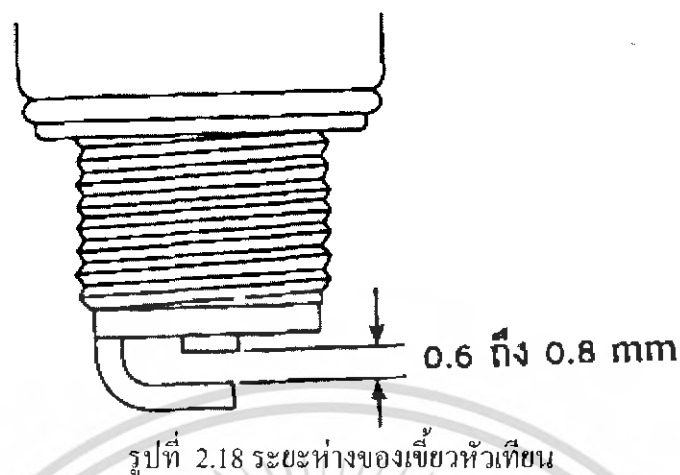
สัมพันธ์กันอย่างดี

6. มีอายุการใช้งานยาวนานกว่า 100,000 กิโลเมตร (60,000 ไมล์) ดัดยไม่ต้องถอดหัวเทียนออกมาทำความสะอาด และไม่ต้องปรับตั้งระยะห่างขั้วหัวเทียนใหม่

การตั้งระยะห่างของขั้วหัวเทียน

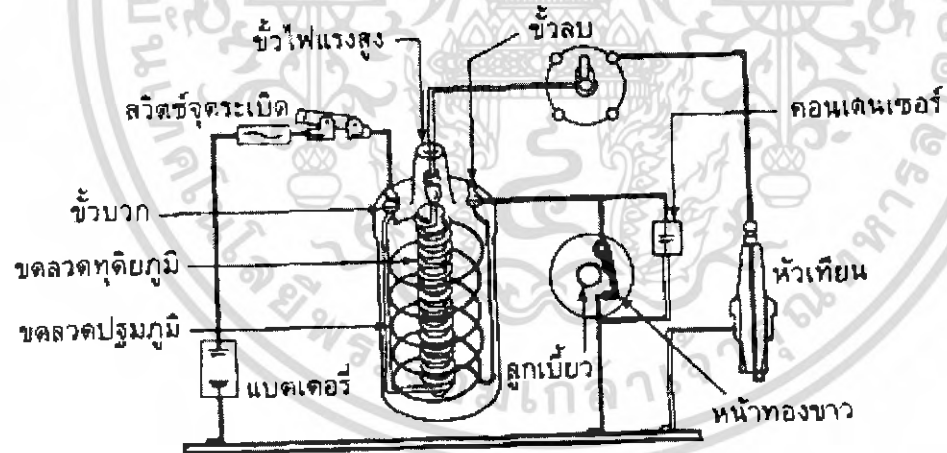
ระยะห่างของขั้วหัวเทียนต้องตั้งตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต (ปกติจะถูกตั้งมาจากโรงงานเรียบร้อยแล้ว) โดยทั่วไปแล้วค่าระยะห่างมาตรฐานจะมีค่าประมาณ 0.6 ถึง 0.8 มิลลิเมตร (0.024 ถึง 0.031) การตั้งขั้วหัวเทียนต้องระวัง เพราะขั้วแกนกลางมีกระเบื้องหุ้มอยู่อย่าให้กระเบื้องแตกเสียหาย การวัดระยะห่างขั้วหัวเทียนให้ถูกต้องจริงๆ ต้องใช้ฟิลเลอร์เกจชนิดลวดกลม (round wire gauge) ระยะห่างขั้วหัวเทียนที่ถูกต้องทำให้ไฟแรงเคลื่อนสูงสามารถกระโดดได้ดี เครื่องยนต์ดีดง่ายและมีกำลังสูง ในรูปที่ 2.18 แสดงระยะห่างของขั้วหัวเทียนที่ถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



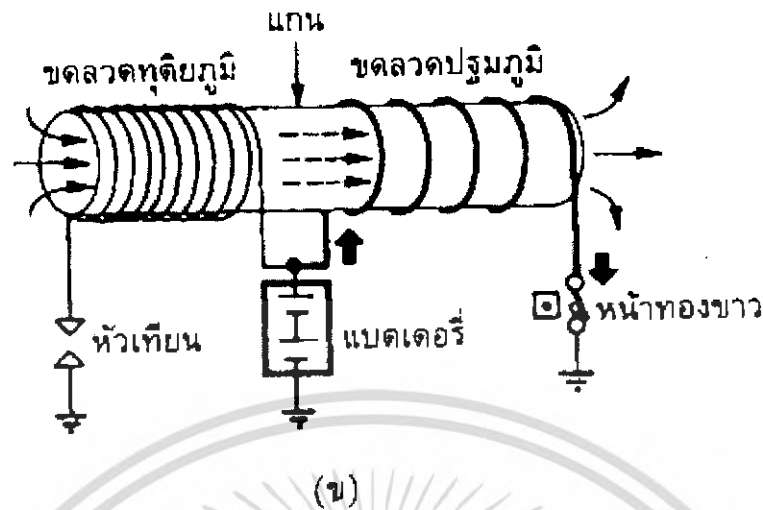
2.3 การทำงานของระบบจุดระเบิด

เมื่อน้ำทองขาวเปิด กระแสไฟจากเดอรีก็จะไหลเข้าขั้วบวก (+) ของคอยล์จุดระเบิดผ่าน ขั้วลบ (-) และน้ำทองขาวลงกราวด์ครบวงจร ทำให้เกิดเส้นแรงแม่เหล็กรอบๆ ขดลวดในคอยล์ จุดระเบิด ดังแสดงในรูปที่ 2.19



(ก)

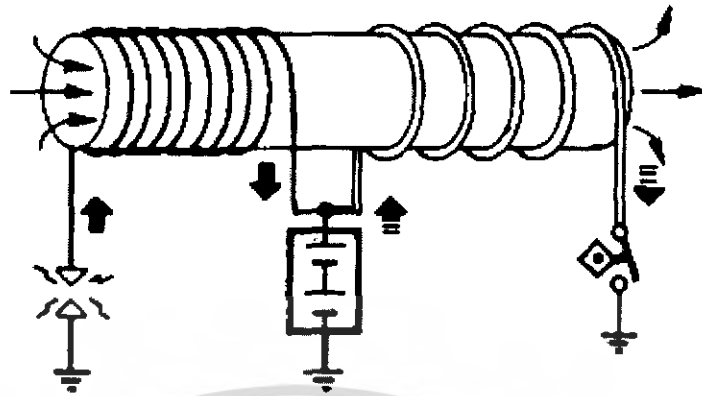
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.19 วงจรจุดระเบิดขณะหน้าทองขาวปิด

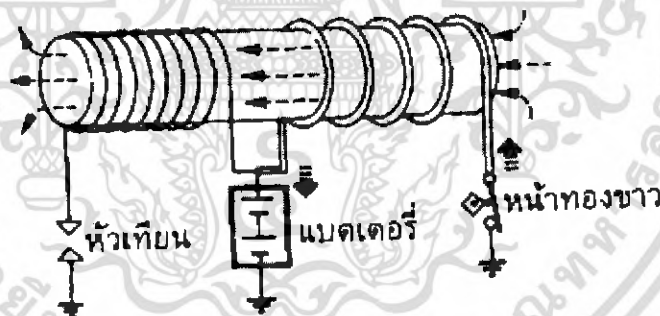
เมื่อเพลาค้อห้วยงหมุน เพลาลูกเบี้ยวงานจ่ายก็จะหมุนไปด้วยทำให้ลูกเบี้ยวในจานจ่ายเปิดหน้าทองขาว กระแสไฟฟ้าที่ไหลในขดลวดปฐมภูมิ ของคอยล์จุดระเบิดถูกตัดการไหลอย่างทันทีทันใด เป็นผลให้เส้นแรงแม่เหล็กในขดลวดปฐมภูมิยุบตัวกับขดลวดทุติยภูมิ เพราะการเหนี่ยวนำตัวเองในขดลวดปฐมภูมิและการเหนี่ยวนำร่วมในขดลวดทุติยภูมิ จึงเกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าขึ้นประมาณ 500 โวลต์ที่ขดลวดปฐมภูมิ และแรงเคลื่อนไฟฟ้าประมาณ 30,000 โวลต์ที่ขดลวดทุติยภูมิ แรงเคลื่อนไฟฟ้า 30,000 โวลต์จะถูกจ่ายไปยังแต่ละกระบอกสูบตามจังหวะการจุดระเบิดโดยโรเตอร์และฝาครอบจานจ่าย

ขณะที่หน้าทองขาวเปิด จะเกิดประกายไฟที่หน้าทองขาว โดยมีผลจากการเหนี่ยวนำตัวเองของขดลวดปฐมภูมิที่ทำให้เกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าถึงประมาณ 500 โวลต์ซึ่งกระแสไฟฟ้าจะพยายามเคลื่อนที่ผ่านหน้าทองขาว จึงต้องมีคอนเดนเซอร์ต่อขนาดกับหน้าทองขาวเพื่อทำหน้าที่เก็บประจุไฟฟ้าไม่ให้กระแสโคดข้ามหน้าทองขาวได้ ซึ่งจะทำให้การยุบตัวของเส้นแรงแม่เหล็กตัดกับขดลวดสามารถยุบตัวได้อย่างทันทีทันใด ดังแสดงในรูปที่ 2.20



รูปที่ 2.20 วงจรไฟจุดระเบิดขณะหน้าทองขาวปิด

เมื่อหน้าทองขาวปิดอีกครั้งหนึ่ง คอนเดนเซอร์ซึ่งเก็บประจุไฟฟ้าอยู่ก็จะคลายประจุไฟฟ้าผ่านขดลวดปฐมภูมิเข้าแบตเตอรี่ เกิดเส้นแรงแม่เหล็กในทิศทางตรงกันข้ามกับตอนแรก เมื่อประจุไฟฟ้าของคอนเดนเซอร์หมด เส้นแรงแม่เหล็กที่เกิดขึ้นในทิศทางตรงกันข้ามกับตอนแรกก็ยุบตัว กระแสไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ก็จะเริ่มไหลเข้าขดลวดปฐมภูมิ เป็นการเริ่มต้นการทำงานของระบบจุดระเบิดอีกครั้ง ดังแสดงในรูปที่ 2.21



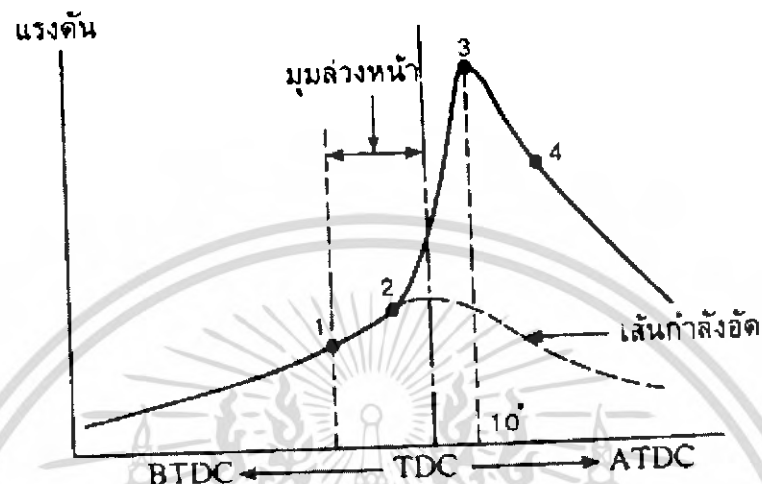
รูปที่ 2.21 เส้นแรงแม่เหล็กที่แรงเกิดขึ้นจากการคายประจุของคอนเดนเซอร์

การควบคุมการจุดระเบิดล่วงหน้า

เมื่ออัตราส่วนผสมน้ำมันเชื้อเพลิงกับอากาศ (ไอดี) ถูกจุดระเบิดด้วยประกายไฟที่กระโดดข้ามหัวเทียน ไอดีจะไม่เป็นเปลวแผ่กระจายไปทั่วห้องเผาไหม้ในทันทีทันใด แต่จะต้องใช้ระยะเวลาหนึ่งที่แน่นอนในการแผ่กระจายออกไป ซึ่งจะทำให้เกิดความล่าช้าในการจุดระเบิดเนื่องจากกำลังงานสูงสุดที่จะได้เครื่องยนต์จะได้เมื่อยังมีกำลังสูงสุดในการเผาไหม้ ฉะนั้นจึงจะต้องหาจังหวะเวลาในการจุดระเบิดที่แน่นอนและเหมาะสมเพื่อที่จะให้ได้กำลังงานสูงสุดจากเครื่องยนต์ (ประมาณ 10 องศาหลัง TDC) ด้วยเวลาที่ล่าช้าสำหรับเปลวไฟที่จะแผ่กระจายออกไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังการจุดระเบิด อดีจึงต้องถูกจุดระเบิดก่อนจุดศูนย์กลางตายบน (TDC) ซึ่งเราเรียกว่า จังหวะการจุดระเบิด (ignition timing) ในรูปที่ 2.22 เป็นกราฟแสดงกระบวนการเผาไหม้

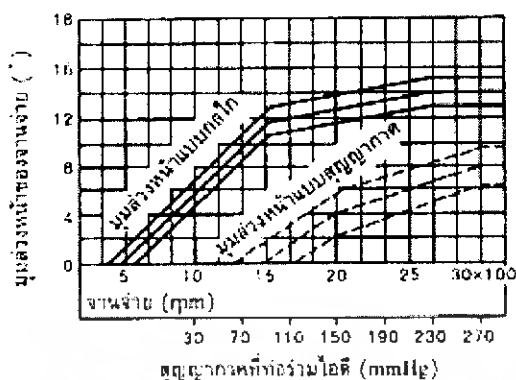


รูปที่ 2.22 กราฟแสดงกระบวนการเผาไหม้

จังหวะการจุดระเบิดของระบบไฟจุดระเบิดมีความจำเป็นที่จะต้องมีการเปลี่ยนแปลงเพื่อปรับให้สัมพันธ์กับความเร็วรอบของเครื่องยนต์ ภาระ ฯลฯ (จุดระเบิดล่วงหน้าหรือช้าลง) ซึ่งในระบบไฟจุดระเบิดใช้กลไกควบคุมการจุดระเบิดล่วงหน้า 2 แบบคือ แบบสุญญากาศ (vacuum advancer) และแบบกลไกอัตโนมัติหรือแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง (governor advancer)

จังหวะการจุดระเบิดพื้นฐานคือจังหวะการจุดระเบิดที่เครื่องยนต์เดินเบา และขณะนั้นกลไกควบคุมการจุดระเบิดล่วงหน้าทั้งสองแบบยังไม่ทำงาน

กลไกควบคุมการจุดระเบิดล่วงหน้าแบบสุญญากาศจะควบคุมจังหวะการจุดระเบิดให้สอดคล้องกับภาระของเครื่องยนต์ และกลไกควบคุมการจุดระเบิดล่วงหน้าแบบแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางจะควบคุมจังหวะการจุดระเบิดให้สอดคล้องกับความเร็วรอบของเครื่องยนต์ ซึ่งกลไกควบคุมการจุดระเบิดล่วงหน้าทั้งสองแบบจะออกแบบให้สอดคล้องกับชนิดของเครื่องยนต์ เพื่อให้เครื่องยนต์เครื่องนั้นๆ ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในรูปที่ 2.23 เป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกลไกควบคุมการจุดระเบิดล่วงหน้ากับมุมล่วงหน้าของขานจ่าย



รูปที่ 2.23 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกลไกควบคุมการจลจรเปิดลวดหน้ากับมุมลวดหน้าของงานจ่าย

จากรูปที่ 2.23 ถ้าความเร็วรอบของงานจ่ายเท่ากับ 1,000 รอบต่อนาที และสูญเสียที่ต่อรวมโอดีเท่ากับ 150 มิลลิเมตรปรอท กลไกควบคุมการจลจรเปิดลวดหน้าแบบสูญเสียจะปรับไปที่ 4 องศา ก่อน TDC และกลไกควบคุมการจลจรเปิดลวดหน้าแบบแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางจะปรับไปที่ 6 องศา ก่อน TDC ดังนั้นองศาการจลจรเปิดลวดหน้ารวมจะเป็น 10 องศา ซึ่งมุมลวดหน้าของงานจ่ายจะมีค่าครึ่งหนึ่งของมุมเพลลาข้อเหวี่ยง ดังนั้นมุมรวมทั้งหมดจำนวน 20 องศา จะแสดงบนฝาครอบโซ่หรือฝาครอบสายพานของเครื่องยนต์

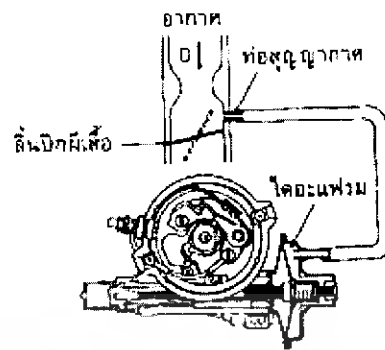
กลไกควบคุมการจลจรเปิดลวดหน้าแบบสูญเสีย

กลไกควบคุมการจลจรเปิดลวดหน้าแบบสูญเสียจะปรับจังหวะการจลจรเปิด โดยแรงสูญเสียที่แปรผันในต่อรวมโอดีภายใต้ภาระของเครื่องยนต์ที่แปรผัน เมื่อภาระของเครื่องยนต์น้อยลงปีกผีเสื้อของคาร์บูเรเตอร์จะเปิดน้อย ดังนั้นสูญเสียในต่อรวมโอดีจะมาก แต่ประสิทธิภาพในการดูดโอดีต่ำ ทำให้โอดีถูกดูดเข้าไปในกระบอกสูบน้อย เป็นผลให้ความเร็วในการแผ่กระจายเปลวไฟช้าหลังการจุดประกายไฟ

เมื่อภาระของเครื่องยนต์เพิ่มขึ้น สูญเสียในต่อรวมโอดีจะลดลง แต่ประสิทธิภาพในการดูดโอดีจะดีขึ้น ทำให้การแผ่กระจายของเปลวไฟเร็วขึ้นหลังการจุดประกายไฟ

ดังนั้นกลไกควบคุมการจลจรเปิดลวดหน้าแบบสูญเสียจะปรับจังหวะการจลจรเปิดลวดหน้าเมื่อภาระของเครื่องยนต์น้อย และมั่นใจว่าจะได้กำลังงานสูงสุดจากการเผาไหม้ที่เกิดขึ้นที่ 10 องศาหลัง TDC เสมอๆ ดังแสดงในรูปที่ 2.24

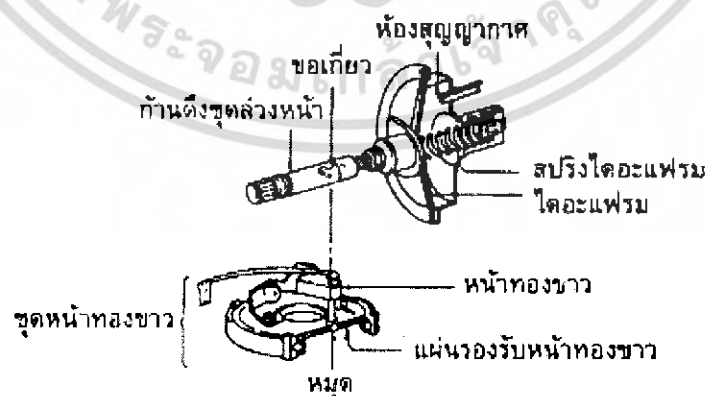
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.24 การต่อท่อสุญญากาศจากคาร์บูเรเตอร์ไปกลไกควบคุมการจุดระเบิดล่วงหน้าแบบสุญญากาศ

หมายเหตุ ท่อสุญญากาศจะติดตั้งอยู่เหนือลิ้นปีกผีเสื้อ เมื่อลิ้นปีกผีเสื้อปิด กลไกควบคุมการจุดระเบิดล่วงหน้าจะไม่ทำงานระหว่างเดินเบา

โครงสร้างของกลไกควบคุมการจุดระเบิดล่วงหน้าแบบสุญญากาศ กลไกควบคุมการจุดระเบิดล่วงหน้าแบบสุญญากาศประกอบด้วยแผ่นไดอะแฟรม สปริง และแผ่นรองรับชุดหน้าทองขาวในชุดควบคุมจะแบ่งเป็น 2 ห้องคือห้องบรรยากาศและห้องสุญญากาศโดยแผ่นไดอะแฟรม เมื่อสุญญากาศในท่อร่วมไอดีเกิดขึ้นและเกิดสุญญากาศในห้องสุญญากาศ ก้านไดอะแฟรมจะถูกดึง ซึ่งทำให้ร่องในก้านไดอะแฟรมที่ต่อกับมุมของแผ่นรองรับชุดหน้าทองขาวถูกดึงมาทางขวามือ ดังแสดงในรูปที่ 2.25



รูปที่ 2.25 แสดงส่วนประกอบของกลไกควบคุมการจุดระเบิดล่วงหน้าแบบสุญญากาศ

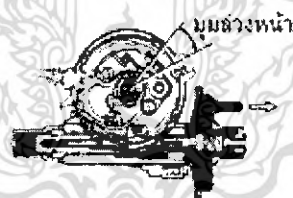
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงาน เมื่อขณะเครื่องยนต์เดินเบา ลิ้นปีกผีเสื้อจะปิด ท่อสูญอากาศที่ติดตั้งอยู่บน ลิ้นปีกผีเสื้อจะยังไม่เกิดสูญอากาศ กลไกควบคุมการจุดระเบิดจะไม่ทำงาน และเมื่อลิ้นปีกผีเสื้อ เปิดเล็กน้อย สูญอากาศจะเกิดขึ้นที่ท่อสูญอากาศ แรงสูญอากาศจะดึงแผ่นไคอะเฟรมขณะแรง สปริงบูตตัวดึงแกนไคอะเฟรมเคลื่อนที่ตามไปด้วย เป็นผลให้แผ่นรองรับชุดหน้าทองขาวเคลื่อนที่ หมุนในทิศทางตรงกันข้ามกับการหมุนของลูกเบี้ยว ดังนั้นจังหวะการจุดระเบิดจะเกิดขึ้นก่อน ถ่วงหน้า ดังแสดงในรูปที่ 2.26 และรูปที่ 2.27

คุณลักษณะพิเศษของกลไกควบคุมการจุดระเบิดถ่วงหน้าแบบสูญอากาศขึ้นอยู่กับความต้องการพื้นฐานที่เหมาะสมของเครื่องยนต์ การเคลื่อนที่ถ่วงหน้าของแผ่นรองรับชุดทองขาวจะ มากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความแข็งของสปริงไคอะเฟรม



รูปที่ 2.26 ขณะยังไม่มีสูญอากาศ

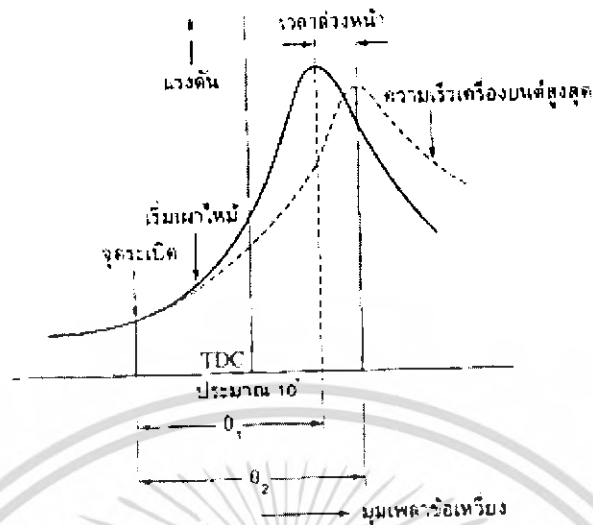


รูปที่ 2.27 ขณะเกิดสูญอากาศ แผ่นรองรับหน้าทองขาวจะถูกดึง เกิดมุมการจุดระเบิดถ่วงหน้าขึ้น

กลไกควบคุมการจุดระเบิดถ่วงหน้าแบบแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง

กลไกควบคุมการจุดระเบิดถ่วงหน้าแบบแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางจะทำงานปรับจังหวะการจุด ระเบิดเมื่อความเร็วรอบของเครื่องยนต์เพิ่มขึ้น และในการแผ่กระจายของเปลวไฟจะคงที่ไม่ว่า ความเร็วรอบของเครื่องยนต์จะเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร (เมื่ออัตราส่วนผสมของน้ำมันเชื้อเพลิงกับ อากาศคงที่) มุมเพลลาข้อเหวี่ยงในช่วงเวลาที่เปลวไฟแผ่กระจายจะเพิ่มขึ้นเมื่อความเร็วรอบของ เครื่องยนต์เพิ่มขึ้น และเวลาที่เปลวไฟแผ่กระจายจะยาวนานขึ้น ดังนั้นเส้นโค้งที่แสดงมุมเพลลาข้อ เหวี่ยงและกำลังดันสูงสุดจากการเผาไหม้จะเลื่อนออกไปทางขวา ดังเส้นโค้งเส้นประในรูปที่ 2.28

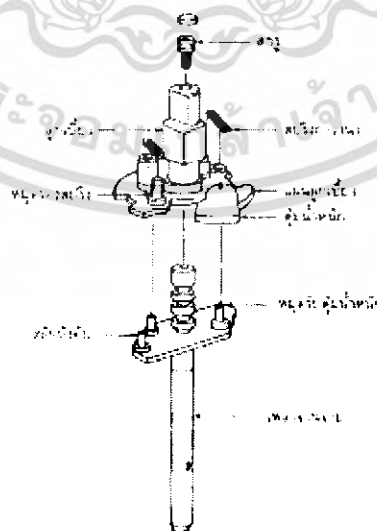
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.28 กราฟแสดงกำลังดันสูงสุดจากการเผาไหม้ที่เกิดขึ้นหลัง 10 องศาหลัง TDC

เพราะฉะนั้นกลไกควบคุมการจุดระเบิดล่วงหน้าแบบแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางจะรับจังหวะการจุดระเบิดล่วงหน้าขึ้นเมื่อความเร็วรอบของเครื่องยนต์เพิ่มขึ้น เพื่อให้กำลังดันสูงสุดจากการเผาไหม้เกิดขึ้นที่ตำแหน่ง 10 องศาหลัง TDC เสมอๆ

โครงสร้างและการทำงาน คัมภ์น้ำหนักระบบจะถูกติดตั้งบนเพลาลูกเบี้ยว สวมอยู่บนสลักลูกเบี้ยว และแผ่นรองรับคัมภ์น้ำหนักระบบจะสวมอยู่บนเพลาลูกเบี้ยว ถูกยึดด้วยสลัก ซึ่งจะทำงานสัมพันธ์กัน ในรูปที่ 2.29 แสดงส่วนประกอบต่างๆ ของกลไกควบคุมการจุดระเบิดล่วงหน้าแบบแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง



รูปที่ 2.29 แสดงส่วนประกอบต่างๆ ของกลไกควบคุมการจุดระเบิดล่วงหน้าแบบแรงเหวี่ยงหนี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

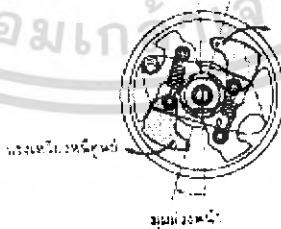
กลไกควบคุมการจุดระเบิดล่วงหน้าแบบแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางจะหมุนลูกเบี้ยวให้สัมพันธ์กับเพลาจานจ่าย เมื่อเพลาจานจ่ายหมุน คัมน์้ำหนักที่ติดตั้งอยู่บนเพลาจานจ่ายก็จะหมุนไปด้วย ทำให้เกิดแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง ซึ่งคัมน์้ำหนักจะดันให้ลูกเบี้ยวหมุนไปในทิศทางเดียวกับเพลาจานจ่าย แต่หมุนเคลื่อนที่ไปล่วงหน้าเพลาจานจ่าย

สปริงคัมน์้ำหนักจะเกี่ยวที่สลักยึดคัมน์้ำหนักบนเพลาจานจ่าย และอีกปลายด้านหนึ่งของสปริงจะเกี่ยวที่สลักบนแผ่นรองรับลูกเบี้ยว ซึ่งจะดึงให้คัมน์้ำหนักชิดติดกับแผ่นรองรับลูกเบี้ยวตลอดเวลาขณะที่ความเร็วรอบของเครื่องยนต์ต่ำ ดังแสดงในรูปที่ 2.30(ก)

เมื่อเพลาจานจ่ายหมุน คัมน์้ำหนักจะเหวี่ยงออก โดยมีจุดหมุนอยู่ที่สลักที่เพลาจานจ่ายซึ่งจะทำให้แผ่นรองรับลูกเบี้ยวถูกคัมน์้ำหนักดันให้เคลื่อนที่ตามไปด้วย จนกระทั่งแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางเกิดความสมดุลกับแรงของสปริง ซึ่งการที่ลูกเบี้ยวถูกรวมกับแผ่นรองรับ มันจึงหมุนไปในทิศทางเดียวกับ แต่จะหมุนไปล่วงหน้าเพลาจานจ่าย ดังนั้นหน้าทองขาวจะเปิดเป็นมุมล่วงหน้าทุกๆจังหวะการจุดระเบิด สลักบังคับที่ติดตั้งไว้เพื่อกำหนดค่ามุมล่วงหน้าสูงสุด เมื่อส่วนบากบนแผ่นรองรับลูกเบี้ยวมาสัมผัสกับสลักบังคับ ก็จะไม่เกิดการหมุนล่วงหน้าเพิ่มขึ้น ฉะนั้นการจุดระเบิดล่วงหน้าก็จะไม่เพิ่มขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 2.30 (ข)



(ก) คัมน์้ำหนักยังไม่เหวี่ยงออก ไม่เกิดมุมล่วงหน้า



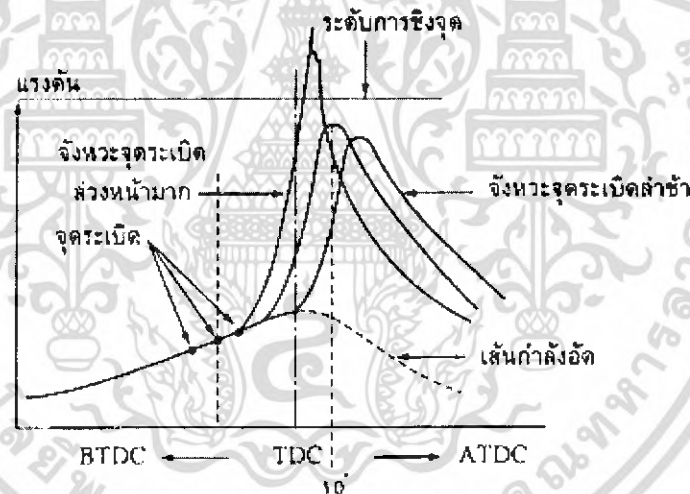
(ข) คัมน์้ำหนักถูกเหวี่ยงออก เกิดมุมล่วงหน้าขึ้น

รูปที่ 2.30 แสดงการเกิดผลตอบสนองการเกิดมุมของคัมน์้ำหนัก

หมายเหตุ มุมการจุดระเบิดล่วงหน้าจะถูกควบคุมด้วยสปริง ฉะนั้นในการถอดประกอบจานจ่าย จะต้องมั่นใจว่าสปริงจะไม่ขีด ล้า หรือลดแรงสปริงลงไป เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อควรระวัง การตั้งจังหวะการจุดระเบิดล่วงหน้ามากเกินไป ผลเสียกับเครื่องยนต์คือ
 - ถ้าตั้งจังหวะการจุดระเบิดล่วงหน้ามากเกินไป กำลังดันสูงสุดจากการเผาไหม้จะเกิดขึ้นก่อน 10 องศาหลัง TDC ซึ่งกำลังดันในกระบอกสูบจะเกิดขึ้นสูงกว่าจังหวะการจุดระเบิดที่เหมาะสม ทำให้เกิดการชิงจุดและการเคาะของเครื่องยนต์ การเคาะของเครื่องยนต์จะทำให้เกิดความเสียหายกับลิ้นลูกสูบและแหวน หัวเทียน และชิ้นส่วนต่างๆ ของเครื่องยนต์ ดังแสดงในรูปที่ 2.31

- ถ้าตั้งจังหวะการจุดระเบิดล่าช้าเกินไป กำลังดันสูงสุดจากการเผาไหม้จะเกิดขึ้นหลัง 10 องศาหลัง TDC (ณ จุดนี้ลูกสูบได้เลื่อนลงมาก) เมื่อเปรียบเทียบกับจังหวะการจุดระเบิดที่เหมาะสม กำลังดันภายในกระบอกสูบจะลดลงมาก ดังนั้นกำลังงานที่ได้จากการจุดระเบิดของเครื่องยนต์จะตกลง สิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง และปัญหาต่างๆ จะเกิดขึ้นตามมา ดังแสดงในรูปที่ 2.31



รูปที่ 2.31 กราฟแสดงผลจากการจุดระเบิดล่วงหน้ามากเกินไปและล่าช้าเกินไป

2.3.1 ระบบจุดระเบิดทรานซิสเตอร์

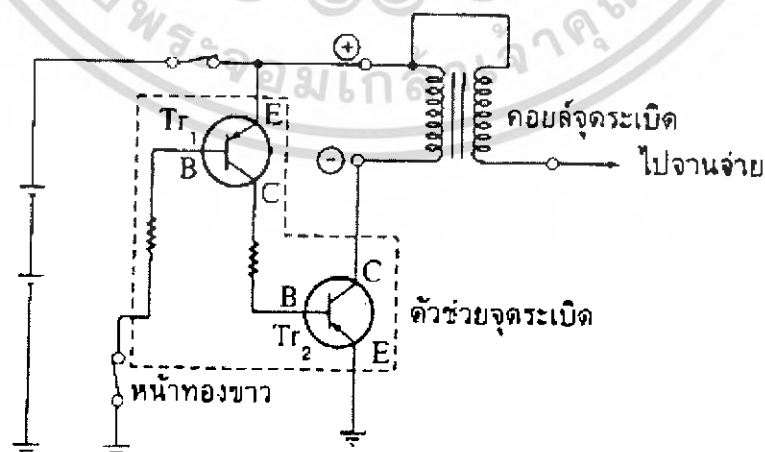
ระบบจุดระเบิดแบบธรรมดาจะได้แรงเคลื่อนไฟแรงสูงมากหรือน้อยก็ขึ้นอยู่กับหน้าทองขาวซึ่งเป็นตัวตัดต่อวงจรของขดลวดปฐมภูมิในคอยล์จุดระเบิด หน้าทองขาวของระบบจุดระเบิดแบบธรรมดา เมื่อถึงกำหนดระยะเวลาจะต้องบำรุงรักษาหรือเปลี่ยน เนื่องจากการเกิดออกซิไดซ์จากประกายไฟขณะที่ทำงาน ซึ่งทำให้หน้าทองขาวไม่สามารถเป็นสะพานได้ดี ปัญหาที่เกิดขึ้นกับหน้าทองขาวมักจะเกิดขึ้นเป็นประจำ เพราะอายุการใช้งานของหน้าทองขาวไม่เกิน 5,000 กิโลเมตร จึงทำให้ระบบจุดระเบิดเกิดปัญหายืดตลอดเวลา และประสิทธิภาพของเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องยนต์กลระบบจุดระเบิดทรานซิสเตอร์ (transistor ignition system) จึงได้ถูกนำมาใช้กับรถยนต์เพื่อให้ง่ายต่อการใช้และการบำรุงรักษา ทำให้การบำรุงรักษาลดน้อยลงไปด้วย ระบบจุดระเบิดทรานซิสเตอร์ให้แรงเคลื่อนไฟฟ้าสูงมาก จึงทำให้การเผาไหม้ของไอดีในห้องเผาไหม้หมดไม่มีการตกค้างของไอดี จึงไม่สิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง และให้กำลังงานสูง ประสิทธิภาพของเครื่องยนต์จึงสูงกว่าเมื่อใช้ระบบจุดระเบิดแบบธรรมดา ระบบจุดระเบิดทรานซิสเตอร์แบ่งออกได้เป็น 3 แบบ คือ ระบบจุดระเบิดแบบกึ่งทรานซิสเตอร์ ระบบจุดระเบิดแบบทรานซิสเตอร์ล้วน และระบบจุดระเบิดแบบ CDI

ระบบจุดระเบิดแบบกึ่งทรานซิสเตอร์

ระบบจุดระเบิดแบบกึ่งทรานซิสเตอร์ (semi-transistor ignition system) นี้ยังใช้งานง่าย หน้าทองขาว และคอยล์จุดระเบิดแบบมีความต้านทานภายนอกแบบเดิมในการทำงานแต่ได้เพิ่มชุดช่วยจุดระเบิดซึ่งเป็นทรานซิสเตอร์เข้าไปในวงจรจุดระเบิด

การทำงาน เมื่อเปิดสวิตช์จุดระเบิด กระแสไฟฟ้าจากขั้ว IG ก็จะไหลไปยังคอยล์จุดระเบิดทางขั้วบวก (+) และไปรูดอยู่ที่ขั้ว C ของ Tr₂ และกระแสไฟจากขั้ว IG จะไหลเข้าขั้ว E ไปขั้ว C เข้าขั้ว B ของ Tr₁ ผ่านหน้าทองขาวซึ่งติดกันอยู่ลงกราวด์ครบวงจร (ให้ดูการทำงานของทรานซิสเตอร์แบบ NPN และแบบ PNP ประกอบ) Tr₁ จะมีกระแสไฟไหลจากขั้ว E ไปขั้ว C เข้าขั้ว B ของ Tr₂ ลงกราวด์ทางขั้ว E จึงทำให้กระแสไฟในขดลวดปฐมภูมิของคอยล์จุดระเบิดที่รูดอยู่ที่ขั้ว C ของ TR₂ สามารถไหลลงกราวด์ทางขั้ว C ของ Tr₂ ได้ ทำให้คอยล์จุดระเบิดเกิดสนามแม่เหล็ก ในรูปที่ 2.32 เป็นวงจรไฟจุดระเบิดกึ่งทรานซิสเตอร์ขณะหน้าทองขาวปิด

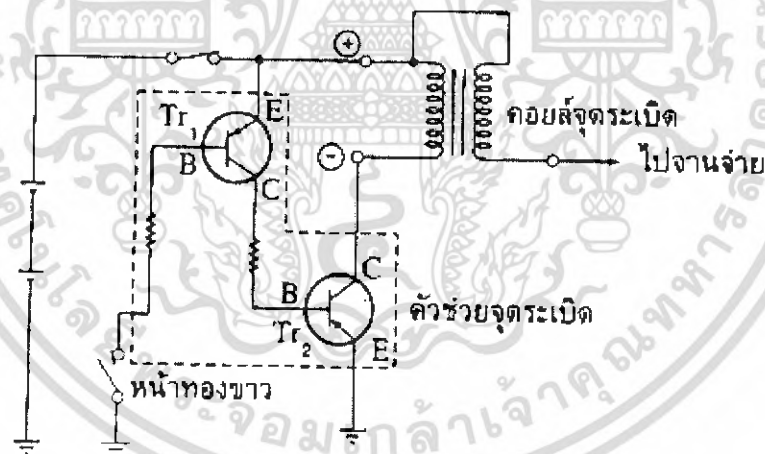


รูปที่ 2.32 วงจรไฟจุดระเบิดกึ่งทรานซิสเตอร์ขณะหน้าทองขาวปิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และเมื่อถึงจังหวะที่หน้าทองขาวแยกออกจากกัน ก็จะทำให้ Tr1 ถูกตัดวงจร Tr 2 ก็จะถูกตัดวงจรด้วยเช่นกัน สนามแม่เหล็กในคอยล์จุดระเบิดก็ขยับตัวเกิดการเหนี่ยวนำตัวเองและการเหนี่ยวนำร่วม ได้แรงเคลื่อนไฟแรงสูงที่ขั้วไฟแรงสูง การเหนี่ยวนำตัวเองของขดลวดปฐมภูมิเกิดแรงเคลื่อนไฟถึง 500 โวลต์ แต่ไม่สามารถที่จะไหลผ่าน Tr1 , Tr 2 และหน้าทองขาวได้จากวงจรจุดระเบิดแบบกึ่งทรานซิสเตอร์ จะเห็นว่าหน้าทองขาวจะมีกระแสไฟไหลผ่านเพียงเล็กน้อยเท่านั้น และเมื่อหน้าทองขาวแยกจากกัน ก็จะไม่เกิดผลใดๆ กับหน้าทองขาว เพราะหน้าทองขาวไม่เกิดการรอกซีไดซ์จากประกายไฟ จึงทำให้หน้าทองขาวมีอายุการใช้งานยาวนานกว่าระบบจุดระเบิดแบบธรรมดา และการใช้ทรานซิสเตอร์ซึ่งเป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เป็นสวิตช์ตัดต่อวงจรขดลวดปฐมภูมิ ทำให้สนามแม่เหล็กในคอยล์จุดระเบิดสามารถขยับตัวได้อย่างทันทีทันใด แรงเคลื่อนไฟแรงสูงที่ขั้วไฟแรงสูงจึงมีมากกว่า 20,000 โวลต์ และมากกว่าระบบจุดระเบิดแบบธรรมดา ประสิทธิภาพในการจุดระเบิดจึงสูงมาก ในรูปที่ 2.33 แสดงวงจรไฟจุดระเบิดกึ่งทรานซิสเตอร์ขณะหน้าทองขาวเปิด

หมายเหตุ เมื่อกระแสไฟที่ไหลผ่านหน้าทองขาวมีจำนวนน้อยขณะต่อวงจรและตัดวงจรขณะนั้นคอนเดนเซอร์จึงไม่มีความจำเป็นต้องใช้ระบบจุดระเบิดแบบกึ่งทรานซิสเตอร์



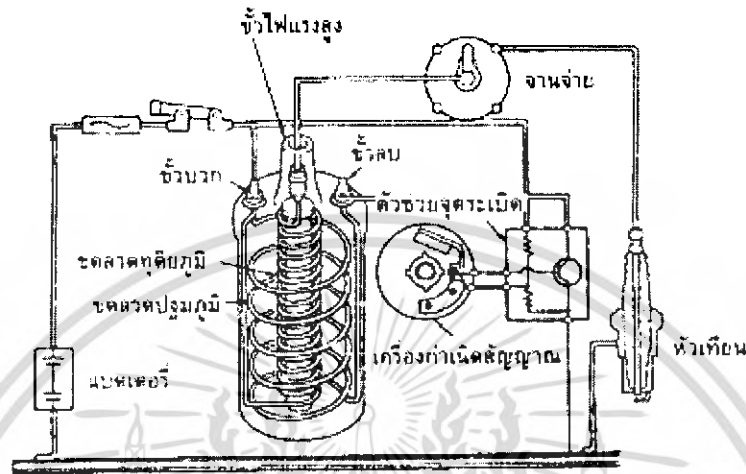
รูปที่ 2.33 วงจรไฟจุดระเบิดกึ่งทรานซิสเตอร์ขณะหน้าทองขาวเปิด

ระบบจุดระเบิดแบบทรานซิสเตอร์ล้วน

ระบบจุดระเบิดแบบทรานซิสเตอร์ล้วน (all transistor ignition system) นี้ ที่งานจ่ายจะไม่มีชุดหน้าทองขาวและคอนเดนเซอร์ แต่จะใช้เครื่องกำเนิดสัญญาณไฟฟ้าผลิตแรงเคลื่อนไฟฟ้าออกมากำหนดจังหวะการจุดระเบิด แต่กลไกควบคุมการจุดระเบิดล่วงหน้าแบบสูญญากาศ แบบกลไกและอื่นๆ ยังคงใช้เหมือนกับระบบจุดระเบิดแบบธรรมดา ในระบบจุดระเบิดแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทรานซิสเตอร์ส่วนจะประกอบด้วยเครื่องกำเนิดสัญญาณ ชุดช่วยจุดระเบิด และคอยล์จุดระเบิด
 ในรูปที่ 2.34 แสดงวงจรไฟจุดระเบิดแบบทรานซิสเตอร์ส่วน

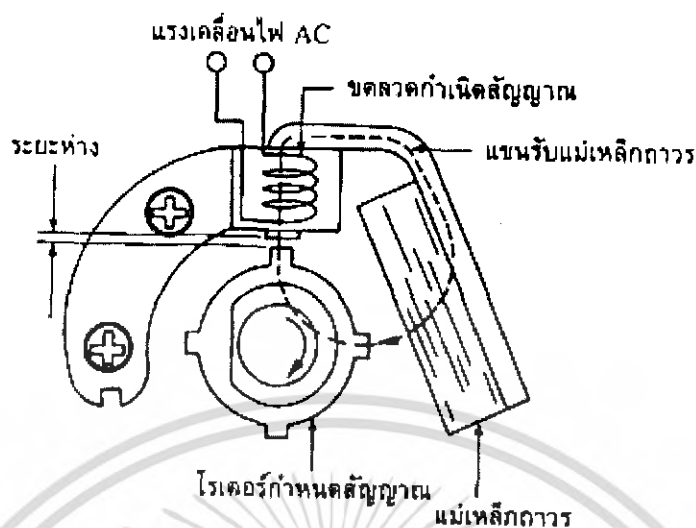


รูปที่ 2.34 วงจรไฟระบบจุดระเบิดแบบทรานซิสเตอร์ส่วน

ส่วนประกอบของวงจรไฟระบบจุดระเบิดแบบทรานซิสเตอร์ส่วนมีดังนี้

1. เครื่องกำเนิดสัญญาณ (signal generator) ดังแสดงในรูปที่ 2.35 ทำหน้าที่เหมือนสวิตช์ให้กับทรานซิสเตอร์กำลังในชุดช่วยจุดระเบิด ซึ่งจะกำหนดการไหลของกระแสไฟฟ้าในขดลวดปฐมภูมิของคอยล์จุดระเบิดที่จังหวะการจุดระเบิดที่ต้องการ เครื่องกำเนิดสัญญาณนี้เป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ

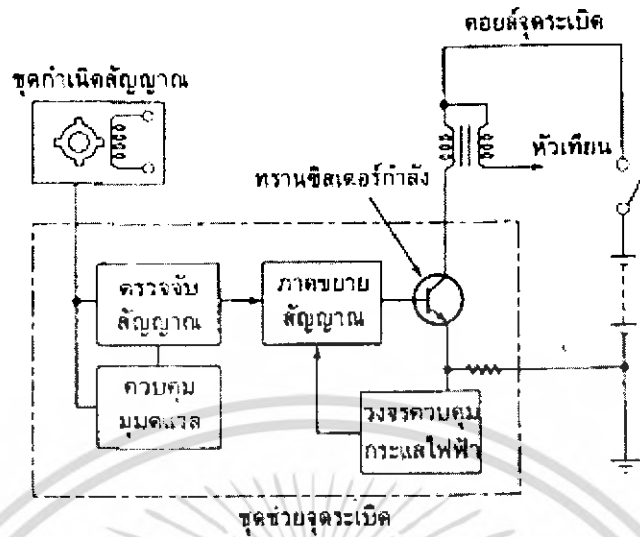
เครื่องกำเนิดสัญญาณนี้จะประกอบไปด้วยแม่เหล็ก ขดลวดกำเนิดสัญญาณ และโรเตอร์กำหนดสัญญาณ โรเตอร์กำหนดสัญญาณจะมีจำนวนฟันเท่ากับกระบอกสูบของเครื่องยนต์



รูปที่ 2.35 ส่วนประกอบของเครื่องกำหนดสัญญาณ

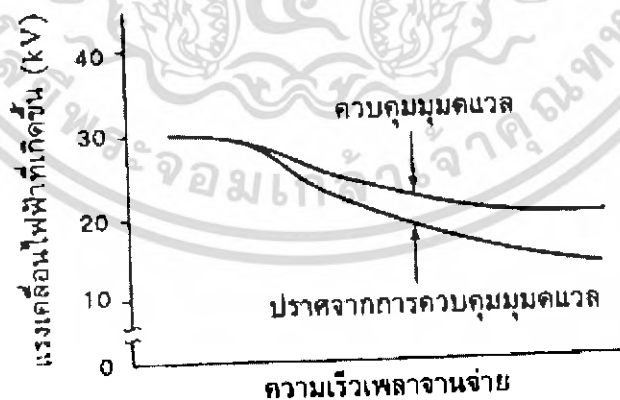
การทำงาน เส้นแรงแม่เหล็กของแม่เหล็กจะวิ่งจากโรเตอร์กำหนดสัญญาณผ่านขดลวดกำเนิดสัญญาณ ระยะห่างระหว่างพื้นของโรเตอร์กำหนดสัญญาณกับขดลวดกำเนิดสัญญาณจะมีความสัมพันธ์กัน ซึ่งจะทำให้ความหนาแน่นของเส้นแรงแม่เหล็กผ่านขดลวดกำเนิดสัญญาณเปลี่ยนแปลงไปได้ การเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นของเส้นแรงแม่เหล็กทำให้เกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าขึ้นในขดลวดกำเนิดสัญญาณ

2. ชุดช่วยจุดระเบิด (igniter) จะประกอบด้วยตัวตรวจจับสัญญาณซึ่งตรวจจับสัญญาณแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่เกิดจากชุดกำเนิดสัญญาณ ภาคขยายสัญญาณ และทรานซิสเตอร์กำลัง ซึ่งจะทำให้กระแสไฟในขดลวดปฐมภูมิของคอยล์จุดระเบิดเกิดการเหนี่ยวนำให้สอดคล้องกับภาคขยายสัญญาณ มุมคเวถูกควบคุมโดยการตรวจแก้สัญญาณไฟปฐมภูมิให้สอดคล้องกับความเร็วของเครื่องยนต์ที่เพิ่มขึ้น โดยถูกรวมเข้าไปในชุดช่วยจุดระเบิด ชุดช่วยจุดระเบิดบางแบบจุดวงจรควบคุมกระแสไฟสำหรับควบคุมกระแสไฟในขดลวดปฐมภูมิสูงสุดไว้ด้วย ในรูปที่ 2.36 เป็นวงจรภายในชุดช่วยจุดระเบิด



รูปที่ 2.36 วงจรภายในชุดช่วยจตุระเบ็ด

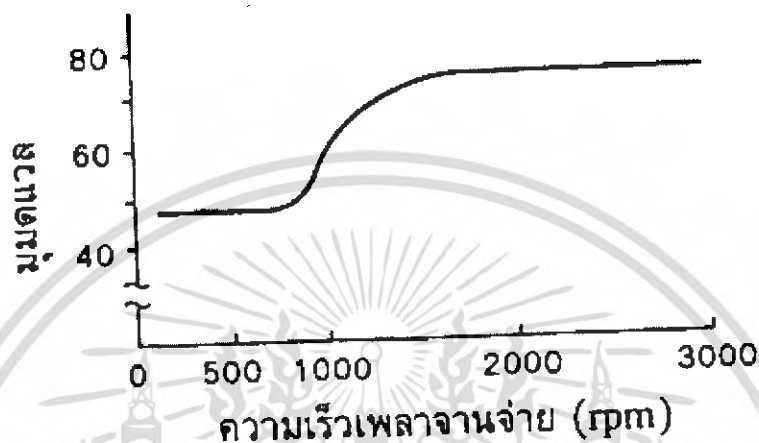
3. การควบคุมมุมคเวด (dwell angle control) เมื่อความเร็วรอบของเครื่องยนต์เพิ่มขึ้น ทำให้ระยะเวลาที่กระแสไฟไหลผ่านขดลวดปฐมภูมิในคอยล์จตุระเบ็ดสั้นลง แรงเคลื่อนไฟฟ้าจากการเหนี่ยวนำในขดลวดทุติยภูมิลดลง การควบคุมมุมคเวดแบบอิเล็กทรอนิกส์จะควบคุมระยะเวลาที่กระแสไฟไหลผ่านขดลวดปฐมภูมิในคอยล์จตุระเบ็ดให้สอดคล้องกับความเร็วรอบของเพลาจานจ่าย (คือมุมคเวด) ในรูปที่ 2.37 เป็นกราฟแสดงแรงเคลื่อนไฟแรงสูงที่สัมพันธ์กับความเร็วยรอบของจานจ่ายและการควบคุมมุมคเวด



รูปที่ 2.37 กราฟแสดงแรงเคลื่อนไฟแรงสูงที่สัมพันธ์กับความเร็วยรอบของจานจ่ายและการควบคุมมุมคเวด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

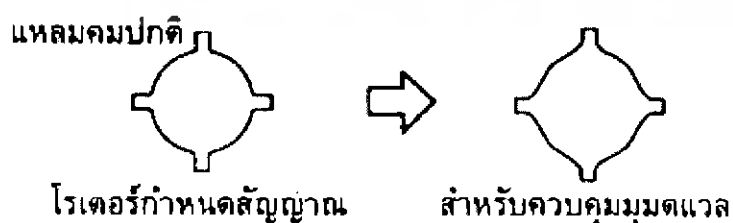
ที่ความเร็วรอบต่ำ มุมคเวลจะลดลงเพื่อป้องกันกระแสไฟที่ไหลในวงจรปฐมภูมิไม่ให้ไหลมากเกินไป และจะให้กระแสไฟไหลเพิ่มขึ้นเมื่อความเร็วรอบเพิ่มขึ้น เพื่อป้องกันไม่ให้กระแสไหลลดลงในรูปที่ 2.38 เป็นกราฟแสดงคุณสมบัติของการควบคุมมุมคเวล



รูปที่ 2.38 กราฟแสดงคุณสมบัติของการควบคุมมุมคเวล

การควบคุมมุมคเวลจะมีผลโดยการควบคุมที่วงจรถูกหรือการควบคุมรูปคลื่นที่โรเตอร์กำหนดสัญญาณ ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของชุดช่วยจุดระเบิด ในการควบคุมวงจรถูก มุมคเวลจะเพิ่มวงจรถูกเข้าไปในชุดช่วยจุดระเบิดให้ทรานซิสเตอร์กำลังทำงานที่แรงเคลื่อนไฟต่ำๆ โดยการเพิ่มการเหนี่ยวนำแรงเคลื่อนไฟฟ้าในขดลวดสัญญาณให้เกิดขึ้นเมื่อความเร็วของเครื่องยนต์เพิ่มขึ้น ดังนั้นทรานซิสเตอร์กำลังจะทำงานนานขึ้นเมื่อความเร็วของเครื่องยนต์เพิ่มขึ้น

ในการควบคุมรูปคลื่น โรเตอร์กำหนดสัญญาณจะเปลี่ยนไปใช้แบบฟันไม่แหลมคมมาก เพื่อให้จังหวะการจุดระเบิดกว้างนานจนกระทั่งถึงจุดที่ทรานซิสเตอร์กำลังทำงานได้แรงเคลื่อนไฟแรงสูงที่สอดคล้องกับความเร็วรอบของเครื่องยนต์ ซึ่งชุดกำหนดสัญญาณชนิดนี้ ทรานซิสเตอร์จะทำงานยาวนานเมื่อความเร็วรอบของเครื่องยนต์เพิ่มขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 2.39

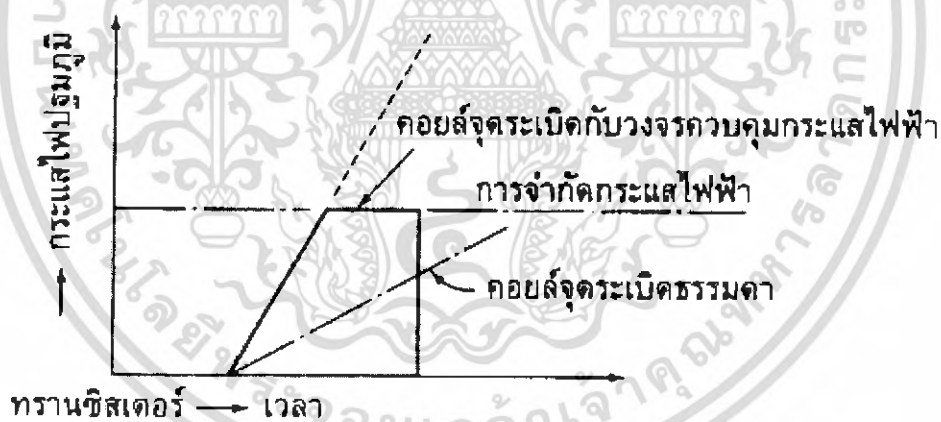


รูปที่ 2.39 โรเตอร์กำหนดสัญญาณแบบธรรมดาและแบบควบคุมมุมคเวล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. วงจรควบคุมกระแสไฟฟ้า (current limiting) วงจรควบคุมกระแสไฟฟ้าในชุดช่วยจุดระเบิดจะป้องกันการไหลเพิ่มขึ้นของกระแสไฟในขดลวดปฐุมภูมิ และรักษาให้กระแสไฟในขดลวดปฐุมภูมิไหลลงที่ตลอดเวลาจากความเร็วรอบต่ำถึงความเร็วรอบสูง และให้ได้แรงเคลื่อนไฟแรงสูงแน่นอนด้วย

ซึ่งวงจรควบคุมกระแสไฟฟ้าจะลดความต้านทานในคอยล์จุดระเบิดและให้กระแสไฟไหลไปในคอยล์จุดระเบิดอย่างเหมาะสม ระบบนี้จะเพิ่มกระแสไฟฟ้าที่ไหลเข้าไปในคอยล์จุดระเบิด ดังนั้นเมื่อใช้วงจรควบคุมกระแสไฟฟ้าในชุดช่วยจุดระเบิด จะเป็นสาเหตุที่ทำให้คอยล์จุดระเบิดหรือทรานซิสเตอร์กำลังเสียได้ จากเหตุผลอันนี้ หลังจากกระแสไฟปฐุมภูมิไหลไปถึงค่าที่ได้กำหนดไว้ มันจะถูกควบคุมด้วยระบบไฟฟ้าโดยชุดช่วยจุดระเบิด ดังนั้นกระแสไฟฟ้าจำนวนมาก จะไม่สามารถไหลเข้าไปในคอยล์จุดระเบิดได้ ซึ่งวงจรควบคุมกระแสไฟฟ้าจะควบคุมกระแสไฟฟ้าไว้คงที่ ดังนั้นตัวความต้านทานภายนอกจึงไม่ต้องใช้กับคอยล์จุดระเบิด ในรูปที่ 2.40 เป็นกราฟแสดงการควบคุมกระแสไฟฟ้าในคอยล์จุดระเบิด



รูปที่ 2.40 กราฟแสดงการควบคุมกระแสไฟฟ้าในคอยล์จุดระเบิด

หมายเหตุ โครงสร้างของชุดช่วยจุดระเบิดจะต้องสัมพันธ์กับสมบัติเฉพาะตัวของคอยล์จุดระเบิด ถ้าน้ำที่และโครงสร้างของทั้งสองชุดนี้แตกต่างกันแล้วมาใช้ร่วมกัน จะทำให้ชุดช่วยจุดระเบิดหรือคอยล์จุดระเบิดเสียหายได้ ดังนั้นให้ใช้ให้ถูกต้องกับระบบที่ได้ออกแบบมาสำหรับชนิดกันนั้นๆ

5. อุปกรณ์จุดระเบิดแบบรวม (integrated ignition assembly) เป็นอุปกรณ์จุดระเบิดที่ชุดช่วยจุดระเบิดและคอยล์จุดระเบิดรวมเข้าด้วยกันในชุดงานง่าย ซึ่งมีข้อดีคือ เอกสารนี้เขียนโดยผู้แต่งหนังสือเล่มนี้เพื่อแจ้งแก่ช่างเทคนิคเท่านั้น เมื่อผู้ซื้อได้เห็นว่าไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

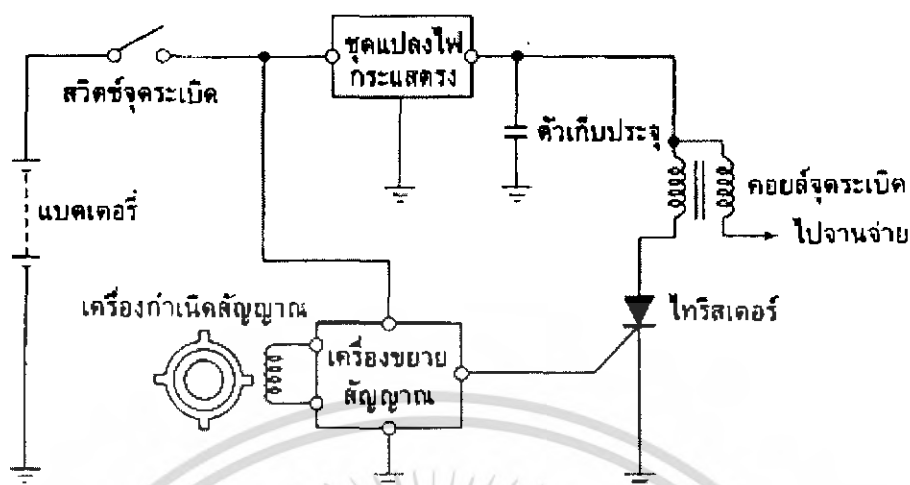
- มีขนาดเล็กและน้ำหนักเบา
- ไม่มีปัญหาจากข้อต่อสายไฟแตกหักหรือขาดวงจร จึงมีความทนทาน
- ป้องกันน้ำและความชื้นได้ดี
- ไม่เสียง่ายเนื่องจากการรวมกันเป็นชุดและมีการป้องกันการกระแทกอย่างดี

2.3.2 ระบบจุดระเบิดแบบ CDI

จากระบบจุดระเบิดแบบธรรมดา แบบกึ่งทรานซิสเตอร์ และแบบทรานซิสเตอร์ล้วนเมื่อกระแสไฟฟ้าที่ไหลเข้าไปในขดลวดปฐมภูมิของคอยล์จุดระเบิดถูกตัดวงจร จะเกิดการเหนี่ยวนำตัวเองในขดลวดปฐมภูมิ ทำให้เกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าถึง 300 ถึง 500 โวลต์ขึ้นไป ในระบบจุดระเบิดแบบ CDI (capacitive discharge ignition) จึงได้ใช้คอนเวอเตอร์เป็นตัวเก็บประจุไฟ 400 โวลต์เพื่อคายประจุให้แก่ขดลวดปฐมภูมิของคอยล์จุดระเบิดในจังหวะที่จะจุดระเบิด

ระบบจุดระเบิดแบบ CDI จะประกอบด้วยชุดกำหนดสัญญาณ ขอลวดกำเนิดสัญญาณ และชุดขยายสัญญาณ ชุดแปลงไฟกระแสตรงจากแรงเคลื่อนไฟฟ้าแรงต่ำเป็นแรงเคลื่อนไฟฟ้าแรงสูง (DC-DC converter) และตัวไทรสเตอร์ (SCR)

การทำงาน เมื่อเปิดสวิตช์จุดระเบิด ชุดแปลงไฟกระแสตรงจะผลิตแรงเคลื่อนไฟฟ้า DC 12 โวลต์แปลงเป็น AC 12 โวลต์ แล้วเพิ่มเป็น AC 400 โวลต์ แล้วแปลงเป็น DC 400 โวลต์ ส่งเข้าไปเก็บในคอนเดนเซอร์ เมื่อจ่ายหมุน ชุดกำหนดสัญญาณจะหมุนตัดกับขดลวดกำเนิดสัญญาณ จะได้แรงเคลื่อนไฟฟ้าที่มีแรงเคลื่อนไฟต่ำมาก จึงถูกนำไปขยายสัญญาณให้แรงขึ้นด้วยเครื่องขยายสัญญาณ และไปกระตุ้นตัวไทรสเตอร์ให้ทำงาน ทำให้ตัวไทรสเตอร์เปิดวงจรคอนเดนเซอร์ซึ่งเก็บประจุไฟแรงเคลื่อนไฟฟ้า 400 โวลต์ก็จะคายประจุออกผ่านขดลวดปฐมภูมิของคอยล์จุดระเบิดผ่านตัวไทรสเตอร์ลงกราวด์แล้วหมดแรงเคลื่อนไฟฟ้า เป็นการตัดวงจรปฐมภูมิของคอยล์จุดระเบิด ทำให้เกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าแรงสูงที่ขดลวดทุติยภูมิ ในรูปที่ 2.41 เป็นวงจรไฟระบบจุดระเบิดแบบ CDI



รูปที่ 2.41 วงจรไฟระบบจุดระเบิดแบบ CDI

ข้อดีของระบบจุดระเบิดแบบ CDI คือสามารถให้ประกายไฟได้อย่างเพียงพอแม้ว่าหัวเทียนจะเสียบหรือสกปรก ในขณะที่ความเร็วสูง แรงเคลื่อนไฟแรงสูงก็ตกเพียงเล็กน้อย และข้อเสียก็คือระยะเวลาการจุดประกายไฟจะสั้นกว่าแบบอื่นๆ

2.3.3 ระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์

ในระบบจุดระเบิดแบบธรรมดา หน้าทองขาวในจานจ่ายจะมีหน้าที่กระตุ้นให้เกิดการจุดระเบิดและทำหน้าที่เป็นสวิตช์ตัดต่อวงจร การจุดระเบิดล่วงหน้าตามความเร็วรอบของเครื่องยนต์และโหลดของเครื่องยนต์จะถูกควบคุมโดยกลไกควบคุมการจุดระเบิดล่วงหน้าแบบแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางและแบบสุญญากาศ

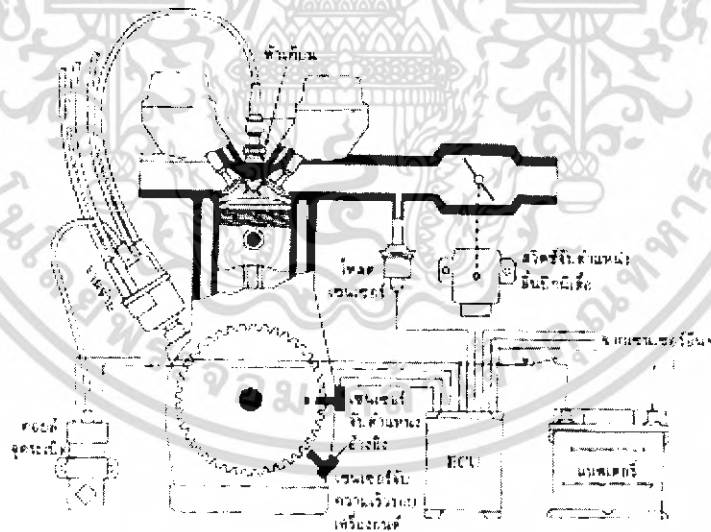
ในกรณีของระบบจุดระเบิดแบบทรานซิสเตอร์ ตัวกระตุ้นการจุดระเบิดและชุดจ่ายไฟแรงสูงจะถูกแยกออกจากกัน และทำให้สัมฤทธิ์ผลโดยส่วนประกอบทางอิเล็กทรอนิกส์ จังหวะการจุดระเบิดล่วงหน้าโดยกลไกแบบแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางและแบบสุญญากาศจะเหมือนในกรณีของระบบจุดระเบิดแบบธรรมดา ในระบบการปรับจังหวะการจุดระเบิดล่วงหน้าแบบธรรมดา อุปกรณ์ทางกลทั้งหมดอาจจะสึกหรอและแตกเสียหายได้

ระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ถูกพัฒนาขึ้นจากระบบจุดระเบิดแบบทรานซิสเตอร์ส่วนหน้าที่ทั้งหมดได้แก่ การกระตุ้นการจุดระเบิด การตัดต่อวงจร และการปรับจังหวะการจุดระเบิดล่วงหน้าเป็นอิเล็กทรอนิกส์ทั้งหมดที่สอดคล้องกัน ระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ไม่มีอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปรับจังหวะการจุดระเบิดล่วงหน้าแบบกลไกและแบบสุญญากาศ การจุประกายไฟแต่ละกระบอก
 สูบจะถูกคำนวณหาจังหวะการจุดระเบิดที่เหมาะสมโดยไมโครคอมพิวเตอร์

โครงสร้างและการทำงานของระบบ ในรูปที่ 2.42 แสดงหลักการทำงานของระบบจุด
 ระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ ความเร็วรอบของเครื่องยนต์จะถูกตรวจวัดโดยเซนเซอร์ สัญญาณพัลส์ที่วัด
 ได้จะใช้เป็นสัญญาณอ้างอิงความเร็วรอบของเครื่องยนต์ทุกๆ ความเร็วรอบสำหรับคำนวณหา
 จังหวะการจุดระเบิด เซนเซอร์สุญญากาศจะวัดโหลดของเครื่องยนต์ ซึ่งเป็นผลมาจากสุญญากาศใน
 ท่อร่วมไอดี ข้อมูลที่ป้อนเข้าจะถูกตรวจวัดโดยสวิทช์จับตำแหน่งลิ้นปีกผีเสื้อเช่นเดียวกับ
 เซนเซอร์วัดอุณหภูมิไอดี เซนเซอร์วัดอุณหภูมิเครื่องยนต์ และเซนเซอร์วัดแรงดันอากาศ
 คอมพิวเตอร์จะคำนวณจังหวะการจุดระเบิดล่วงหน้าของเครื่องยนต์อย่างแม่นยำและถูกเก็บได้อย่าง
 ถาวร จังหวะการจุดระเบิดล่วงหน้าทางอิเล็กทรอนิกส์จะรวมการปรับจังหวะการจุดระเบิดล่วงหน้า
 เข้าด้วยกัน ซึ่งมีความสำคัญมากในการทำงานของข้อมูล เช่น อุณหภูมิของเครื่องยนต์ สวิทช์จับ
 ตำแหน่งลิ้นปีกผีเสื้อ ฯลฯ ข้อมูลต่าง ๆ เหล่านี้จะถูกป้อนเข้าไปในคอมพิวเตอร์ ข้อมูลที่เพิ่มขึ้นนี้
 ทำให้การจุดระเบิดล่วงหน้าที่มีความแม่นยำมากยิ่งขึ้นสำหรับการจุดระเบิดของเครื่องยนต์



รูปที่ 2.42 หลักการทำงานของระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์

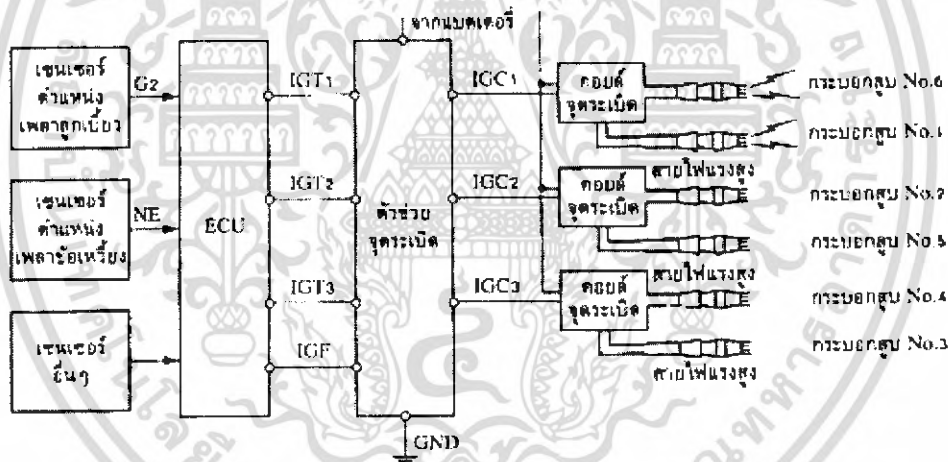
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.4 ระบบจุดระเบิดแบบไม่มีงานง่าย

ระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์แบบเดิมยังมีการใช้งานง่ายไฟแรงสูงไปให้กระบอกสูบต่างๆ ซึ่งยังมีการสูญเสียไฟแรงสูงอยู่บ้าง

ระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์แบบไม่มีงานง่ายหรือระบบ DIS (Direct Ignition System) เป็นระบบจุดระเบิดที่จะจ่ายไฟแรงสูงให้กระบอกสูบต่างๆ มีความแม่นยำแน่นอนยิ่งขึ้น ลดการสูญเสียไฟแรงสูง และเพิ่มความน่าใจในระบบจุดระเบิดยิ่งขึ้น

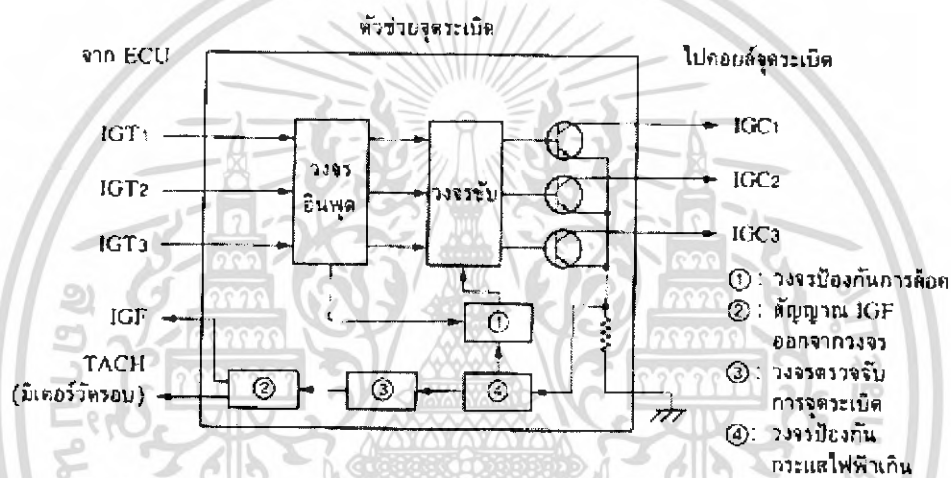
การทำงาน ชุด ECU จะรับสัญญาณจากเซนเซอร์อื่นๆ แล้วประมวลผลส่งไปให้กับตัวช่วยจุดระเบิด (igniter) ตัวช่วยจุดระเบิดจะคำนวณหาจังหวะและเวลาที่เหมาะสมในการจ่ายกระแสไฟฟ้าไปให้กับขดลวดปฐมภูมิของคอยล์จุดระเบิดที่รวมเป็นชุดเดียวกับกับปลั๊กหัวเทียน วงจรไฟฟ้าระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์แบบไม่มีงานง่ายแสดงดังรูปที่ 2.43



รูปที่ 2.43 วงจรไฟฟ้าของระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์แบบไม่มีงานง่าย

ตัวช่วยจุดระเบิด

ในระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์แบบไม่มีงานง่าย ตัวช่วยจุดระเบิดมีลักษณะพิเศษคือจะบรรจุทรานซิสเตอร์กำลัง 3 ตัว (2 ตัวในเครื่องชนิด 4 สูบ) สัญญาณ IGT จากกระบอกสูบต่างๆ จะป้อนเข้าวงจรอินพุตและส่งไปให้กับวงจรขับ ซึ่งวงจรขับจะกระตุ้นทรานซิสเตอร์กำลังให้ทำงานตามลำดับการจุดระเบิด เพื่อควบคุมกระแสไฟฟ้าที่ไหลไปยังขดลวดปฐมภูมิ (IGC) ของคอยล์จุดระเบิดแต่ละตัว ในขณะที่เดียวกับตัวช่วยจุดระเบิดก็จะส่งสัญญาณขึ้นกับการจุดระเบิดกลับ (IGF) ซึ่งเป็นหน้าที่หนึ่งในระบบป้องกันตนเองเสียหาย (fail-safe) กลับไปยังชุด ECU ดังแสดงในรูปที่ 2.44



รูปที่ 2.44 วงจรภายในของตัวช่วยจุดระเบิด

บทที่ 3

ข้อมูลเบื้องต้นในการออกแบบ

3.2 ส่วนของการประมวลผล (CPU)

3.2.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller)

เป็นอุปกรณ์ไอซี (IC: Integrated Circuit) ที่สามารถโปรแกรมการทำงานได้ซับซ้อน สามารถรับข้อมูลในรูปแบบสัญญาณดิจิทัลเข้าไปทำการประมวลผลแล้วส่งผลลัพธ์ข้อมูลดิจิทัลออกมาเพื่อนำไปใช้งานตามที่ต้องการได้ ไมโครคอนโทรลเลอร์ภายในชิปจะมีหน่วยความจำ, Port อยู่ในชิปเพียงตัวเดียวซึ่งอาจจะเรียกได้ว่าเป็นคอมพิวเตอร์ชิปเดียว ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นไมโครโปรเซสเซอร์ชนิดหนึ่ง เช่นเดียวกับหน่วยประมวลผลกลาง (CPU: Central Processing Unit) ที่ใช้ในคอมพิวเตอร์ แต่ได้รับการพัฒนาแยกออกมาภายหลังเพื่อนำไปใช้ในวงจรทางด้านงานควบคุม คือ แทนที่ในการใช้งานจะต้องต่อวงจรภายนอกต่าง ๆ เพิ่มเติมเช่นเดียวกับไมโครโปรเซสเซอร์ ก็จะทำการรวมวงจรที่จำเป็น เช่น หน่วยความจำ, ส่วนอินพุท/เอาต์พุทบางส่วนเข้าไปในตัว ไอซีเดียวกัน และเพิ่มวงจรบางอย่างเข้าไปด้วยเพื่อให้มีความสามารถเหมาะสมกับการใช้ในงานควบคุม เช่น วงจรตั้งเวลา, วงจรการสื่อสารอนุกรม วงจรแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิทัล เป็นต้น สรุปคือ

$$\text{Microcontroller} = \text{Microprocessor} + \text{Memory} + \text{I/O}$$

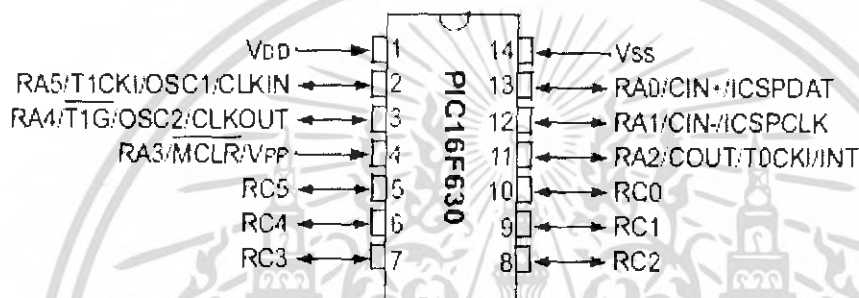
ไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานอย่างกว้างขวาง โดยมักจะเป็นการนำไปใช้ฝังในระบบของอุปกรณ์อื่น ๆ (Embedded Systems) เพื่อใช้ควบคุมการทำงานบางอย่าง เช่น ใช้ในรถยนต์, เตาอบไมโครเวฟ, เครื่องปรับอากาศ, เครื่องซักผ้าอัตโนมัติ เป็นต้น เพราะว่ามีไมโครคอนโทรลเลอร์มีข้อดีเหมาะสมต่อการใช้งานควบคุมหลายประการ เช่น

- ชิพไอซีและระบบที่ได้มีขนาดเล็ก
- ระบบที่ได้มีราคาถูกกว่าการใช้ชิพไมโครโปรเซสเซอร์
- วงจรที่ได้จะมีความซับซ้อนน้อย ช่วยลดข้อผิดพลาดที่อาจจะเกิดขึ้นได้ในการต่อวงจร
- มีคุณสมบัติเพิ่มเติมสำหรับงานควบคุมโดยเฉพาะซึ่งใช้งานได้ง่าย
- ช่วยลดระยะเวลาในการพัฒนาระบบได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไมโครคอนโทรลเลอร์มีหลายยี่ห้อ หลายตระกูล และหลายเบอร์ด้วยกัน ซึ่งแต่ละเบอร์ก็จะมีโครงสร้างภายในและความสามารถในการทำงานที่แตกต่างกันทำให้เลือกใช้กับงานได้อย่างเหมาะสม

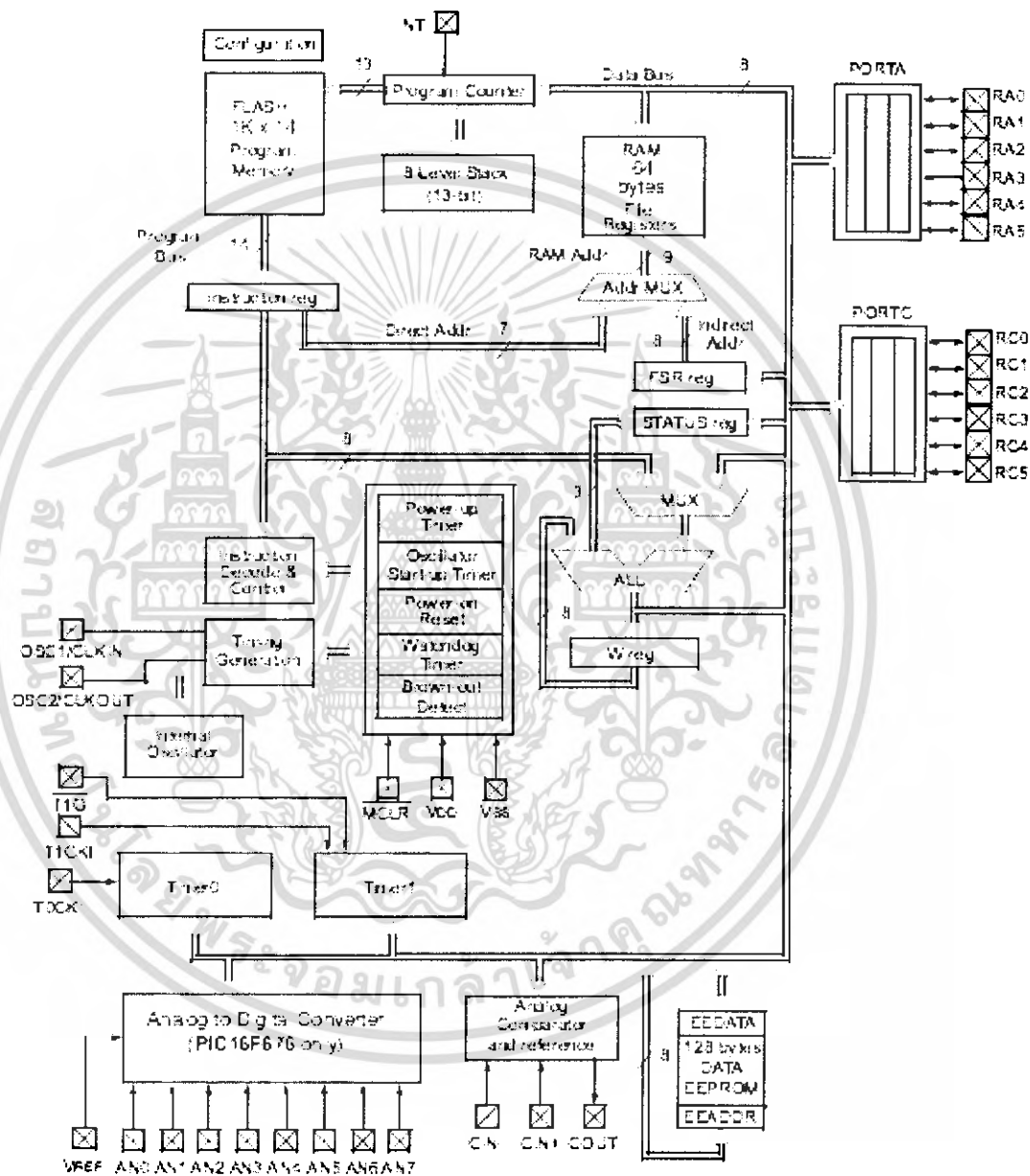
3.2.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC 16F630



รูปที่ 3.1 แสดงลักษณะ โครงสร้างภายนอกของ Microcontroller PIC 16F630

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะโครงสร้างภายในของตัว Microcontroller PIC 16F630



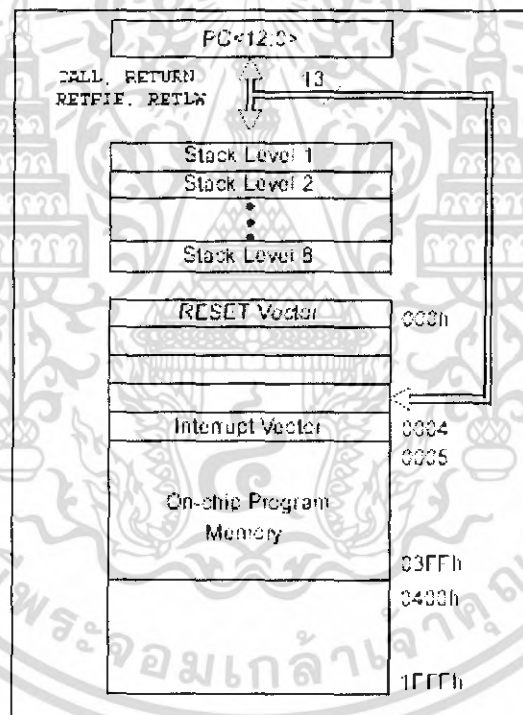
รูปที่ 3.2 แสดงลักษณะ โครงสร้างภายในของตัว Microcontroller PIC 16F630

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3 การจัดการกับหน่วยความจำส่วนโปรแกรม (Program Memory Organization)

Organization)

ใน PIC16F630 มีโปรแกรมเคาน์เตอร์ (PC) ขนาด 13บิตเพื่อกำหนดการเข้าถึงหน่วยความจำโปรแกรม โดยใน PIC16F630 มีขนาดของหน่วยความจำโปรแกรม 8Kx14บิต(หรือ 8 กิโลเวิร์ด)เนื่องจากไมโครคอนโทรลเลอร์ในอนุกรมนี้มีความจุของหน่วยความจำโปรแกรมค่อนข้างใหญ่จึงต้องจัดสรรเป็นเพจ(page) โดยในแต่ละเพจมีขนาด 2 กิโลเวิร์ด ทั้งนี้เนื่องจากชุดคำสั่งเกี่ยวกับการกระโดดของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC สามารถอ้างถึงตำแหน่งของหน่วยความจำสูงสุดได้ 2048 ตำแหน่ง



รูปที่ 3.3 แสดงการจัดสรรพื้นที่ของหน่วยความจำ

จากรูป 3.3 แสดงการจัดสรรพื้นที่ของหน่วยความจำโปรแกรมของ PIC16F630 การจัดสรรดังกล่าวเป็นการจัดสรรหน่วยความจำโปรแกรมซึ่งอยู่ในช่วง 0x0000h-0x1FFFh สำหรับพื้นที่ 4 แอดเดรสแรกจะสงวนไว้เป็นที่เก็บค่าแอดเดรสรีเซตเวกเตอร์ซึ่งจัดสรรไว้ที่ตำแหน่ง 0x0000h และที่ตำแหน่ง 0x0004h เป็นที่เก็บค่าแอดเดรสอินเตอร์รัปต์เวกเตอร์ ดังนั้นในการเขียนโปรแกรมที่ดีควรกระโดดมาเริ่มต้นทำงานที่แอดเดรส 0x0005h จะเหมาะสมมากที่สุด แต่ถ้าหากผู้เขียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมคาดว่าไม่มีการใช้งานอินเตอร์รัปต์อย่างแน่นอน ก็สามารถละเลยเรื่องอินเตอร์รัปต์
เวกเตอร์นี้ไปได้

Reserved	Reserved	R/W 0	R 1	R 1	R/W x	R/W x	R/W x
IRP	RP1	RP0	\overline{TO}	\overline{PD}	Z	DC	C
bit 7						bit 0	

รูปที่ 3.4 แสดงการกำหนดการเลือกเบงค์ของหน่วยความจำ

ใน PIC16F630 จะมีรีจิสเตอร์พิเศษอยู่ โดยการที่จะเข้าถึงรีจิสเตอร์ไฟล้นนั้นๆ ในเบงค์ต่างๆ
ต้องกำหนดจากบิต RP1 และ RP0 ของรีจิสเตอร์พิเศษชื่อ STATUS โดย PIC16F630 จะมีเบงค์อยู่ 2
เบงค์ การจะเลือกว่าเป็นเบงค์ 0 หรือเบงค์ 1 นั้น ต้องกำหนดให้บิต RP1 เป็น 0 ไว้แล้วถ้าต้องการ
เลือกเบงค์ 0 ให้กำหนดบิต RP0 เป็น "0" และถ้าต้องการเลือกเบงค์ 1 ให้กำหนดบิต RP0 เป็น "1"
ดังแสดงดังรูปที่ 3.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Bank 0		Bank 1	
File Address	File Address	File Address	File Address
INDEX ⁽¹⁾	00h	INDEX ⁽¹⁾	80h
TMR0	01h	OPTION_REG	81h
PC	02h	PC	82h
STATUS	03h	STATUS	83h
FSR	04h	FSR	84h
PORTA	05h	TRISA	85h
	06h		86h
PORTC	07h	TRISC	87h
	08h		88h
	09h		89h
PC_LATH	0Ah	PC_LATH	8Ah
INTCON	0Bh	INTCON	8Bh
PRI	0Ch	PRI	8Ch
	0Dh		8Dh
TMR1L	0Eh	PRCON	8Eh
TMR1H	0Fh		8Fh
T1CON	10h	CODING	90h
	11h	ANSEL ⁽²⁾	91h
	12h		92h
	13h		93h
	14h		94h
	15h	WPUA	95h
	16h	OCA	96h
	17h		97h
	18h		98h
CMCON	19h	VRCON	99h
	1Ah	EEDAT	9Ah
	1Bh	EEDR	9Bh
	1Ch	EEDON1	9Ch
	1Dh	EEDON2 ⁽¹⁾	9Dh
ADRES1 ⁽²⁾	1Eh	ADRES ⁽²⁾	9Eh
ADCON1 ⁽²⁾	1Fh	ADCON1 ⁽²⁾	9Fh
	20h		A0h
General Purpose Registers	04-5Fh	General Purpose Registers	20h-5Fh
	5Fh		5Fh
	60h		60h
	7Fh		7Fh

Unimplemented bits contain zero on power-up.
 1: Not a physical register.
 2: PC16F876 only.

รูปที่ 3.5 แสดงรีจิสเตอร์ใน แบงก์ 0 และ แบงก์ 1

-แบงก์ 0 มีช่วงแอดเดรส 0x00h-0x7Fh โดย

แอดเดรส 0x00h-0x1Fh เป็นพื้นที่ของรีจิสเตอร์ไฟล์

แอดเดรส 0x20h-0x7Fh เป็นพื้นที่ของหน่วยความจำข้อมูลสำหรับใช้งานทั่วไป 96 ไบต์

-แบงก์ 1 มีช่วงแอดเดรส 0x80h-0xFFh โดย

แอดเดรส 0x80h-0x9Fh เป็นพื้นที่ของรีจิสเตอร์ไฟล์

แอดเดรส 0xA0h-0xFFh เป็นพื้นที่ของหน่วยความจำข้อมูลสำหรับใช้งานทั่วไป 96 ไบต์

แอดเดรส 0xF0h-0xFFh จะเป็นส่วนเดียวกันแอดเดรส 0x70h-0x7Fh ในแบงก์ 0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนเวลาสำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น มิฉะนั้นผู้จัดทำเนื้อหาเว็บไซต์นี้ขอสงวนสิทธิ์ในการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พอร์ตอินพุต / เอาต์พุต

PORT A

มีทั้งเส้น 6 ช่องหรือ 6 บิตกำหนดชื่อขาเป็น RA0-RA5 รีจิสเตอร์ที่ใช้ในการเก็บข้อมูลคือ PORTA มีแอดเดรสอยู่ที่ 0x05h เป็นรีจิสเตอร์ขนาด 8 บิต แต่ใช้งานเพียง 6 บิต ที่เหลือ 2 บิต ต้องกำหนดให้เป็น "0" ส่วนการกำหนดทิศทางของพอร์ตนี้กระทำผ่านรีจิสเตอร์ TRISA ซึ่งมีแอดเดรสอยู่ที่ 0x85h มีขนาด 8 บิต และใช้เพียง 6 บิตเช่นกัน 2 บิตบนคือ บิต 6 และ บิต 7 ต้องกำหนดให้เป็น "0" บิต 0 ของ TRISA ใช้กำหนดทิศทางของขาพอร์ต RA0 ไล่เรียงลำดับจนถึงบิต 5 ของ TRISA ใช้กำหนดทิศทางของขาพอร์ต RA5 หากต้องการกำหนดให้ขาพอร์ตในบิตใดเป็นอินพุตต้องเขียนข้อมูล "1" ไปยังบิตนั้น และในทางตรงข้ามหากต้องการกำหนดให้เป็นขาเอาต์พุตให้เขียนข้อมูล "0" ไปยังบิตนั้นดังแสดงรูปที่ 3.6

U-C	U-C	R/W-x	R/W-x	R/W-x	R/W-x	R/W-x	R/W-x
—	—	RA5	RA4	RA3	RA2	RA1	RA0
bit 7							bit 0
U-C	U-C	R/W-x	R/W-x	R-1	R/W-x	R/W-x	R/W-x
—	—	TRISA5	TRISA4	TRISA3	TRISA2	TRISA1	TRISA0
bit 7							bit 0

รูปที่ 3.6 แสดงบิตของพอร์ต A

- โครงสร้างทางฮาร์ดแวร์

พอร์ต A สามารถทำงานเป็นขาพอร์ตอินพุตเอาต์พุตปกติ โดยมีหน้าที่อื่นๆอีก โดยใช้เป็นขา RA0, RA1 จะมีการทำงานที่เหมือนกัน ซึ่งสามารถใช้งานเป็นขาอินพุตรับสัญญาณอะ

นาลอก

ขา RA2 สามารถใช้เป็นขาเอาต์พุตแสดงสัญญาณดิจิทัล, ใช้เป็นอินพุตสำหรับรับสัญญาณนาฬิกาของไทมเมอร์ 0, ใช้เป็นอินพุตรับสัญญาณอินเทอร์รัปต์จากภายนอก

ขา RA3 สามารถใช้เป็นขาเรซีเซตหลัก

ขา RA4 สามารถใช้เป็นขาต่อคริสตอล, รับสัญญาณนาฬิกาจากภายนอก, เป็นอินพุตเกตของไทมเมอร์ 1

ขา RA5 สามารถใช้เป็นขาต่อคริสตอล, รับสัญญาณนาฬิกาจากภายนอก, เป็นอินพุตรับสัญญาณนาฬิกาของไทมเมอร์ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อ ขาพอร์ต A ทำงานเป็นขาพอร์ตอินพุตดิจิทัล จะสามารถรับสัญญาณดิจิทัลระดับทีทีแอล (0-5V) ได้โดยตรง หากทำงานเป็นเอาต์พุตจะสามารถขับโหลดที่ต้องการกระแส 20 mA ได้หากนำมาขับ LED ต้องต่อตัวต้านทานจำกัดกระแส หรือถ้าใช้ไฟเลี้ยง 3 V ก็จะสามารถขับ LED ได้โดยตรง

PORT C

มีทั้งสิ้น 6 บิตกำหนดชื่อขาเป็น RC0-RC5 รีจิสเตอร์ที่ใช้ในการเก็บข้อมูลคือ PORTC มีแอดเดรสอยู่ที่ 0x07h เป็นรีจิสเตอร์ขนาด 8 บิต ส่วนการกำหนดทิศทางของพอร์ตนี้กระทำผ่านรีจิสเตอร์ TRISC มีแอดเดรสอยู่ที่ 0x87h มีขนาดเช่นเดียวกับพอร์ต A หากต้องการกำหนดให้ขาพอร์ตในบิตใดเป็นอินพุตต้องเขียนข้อมูล "1" ไปยังบิตนั้น และในทางตรงข้ามหากต้องการกำหนดให้เป็นขาเอาต์พุตให้เขียนข้อมูล "0" ไปยังบิตนั้นดังแสดงรูปที่ 3.7

U 0	U 0	R/W x	R/W x	R/W x	R/W x	R/W x	R/W x
		RC5	RC4	RC3	RC2	RC1	RC0
bit 7							bit 0
U 0	U 0	R/W 1	R/W 1	R/W 1	R/W 1	R/W 1	R/W 1
		TRISC5	TRISC4	TRISC3	TRISC2	TRISC1	TRISC0
bit 7							bit 0

รูปที่ 3.7 แสดงบิตของพอร์ต C

- โครงสร้างทางฮาร์ดแวร์

พอร์ต C สามารถทำงานเป็นขาพอร์ตอินพุตและเอาต์พุตปกติได้ โดย ขา RC0-RC5 จะมีการทำงานที่ เหมือนกัน

การอินเทอร์รัปต์

การอินเทอร์รัปต์ (interrupt) หรือการขัดจังหวะการทำงานของซีพียู นับเป็นคุณสมบัติที่มีในไมโครคอนโทรลเลอร์ และเป็นคุณสมบัติที่มีบทบาทสำคัญอย่างมากเมื่อนำไมโครคอนโทรลเลอร์มาสร้างระบบควบคุมอัตโนมัติ โดยมีเงื่อนไขของการเกิดอินเทอร์รัปต์เป็นจริง จะมีการเซตแฟล็กของอินเทอร์รัปต์นั้นๆ ขึ้น (ชื่อของแฟล็กจะลงท้ายด้วยตัวอักษร F) จากนั้นจะตรวจสอบว่ามีการเอนเอเบิลการอินเทอร์รัปต์นั้นๆ หรือไม่ (ชื่อของการเอนเอเบิลการอินเทอร์รัปต์จะเหมือนกับชื่อแฟล็กแต่จะลงท้ายด้วยตัวอักษร E) เช่น หากเกิดสัญญาณอินเทอร์รัปต์เข้ามาที่ขา RA2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แฟล็ก INTF จะเซต และถ้าหากมีการเ็นเอเบิลการอินเตอร์รัปต์แบบนี้ ซึ่งตรวจสอบจากบิต INTE และมีการเ็นเอเบิลการอินเตอร์รัปต์รวมไว้ก็จะเกิดการอินเตอร์รัปต์ขึ้นในระบบดังแสดงรูปที่ 3.8

R/W 0	R/W 0	R/W 0	R/W 0	R/W 0	R/W 0	R/W 0	R/W 0
GIE	PEIE	T0IE	INTE	RAIE	T0IF	INTF	RAIF
bit 7			bit 0				

รูปที่ 3.8 แสดงบิตของการเลือกอินเตอร์รัปต์

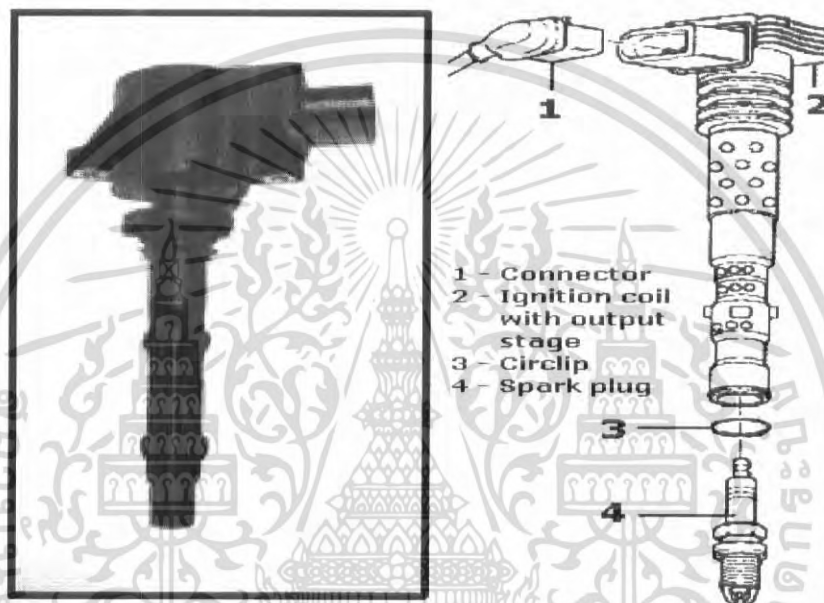
นั่นหมายความว่า การจะกำหนดให้เกิดอินเตอร์รัปต์ขึ้นได้ ต้องมีการเตรียมการ 4 ขั้นตอน คือ

1. เ็นเอเบิลการอินเตอร์รัปต์รวม โดยการเซตบิต GIE ในรีจิสเตอร์ INTCON มีแอดเดรสอยู่ที่ 0x0Bh/0x8Bh หากบิตนี้ไม่มีการเซต จะไม่มีทางเกิดการอินเตอร์รัปต์ขึ้นได้ แม้ว่าเงื่อนไขในการอินเตอร์รัปต์ของแหล่งกำเนิดต่างๆ จะเป็นจริง และมีการเ็นเอเบิลแหล่งกำเนิดอินเตอร์รัปต์แล้วก็ตาม

2. เ็นเอเบิลแหล่งกำเนิดอินเตอร์รัปต์
3. เขียนโปรแกรมบริการอินเตอร์รัปต์ โดยมีแอดเดรสอินเตอร์รัปต์เวกเตอร์อยู่ที่ 0x0004h
4. รอคอยให้เงื่อนไขของการอินเตอร์รัปต์ในลักษณะต่างๆเกิดขึ้น

3.3 ส่วนของคอยล์จุดระเบิด (Ignition Coil)

Coil คือส่วนหนึ่งของระบบจุดระเบิดที่ทำหน้าที่ในการเพิ่มแรงดันให้มีขนาดแรงดันที่สูงเพื่อนำไปจุดหัวเทียนให้มีการสปาร์ก ในที่นี้จะใช้ Coil On Plug ซึ่งมีความกะทัดรัดปกติแล้วการเชื่อมต่อระหว่าง Coil กับหัวเทียนต้องมีสายไฟต่อกันเนื่องจากไฟที่ผ่านสายไฟดังกล่าวมีขนาดแรงดันที่สูง เพื่อหลีกเลี่ยงจากการรั่วของสายไฟเมื่อใช้ไปนานๆ Coil On Plug จึงเป็นทางเลือกหนึ่ง



รูปที่ 3.9 แสดง Coil On Plug

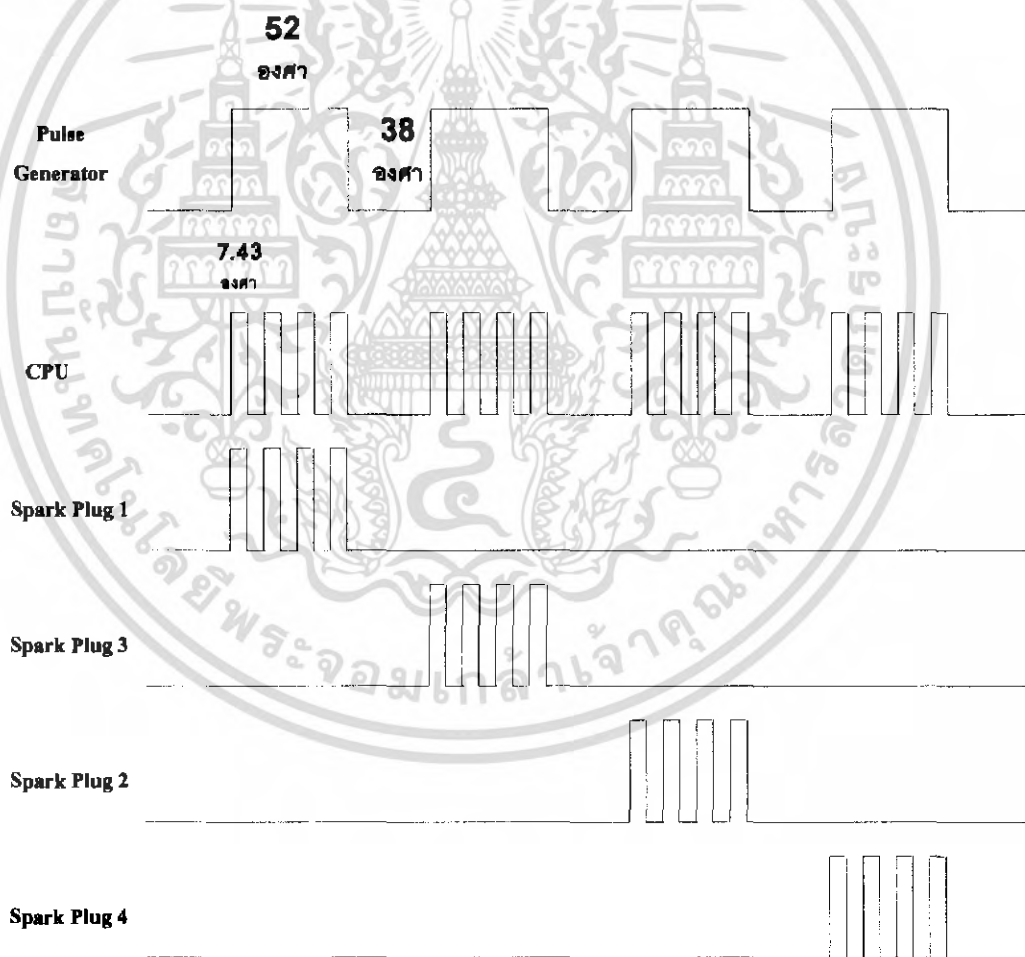
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

หลักการออกแบบระบบจุดระเบิด

4.1 เกี่ยวกับการออกแบบระบบจุดระเบิดหลายครั้ง

ในการทำงานของเครื่องยนต์ 4 สูบ 1 รอบของงานจ่ายจะสร้างสัญญาณพัลส์ 4 พัลส์ และเครื่องยนต์ 4 สูบมีรอบการทำงานสูงสุด 6,000 รอบ/นาที ซึ่งแปลงการทำงานสูงสุดต่อวินาทีคือ 100 รอบ ดังนั้นระบบเครื่องยนต์ 4 สูบ ทำงานสูงสุดที่ความถี่ 100 Hz จะได้ว่าแต่ละสูบจะทำงานที่ความถี่ 400 Hz มุมเวลาในการจุดอยู่ที่ 52 องศา ซึ่งจะเป็นส่วนของ HIGH Time ในการออกแบบนี้ในช่วงการจุดระเบิดดังกล่าวจะทำการจุดระเบิดถึง 4 ครั้งด้วยกัน ซึ่งจะเป็นเช่นนี้ทุกกระบอกสูบ



รูปที่ 4.1 Timing Diagram ของการออกแบบ

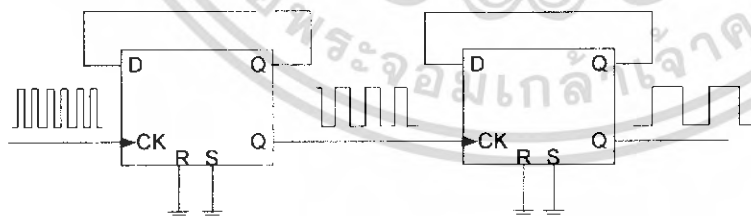
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.1 ส่วนของการสร้างสัญญาณพัลส์ (Pulse Generator)

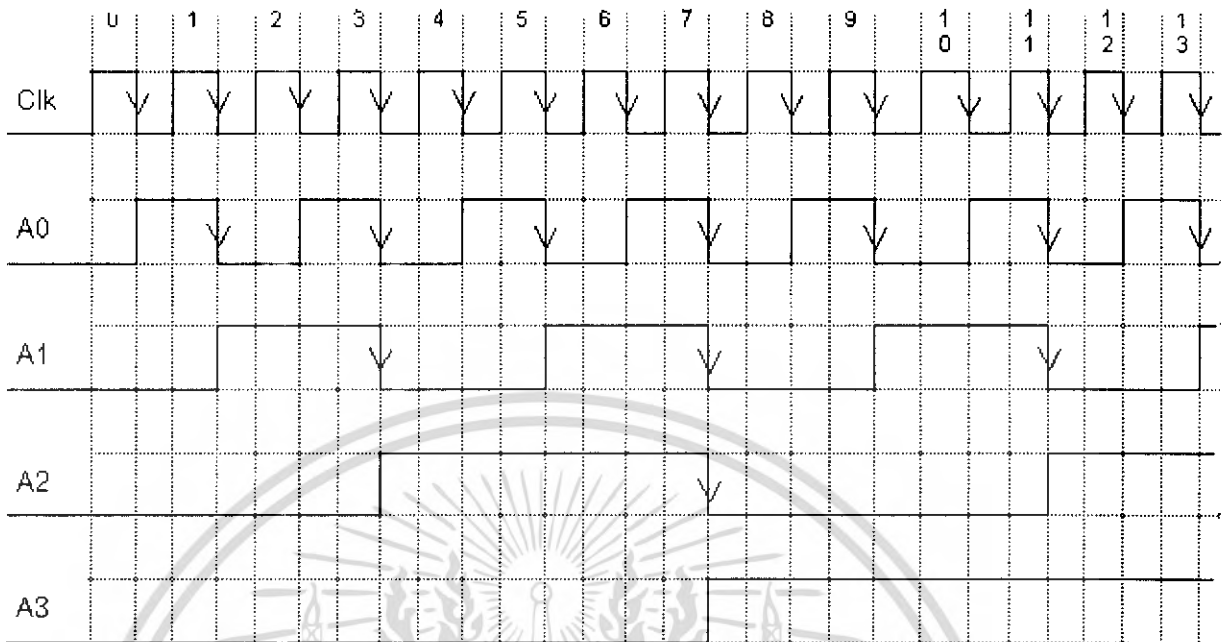
ในการสร้างสัญญาณพัลส์นี้ ได้เลือกใช้วงจรที่มีลักษณะเป็น Pulse Generator ซึ่งมีคุณสมบัติที่สามารถปรับค่าความถี่ และสามารถปรับ Duty cycle ได้จากวงจร พบว่าออปแอมป์ OP1-1 และ OP1-2 ถูกต่ออยู่ในรูปของ โวลต์เดจ คอนโทรล ออสซิลเลเตอร์(VCO) ที่ให้สัญญาณเอาต์พุตทั้ง Square wave และ triangle wave ซึ่งสัญญาณ square wave ที่ได้ นั้นจะถูกป้อนกลับเพื่อไปควบคุมการเก็บและคายประจุของตัวเก็บประจุ ส่วนสัญญาณ triangle wave ที่ได้ นั้น จะส่งเข้าเป็นอินพุตให้กับออปแอมป์ OP2-2 ซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวควบคุม duty cycle ส่วนตัวต้านทานชนิดปรับค่าได้ R2 นั้นทำหน้าที่ปรับค่า duty cycle(0% - 100%) เพื่อป้อนเข้าขาอินเวอร์ตติ้ง อินพุตของ OP2-2 แล้วทำการเปรียบเทียบแรงดันกับอินพุตสัญญาณ triangle wave

ออปแอมป์ OP2-1 ทำหน้าที่เป็นบัฟเฟอร์เพื่อรักษาระดับแรงดันให้คงที่ ซึ่งสัญญาณนี้จะนำไปเป็นสัญญาณอินพุตให้ส่วนของโวลต์เดจ คอนโทรล ออสซิลเลเตอร์(VCO) ซึ่งผลลัพธ์เอาต์พุตที่ได้จะสามารถปรับค่าความถี่และค่า Duty Cycle ได้

จากนั้นทำการจำลองสัญญาณแบบ 1 คู่ ซึ่งนำสัญญาณจากออปแอมป์ OP2-2 มาทำการหารสัญญาณ โดยเลือกใช้ D flip-flop มาทำการหารสัญญาณ โดยพื้นฐานจะใช้ D Flip Flop มาต่อเรียงกันดังวงจรในรูป 4.3 สถานะเอาต์พุตของ ฟลิปฟลอปแต่ละตัวจะขึ้นอยู่กับสถานะเอาต์พุตของฟลิปฟลอปตัวก่อนหน้า คือ ฟลิปฟลอปตัวแรกจะส่งสัญญาณ (Pulse) จาก Q ไปกระตุ้น (Trigger) ที่ Clk ของฟลิปฟลอปตัวที่สอง และฟลิปฟลอปตัวที่สองจะส่งสัญญาณไปกระตุ้น (Trigger) ที่ Clk ของฟลิปฟลอปตัวที่สาม ไปเรื่อย ๆ ตามลำดับ การทำงานของวงจรแบบนี้มีลักษณะไหลเป็นระลอก

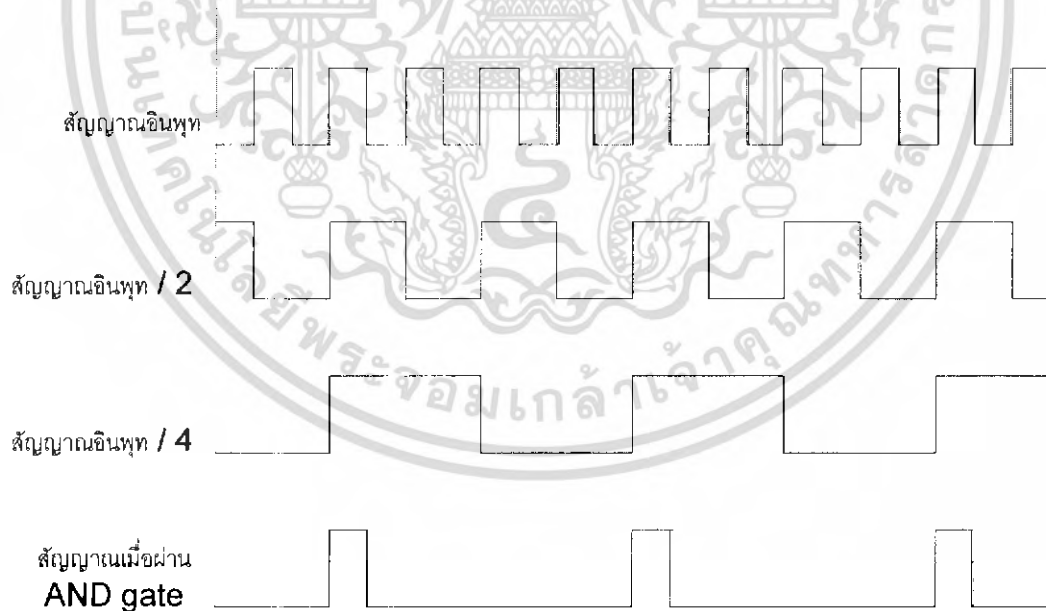


รูปที่ 4.3 การใช้ Flip Flop มาสร้างสัญญาณ pulse



รูปที่ 4.4 timing diagram แสดงสัญญาณที่ได้จาก Flip Flop

เมื่อได้สัญญาณที่ทำการหารสัญญาณเรียบร้อยแล้ว จากสัญญาณ 1 สิบที่ต้องการ จึงนำสัญญาณที่ทำการหาร 2 และ หาร 4 มาต่อเข้า AND gate ซึ่งจะได้โคแอมป์ของสัญญาณดังนี้

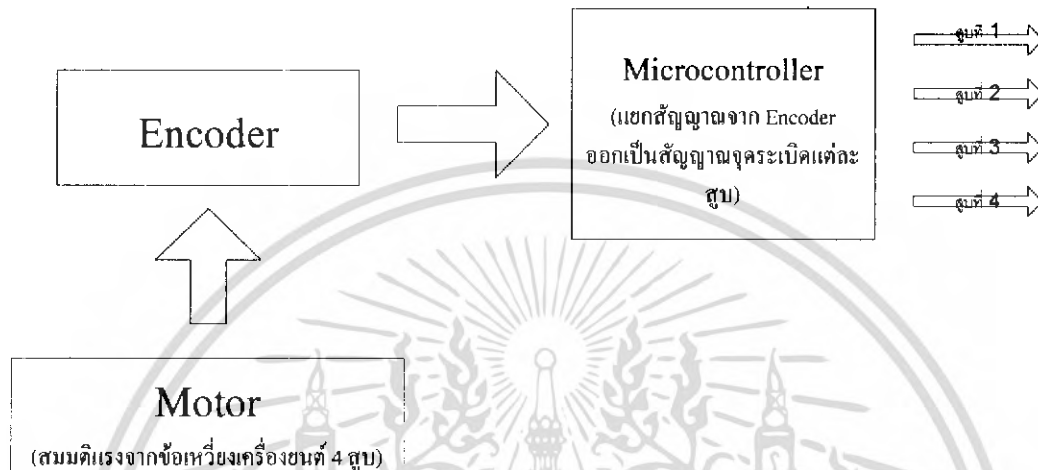


รูปที่ 4.5 timing diagram แสดงสัญญาณที่ได้จากการออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 ส่วนของวงจรที่ใช้ Encoder แทนจานจ่าย

ส่วนนี้จะใช้ Encoder ในการจับการหมุนของตัว Rotor ซึ่งเอาท์พุทของ Encoder จะเป็นสัญญาณพัลส์ ซึ่ง 1 รอบของการหมุนของตัว Encoder จะให้สัญญาณพัลส์ออกมา 2000 พัลส์ ซึ่งจะนำสัญญาณพัลส์ดังกล่าวมาคำนวณเพื่อควบคุมการจุดระเบิดของแต่ละสูบ



รูปที่ 4.6 block diagram แสดงระบบการใช้ Encoder แทนจานจ่าย

4.2.3 ส่วนของการประมวลผล (CPU)

ส่วนของการประมวลผล(CPU) จะรับสัญญาณจากวงจรส่วน Pulse Generator หรือ microcontrollerPIC Encoder มาทำการแบ่งย่อยของสัญญาณพัลส์ที่ออกเป็น 4 พัลส์จาก 1พัลส์ ตามความถี่ที่ป้อนเข้ามา จากนั้นก็ส่งสัญญาณดังกล่าวไปยังส่วนของส่วนวงจรจับคอยล์จุดระเบิด (Ignition driving circuit)

4.2.4 ส่วนของ Drive Circuit

ส่วนนี้จะทำหน้าที่ในการไดรค์กระแสที่ได้รับสัญญาณการจุดระเบิดมาจาก microcontrollerPIC เพื่อทำการจับ Gate ของ Coil on Plug

4.2.5 ส่วนของ Step Up Voltage

การออกแบบในส่วนนี้จะใช้ DC to DC Converter โดยใช้ IC MC34063 และ KA34063 เป็นตัว switching โดยจะออกแบบในคหมด Step up Converter จาก 12 V ไปเป็น 25 V 680mA ซึ่ง component ต่างๆในวงจรคำนวณและออกแบบตาม Application note ใน Datasheet ของ IC MC/KA34063 ซึ่งสามารถดูได้จากภาคผนวก

4.2.6 ส่วนของคอยล์จุดระเบิด (Ignition Coil)

คอยล์จุดระเบิดนี้จะใช้ Coil On Plug ทำหน้าที่ในการเพิ่มแรงดันให้สูงขึ้น ซึ่งในที่นี้จากเดิม 25 โวลต์ เพิ่มเป็น 8000 -25,000 โวลต์ แล้วจากนั้นก็เกิดการจุดระเบิดที่หัวเทียน

4.2.7 ส่วนของหัวเทียน

หัวเทียนที่ใช้จะเป็นหัวเทียน 1 เขี้ยว ซึ่งรับสัญญาณจากคอยล์จุดระเบิด (Ignition Coil) เพื่อทำการจุดระเบิด



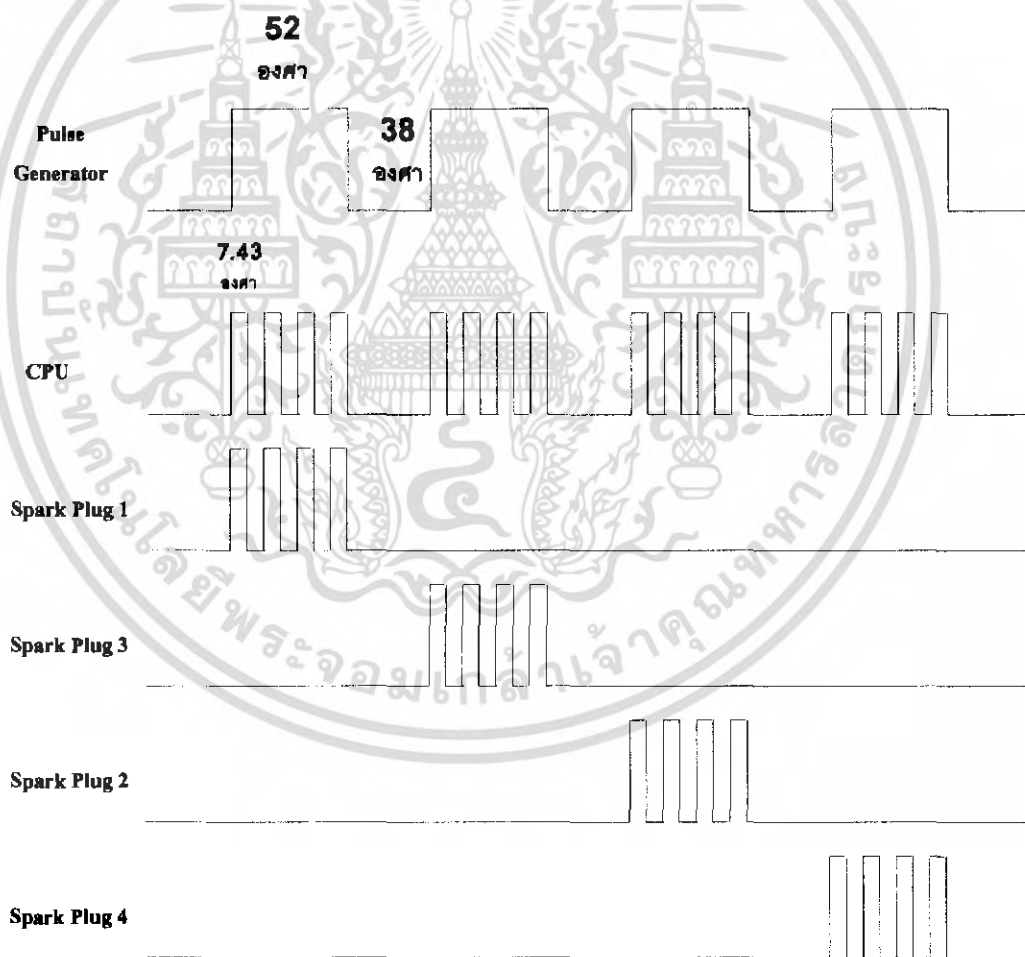
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

หลักการออกแบบระบบจุดระเบิด

4.1 เกี่ยวกับการออกแบบระบบจุดระเบิดหลายครั้ง

ในการทำงานของเครื่องยนต์ 4 สูบ 1 รอบของงานจ่ายจะสร้างสัญญาณพัลส์ 4 พัลส์ และเครื่องยนต์ 4 สูบมีรอบการทำงานสูงสุด 6,000 รอบ/นาที ซึ่งแปลงการทำงานสูงสุดต่อวินาทีคือ 100 รอบ ดังนั้นระบบเครื่องยนต์ 4 สูบ ทำงานสูงสุดที่ความถี่ 100 Hz จะได้ว่าแต่ละสูบจะทำงานที่ความถี่ 400 Hz มุมเวลาในการจุดอยู่ที่ 52 องศา ซึ่งจะเป็นส่วนของ HIGH Time ในการออกแบบนี้ในช่วงการจุดระเบิดดังกล่าวจะทำการจุดระเบิดถึง 4 ครั้งด้วยกัน ซึ่งจะเป็นเช่นนี้ทุกกระบอกสูบ



รูปที่ 4.1 Timing Diagram ของการออกแบบ

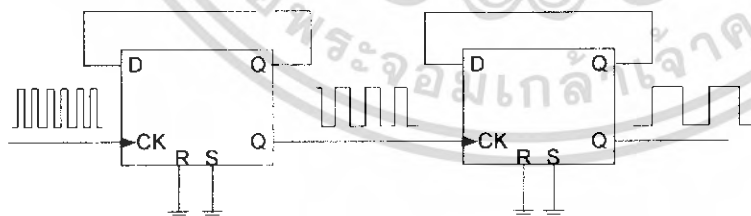
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.1 ส่วนของการสร้างสัญญาณพัลส์ (Pulse Generator)

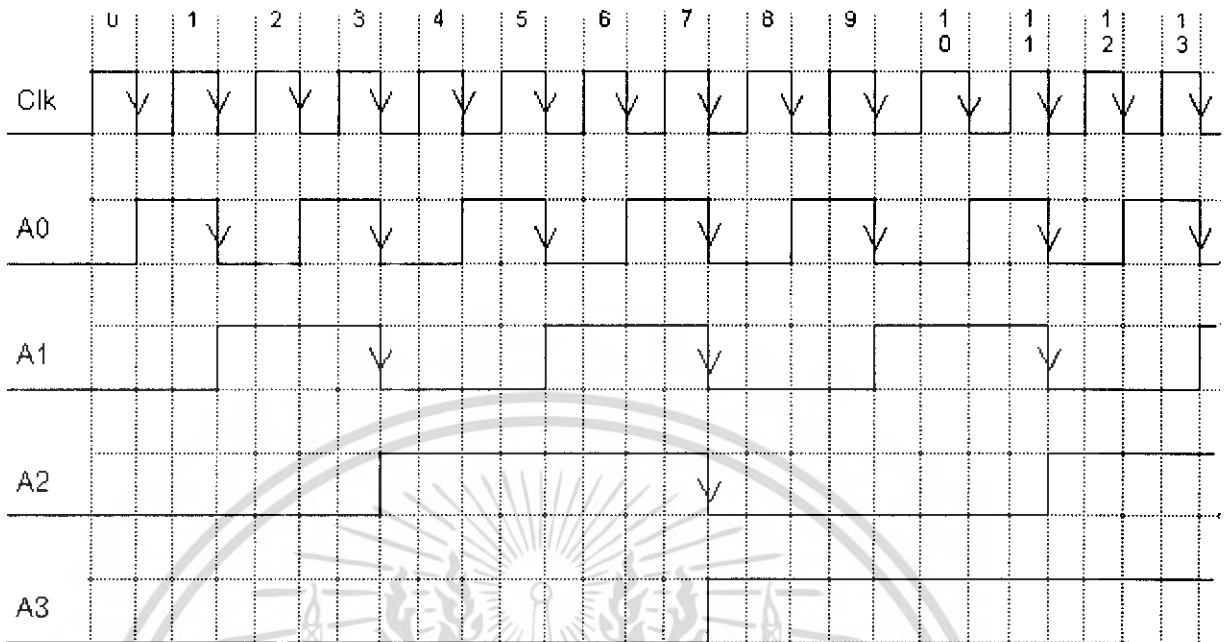
ในการสร้างสัญญาณพัลส์นี้ ได้เลือกใช้วงจรที่มีลักษณะเป็น Pulse Generator ซึ่งมีคุณสมบัติที่สามารถปรับค่าความถี่ และสามารถปรับ Duty cycle ได้จากวงจร พบว่าออปแอมป์ OP1-1 และ OP1-2 ถูกต่ออยู่ในรูปของ โวลต์เดจ คอนโทรล ออสซิลเลเตอร์(VCO) ที่ให้สัญญาณเอาต์พุตทั้ง Square wave และ triangle wave ซึ่งสัญญาณ square wave ที่ได้ นั้นจะถูกป้อนกลับเพื่อไปควบคุมการเก็บและคายประจุของตัวเก็บประจุ ส่วนสัญญาณ triangle wave ที่ได้ นั้น จะส่งเข้าเป็นอินพุตให้กับออปแอมป์ OP2-2 ซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวควบคุม duty cycle ส่วนตัวต้านทานชนิดปรับค่าได้ R2 นั้นทำหน้าที่ปรับค่า duty cycle(0% - 100%) เพื่อป้อนเข้าอินเวอร์ตติ้ง อินพุตของ OP2-2 แล้วทำการเปรียบเทียบแรงดันกับอินพุตสัญญาณ triangle wave

ออปแอมป์ OP2-1 ทำหน้าที่เป็นบัฟเฟอร์เพื่อรักษาระดับแรงดันให้คงที่ ซึ่งสัญญาณนี้จะนำไปเป็นสัญญาณอินพุตให้ส่วนของโวลต์เดจ คอนโทรล ออสซิลเลเตอร์(VCO) ซึ่งผลลัพธ์เอาต์พุตที่ได้จะสามารถปรับค่าความถี่และค่า Duty Cycle ได้

จากนั้นทำการจำลองสัญญาณแบบ 1 คู่ ซึ่งนำสัญญาณจากออปแอมป์ OP2-2 มาทำการหารสัญญาณ โดยเลือกใช้ D flip-flop มาทำการหารสัญญาณ โดยพื้นฐานจะใช้ D Flip Flop มาต่อเรียงกันดังวงจรในรูป 4.3 สถานะเอาต์พุตของ ฟลิปฟลอปแต่ละตัวจะขึ้นอยู่กับสถานะเอาต์พุตของฟลิปฟลอปตัวก่อนหน้า คือ ฟลิปฟลอปตัวแรกจะส่งสัญญาณ (Pulse) จาก Q ไปกระตุ้น (Trigger) ที่ Clk ของฟลิปฟลอปตัวที่สอง และฟลิปฟลอปตัวที่สองจะส่งสัญญาณไปกระตุ้น (Trigger) ที่ Clk ของฟลิปฟลอปตัวที่สาม ไปเรื่อย ๆ ตามลำดับ การทำงานของวงจรแบบนี้มีลักษณะไหลเป็นระลอก

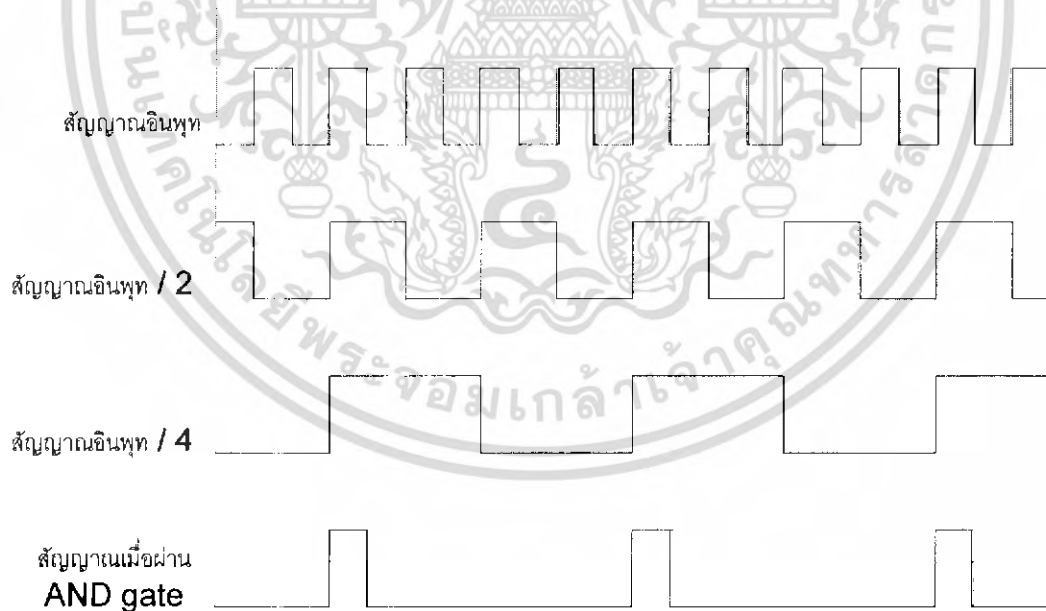


รูปที่ 4.3 การใช้ Flip Flop มาสร้างสัญญาณ pulse



รูปที่ 4.4 timing diagram แสดงสัญญาณที่ได้จาก Flip Flop

เมื่อได้สัญญาณที่ทำการหารสัญญาณเรียบร้อยแล้ว จากสัญญาณ 1 สิบที่ต้องการ จึงนำสัญญาณที่ทำการหาร 2 และ หาร 4 มาต่อเข้า AND gate ซึ่งจะได้โคแอมป์ของสัญญาณดังนี้

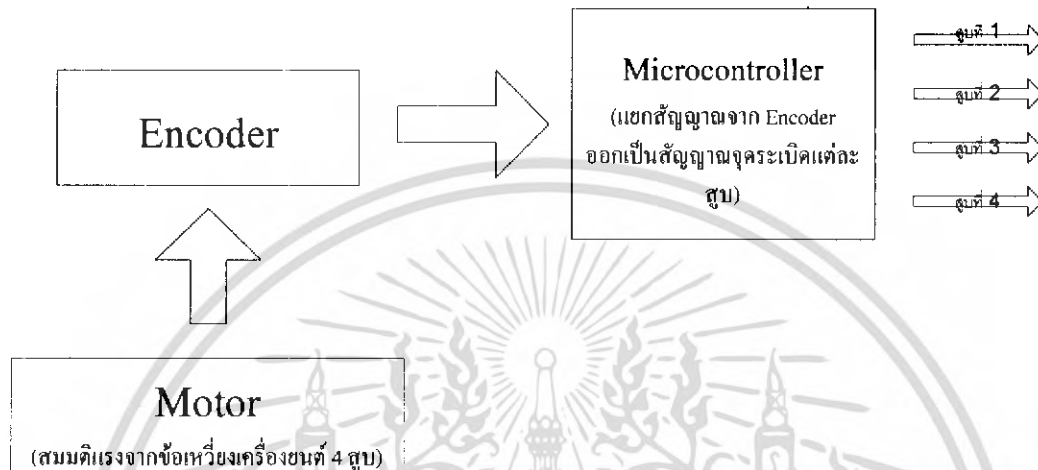


รูปที่ 4.5 timing diagram แสดงสัญญาณที่ได้จากการออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 ส่วนของวงจรที่ใช้ Encoder แทนจานจ่าย

ส่วนนี้จะใช้ Encoder ในการจับการหมุนของตัว Rotor ซึ่งเอาท์พุทของ Encoder จะเป็นสัญญาณพัลส์ ซึ่ง 1 รอบของการหมุนของตัว Encoder จะให้สัญญาณพัลส์ออกมา 2000 พัลส์ ซึ่งจะนำสัญญาณพัลส์ดังกล่าวมาคำนวณเพื่อควบคุมการจุดระเบิดของแต่ละสูบ



รูปที่ 4.6 block diagram แสดงระบบการใช้ Encoder แทนจานจ่าย

4.2.3 ส่วนของการประมวลผล (CPU)

ส่วนของการประมวลผล(CPU) จะรับสัญญาณจากวงจรส่วน Pulse Generator หรือ microcontrollerPIC Encoder มาทำการแบ่งย่อยของสัญญาณพัลส์ที่ออกเป็น 4 พัลส์จาก 1พัลส์ ตามความถี่ที่ป้อนเข้ามา จากนั้นก็ส่งสัญญาณดังกล่าวไปยังส่วนของส่วนวงจรจับคอยล์จุดระเบิด (Ignition driving circuit)

4.2.4 ส่วนของ Drive Circuit

ส่วนนี้จะทำหน้าที่ในการไดรค์กระแสที่ได้รับสัญญาณการจุดระเบิดมาจาก microcontrollerPIC เพื่อทำการจับ Gate ของ Coil on Plug

4.2.5 ส่วนของ Step Up Voltage

การออกแบบในส่วนนี้จะใช้ DC to DC Converter โดยใช้ IC MC34063 และ KA34063 เป็นตัว switching โดยจะออกแบบในคหมด Step up Converter จาก 12 V ไปเป็น 25 V 680mA ซึ่ง component ต่างๆในวงจรคำนวณและออกแบบตาม Application note ใน Datasheet ของ IC MC/KA34063 ซึ่งสามารถดูได้จากภาคผนวก

4.2.6 ส่วนของคอยล์จุดระเบิด (Ignition Coil)

คอยล์จุดระเบิดนี้จะใช้ Coil On Plug ทำหน้าที่ในการเพิ่มแรงดันให้สูงขึ้น ซึ่งในที่นี้จากเดิม 25 โวลต์ เพิ่มเป็น 8000 -25,000 โวลต์ แล้วจากนั้นก็เกิดการจุดระเบิดที่หัวเทียน

4.2.7 ส่วนของหัวเทียน

หัวเทียนที่ใช้จะเป็นหัวเทียน 1 เชื้อว ซึ่งรับสัญญาณจากคอยล์จุดระเบิด (Ignition Coil) เพื่อทำการจุดระเบิด

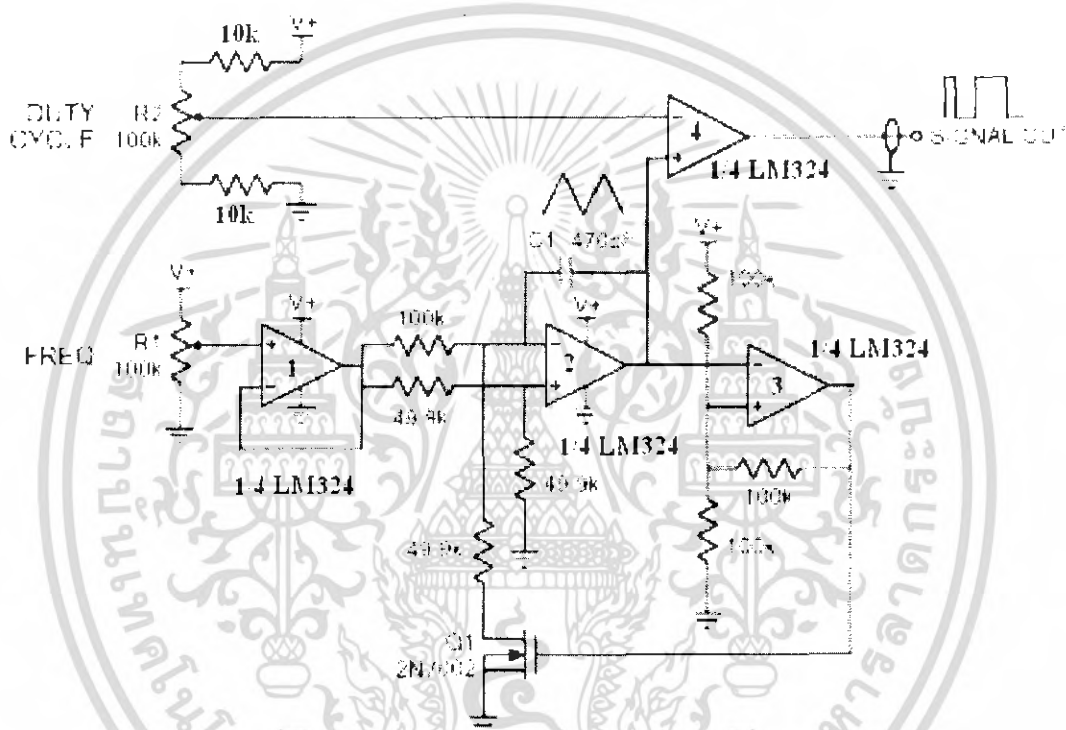


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

รายละเอียดในการออกแบบและการสร้าง

5.1 ส่วนของวงจรสร้างสัญญาณพัลส์(Pulse Generator)

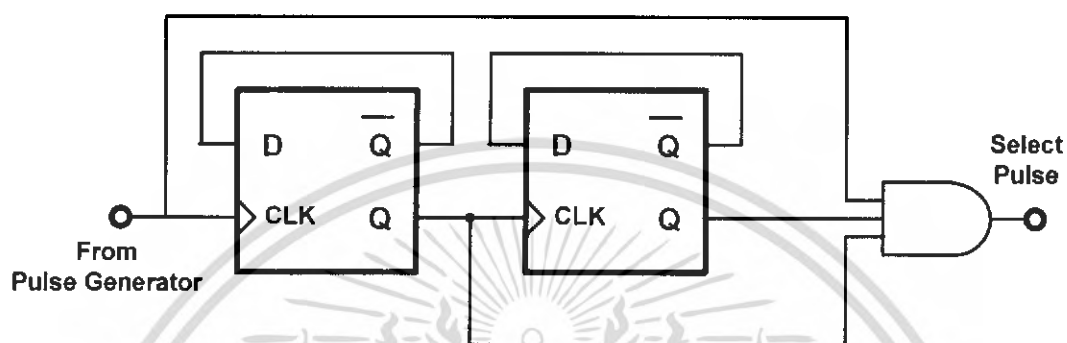


รูปที่ 5.1 วงจร(Pulse Generator)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

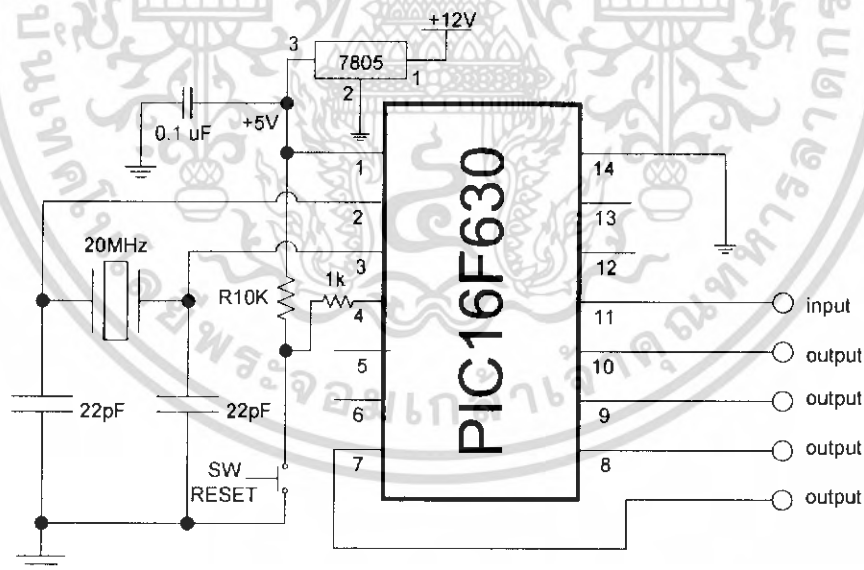
การออกแบบวงจรสร้างสัญญาณพัลส์(Pulse Generator)

ส่วนของวงจร Select Pulse



รูปที่ 5.2 ส่วนของวงจร Select Pulse

5.2 ส่วนของวงจรที่ใช้ Encoder แทนงานง่าย

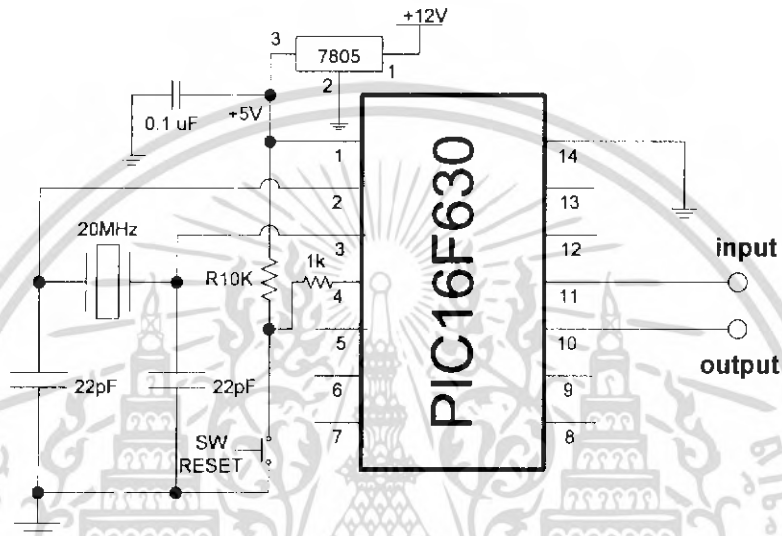


รูปที่ 5.3 วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้ Encoder แทนงานง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 ส่วนของการประมวลผล (CPU)

วงจรในส่วนนี้จะประกอบไปด้วย ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC 16F630 เพาเวอร์ออนรีเซต ส่วนสร้างสัญญาณนาฬิกาเพื่อสร้างสัญญาณนาฬิกาให้กับPIC และก็มีส่วนของพอร์ต Input ที่จะรับมาจากส่วนของการสร้างพัลส์สัญญาณการจุดระเบิดหรือสัญญาณที่มาจาก Encoder ต่อมาเป็น ส่วนของพอร์ต Output เพื่อส่งสัญญาณที่ชอยเป็น 4 พัลส์แล้วไปยังส่วนของการขับ Coil ต่อไป



รูปที่ 5.4 วงจรส่วนของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC 16F630(ภาคชอยสัญญาณพัลส์)

ส่วนของโปรแกรม

-Flowchart



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-โปรแกรม

```

#include <16F630.h>

#fuses HS,NOWDT,NOPROTECT

#use delay(clock = 20000000)

#use fast_io(A)
#use fast_io(C)

int8 count,counter1;

void init(void){
    set_tris_a(0xff);
    set_tris_c(0x00);
}

void delay_1(int32 time){
    while(time > 0){
        time--;
        delay_us(1);
    }
}

void main() {
    init();

    while(true){

        while (input(PIN_A2)==0){}

        count = 0;

        while (input(PIN_A2)==1){

            count++;

            output_high(PIN_C0);

        }

        counter1 = count/14;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

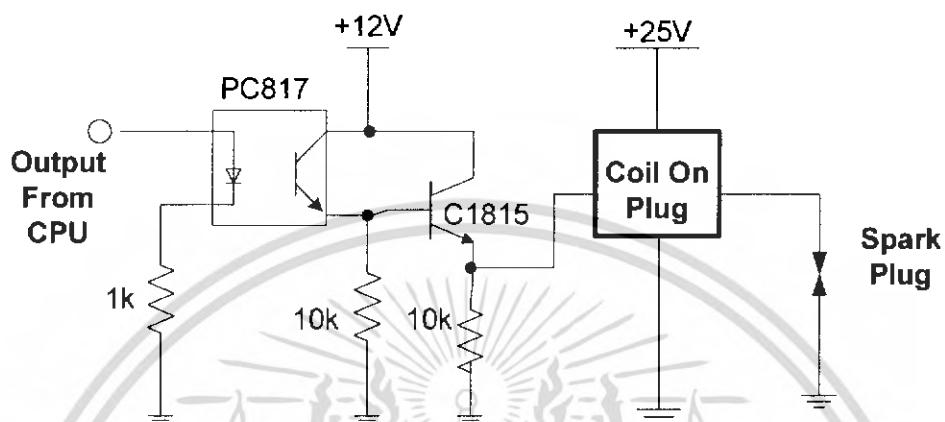
        output_low(PIN_C0);
        delay_1(counter1);
        output_high(PIN_C0);
        delay_1(counter1);
output_low(PIN_C0);
delay_1(counter1);
output_high(PIN_C0);
        delay_1(counter1);
output_low(PIN_C0);
        delay_1(counter1);
output_high(PIN_C0);
        delay_1(counter1);
output_low(PIN_C0);
    }
}

```



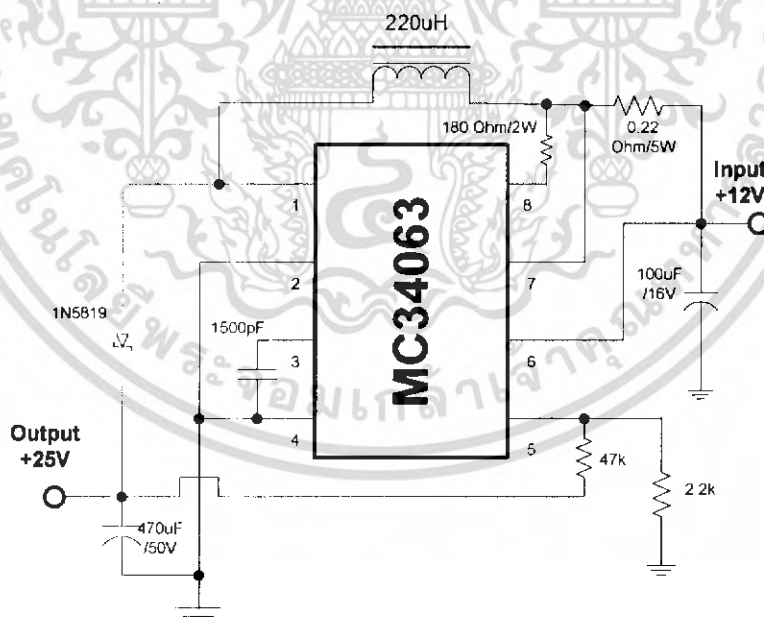
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.4 ส่วนของ Drive Circuit



รูปที่ 5.6 แสดงวงจร Drive Circuit

5.5 ส่วนของ Step Up Voltage



รูปที่ 5.7 Step Up Voltage

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.6 ส่วนของคอยล์จุดระเบิด (Ignition Coil)

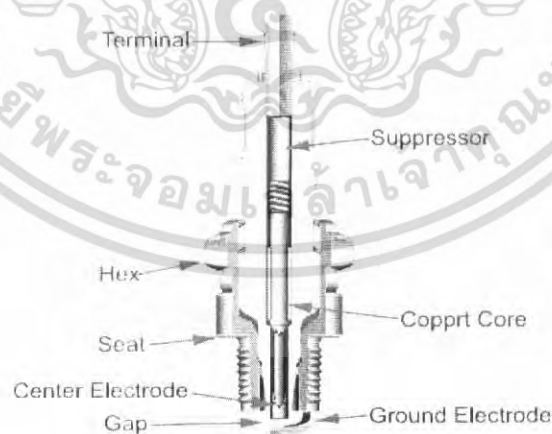
ในส่วนนี้จะใช้ Coil On Plug แทนคอยล์แบบธรรมดาเนื่องจากมีข้อดีไม่ต้องมีสายไฟแรงดันสูง ซึ่งข้อเสียของคอยล์แบบธรรมดาคือ ต้องมีสายไฟแรงดันสูงอยู่ในระบบเครื่องยนต์ เมื่อใช้ไปนานๆสายไฟดังกล่าวก็เกิดการรั่ว



รูปที่ 5.8 Coil On Plug

5.6 ส่วนของหัวเทียน

หัวเทียนแบบ 1 เขี้ยว



รูปที่ 5.9 แสดงหัวเทียน 1 เขี้ยว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6

การทดลองระบบจุดระเบิด

6.1 จุดประสงค์

6.1.1 เพื่อทดสอบการแสดงผลทางด้านเอาต์พุตของ PIC

6.1.2 เพื่อทดสอบการสปาร์คของหัวเทียนโดยใช้ Coil On Plug

6.2 วิธีการทดลอง

6.2.1 ทดสอบการแสดงผลทางด้านเอาต์พุตของ PIC

การทดลองจะใช้ Output ที่ได้จากวงจรสร้างสัญญาณพัลส์หรือสัญญาณจากวงจรสร้างสัญญาณจาก Encoder ต่อเข้ากับ Input ของ PIC แล้วสังเกตสัญญาณที่ได้จาก Output

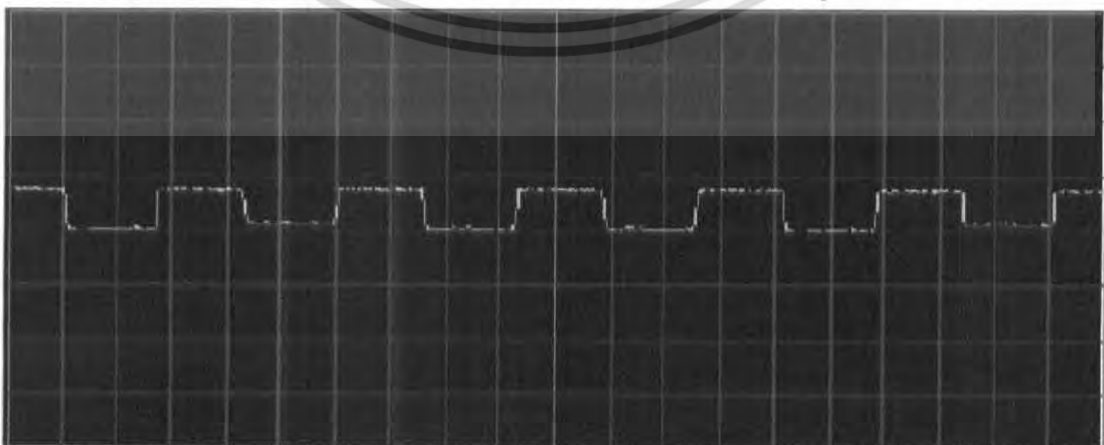
6.2.2 ทดสอบการสปาร์คของหัวเทียนโดยใช้ Coil On Plug

การทดลองจะใช้ Output ที่ได้จาก PIC ต่อเข้ากับ Input ของวงจร Driving Gate และต่อ Output เข้ากับ Coil On Plug และทำการเปลี่ยนไฟเลี้ยง Coil on Plug 12V เป็น 25V แล้วทำการสังเกตการจุดระเบิดของหัวเทียนและเปรียบเทียบผลการสปาร์คที่หัวเทียน

6.3 ผลการทดลอง

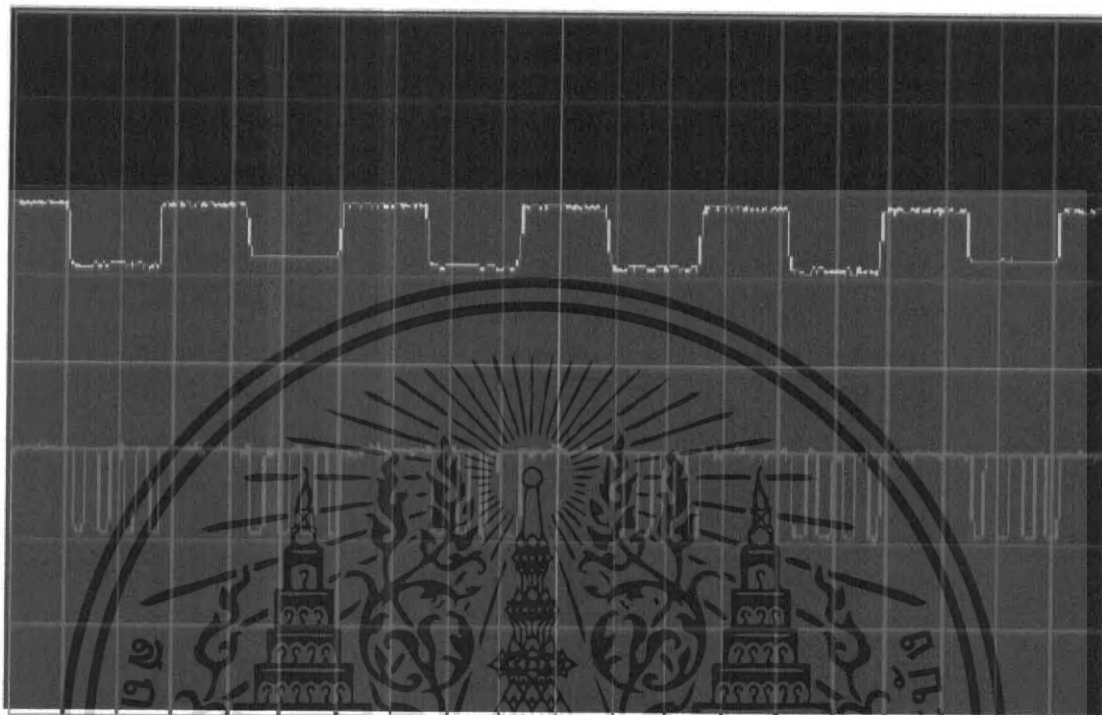
6.3.1 ทดสอบการแสดงผลทางด้านเอาต์พุตของ PIC

Input และ Output ที่ได้จากไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC แสดงได้ดังรูป



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 6.1 แสดงสัญญาณพัลส์ที่ส่งเข้าทางด้าน Input ของ PIC



รูปที่ 6.2 แสดงสัญญาณพัลส์ที่ย่อย 4 พัลส์ ทางด้าน Output ของ PIC

6.3.2 ทดสอบการสปาร์คของหัวเทียนโดยใช้ Coil On Plug

เมื่อใช้วงจรทดสอบดูจะสังเกตเห็นการสปาร์คของหัวเทียนแสดงดังรูป



รูปที่ 6.3 แสดงการสปาร์คของหัวเทียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 7

สรุปโครงการและปัญหาที่พบ

7.1 สรุปผลการทดลอง

7.1.1 ทดสอบการแสดงผลทางด้านเอาต์พุตของ PIC

จากผลการทดลองจะเห็นว่า สามารถแบ่งสัญญาณพัลส์ที่ใหญ่เป็นสัญญาณพัลส์ที่ छो้ยเป็น 4 พัลส์ที่ได้

7.1.2 ทดสอบการสปาร์กของหัวเทียนโดยใช้ Coil On Plug

จากผลการทดลองจะเห็นว่าเกิดการสปาร์กที่หัวเทียนได้โดยพบว่ามีความถี่ในการจุดระเบิดเพิ่มมากขึ้นอย่างเห็นได้ชัด และเมื่อเปลี่ยนไฟเลี้ยง Coil on Plug จาก 12V เป็น 25V จะสังเกตเห็นประกายไฟที่แรงขึ้น สำหรับการไปใช้งานจริงนั้นยังต้องทำการวิจัยอีกมาก และรถยนต์จะหือจะมีเทคโนโลยีที่แตกต่างกัน

7.2 ปัญหาที่พบในการทำโครงการ

1. ประสบกับปัญหาไม่ทราบโครงสร้างวงจรภายในอย่างละเอียดของ Coil On Plug เป็นอย่างไรซึ่งข้อมูลเหล่านี้เป็นความลับของบริษัท
2. เนื่องจากต้องศึกษาการทำงานไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC จึงเสียเวลาในการศึกษาค่อนข้างมาก
3. ไม่มีอุปกรณ์ที่ใช้ทดสอบประสิทธิภาพของผลการทดลองจึงไม่สามารถสรุปผลของประสิทธิภาพที่แน่นอนได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนังสืออ้างอิง

ประสานพงษ์ หาเรือนชีพ, ทฤษฎีและปฏิบัติเครื่องยนต์แก๊สโซลีน, -- กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น
,752 หน้า,2539

ชัยวัฒน์ ลิ่มพรจิตรวิสัย,ปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์,-- กรุงเทพฯ : อินโนเวติฟ เอ็กเพอริเมนต์
,198 หน้า

<http://www.chontech.ac.th/~electric/pdf/IC555.pdf>



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MC34063A MC33063A

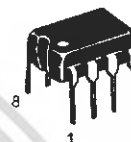
DC-to-DC Converter Control Circuits

The MC34063A Series is a monolithic control circuit containing the primary functions required for DC-to-DC converters. These devices consist of an internal temperature compensated reference, comparator, controlled duty cycle oscillator with an active current limit circuit, driver and high current output switch. This series was specifically designed to be incorporated in Step-Down and Step-Up and Voltage-Inverting applications with a minimum number of external components. Refer to Application Notes AN920A/D and AN954/D for additional design information.

- Operation from 3.0 V to 40 V Input
- Low Standby Current
- Current Limiting
- Output Switch Current to 1.5 A
- Output Voltage Adjustable
- Frequency Operation to 100 kHz
- Precision 2% Reference

DC-to-DC CONVERTER CONTROL CIRCUITS

SEMICONDUCTOR TECHNICAL DATA

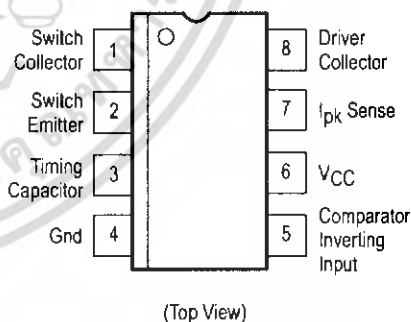


P, P1 SUFFIX
PLASTIC PACKAGE
CASE 626

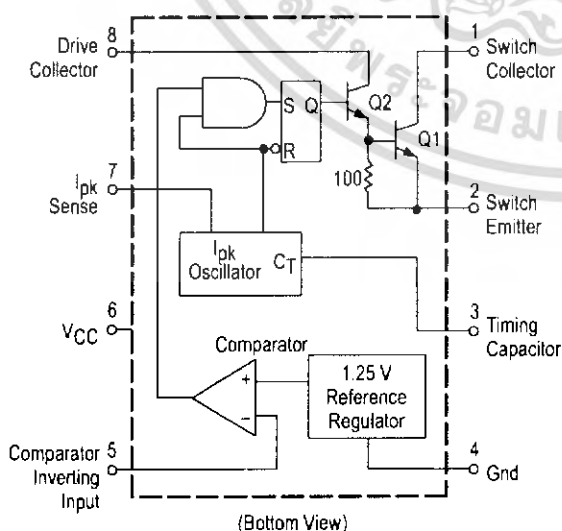


D SUFFIX
PLASTIC PACKAGE
CASE 751
(SO-8)

PIN CONNECTIONS



Representative Schematic Diagram



This device contains 51 active transistors.

ORDERING INFORMATION

Device	Operating Temperature Range	Package
MC33063AD	$T_A = -40^\circ \text{ to } +85^\circ \text{C}$	SO-8
MC33063AP1		Plastic DIP
MC33063AVD	$T_A = -40^\circ \text{ to } +125^\circ \text{C}$	SO-8
MC33063AVP		Plastic DIP
MC34063AD	$T_A = 0^\circ \text{ to } +70^\circ \text{C}$	SO-8
MC34063AP1		Plastic DIP

MC34063A MC33063A

MAXIMUM RATINGS

Rating	Symbol	Value	Unit
Power Supply Voltage	V_{CC}	40	Vdc
Comparator Input Voltage Range	V_{IR}	-0.3 to +40	Vdc
Switch Collector Voltage	$V_{C(switch)}$	40	Vdc
Switch Emitter Voltage ($V_{P_{in\ 1}} = 40\text{ V}$)	$V_{E(switch)}$	40	Vdc
Switch Collector to Emitter Voltage	$V_{CE(switch)}$	40	Vdc
Driver Collector Voltage	$V_{C(driver)}$	40	Vdc
Driver Collector Current (Note 1)	$I_{C(driver)}$	100	mA
Switch Current	I_{SW}	1.5	A
Power Dissipation and Thermal Characteristics			
Plastic Package, P, P1 Suffix $T_A = 25^\circ\text{C}$	P_D	1.25	W
Thermal Resistance	$R_{\theta JA}$	100	$^\circ\text{C/W}$
SOIC Package, D Suffix $T_A = 25^\circ\text{C}$	P_D	625	W
Thermal Resistance	$R_{\theta JA}$	160	$^\circ\text{C/W}$
Operating Junction Temperature	T_J	+150	$^\circ\text{C}$
Operating Ambient Temperature Range			
MC34063A	T_A	0 to +70	$^\circ\text{C}$
MC33063AV		-40 to +125	
MC33063A		-40 to +85	
Storage Temperature Range	T_{stg}	-65 to +150	$^\circ\text{C}$

NOTES: 1. Maximum package power dissipation limits must be observed.
2. ESD data available upon request.

ELECTRICAL CHARACTERISTICS ($V_{CC} = 5.0\text{ V}$, $T_A = T_{low}$ to T_{high} [Note 3], unless otherwise specified.)

Characteristics	Symbol	Min	Typ	Max	Unit
OSCILLATOR					
Frequency ($V_{P_{in\ 5}} = 0\text{ V}$, $C_T = 1.0\text{ nF}$, $T_A = 25^\circ\text{C}$)	f_{osc}	24	33	42	kHz
Charge Current ($V_{CC} = 5.0\text{ V to } 40\text{ V}$, $T_A = 25^\circ\text{C}$)	I_{chg}	24	35	42	μA
Discharge Current ($V_{CC} = 5.0\text{ V to } 40\text{ V}$, $T_A = 25^\circ\text{C}$)	I_{dischg}	140	220	260	μA
Discharge to Charge Current Ratio (Pin 7 to V_{CC} , $T_A = 25^\circ\text{C}$)	I_{dischg}/I_{chg}	5.2	6.5	7.5	-
Current Limit Sense Voltage ($I_{chg} = I_{dischg}$, $T_A = 25^\circ\text{C}$)	$V_{ipk(sense)}$	250	300	350	mV
OUTPUT SWITCH (Note 4)					
Saturation Voltage, Darlington Connection (Note 5) ($I_{SW} = 1.0\text{ A}$, Pins 1, 8 connected)	$V_{CE(sat)}$	-	1.0	1.3	V
Saturation Voltage, Darlington Connection ($I_{SW} = 1.0\text{ A}$, $R_{P_{in\ 8}} = 82\ \Omega$ to V_{CC} , Forced $\beta \approx 20$)	$V_{CE(sat)}$	-	0.45	0.7	V
DC Current Gain ($I_{SW} = 1.0\text{ A}$, $V_{CE} = 5.0\text{ V}$, $T_A = 25^\circ\text{C}$)	h_{FE}	50	75	-	-
Collector Off-State Current ($V_{CE} = 40\text{ V}$)	$I_{C(off)}$	-	0.01	100	μA

NOTES: 3. $T_{low} = 0^\circ\text{C}$ for MC34063A, -40°C for MC33063A, AV $T_{high} = +70^\circ\text{C}$ for MC34063A, $+85^\circ\text{C}$ for MC33063A, $+125^\circ\text{C}$ for MC33063AV

4. Low duty cycle pulse techniques are used during test to maintain junction temperature as close to ambient temperature as possible.

5. If the output switch is driven into hard saturation (non-Darlington configuration) at low switch currents ($\leq 300\text{ mA}$) and high driver currents ($\geq 30\text{ mA}$), it may take up to $2.0\ \mu\text{s}$ for it to come out of saturation. This condition will shorten the off time at frequencies $\geq 30\text{ kHz}$, and is magnified at high temperatures. This condition does not occur with a Darlington configuration, since the output switch cannot saturate. If a non-Darlington configuration is used, the following output drive condition is recommended:

$$\text{Forced } \beta \text{ of output switch: } \frac{I_{C \text{ output}}}{I_{C \text{ driver}} - 7.0\text{ mA}} \geq 10$$

*The $100\ \Omega$ resistor in the emitter of the driver device requires about 7.0 mA before the output switch conducts.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

MC34063A MC33063A

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued) ($V_{CC} = 5.0\text{ V}$, $T_A = T_{low}$ to T_{high} [Note 3], unless otherwise specified.)

Characteristics	Symbol	Min	Typ	Max	Unit
COMPARATOR					
Threshold Voltage $T_A = 25^\circ\text{C}$ $T_A = T_{low}$ to T_{high}	V_{th}	1.225 1.21	1.25 –	1.275 1.29	V
Threshold Voltage Line Regulation ($V_{CC} = 3.0\text{ V}$ to 40 V) MC33063A, MC34063A MC33363AV	Reg_{line}	– –	1.4 1.4	5.0 6.0	mV
Input Bias Current ($V_{in} = 0\text{ V}$)	I_{IB}	–	–20	–400	nA
TOTAL DEVICE					
Supply Current ($V_{CC} = 5.0\text{ V}$ to 40 V , $C_T = 1.0\text{ nF}$, Pin 7 = V_{CC} , $V_{Pin\ 5} > V_{th}$, Pin 2 = Gnd, remaining pins open)	I_{CC}	–	–	4.0	mA

- NOTES:** 3. $T_{low} = 0^\circ\text{C}$ for MC34063A, -40°C for MC33063A, AV $T_{high} = +70^\circ\text{C}$ for MC34063A, $+85^\circ\text{C}$ for MC33063A, $+125^\circ\text{C}$ for MC33063AV
 4. Low duty cycle pulse techniques are used during test to maintain junction temperature as close to ambient temperature as possible.
 5. If the output switch is driven into hard saturation (non-Darlington configuration) at low switch currents ($\leq 300\text{ mA}$) and high driver currents ($\geq 30\text{ mA}$), it may take up to $2.0\ \mu\text{s}$ for it to come out of saturation. This condition will shorten the off time at frequencies $\geq 30\text{ kHz}$, and is magnified at high temperatures. This condition does not occur with a Darlington configuration, since the output switch cannot saturate. If a non-Darlington configuration is used, the following output drive condition is recommended:

$$\text{Forced } \beta \text{ of output switch : } \frac{I_{C\ \text{output}}}{I_{C\ \text{driver}} - 7.0\ \text{mA}} \geq 10$$

*The $100\ \Omega$ resistor in the emitter of the driver device requires about 7.0 mA before the output switch conducts.

Figure 1. Output Switch On-Off Time versus Oscillator Timing Capacitor

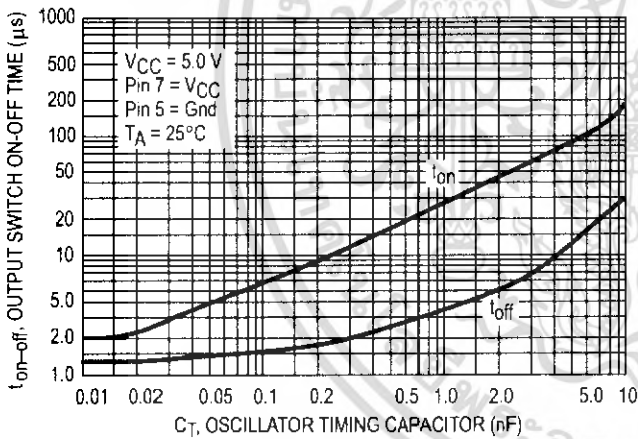
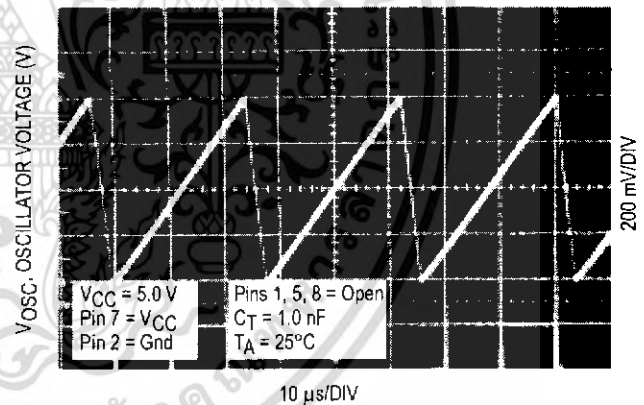


Figure 2. Timing Capacitor Waveform



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

MC34063A MC33063A

Figure 3. Emitter Follower Configuration Output Saturation Voltage versus Emitter Current

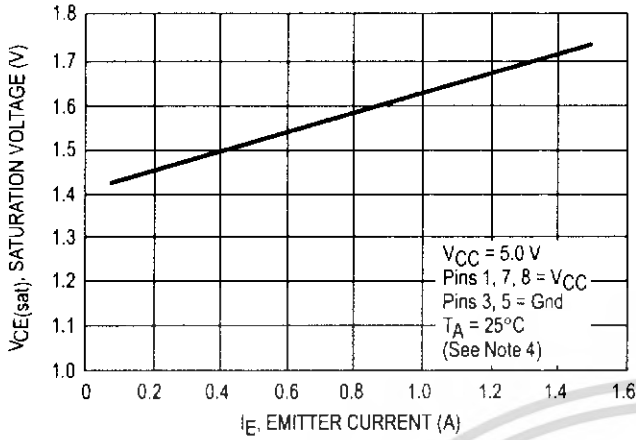


Figure 4. Common Emitter Configuration Output Switch Saturation Voltage versus Collector Current

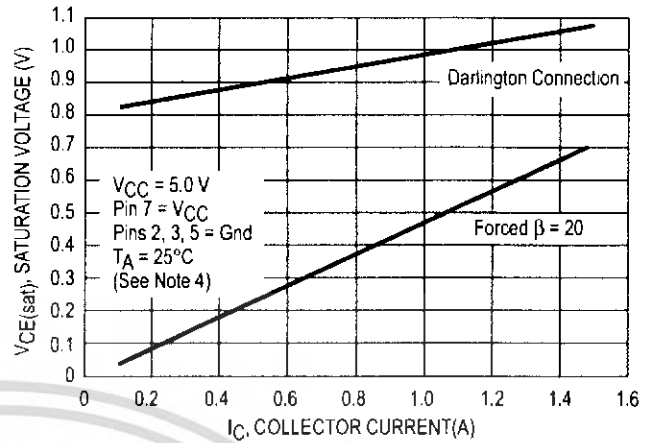


Figure 5. Current Limit Sense Voltage versus Temperature

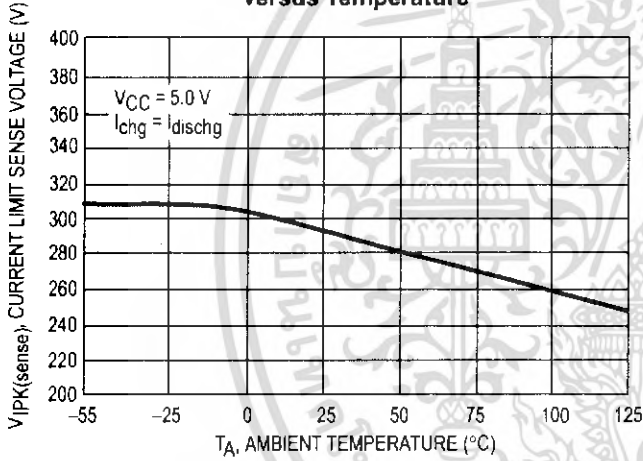
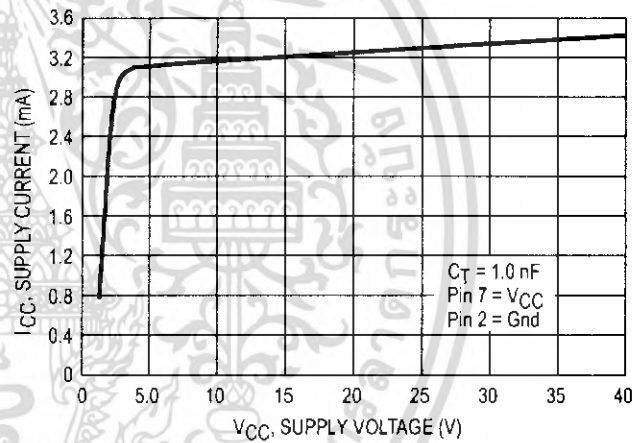


Figure 6. Standby Supply Current versus Supply Voltage

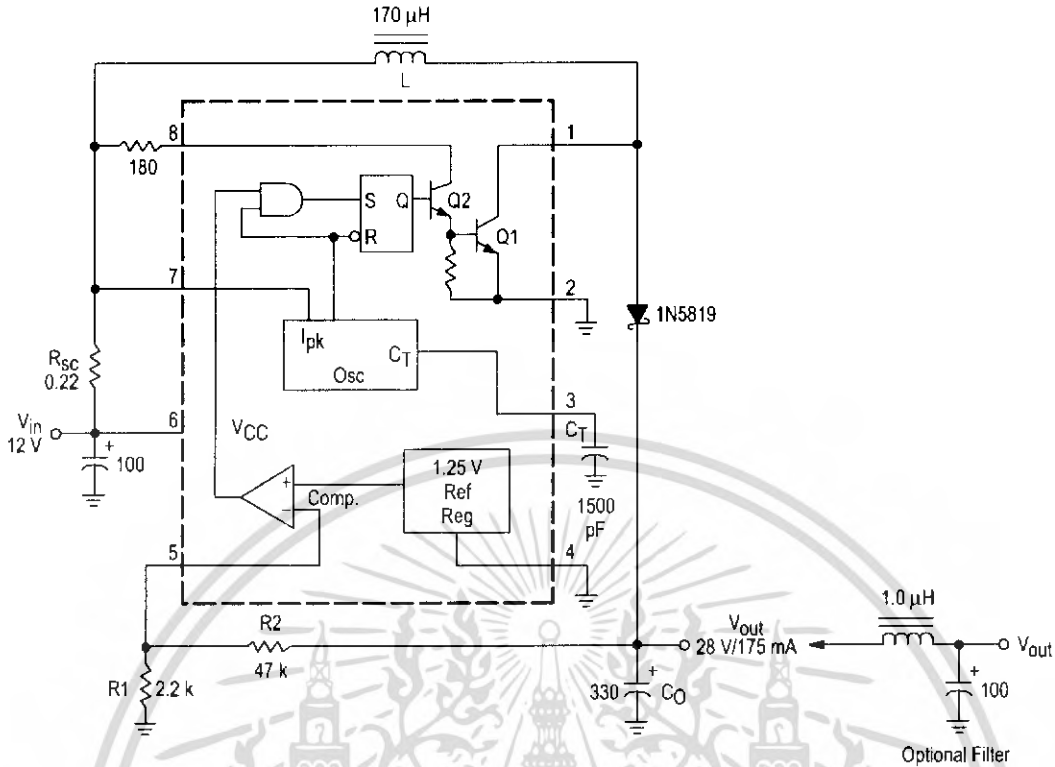


NOTE: 4. Low duty cycle pulse techniques are used during test to maintain junction temperature as close to ambient temperature as possible.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

MC34063A MC33063A

Figure 7. Step-Up Converter



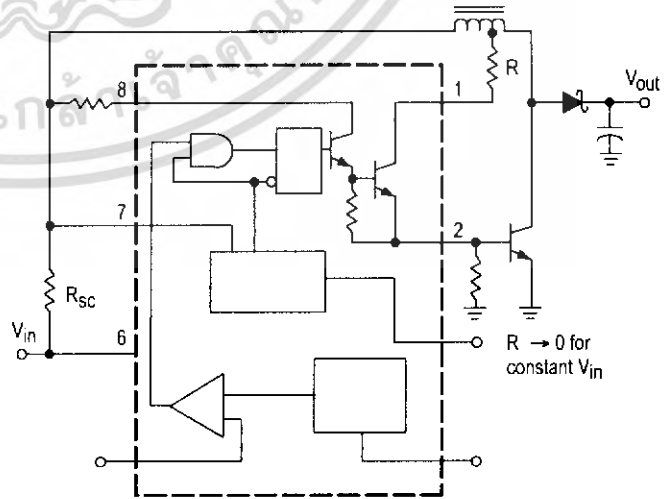
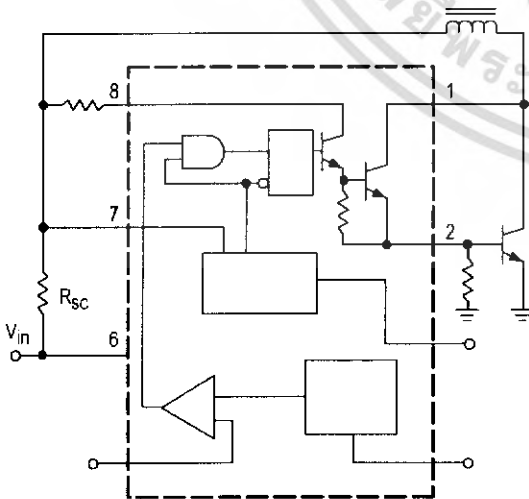
Test	Conditions	Results
Line Regulation	$V_{in} = 8.0 \text{ V to } 16 \text{ V}, I_O = 175 \text{ mA}$	30 mV = $\pm 0.05\%$
Load Regulation	$V_{in} = 12 \text{ V}, I_O = 75 \text{ mA to } 175 \text{ mA}$	10 mV = $\pm 0.017\%$
Output Ripple	$V_{in} = 12 \text{ V}, I_O = 175 \text{ mA}$	400 mVpp
Efficiency	$V_{in} = 12 \text{ V}, I_O = 175 \text{ mA}$	87.7%
Output Ripple With Optional Filter	$V_{in} = 12 \text{ V}, I_O = 175 \text{ mA}$	40 mVpp

Figure 8. External Current Boost Connections for I_C Peak Greater than 1.5 A

8a. External NPN Switch

8b. External NPN Saturated Switch

(See Note 5)

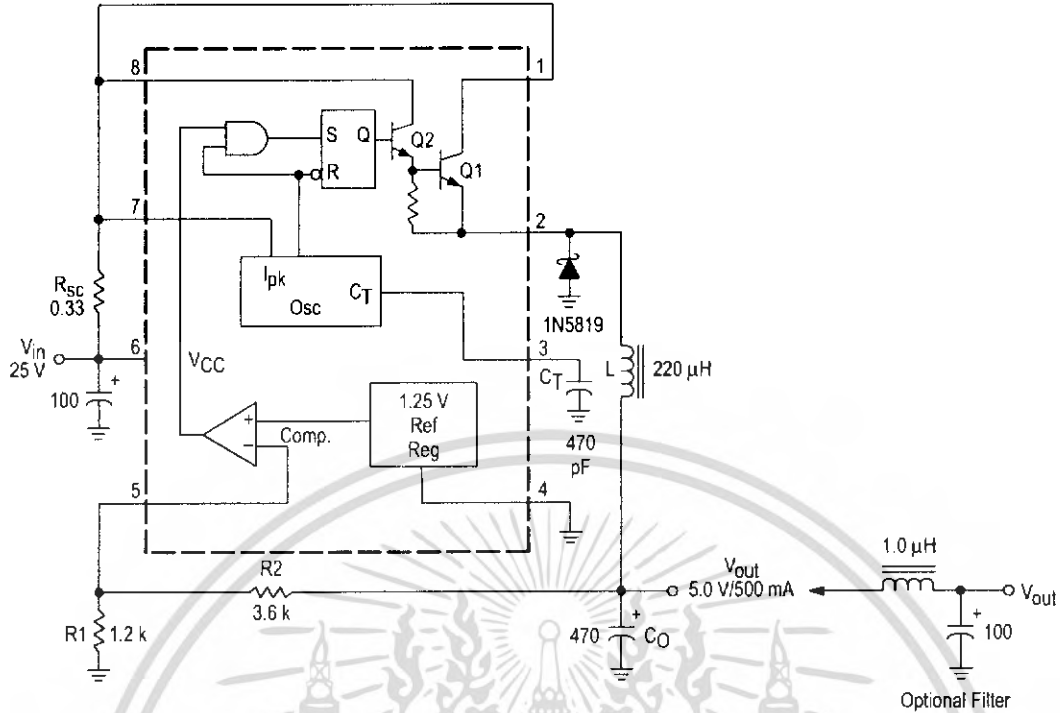


NOTE: 5. If the output switch is driven into hard saturation (non-Darlington configuration) at low switch currents ($\leq 300 \text{ mA}$) and high driver currents ($\geq 30 \text{ mA}$), it may take up to $2.0 \mu\text{s}$ to come out of saturation. This condition will shorten the off time at frequencies $\geq 30 \text{ kHz}$, and is magnified at high temperatures. This condition does not occur with a Darlington configuration, since the output switch cannot saturate. If a non-Darlington configuration is used, the following output drive condition is recommended.

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

MC34063A MC33063A

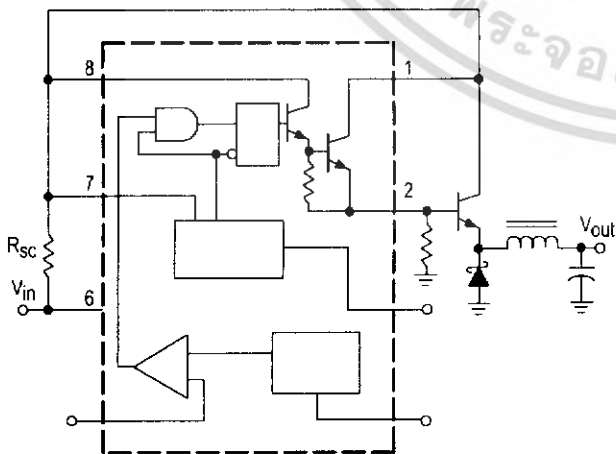
Figure 9. Step-Down Converter



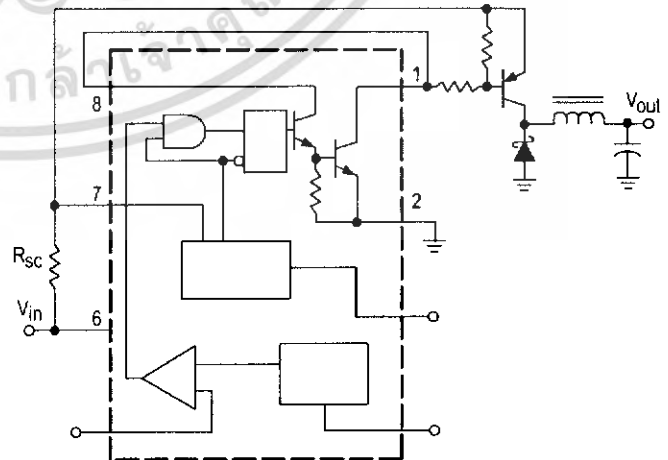
Test	Conditions	Results
Line Regulation	$V_{in} = 15 \text{ V to } 25 \text{ V}, I_O = 500 \text{ mA}$	$12 \text{ mV} = \pm 0.12\%$
Load Regulation	$V_{in} = 25 \text{ V}, I_O = 50 \text{ mA to } 500 \text{ mA}$	$3.0 \text{ mV} = \pm 0.03\%$
Output Ripple	$V_{in} = 25 \text{ V}, I_O = 500 \text{ mA}$	120 mVpp
Short Circuit Current	$V_{in} = 25 \text{ V}, R_L = 0.1 \Omega$	1.1 A
Efficiency	$V_{in} = 25 \text{ V}, I_O = 500 \text{ mA}$	83.7%
Output Ripple With Optional Filter	$V_{in} = 25 \text{ V}, I_O = 500 \text{ mA}$	40 mVpp

Figure 10. External Current Boost Connections for I_C Peak Greater than 1.5 A

10a. External NPN Switch



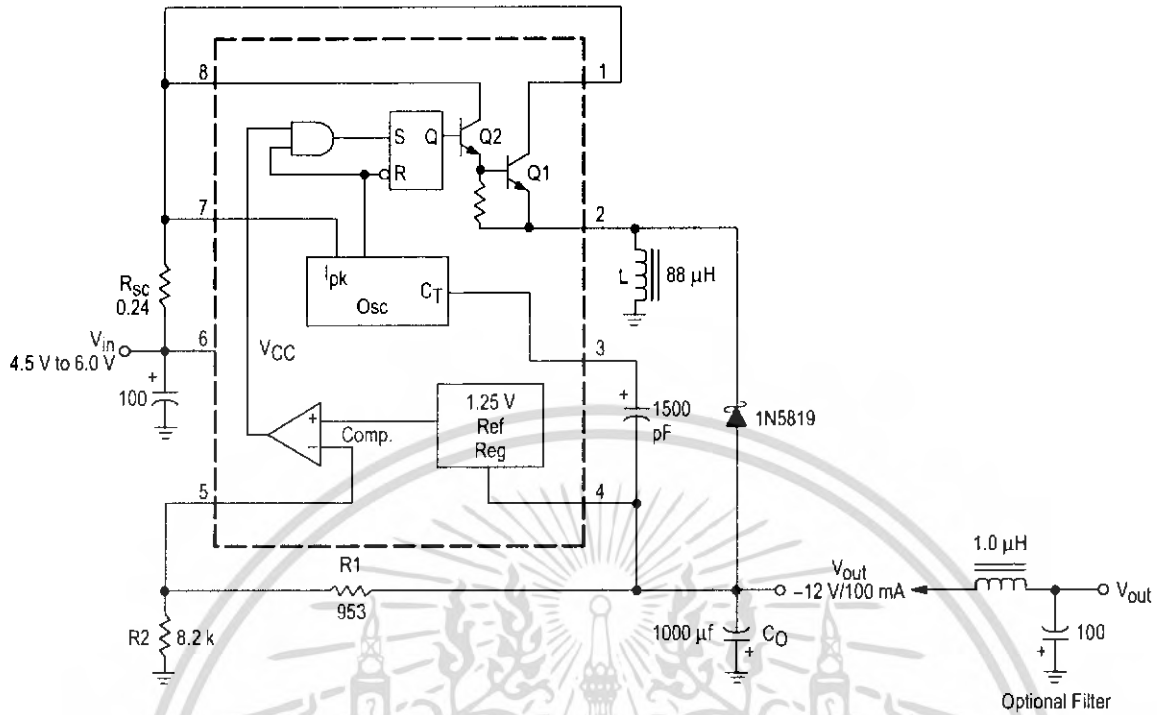
10b. External PNP Saturated Switch



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

MC34063A MC33063A

Figure 11. Voltage Inverting Converter

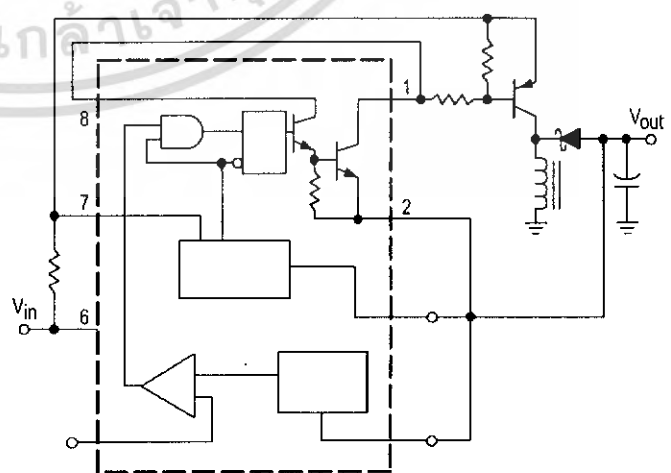
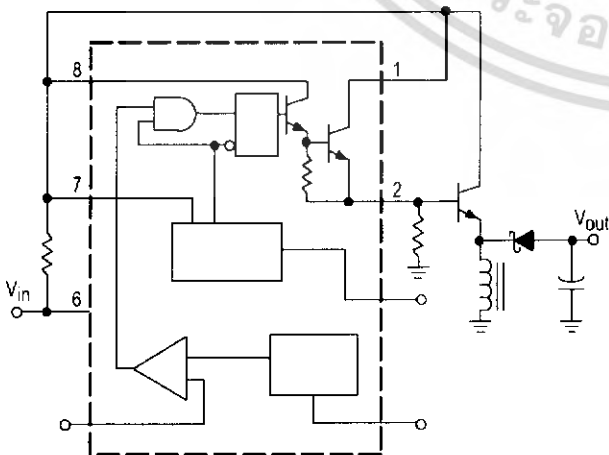


Test	Conditions	Results
Line Regulation	$V_{in} = 4.5 \text{ V to } 6.0 \text{ V}, I_O = 100 \text{ mA}$	$3.0 \text{ mV} = \pm 0.012\%$
Load Regulation	$V_{in} = 5.0 \text{ V}, I_O = 10 \text{ mA to } 100 \text{ mA}$	$0.022 \text{ V} = \pm 0.09\%$
Output Ripple	$V_{in} = 5.0 \text{ V}, I_O = 100 \text{ mA}$	500 mVpp
Short Circuit Current	$V_{in} = 5.0 \text{ V}, R_L = 0.1 \Omega$	910 mA
Efficiency	$V_{in} = 5.0 \text{ V}, I_O = 100 \text{ mA}$	62.2%
Output Ripple With Optional Filter	$V_{in} = 5.0 \text{ V}, I_O = 100 \text{ mA}$	70 mVpp

Figure 12. External Current Boost Connections for I_C Peak Greater than 1.5 A

12a. External NPN Switch

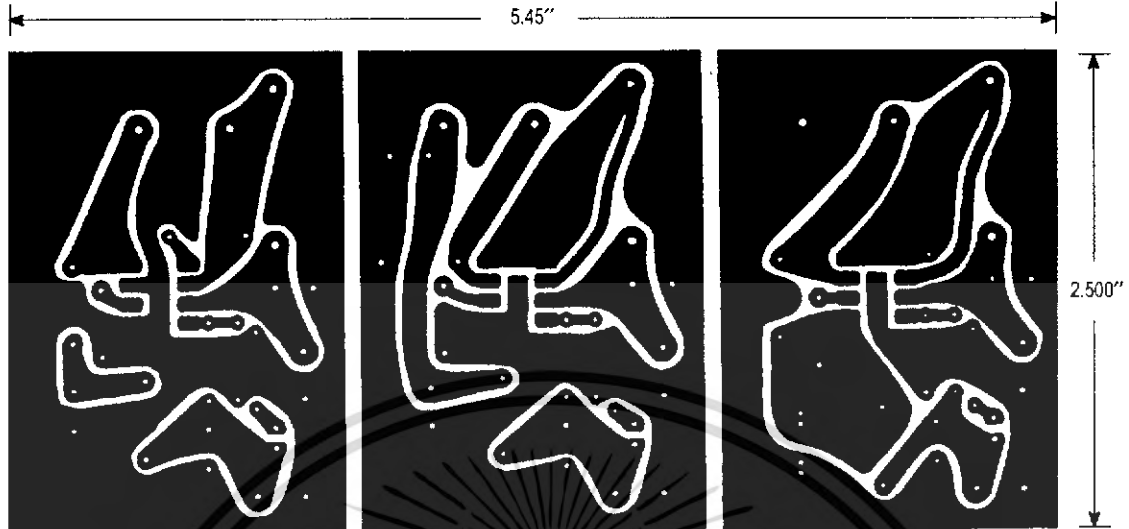
12b. External PNP Saturated Switch



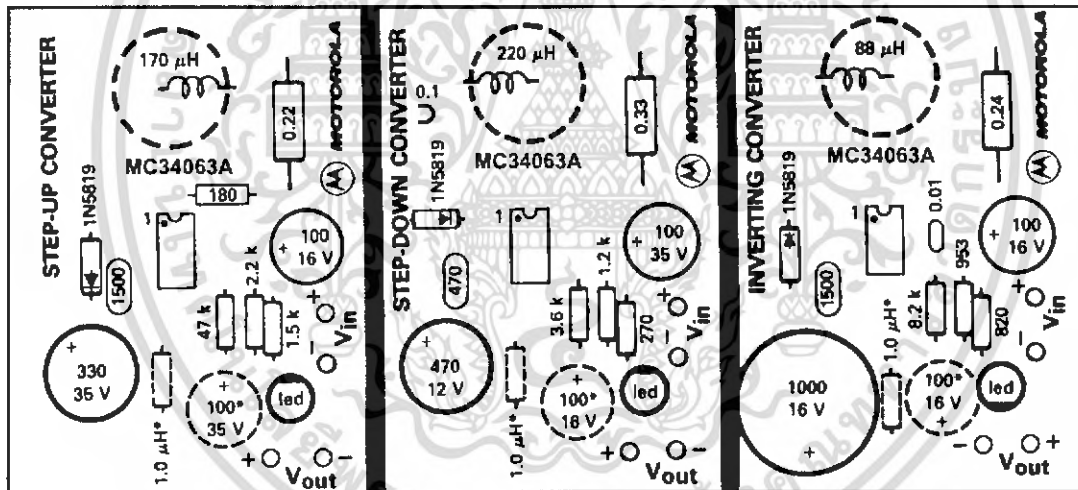
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

MC34063A MC33063A

Figure 13. Printed Circuit Board and Component Layout
(Circuits of Figures 7, 9, 11)



(Top view, copper foil as seen through the board from the component side)



(Top View, Component Side)

*Optional Filter.

INDUCTOR DATA

Converter	Inductance (μH)	Turns/Wire
Step-Up	170	38 Turns of #22 AWG
Step-Down	220	48 Turns of #22 AWG
Voltage-Inverting	88	28 Turns of #22 AWG

All inductors are wound on Magnetics Inc. 55117 toroidal core.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

MC34063A MC33063A

Figure 14. Design Formula Table

Calculation	Step-Up	Step-Down	Voltage-Inverting
t_{on}/t_{off}	$\frac{V_{out} + V_F - V_{in(min)}}{V_{in(min)} - V_{sat}}$	$\frac{V_{out} + V_F}{V_{in(min)} - V_{sat} - V_{out}}$	$\frac{ V_{out} + V_F}{V_{in} - V_{sat}}$
$(t_{on} + t_{off})$	$\frac{1}{f}$	$\frac{1}{f}$	$\frac{1}{f}$
t_{off}	$\frac{t_{on} + t_{off}}{\frac{t_{on}}{t_{off}} + 1}$	$\frac{t_{on} + t_{off}}{\frac{t_{on}}{t_{off}} + 1}$	$\frac{t_{on} + t_{off}}{\frac{t_{on}}{t_{off}} + 1}$
t_{on}	$(t_{on} + t_{off}) - t_{off}$	$(t_{on} + t_{off}) - t_{off}$	$(t_{on} + t_{off}) - t_{off}$
C_T	$4.0 \times 10^{-5} t_{on}$	$4.0 \times 10^{-5} t_{on}$	$4.0 \times 10^{-5} t_{on}$
$I_{pk(switch)}$	$2I_{out(max)} \left(\frac{t_{on}}{t_{off}} + 1 \right)$	$2I_{out(max)}$	$2I_{out(max)} \left(\frac{t_{on}}{t_{off}} + 1 \right)$
R_{sc}	$0.3/I_{pk(switch)}$	$0.3/I_{pk(switch)}$	$0.3/I_{pk(switch)}$
$L_{(min)}$	$\left(\frac{(V_{in(min)} - V_{sat})}{I_{pk(switch)}} \right) t_{on(max)}$	$\left(\frac{(V_{in(min)} - V_{sat} - V_{out})}{I_{pk(switch)}} \right) t_{on(max)}$	$\left(\frac{(V_{in(min)} - V_{sat})}{I_{pk(switch)}} \right) t_{on(max)}$
C_O	$g \frac{I_{out} t_{on}}{V_{ripple(pp)}}$	$\frac{I_{pk(switch)} (t_{on} + t_{off})}{8V_{ripple(pp)}}$	$g \frac{I_{out} t_{on}}{V_{ripple(pp)}}$

V_{sat} = Saturation voltage of the output switch.

V_F = Forward voltage drop of the output rectifier.

The following power supply characteristics must be chosen:

V_{in} - Nominal input voltage.

V_{out} - Desired output voltage, $|V_{out}| = 1.25 \left(1 + \frac{R_2}{R_1} \right)$

I_{out} - Desired output current.

f_{min} - Minimum desired output switching frequency at the selected values of V_{in} and I_O .

$V_{ripple(pp)}$ - Desired peak-to-peak output ripple voltage. In practice, the calculated capacitor value will need to be increased due to its equivalent series resistance and board layout. The ripple voltage should be kept to a low value since it will directly affect the line and load regulation.


NOTE: For further information refer to Application Note AN920A/D and AN954/D.

MC34063A MC33063A
NOTES



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



Motorola reserves the right to make changes without further notice to any products herein. Motorola makes no warranty, representation or guarantee regarding the suitability of its products for any particular purpose, nor does Motorola assume any liability arising out of the application or use of any product or circuit, and specifically disclaims any and all liability, including without limitation consequential or incidental damages. "Typical" parameters which may be provided in Motorola data sheets and/or specifications can and do vary in different applications and actual performance may vary over time. All operating parameters, including "Typicals" must be validated for each customer application by customer's technical experts. Motorola does not convey any license under its patent rights nor the rights of others. Motorola products are not designed, intended, or authorized for use as components in systems intended for surgical implant into the body, or other applications intended to support or sustain life, or for any other application in which the failure of the Motorola product could create a situation where personal injury or death may occur. Should Buyer purchase or use Motorola products for any such unintended or unauthorized application, Buyer shall indemnify and hold Motorola and its officers, employees, subsidiaries, affiliates, and distributors harmless against all claims, costs, damages, and expenses, and reasonable attorney fees arising out of, directly or indirectly, any claim of personal injury or death associated with such unintended or unauthorized use, even if such claim alleges that Motorola was negligent regarding the design or manufacture of the part. Motorola and  are registered trademarks of Motorola, Inc. Motorola, Inc. is an Equal Opportunity/Affirmative Action Employer.

How to reach us:

USA/EUROPE/ Locations Not Listed: Motorola Literature Distribution;
P.O. Box 20912; Phoenix, Arizona 85036. 1-800-441-2447 or 602-303-5454

MFAX: RMFAX0@email.sps.mot.com - TOUCHTONE 602-244-6609
INTERNET: http://Design-NET.com

JAPAN: Nippon Motorola Ltd.; Tatsumi-SPD-JLDC, 6F Seibu-Butsuryu-Center,
3-14-2 Tatsumi Koto-Ku, Tokyo 135, Japan. 03-81-3521-8315

ASIA/PACIFIC: Motorola Semiconductors H.K. Ltd.; 8B Tai Ping Industrial Park,
51 Ting Kok Road, Tai Po, N.T., Hong Kong. 852-26629298



MOTOROLA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ผู้รับใช้ผลิตภัณฑ์นี้

ต้องห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มา **MC34063A/D**



This datasheet has been download from:

www.datasheetcatalog.com

Datasheets for electronics components.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้