สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

วงจรจุดระเบิดหัวเทียนในเครื่องยนต์แก๊สโซลีน

SPARK PLUG IGNITION CIRCUIT IN GASOLINE ENGINE

T119230

สรวิชญ์ พรนิธิจีระกูล
จารุวรรณ พนมเริงศักดิ์
ณรงค์เทพ ดุสิตบุตร์

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 119230
วัน,เดือน,ปี - 6 ส.ค. 2554

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

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2553

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2553

สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง วงจรจุดระเบิดหัวเทียนในเครื่องยนต์แก๊สโซลีน

SPARK PLUG IGNITION CIRCUIT IN GASOLINE ENGINE

ผู้จัดทำ

1. นายสรวิชญ์ พรนิธิจีระกูล รหัสนักศึกษา 50010002

2. นางสาวจารุวรรณ พนมเริงศักดิ์ รหัสนักศึกษา 50010214

3. นายณรงค์เทพ ดุสิตบุตร์ รหัสนักศึกษา 50010429

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(รศ.ดร.จิรวัฒน์ ปานกลาง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรจุดระเบิดหัวเทียนเครื่องยนต์แก๊สโซลีน

นายสรวิชญ์ พรนิธิจีระกูล รหัส 50010002
นางสาวจารุวรรณ พนมเริงศักดิ์ รหัส 50010214
นายณรงค์เทพ คุสิตบุตร์ รหัส 50010429
รศ.ดร.จิรวัฒน์ ปานกลาง อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2553

บทคัดย่อ

รายงานฉบับนี้เป็นการพัฒนาการจุดระเบิดหัวเทียนเครื่องยนต์แก๊สโซลีน โดยสามารถกำหนดครั้งของการจุดระเบิดหัวเทียนต่อ 1 รอบการทำงานของเครื่องยนต์ ซึ่งจากปกติจะจุดระเบิดหัวเทียนเพียง 1 ครั้ง แต่ในที่นี้สามารถกำหนดเป็น 2 ครั้ง 3 ครั้ง หรือ 4 ครั้งได้ ในรายงานฉบับนี้จะแบ่งการทำงานเป็น 3 ส่วน คือ 1 ส่วนการจำลองสัญญาณ คือ ส่วนที่ทำการจำลองสัญญาณจากลูกสูบเครื่องยนต์ โดยสัญญาณจะเป็นพัลส์ที่ความกว้างถูกกำหนดจากรอบของเครื่องยนต์ 2 ส่วนการประมวลผล คือ ส่วนที่รับสัญญาณจากส่วนจำลองสัญญาณและกำหนดครั้งของการจุดระเบิด จากนั้นทำการประมวลผลและสร้างสัญญาณออกเป็นพัลส์ตามจำนวนครั้งที่ต้องการ และ 3 ส่วนการจุดระเบิด คือ ส่วนที่รับสัญญาณจากส่วนประมวลผลเพื่อไปขับคอยล์จุดระเบิดให้เกิดการจุดประกายที่หัวเทียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SPARK PLUG IGNITION CIRCUIT IN GASOLINE ENGINE

Mr. Sorawit Pornnitijirakul ID.50010002

Mrs. Jaruwan Panomruengsak ID.50010214

Mr. Narongthep Dositbut ID.50010429

Assoc.Prof.Jirawath Parnklang Advisor

Educational Year 2009

Abstract

This project is about developing spark plug ignition circuit in gasoline engine by controlling the sparked times in 1 cycle of gasoline fuel engine from 1 times to 2 or 3 or 4 times. There are 3 parts of project. First, reproduction of engine signal. Second, processor that receive signal from the reproduction of engine and times of sparking signal then calculate and sent the new spark signal output. Third, sparked driver systems which receive signal from the processor ' s output then drive it to make spark plug work.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานชิ้นนี้เป็นอย่างดีโครงงานนี้สามารถลุล่วงไปด้วยดี ทั้งนี้เพราะได้รับคำแนะนำจาก รศ. จิรวัฒน์ ปานกลาง ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน อีกทั้งรุ่นพี่ภาคอิเล็กทรอนิกส์ที่ตลอดจนเพื่อน ๆ ทุกคนที่ช่วยในการปฏิบัติงาน ชุมนุม EC และ ห้องอาจารย์จิรวัฒน์ ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ จึงขอขอบพระคุณมา ณ ที่นี้ด้วย

สรวิชญ์ พรนิธิจีระกูล

จารุวรรณ พนมเริงศักดิ์

ณรงค์เทพ ดุสิตบุตร์

ผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	i
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ii
กิตติกรรมประกาศ	iii
สารบัญ	iv
สารบัญรูปและตาราง	vii
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 แนวคิดพื้นฐาน	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน	1
1.3 องค์ประกอบของโครงงาน	1
1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	1
บทที่ 2 หลักการพื้นฐานเครื่องยนต์แก๊สโซลีน	2
2.1 หลักการทำงานของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน 4 จังหวะ	2
2.1.1 ไดอะแกรมจังหวะการทำงานของลิ้น	3
2.2 ระบบจุดระเบิด	4
2.3 ระบบจุดระเบิดแบบธรรมดา	4
2.3.1 แบตเตอรี่	5
2.3.2 สวิทซ์ไฟจุดระเบิด	6
2.3.3 จานจ่าย	8
2.3.4 คอยล์จุดระเบิด	8
2.3.5 สายไฟแรงสูง	9
2.3.6 หัวเทียน	9
2.3.7 การทำงานของระบบจุดระเบิดแบบธรรมดา	11
2.4 การจุดระเบิดล่วงหน้า	11
2.5 มุมดเวลล์	12
2.6 ระบบจุดระเบิดแบบอิเล็กทรอนิกส์	12
2.6.1 ระบบจุดระเบิดแบบจานจ่ายไฟกับอุปกรณ์	14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปและตาราง

บทที่ 2 หลักการพื้นฐานเครื่องยนต์แก๊สโซลีน

รูปที่ 2.1 แสดงการทำงานของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน 4 จังหวะ 2

รูปที่ 2.2 ไดอะแกรมแสดงจังหวะการทำงานของลิ้นสำหรับเครื่องยนต์แก๊สโซลีน 4 3

รูปที่ 2.3 ระบบจุดระเบิดแบบธรรมดาที่ใช้คอยล์จุดระเบิดแบบมีความต้านทานภายนอก 5

รูปที่ 2.4 แสดงส่วนประกอบที่สำคัญของทองขาว 7

รูปที่ 2.5 คอนเดนเซอร์และหน้าคงที่ของหน้าทองขาวรวมเป็นชิ้นเดียวกัน 7

รูปที่ 2.6 แสดงส่วนประกอบที่สำคัญของคอยล์จุดระเบิด 8

รูปที่ 2.7 แสดงส่วนประกอบที่สำคัญของหัวเทียน 10

รูปที่2.8 แสดงระบบจุดระเบิดแบบอิเล็กทรอนิกส์ 13

รูปที่2.9 แสดงระบบจุดระเบิดแบบอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้อุปกรณ์การจุดระเบิดล่วงหน้า 15
แบบอิเล็กทรอนิกส์

รูปที่2.10 เครื่องยนต์แบบสูบวี 6 สูบ 16

รูปที่ 2.11 แสดงถึงอุปกรณ์ทำหน้าที่ในการควบคุมการระเบิดของหัวเทียน (CDI) 18

บทที่ 3 หลักการพื้นฐานไมโครคอนโทรลเลอร์

รูปที่3.1 แสดงสถาปัตยกรรมภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC 16F877 23

รูปที่3.2 แสดงตัวถังของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC 16F877 24
และการจัดว่างตำแหน่งขาสัญญาณต่างๆ

ตารางแสดงรายละเอียดการทำงานในแต่ละขาสัญญาณของไมโครคอนโทรลเลอร์ 25

บทที่ 4 หลักการออกแบบวงจรจุดระเบิดหัวเทียน

รูปที่4.1บล็อกไดอะแกรมของวงจรจุดระเบิดหัวเทียน 30

รูปที่ 4.2 Flowchart ของส่วนประมวลผล 32

รูปที่ 4.3 วงจรส่วนจุดระเบิด 32

บทที่ 5 ผลการทดลอง

รูปที่ 5.1 ผลการซิมมูเลทสัญญาณพัลส์จุดระเบิดที่ความถี่ 25.00 Hz 47

รูปที่ 5.2 ผลการซิมมูเลทสัญญาณพัลส์จุดระเบิดที่ความถี่ 33.33 Hz 48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 5.3 ผลการซิมมูเลทสัญญาณพัลส์จุดระเบิดที่ความถี่ 41.67 Hz 48
รูปที่ 5.4 ผลการซิมมูเลทสัญญาณพัลส์จุดระเบิดที่ความถี่ 50.00 Hz 49
รูปที่ 5.5 ผลการวัดสัญญาณพัลส์ย่อยจุดระเบิดที่ความถี่ 25.00 Hz 49
รูปที่ 5.6 ผลการวัดสัญญาณพัลส์ย่อยจุดระเบิดที่ความถี่ 25.00 Hz 50
รูปที่ 5.7 ผลการวัดสัญญาณพัลส์ย่อยจุดระเบิดที่ความถี่ 25.00 Hz 50
รูปที่ 5.8 ผลการวัดสัญญาณพัลส์จุดระเบิดที่ความถี่ 25.00 Hz 51
รูปที่ 5.9 ผลการวัดสัญญาณพัลส์จุดระเบิดที่ความถี่ 25.00 Hz 51
รูปที่ 5.10 ผลการวัดสัญญาณพัลส์จุดระเบิดที่ความถี่ 33.33 Hz 52
รูปที่ 5.11 ผลการวัดสัญญาณพัลส์จุดระเบิดที่ความถี่ 33.33 Hz 52
รูปที่ 5.12 ผลการวัดสัญญาณพัลส์จุดระเบิดที่ความถี่ 33.33 Hz 53
รูปที่ 5.13 ผลการวัดสัญญาณพัลส์จุดระเบิดที่ความถี่ 33.33 Hz 53
รูปที่ 5.14 ผลการวัดสัญญาณพัลส์จุดระเบิดที่ความถี่ 33.33 Hz 54
รูปที่ 5.15 ผลการวัดสัญญาณพัลส์จุดระเบิดที่ความถี่ 41.67 Hz 54
รูปที่ 5.16 ผลการวัดสัญญาณพัลส์จุดระเบิดที่ความถี่ 41.67 Hz 55
รูปที่ 5.17 ผลการวัดสัญญาณพัลส์จุดระเบิดที่ความถี่ 41.67 Hz 55
รูปที่ 5.18 ผลการวัดสัญญาณพัลส์จุดระเบิดที่ความถี่ 41.67 Hz 56
รูปที่ 5.19 ผลการวัดสัญญาณพัลส์จุดระเบิดที่ความถี่ 47.67 Hz 56
รูปที่ 5.20 ผลการวัดสัญญาณพัลส์จุดระเบิดที่ความถี่ 50.00 Hz 57
รูปที่ 5.21 ผลการวัดสัญญาณพัลส์จุดระเบิดที่ความถี่ 50.00 Hz 57
รูปที่ 5.22 ผลการวัดสัญญาณพัลส์จุดระเบิดที่ความถี่ 50.00 Hz 58
รูปที่ 5.23 ผลการวัดสัญญาณพัลส์จุดระเบิดที่ความถี่ 50.00 Hz 59
รูปที่ 5.24 ผลการจุดระเบิดหัวเทียนที่ความถี่ 50.00 Hz 60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 แนวคิดพื้นฐาน

ภาวะโลกร้อนและเชื้อเพลิงพลังงานเป็นปัญหาที่ทุกคนตระหนักมากขึ้นในปัจจุบัน โดยเฉพาะผู้ที่ใช้ยวดยานพาหนะเป็นส่วนหนึ่งที่สร้างปัญหามลพิษรวมทั้งได้รับผลกระทบจากราคาเชื้อเพลิงที่สูงขึ้น ดังนั้นหากเราสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องยนต์แก๊สโซลีนซึ่งนิยมใช้กันในรถยนต์ปัจจุบัน ก็จะเป็นการช่วยลดปัญหาดังกล่าวได้ในระดับหนึ่ง

การที่ระบบเครื่องยนต์จะทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพนั้นประกอบไปด้วยปัจจัยหลายอย่าง หนึ่งในปัจจัยที่สำคัญก็คือระบบการจุดระเบิดและการสันดาป ซึ่งหากเราสามารถปรับปรุงระบบการจุดระเบิด โดยเพิ่มจำนวนครั้งของการจุดระเบิดของหัวเทียนต่อหนึ่งรอบการทำงานของเครื่องยนต์แล้ว จะเป็นการช่วยให้เครื่องยนต์มีการสันดาปที่สมบูรณ์ยิ่งขึ้น ซึ่งจะเป็นการช่วยลดมลพิษรวมทั้งเป็นการใช้เชื้อเพลิงได้อย่างเต็มประสิทธิภาพอีกด้วย

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

ปรับปรุงการจุดระเบิดของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน เพื่อให้เครื่องยนต์สันดาปได้อย่างสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ทำให้การใช้เชื้อเพลิงเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

1.3 องค์ประกอบของโครงงาน

โครงงานนี้ประกอบไปด้วย 3 ส่วนที่สำคัญ คือ

1. ส่วนการจำลองสัญญาณ คือ ส่วนที่ทำการจำลองสัญญาณการจุดระเบิดจากลูกสูบเครื่องยนต์ โดยสัญญาณจะเป็นพัลส์ที่ความกว้างถูกกำหนดจากรอบของเครื่องยนต์
2. ส่วนการประมวลผล คือ ส่วนที่รับสัญญาณจากส่วนการจำลองสัญญาณและกำหนดครั้งของการจุดระเบิด จากนั้นทำการประมวลผลและสร้างสัญญาณเป็นพัลส์ตามจำนวนครั้งที่ต้องการ
3. ส่วนการจุดระเบิด คือ ส่วนที่รับสัญญาณจากส่วนประมวลผลเพื่อไปขับคอยล์จุดระเบิดให้เกิดการจุดประกายที่หัวเทียน

1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

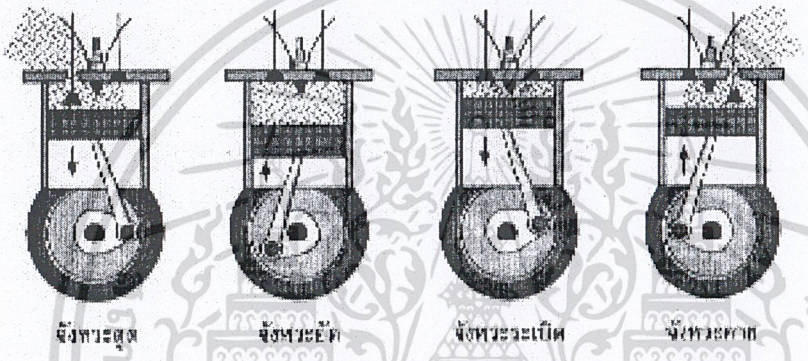
สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานกับระบบการจุดระเบิดหัวเทียนเครื่องยนต์แก๊สโซลีน ทำให้เครื่องยนต์แก๊สโซลีนมีประสิทธิภาพเชิงความร้อนสูงได้จริง เป็นการช่วยลดมลพิษและใช้เชื้อเพลิงได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
หลักการพื้นฐานเครื่องยนต์แก๊สโซลีน

2.1 หลักการทำงานของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน 4 จังหวะ

เครื่องยนต์ 4 จังหวะ จะมีลักษณะการทำงานดังนี้ คือ ในแต่ละรอบการทำงาน (cycle) เครื่องยนต์ 4 จังหวะ ลูกสูบจะเคลื่อนที่ขึ้นลง 4 ครั้ง (ขึ้น 2 ครั้ง ลง 2 ครั้ง) โดยเพลาข้อเหวี่ยงหมุน 2 รอบ การที่ลูกสูบขึ้นลง 4 ช่วงชัก ทำให้เกิดการทำงานขึ้น 4 จังหวะ จังหวะการทำงานทั้ง 4 ของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน 4 จังหวะมีดังนี้ ดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 แสดงการทำงานของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน 4 จังหวะ

1. จังหวะดูด (Intake stroke) เมื่อลูกสูบเริ่มเคลื่อนที่ลง ส่วนผสมของน้ำมันเชื้อเพลิงกับอากาศ (เครื่องยนต์ดีเซลจะดูดเฉพาะอากาศเพียงอย่างเดียว) จะถูกดูดเข้ามาในกระบอกสูบโดยผ่านลิ้นไอดี(intake vavle) ซึ่งเปิดอยู่ ลิ้นไอดีจะปิดที่ประมาณปลายจังหวะดูด (ใกล้ศูนย์ตายล่าง)

2. จังหวะอัด (Compression stroke) เมื่อลูกสูบเริ่มเลื่อนขึ้น ลิ้นทั้งสองทั้งลิ้นไอดีและลิ้นไอเสีย (Exhaust valve) จะปิดส่วนผสมของน้ำมันเชื้อเพลิงกับอากาศ (เครื่องยนต์ดีเซลจะเฉพาะอากาศเพียงอย่างเดียว) จะถูกอัดจนกระทั่งใกล้ศูนย์ตายบน ส่วนผสมจะถูกจุดโดยหัวเทียน (เครื่องยนต์ดีเซลน้ำมันเชื้อเพลิงจะถูกฉีดเข้ามาโดยหัวฉีด) การเผาไหม้จึงเริ่มขึ้น

3. จังหวะกำลัง , จังหวะระเบิด (Power stroke) เมื่อลูกสูบเริ่มเลื่อนลงลิ้นทั้งสองยังคงปิดอยู่ แรงดันของแก๊สที่เกิดจากการเผาไหม้ จะกระแทกลงบนหัวลูกสูบ ผลักดันให้ลูกสูบเลื่อนลง จนกระทั่งใกล้ศูนย์ตายล่าง ลิ้นไอเสียจะเปิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.จังหวะคาย, จังหวะไอเสีย (Exhaust Stoke) เมื่อลูกสูบเริ่มเลื่อนขึ้น จะผลักดันให้ไอเสียที่ค้างในกระบอกสูบ ออกไปภายนอกโดยผ่านลิ้นไอเสียที่เปิดอยู่ ลิ้นไอเสียยังคงเปิดอยู่จนกระทั่งลูกสูบเลื่อนผ่านศูนย์ตายบนไปเล็กน้อย จากนั้นจะเป็นการเริ่มจังหวะดูดในรอบการทำงานต่อไป

ตามที่กล่าวมาจะเห็นได้อย่างชัดเจนแล้วว่า เครื่องยนต์จะทำงานด้วยจังหวะดูด อัด ระเบิด คาย หมุนเวียนเช่นนี้ตลอดไป

2.1.1 ไดอะแกรมจังหวะการทำงานของลิ้น

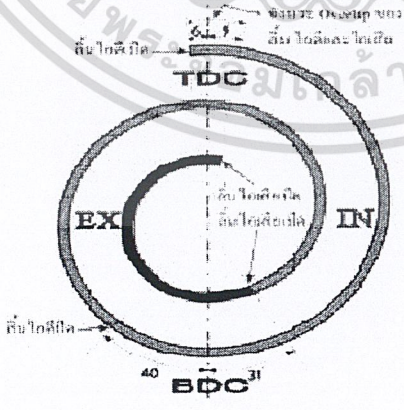
หน้าที่หลักของ "ลิ้น" (valve) ในเครื่องยนต์มีอยู่ 3 ประการ คือ

1. เปิดให้ส่วนผสมระหว่างน้ำมันเชื้อเพลิงกับอากาศ หรือที่เราเรียกว่า "ไอดี" ไหลผ่านเข้าไปในกระบอกสูบ

2. เปิดให้ไอเสียที่เกิดขึ้นจากการสันดาป (เผาไหม้) ไหลออกจากกระบอกสูบ

3. ปิดสนิท เพื่อรักษาความดันที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ย 30 bar ในขั้นตอนการอัด และความดัน 40-60 bar ในจังหวะระเบิด

จากหน้าที่ของ "ลิ้น" จึงสามารถแบ่งลิ้นออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ "ลิ้นไอดี" (Intake valve) และ "ลิ้นไอเสีย" (Exhaust valve) โดยลิ้นทั้ง 2 ประเภทนี้จะทำงานสัมพันธ์กับจังหวะการทำงานของเครื่องยนต์ทั้ง 4 คือ ดูด-อัด-ระเบิด-คาย เช่น ลิ้นไอดีจะเปิดเฉพาะใน "จังหวะดูด" และลิ้นไอเสียจะเปิดเฉพาะใน "จังหวะคาย" เป็นต้น เมื่อลองพิจารณาดูจะพบว่ามีเพียงจังหวะ "ดูด" และ "คาย" เท่านั้นที่ลิ้นไอดีและลิ้นไอเสียทำงาน ส่วนทั้งจังหวะ "อัด" และ "ระเบิด" ลิ้นทั้ง 2 ประเภทจะปิดสนิท อย่างไรก็ตามวัตถุประสงค์หลักที่สำคัญก็คือ ต้องการให้การบรรจุไอดีเข้าสู่กระบอกสูบ การจักเวลาในการจุดเชื้อเพลิง หรือการฉีดเชื้อเพลิง และการขับไล่ไอเสียให้ออกไปจากกระบอกสูบเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อให้เครื่องยนต์มีสมรรถนะในการทำงานสูงสุดตามต้องการ ไดอะแกรมจังหวะการทำงานของลิ้นสำหรับเครื่องยนต์แก๊สโซลีน 4 จังหวะได้ถูกแสดงไว้ในรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 ไดอะแกรมแสดงจังหวะการทำงานของลิ้นสำหรับเครื่องยนต์แก๊สโซลีน 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการศึกษาไดอะแกรมพบว่า จังหวะการทำงานของลิ้นในทางปฏิบัติจะมีความแตกต่างไปจากทฤษฎีมาก เช่น ในเครื่องยนต์แก๊สโซลีน 4 จังหวะ จะพบว่าลิ้นไอดีและลิ้นไอเสียจะเปิดก่อนและปิดหลังตำแหน่งการเปิด-ปิดของลิ้นในทางทฤษฎี ทั้งนี้ก็เนื่องมาจากสาเหตุหลายประการ เช่น ความล่าช้าในการเคลื่อนตัวของลิ้น แกละกลไกประกอบลิ้น รูปร่างของลูกเบี้ยว ความเร็วของรถยนต์และความเฉื่อยของแก๊สไอดีเป็นต้น จึงจำเป็นที่ต้องมีการจัดจังหวะการทำงานของลิ้นในทางปฏิบัติให้แตกต่างกันออกไป เพื่อช่วยบรรเทาปัญหาดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น

2.2 ระบบจุดระเบิด

ระบบจุดระเบิดเครื่องยนต์ เป็นระบบที่ทำให้เกิดประกายไฟที่หัวเทียนเพื่อจัดเชื้อระเบิดภายในห้องเผาไหม้ของเครื่องยนต์ทำให้เกิดกำลังงาน ดังนั้น เพื่อที่จะบรรลุหน้าที่ดังกล่าวนี้ได้อย่างสมบูรณ์ ระบบจุดระเบิดจะต้องทำหน้าที่ดังต่อไปนี้ คือ

1. เพิ่มแรงดันไฟจาก 6 หรือ 12 โวลต์ ให้เป็นไฟแรงสูงประมาณ 15,000 ถึง 40,000 โวลต์หรือสูงกว่า

2. จัดเวลาในการจุดระเบิดด้วยการส่งไฟแรงสูงไปให้กับหัวเทียนในเวลาอันถูกต้อง

ระบบจุดระเบิดที่นิยมใช้กับเครื่องยนต์แก๊สโซลีน โดยทั่วไปจำแนกออกได้เป็น 2 แบบ คือ

1. ระบบจุดระเบิดแบบธรรมดา
2. ระบบจุดระเบิดแบบอิเล็กทรอนิกส์

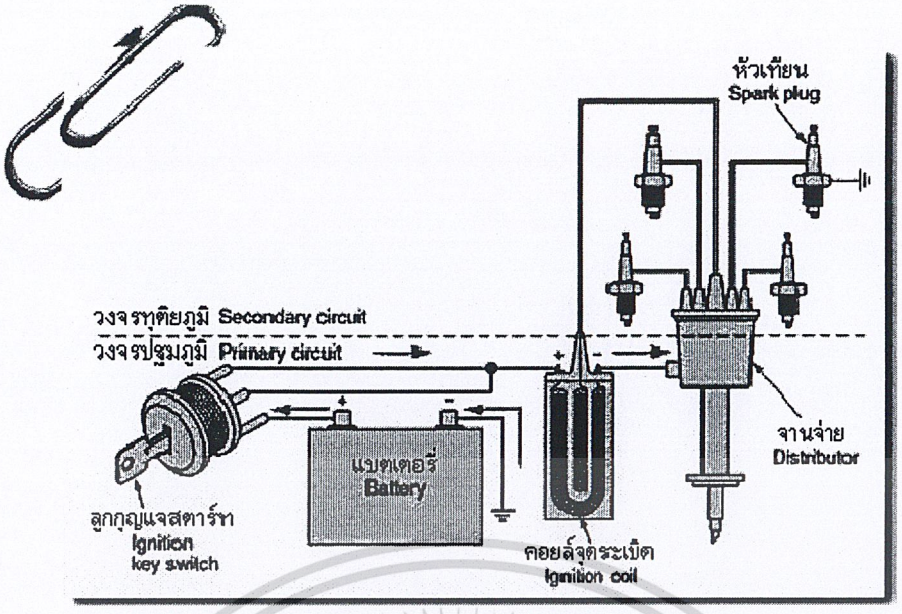
2.3 ระบบจุดระเบิดแบบธรรมดา

ระบบจุดระเบิดแบบธรรมดาดังรูปที่ 2.3 เป็นระบบจุดระเบิดแบบที่ใช้แบตเตอรี่เป็นแหล่งจ่ายไฟที่จะจัดส่งไฟแรงดันต่ำ 6 หรือ 12 โวลต์ ให้กับวงจรขดลวดปฐมภูมิของระบบ เพื่อทำให้เกิดไฟแรงสูงประมาณ 15,000 ถึง 25,000 โวลต์ ส่งไปยังหัวเทียน เพื่อจุดเชื้อระเบิดภายในห้องเผาไหม้ของเครื่องยนต์ให้เกิดการเผาไหม้ต่อไป

ส่วนประกอบขั้นฐานของระบบจุดระเบิดแบบธรรมดา ประกอบด้วย

1. แบตเตอรี่
2. สวิทซ์ไฟจุกระเบิด
3. จานจ่าย
4. คอยล์จุดระเบิด
5. สายไฟแรงสูง
6. หัวเทียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 ระบบจุดระเบิดแบบธรรมดาที่ใช้คอยล์จุดระเบิดแบบมีความต้านทานภายนอก

2.3.1 แบตเตอรี่

หน้าที่ของแบตเตอรี่รถยนต์ คือจ่ายจำนวนกำลังไฟที่เพียงพอให้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ เช่นมอเตอร์สตาร์ท ไฟหน้าและปัดน้ำฝน อย่างไรก็ตามแบตเตอรี่มีค่าจำกัดความจุในตัวมันเองและไม่สามารถจ่ายได้ บนพื้นฐานต่อไปพลังงานทั้งหมดที่ต้องการโดยรถยนต์เป็นสิ่งจำเป็น เพราะฉะนั้นแบตเตอรี่จึงต้องมีประจุไฟเต็มอยู่เสมอ เพื่อที่จะจ่ายจำนวนกำลังไฟที่จำเป็นเมื่อเวลาต้องการให้กับแต่ละชิ้นส่วนของอุปกรณ์ไฟฟ้า ดังนั้นรถยนต์จึงต้องการระบบไฟชาร์จเพื่อผลิตกำลังไฟและรักษาการประจุของแบตเตอรี่ระบบไฟฟ้าผลิตกำลังไฟเป็นสองประการโดยประจุเข้าแบตเตอรี่ และจ่ายให้กับชิ้นส่วนอุปกรณ์ไฟฟ้าด้วยจำนวนกำลังไฟที่ต้องการขณะเมื่อเครื่องยนต์ของรถยนต์ทำงานอยู่ รถยนต์ ส่วนมากจะติดตั้งอัลเทอร์เนเตอร์กระแสสลับซึ่งดีกว่า ไดนาโมกระแสตรง ในแบบสมรรถนะและความทนทานในการผลิตกำลังไฟ เมื่อรถยนต์ต้องการไฟกระแสตรง ไฟกระแสสลับซึ่งผลิตขึ้นโดยอัลเทอร์เนเตอร์จึงต้องแปลงเป็นไฟกระแสตรงก่อนที่จะนำไปใช้

2.3.2 สวิทซ์ไฟจุดระเบิด

ทำหน้าที่ตัดต่อวงจรไฟแรงเคลื่อนต่ำระหว่างแบตเตอรี่หรือแม็กนิโต กับระบบจุดระเบิด กล่าวคือ เมื่อสวิตซ์จุดระเบิดอยู่ในตำแหน่งปิดจะไม่มีกระแสไฟฟ้าจากแบตเตอรี่หรือแม็กนิโตไปเลี้ยงระบบระเบิดและเมื่อสวิตซ์จุดระเบิดอยู่ในตำแหน่งเปิดจะมีกระแสไฟฟ้าจากแบตเตอรี่หรือแม็กนิโต ไปเลี้ยงระบบจุดระเบิด สวิตซ์จุดระเบิดจึงต้องเปิดอยู่ตลอดเวลาในขณะที่เครื่องยนต์ทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สวิตช์จุดระเบิดหรือสวิตช์สตาร์ตในปัจจุบัน นอกจากจะทำหน้าที่ในการตัด-ต่อระหว่างแบตเตอรี่กับวงจรขดลวดปฐมภูมิของระบบจุดระเบิดและสตาร์ตติดเครื่องแล้ว สวิตช์ตัวนี้ยังทำหน้าที่ล็อกหรือปลดล็อกพวงมาลัยของรถ เชื่อมต่อวงจรเตือนภัยที่เป็นเสียงหรือสัญญาณไฟ ขณะที่จะสตาร์ตติดเครื่องเมื่อยังไม่เปิดประตูรถหรือเมื่อไม่ได้คาดเข็มขัดนิรภัย ในรถยนต์หลายยี่ห้อปั๊มเชื้อเพลิงแบบไฟฟ้าจะต่อเข้ากับแบตเตอรี่โดยผ่านทางสวิตช์สตาร์ต โดยอุปกรณ์อำนวยความสะดวกต่างๆ อาทิ วิทยุเทป วีซีดี เป็นต้น ล้วนรับกำลังงานจากแบตเตอรี่ผ่านสวิตช์ไฟจุดระเบิดหรือสวิทช์สตาร์ตแทบทั้งสิ้น

2.3.3 จานจ่าย

ทำหน้าที่ให้หน้าทองขาวเป็นสวิตช์ปิด-เปิดของวงจรปฐมภูมิ เมื่อหน้าทองขาวปิดกระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านคอยล์จุดระเบิด และเกิดสนามแม่เหล็กขึ้นภายในคอยล์จุดระเบิด เมื่อหน้าทองขาวเปิดกระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านคอยล์จุดระเบิดจะถูกตัดวงจร ทำให้เกิดการเหนี่ยวนำเกิดแรงเคลื่อนไฟแรงสูง จานจ่ายจะจ่ายแรงเคลื่อนไฟสูงจากคอยล์ไปยังกระบอกสูบตามจังหวะการจุดระเบิดของเครื่องยนต์

จานจ่ายจะประกอบด้วย ฝาจานจ่าย โรเตอร์ ชุดหน้าทองขาว คอนเดนเซอร์ ชุดกลไกจุดระเบิดล่วงหน้าแบบสุญญากาศ แบบแรงเหวี่ยงหนีศูนย์

2.3.3.1 ทองขาว

เป็นสวิตช์ซึ่งควบคุมการเปิดและปิดโดยเพลาข้อเหวี่ยงหรือเพลาลูกเบี้ยว ตัวทองขาวนั้นจะมีหน้าสัมผัสด้วยกันสองหน้า คือ หน้าเคลื่อนที่และหน้าคงที่ หน้าที่เคลื่อนที่นั้นจะยึดติดกับแขนและมีแกนส่งดันให้แขนขยับไปมาได้ตามจังหวะการหมุนของเพลาข้อเหวี่ยง ส่วนหน้าคงที่ถูกยึดแน่นไม่ขยับตัว

ตัวทองขาวนั้นจะเปิดปิดโดยส่วนกลมของเพลาข้อเหวี่ยงจะดันให้หน้าทองขาวแยกออกจากกันโดยส่งแรงดันผ่านแกนส่ง และสปริงจะดึงให้หน้าทองขาวเข้าสัมผัสกันเมื่อแกนส่งอยู่บนส่วนแบนของเพลาข้อเหวี่ยง

เครื่องยนต์บางชนิดมีหน้าทองขาวซึ่งเปิดและปิดโดยลูกเบี้ยว ลูกเบี้ยวยึดติดกับเพลาข้อเหวี่ยงและหมุนไปพร้อม ๆ กัน เมื่อส่วนนูนของลูกเบี้ยวสัมผัสกับแขนของหน้าทองขาวจะทำให้หน้าทองขาวเปิดออก

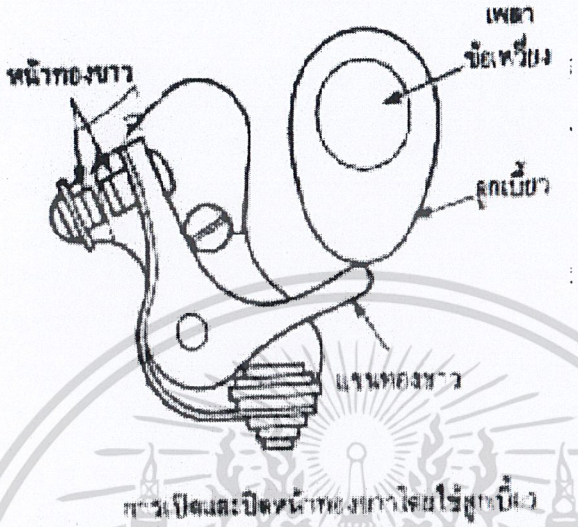
<u>การทำงานของทองขาว</u>

เมื่อแท่งแม่เหล็กบนล้อช่วยแรงเคลื่อนที่ผ่านอาร์มาเจอร์จะเกิดไฟฟ้าจำนวนหนึ่งของขดลวดปฐมภูมิยึดต่อกับอาร์มาเจอร์ ส่วนปลายอีกข้างหนึ่งยึดต่อกับแขนหน้าทองขาว ไฟฟ้าจึงสามารถไหลผ่านขดลวดปฐมภูมิเข้าสู่แขนหน้าทองขาว และผ่านหน้าทองขาว สงสู่สายดิน

เมื่อล้อช่วยแรงหมุนต่อไปอีกเล็กน้อย หน้าทองขาวจะเปิดออก ขดลวดปฐมภูมิจึงขาดไฟฟ้าไหลผ่าน สนามแม่เหล็กรอบขดลวดปฐมภูมิจึงล้มตัว และการล้มตัวนี้จะเหนี่ยวนำให้เกิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สนามแม่เหล็กรอบขดลวดทุติยภูมิ ทำให้เกิดไฟฟ้าแรงดันสูงขึ้นในขดลวดทุติยภูมิซึ่งอาจมีค่าสูงถึง 25,000 โวลต์



รูปที่ 2.4 แสดงส่วนประกอบที่สำคัญของทองขาว

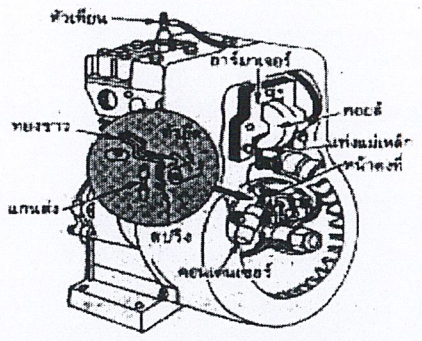
2.3.3.2 คอนเดนเซอร์

ในขณะที่หน้าทองขาวเปิดออก ไฟฟ้าจะต้องหยุดไหลอย่างทันที ไม่เช่นนั้นแลเราจะไม่สามารถสร้างไฟฟ้าแรงดันสูงได้ เพราะในขณะที่หน้าทองขาวขยับเปิดออก ไฟฟ้าจะพยายามกระโดดข้ามช่องว่างระหว่างหน้าทองขาว ซึ่งถ้าเป็นเช่นนั้นจะทำให้ไม่มีสนามแม่เหล็กไปเหนี่ยวนำให้เกิดไฟฟ้าแรงดันสูงได้ นอกจากนี้ประกายไฟฟ้าที่เกิดขึ้นที่หน้าทองขาวจะทำให้หน้าทองขาวไหม้และเสียหายในที่สุด ซึ่งทำให้ทองขาวมีอายุการใช้งานสั้นลง จึงได้มีการนำเอาคอนเดนเซอร์มาใช้เพื่อป้องกันการกระโดดของไฟฟ้าข้ามช่องว่างระหว่างหน้าทองขาว

ตัวคอนเดนเซอร์จะติดตั้งอยู่ใกล้กับทองขาวเพราะลวดตัวนำของคอนเดนเซอร์จะต้องต่อเข้ากับหน้าคงที่ของทองขาว

การเลือกใช้คอนเดนเซอร์จะต้องเลือกขนาดความจุให้เหมาะสมกับระบบจุดระเบิดของเครื่องยนต์ การใช้คอนเดนเซอร์ที่มีค่าความจุน้อยเกินไปจะทำให้เนื้อโลหะของหน้าทองขาวด้านบวกนูนออกมาและทางด้านลบเป็นหลุม ถ้าความจุมากเกินไปทำให้เนื้อโลหะของหน้าทองขาวทางด้านบวกเป็นหลุมและทางด้านลบนูนออกมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.5 คอนเดนเซอร์และหน้าคงที่ของหน้าทองขาวรวมเป็นชิ้นเดียวกัน

2.3.4 คอยล์จุดระเบิด

คอยล์จุดระเบิด (Ignition Coil) มีหน้าที่แปลงแรงเคลื่อนไฟฟ้าต่ำจากแบตเตอรี่ (มีค่าประมาณ 12 โวลท์) ให้เป็นแรงเคลื่อนไฟฟ้าแรงสูงอยู่ที่ 20,000 - 40,000 โวลท์ โดยใช้หลักการของกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำในขดลวดทองแดง ตัดกับเส้นแรงแม่เหล็กของแกนเหล็กจึงเกิดการเหนี่ยวนำจากขดลวดด้านปฐมภูมิไปยังด้านทุติยภูมิ ซึ่งมีการพันจำนวนรอบมากกว่าจะทำให้เกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าสูง ส่งไปยังหัวเทียนเพื่อจุดประกายไฟ

โครงสร้างของคอยล์จุดระเบิดประกอบด้วยส่วนสำคัญหลายส่วนด้วยกันคือ

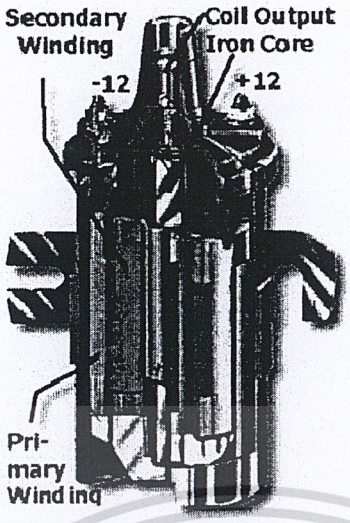
ขดลวดปฐมภูมิ (Primary Coil) ขดลวดทางด้านนี้เป็นขดลวดเส้นใหญ่ทำมาจากทองแดงมีการเคลือบน้ำยาเพื่อป้องกันการลัดวงจร มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 0.05-1.0 มม. พันอยู่บนขดลวดทุติยภูมิประมาณ 150 - 300 รอบ โดยจะมีฉนวนหุ้มไว้รอบขดลวดทุติยภูมิเพื่อป้องกันการลัดวงจรอีกชั้นหนึ่ง

ขดลวดทุติยภูมิ (Secondary Coil) ทำมาจากเส้นลาดทองแดงขนาดเล็ก (เล็กกว่าขดลวดปฐมภูมิ) ที่นำมาเคลือบน้ำยาเช่นเดียวกับขดลวดปฐมภูมิ แล้วนำมาพันรอบแกนเหล็ก

แกนเหล็ก (Core) ทำมาจากเหล็กอ่อนบริสุทธิ์เป็นแผ่นมาวางเรียงซ้อนกันเป็นชั้น ๆ มีหน้าที่ในการสร้างเส้นแรงแม่เหล็กไฟฟ้าเมื่อมีกระแสไฟไหลผ่านขดลวด

ตัวถัง (Case) เป็นเปลือกนอกสุดทำหน้าที่คล้ายฉนวนครอบไว้ด้านนอกสุด ทำมาจากโลหะ เช่น เหล็กหรืออลูมิเนียม ในปัจจุบันได้หันมาใช้พลาสติคแทน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.6 แสดงส่วนประกอบที่สำคัญของคอยล์จุดระเบิด

2.3.4.1 คอยล์จุดระเบิดแบบมีความต้านทานภายนอก

คอยล์จุดระเบิดแบบมีความต้านทานภายนอก ตัวต้านทานต่ออนุกรมกับขดลวดปฐมภูมิ จะใช้ขอลวดที่มีขนาดใหญ่ขึ้นทำให้จำนวนรอบลดลงความต้านทานลดลงกระไฟฟ้าไหลเข้าได้มากและเร็ว การนำความต้านทานภายนอกมาต่ออนุกรมกับขดลวดปฐมภูมิก็เพื่อป้องกันกระแสไฟฟ้าไหลเข้าขดลวดมากเกินไปเมื่อความเร็วรอบเครื่องยนต์ต่ำจะทำให้คอยล์ร้อนจนอาจเสียหายได้

2.3.5 สายไฟแรงสูง

สายไฟแรงสูงจะทำหน้าที่ในการลำเลียงกระแสไฟแรงสูงจากคอยล์จุดระเบิดไปให้กับหัวเทียน ทำให้เกิดประกายไฟจุดเชื้อระเบิดภายในห้องเผาไหม้ต่อไป สายหัวเทียนนี้จะต้องมีฉนวนหุ้มเพื่อป้องกันการรั่วไหลของไฟฟ้าแรงดันสูง ทนต่อการสึกหรอ ทนน้ำ และทนน้ำมันได้ดี ปลายข้างหนึ่งของสายหัวเทียนจะบัดกรีติดกับคอยล์ ส่วนปลายอีกข้างหนึ่งมีขั้วต่อสำหรับเชื่อมต่อกับหัวเทียน

สายไฟแรงสูงนี้ ได้แก่ สายไฟที่ต่อขั้วไฟแรงสูงของคอยล์กับขั้วไฟแรงสูงขั้วกลางที่ฝาจานจ่ายไฟกับสายไฟที่ต่อระหว่างขั้วไฟแรงสูงที่อยู่โดยรอบขั้วกลางของฝาจานจ่ายไฟกับหัวเทียน สายไฟแรงสูงในปัจจุบันได้รับการพัฒนาให้มีคุณสมบัติดีขึ้นกว่าเดิมมาก เนื่องจากระบบจุดระเบิดที่ใช้ในปัจจุบันเป็นแบบอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งสามารถผลิตไฟแรงสูงได้สูงกว่าระบบจุดระเบิดแบบทองขาวมาก ดังนั้น สายไฟแรงสูงที่ใช้ในปัจจุบัน จึงต้องหุ้มด้วยฉนวนที่ทำมาจากวัสดุชนิดต่างๆ หลายชั้นแทนการหุ้มด้วยฉนวนเพียงชั้นเดียวเหมือนกับแบบเดิม นอกจากนั้น ตัวนำไฟฟ้าก็ได้รับการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม โดยเปลี่ยนจากการใช้ลวดตัวนำเพียงเส้นเดียวไปใช้เส้นลินินชุบคาร์บอลหลายเส้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

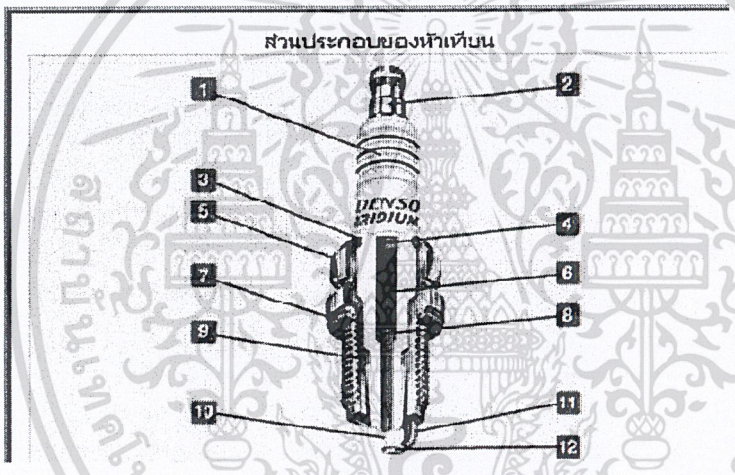
2.3.6 หัวเทียน

หัวเทียนมีหน้าที่รับไฟฟ้าแรงดันสูงจากแมกนีโตและทำหน้าที่ให้ประกายไฟฟ้าเพื่อจุดระเบิดเผาไหม้

ตัวของหัวเทียนนั้นจะแบ่งออกเป็นสองส่วน ดังนี้

ส่วนบน ส่วนบนของหัวเทียนจะมีขั้วต่อสำหรับต่อกับสายหัวเทียน และขั้วต่อของหัวเทียนจะต่อกับขั้วกลางซึ่งเป็นแกนกลางของหัวเทียน ขั้วกลางของหัวเทียนนั้นจะถูกหุ้มด้วยฉนวนกระเบื้องเคลือบซึ่งมีสันเป็นคลื่น สันนี้จะช่วยเพิ่มระยะห่างระหว่างขั้วต่อกับขั้วดินของหัวเทียน เพื่อลดการรั่วไหลของกระแสไฟฟ้าข้ามฉนวนโดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อฉนวนสกปรกหรือเปียก

ส่วนล่าง ส่วนล่างของหัวเทียนมีระยะห่างระหว่างขั้วกลางและขั้วดิน เรียกว่าระยะเขี้ยวหัวเทียน และระยะห่างระหว่างขั้วกลางและขั้วดินจะทำให้เกิดการกระโดดข้ามของกระแสไฟฟ้าแรงดันสูงเพื่อให้เกิดประกายไฟ ซึ่งส่วนนี้จะยื่นเข้าไปในห้องเผาไหม้เพื่อทำให้เกิดการจุดระเบิด



รูปที่ 2.7 แสดงส่วนประกอบที่สำคัญของหัวเทียน

1.ฉนวน ฉนวนจะถูกหุ้มตั้งแต่ขั้วต่อไฟฟ้า, ก้านหัวเทียนลงมาจนถึงแกนกลางของหัวเทียน เพื่อป้องกันการรั่วไหลของกระแสไฟ ซึ่งตัวฉนวนนี้จะทำจากผงอลูมิน่าบริสุทธิ์ ซึ่งมีคุณสมบัติทนต่อความร้อน, มีโครงสร้างที่แข็งแกร่งและทนทาน, ป้องกันการรั่วไหลของกระแสไฟ, และช่วยในการระบายความร้อน

2.วงแหวน วงแหวนนี้จะช่วยเชื่อมรอยต่อระหว่างฉนวนและเปลือกโลห ะให้แน่น เพื่อป้องกันการรั่วซึมของแก๊สในห้องเผาไหม้

3.ก้านหัวเทียน ก้านหัวเทียนจะเป็นตัวเชื่อมต่อระหว่างขั้วต่อไฟฟ้า และแกนกลางของหัวเทียน ซึ่งทำจากโลหะ มีหน้าที่เชื่อมต่อการไหลของกระแสไฟ

4.เปลือกโลหะ เปลือกโลหะจะถูกสวมคลอบทับฉนวน เพื่อป้องกันฉนวนไม่ให้ถูกกระแทก, และเพื่อให้ใส่ลงไปในเครื่องยนต์ได้พอดี

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.ใยแก้ว ใยแก้วจะถูกใส่ไว้ระหว่างก้านหัวเทียนกับฉนวนเพื่อป้ องกันการรั่วไหลของแก๊ส โดยใยแก้วนี้จะเป็นการผสมกันด้วยความร้อนระหว่างผงแก้วและผงทองแดง ให้เป็นเนื้อเดียวกัน

6.ปะเก็น ปะเก็นเป็นตัวช่วยให้เปลือกโลหะและฝาสูบติดกันแน่นเพื่อป้องกันการรั่วไหลของแก๊สจากห้องเผาไหม้

7.แกนกลางทองแดงแกนกลางทำจากโลหะนิคเกิ้ล อัลลอยด์แบบพิเศษ เพื่อป้องกันและยืดอายุการสึกกร่อนของแกนกลาง โดยตรงกลางของแกนจะทำจากทองแดงเพื่อช่วยในการระบายความร้อน

8.วงแหวน วงแหวนนี้จะช่วยเชื่อมรอยต่อระหว่างฉนวนและเปลือกโลหะให้แน่น เพื่อป้องกันการรั่วซึมของแก๊สในห้องเผาไหม้

9.เขี้ยวตัวยู เขี้ยวหัวเทียนทำจากโลหะนิคเกิ้ล โดยตรงกลางจะถูกเซาะให้เป็นร่องรูปตัวยู เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ ในการจุดระเบิดให้ดียิ่งขึ้น โดยเขี้ยวตัวยูได้ถูกพัฒนาตั้งแต่ปี 1975 และถือเป็นลิขสิทธิ์เฉพาะของ หัวเทียนเด็นโซ่

-พื้นที่ในการจุดระเบิดที่มากกว่า

-ส่วนเหลี่ยมคมที่มากกว่า เพื่อการจุดประกายไฟที่ง่ายดายกว่า

-ใจกลางเปลวไฟสามารถขยายตัวได้มากกว่า

10.การตัดปลายเขี้ยวให้เล็กฉ ยิ่งปลายเขี้ยวมีขนาดเล็กเท่าไหร่ โอกาสในการเกิดอาการเขี้ยวดับ ก็จะยิ่งเกิดได้ยาก นอกจากนี้ยังช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการจุดระเบิด

2.3.7 การทำงานของระบบจุดระเบิดแบบธรรมดา

ก่อนการสตาร์ตติดเครื่องยนต์ หน้าทองขาวจะอยู่ในตำแหน่งเปิดหรือปิดนั้นขึ้นอยู่กับตำแหน่งของลูกเบี้ยวที่กระทำต่อทองขาวในขณะนั้น ถ้าทองขาวเปิดอยู่ก็จะปิดทันทีเมื่อเครื่องยนต์หมุน เมื่อหน้าทองขาวปิดกระแสไฟจากแบตเตอรี่ก็จะไหลผ่านสวิตซ์ไฟจุดระเบิดเข้าเข้าไปในขดลวดปฐมภูมิของคอยล์ผ่านหน้าทองขาวลงดินครบวงจร จึงทำให้เกิดสนามแม่เหล็กขึ้นรอบๆขดลวดปฐมภูมิ

เมื่อเครื่องยนต์หมุนต่อไป ลูกเบี้ยวก็จะดันหน้าทองขาวให้แยกออกจากกัน วงจรขดลวดปฐมภูมิจะขาดตอนลงทันที ทำให้กระแสไฟในวงจรนี้หยุดไหล ดังนั้นสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นรอบๆขดลวดปฐมภูมิตัดกับขดลวดทุติยภูมิ เนื่องจากขดลวดทุติยภูมิเป็นเส้นเล็กและพันมากรอบ ดังนั้นแรงเคลื่อนเหนี่ยวนำที่เกิดขึ้นภายในขดลวดนี้สูงมากประมาณ 15,000 ถึง 25,000 โวลต์ เป็นผลทำให้หัวเทียนเกิดประกายไฟจุดเชื้อระเบิดภายในกระบอกสูบ ทำให้เกิดการเผาไหม้

2.4 การจุดระเบิดล่วงหน้า

การจุดระเบิดล่วงหน้าเวลาอันถูกต้อง จะทำให้เครื่องมีประสิทธิภาพในการทำงานสูงสุด เชื้อเพลิงโดยทั่งไปจะมีความล่าช้าในการจุดติดไฟ และต้องการเวลาสำหรับการเผาไหม้ ดังนั้น การเริ่มจุดประกายไฟเพื่อให้เชื้อเพลิงในห้องเผาไหม้ของเครื่องยนต์เกิดการเผาไหม้ จึงต้องจุดระเบิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ล่วงหน้าก่อนที่ลูกสูบจะเคลื่อนที่ถึงจุดศูนย์ตายบนเสมอ และจะต้องให้การเผาไหม้สิ้นสุดลงหลังจากที่ลูกสูบคล้อยหลังศูนย์ตายบนไปเล็กน้อย(ประมาณ 10 องศาหลังศูนย์ตายบน) ก็จะทำให้ได้รับผลจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงมีค่าสูงที่สุด การจุกระเบิดล่วงหน้าก่อนหรือหลังเวลาอันควรนั้น นอกจากจะทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานของเครื่องยนต์ลดลงแล้ว ยังสามารถทำให้ชิ้นส่วนของเครื่องยนต์เกิดความเสียหายได้ เช่น การจุดระเบิดล่วงหน้ามากเกินไปก็อาจทำให้เครื่องยนต์ตีกลับ หรือการจุดระเบิดหลังเวลาอันควรก็สามารถทำให้เครื่องยนต์ร้อนจัดและไม่ให้กำลังได้ ซึ่งทั้งสองกรณีจะเป็นผลทำให้ชิ้นส่วนของเครื่องยนต์เกิดความเสียหาย ดังได้กล่าวมาแล้วข้างต้น อย่างไรก็ตาม เครื่องยนต์จำเป็นจะต้องทำงานที่ความเร็วและภาระต่างๆกันดังนั้น จึงมีความจำเป็นที่จะต้องมีการควบคุมเวลาในการจุดระเบิดให้ล่วงหน้ามากน้อยต่างกันออกไปตามชนิดของเชื้อเพลิงที่ใช้ ความเร็วรอบ และภาระของเครื่องยนต์ที่เปลี่ยนแปลงไป กล่าวคือ เมื่อเครื่องยนต์มีความเร็วรอบและภาระที่สูงขึ้นก็จะทำให้มีการจุดระเบิดล่วงหน้ามากขึ้น ทั้งนี้ก็เพื่อให้การเผาไหม้ของเครื่องยนต์สิ้นสุดลง ณ ตำแหน่งเดิม ก็จะทำให้ได้รับประโยชน์จากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงมากที่สุด เครื่องยนต์ก็จะมีประสิทธิภาพในการทำงานสูงที่สุด

อุปกรณ์ควบคุมเวลาในการจุดระเบิดล่วงหน้าแบบอัตโนมัติ ที่นิยมใช้กับเครื่องยนต์แก๊ซโซลีน โดยทั่วไปมี 2 แบบ คือ

1. แบบแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง
2. แบบสุญญากาศ

เครื่องยนต์ที่ใช้จุดระเบิดแบบธรรมดาในปัจจุบัน จะมีอุปกรณ์ควบคุมเวลาในการจุดระเบิดล่วงหน้าทั้ง 2 แบบ โดยที่แบบสุญญากาศจะทำงานได้ดีในขณะที่เครื่องยนต์กำลังเดินเบาและลิ้นเร่งเปิดเล็กน้อย ขณะที่แรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางจะทำงานได้ดีในขณะที่เครื่องยนต์เดินด้วยความเร็วรอบสูง ดังนั้น เครื่องยนต์ที่มีอุปกรณ์ควบคุมเวลาจุกระเบิดล่วงหน้าทั้ง 2 แบบ จึงสามารถควบคุมเวลาในการจุดระเบิดล่วงหน้าได้ตามความเร็วและภาระของเครื่องยนต์ที่เปลี่ยนแปลงไป จึงทำให้เครื่องยนต์มีประสิทธิภาพในการทำงานสูงสุดตามต้องการ

2.5 มุมดเวลล์

มุมดเวลล์ (dweel angle) คือ มุมที่หน้าทองขาวปิด วัดเป็นองศาโดยรอบลูกเบี้ยวจากจุดที่ทองขาวเริ่มปิดไปจนถึงหน้าทองขาวเริ่มเปิด มุมนี้จะมีผลในการเกิดไฟแรงสูงในคอยล์จุดระเบิดหรือการเกิดประกายไฟระหว่างเขี้ยวหัวเทียนนั่นเอง ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องตั้งตามที่บริษัทกำหนดมาให้ และควรมีการตรวจสอบอย่างสม่ำเสมอ ความสัมพันธ์ของการจัดตั้งความห่างระหว่างหน้าทองขาวกับมุมดเวลล์ จะพบว่าถ้ามุมดเวลล์น้อยหน้าทองขาวจะห่างมาก และในทำนองเดียวกันถ้ามุมดเวลล์มากหน้าทองขาวจะห่างน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับในกรณีหน้าทองขาวห่างมากหรือมุมดเวลล์น้อยนั้น ก็จะทำให้หน้าทองขาวเปิดเร็วขึ้น ซึ่งหมายความว่าหัวเทียนจะจุดประกายไฟเร็วขึ้น ดังนั้นจึงเหมาะกับเครื่องยนต์ที่ใช้งานรอบต่ำๆ และเนื่องจากหน้าทองขาวจะถูกแยกออกจากกันด้วยความเร็วสูง จึงสามารถช่วยลดการอาร์คระหว่างหน้าทองขาวได้ดี ทำให้ยืดอายุการใช้งานหน้าทองขาวได้ดีขึ้น

ส่วนกรณีที่หน้าทองขาวห่างน้อยหรือมุมของดเวลล์มากนั้น นั่นก็จะทำให้หน้าทองขาวเปิดช้าลง ซึ่งหมายความว่าหัวเทียนจะจุดประกายไฟช้าลง ดังนั้นจึงไม่เหมาะกับเครื่องยนต์ที่ใช้งานรอบต่ำๆ เพราะถ้าเครื่องยนต์เดินเบาจะเกิดการอาร์คระหว่างหน้าทองขาว อันเนื่องมาจากความล่าช้าในการเปิดหน้าทองขาวจึงเหมาะกับเครื่องยนต์ที่ใช้งานรอบสูงๆ

2.6 ระบบจุดระเบิดแบบอิเล็กทรอนิกส์

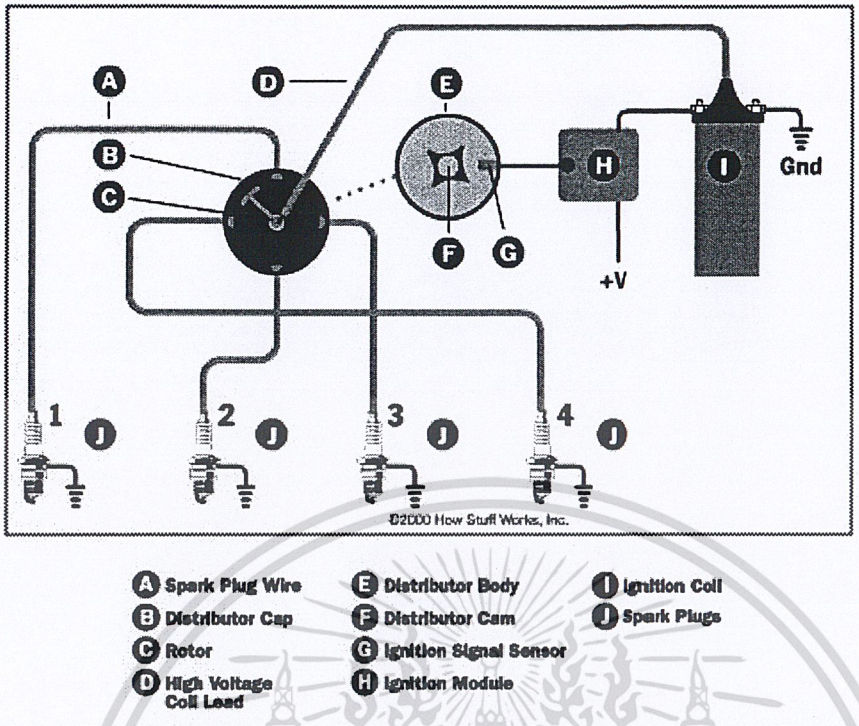
ราวต้นปี พ.ศ.2513 เครื่องยนต์ที่ใช้กับรถยนต์ส่วนใหญ่ที่ใช้ระบบจุดระเบิดแบบธรรมดา (ทองขาว)สามารถผ่านมาตรฐานสารมลพิษจากไอเสียได้ กฎข้อบังคับของสหพันธรัฐของประเทศสหรัฐอเมริกา ต้องการให้ระบบจุดระเบิดได้ถึง 5,000 ไมล์ โดยมีการบำรุงรักษาเพียงเล็กน้อยหรือไม่มีเลย ซึ่งระบบจุดระเบิดแบบธรรมดาไม่สามารถทำได้ เพราะหน้าทองขาวจะมีการสึกหรอระหว่างการทำงานปกติ ทำให้ต้องมีการเปลี่ยนแปลงระยะห่างระหว่างหน้าทองขาว ซึ่งทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงจังหวะการจุดระเบิดและพลังงานจากการจุดประกายไฟลดลง เป็นผลทำให้เครื่องยนต์เดินไม่ครบสูบและสารมลพิษจากไอเสียก็เพิ่มมากขึ้น

เครื่องยนต์ที่ใช้กับรถยนต์ส่วนใหญ่ปี พ.ศ.2518 และหลังจากนั้นจึงเปลี่ยนไปใช้ระบบจุดระเบิดแบบอิเล็กทรอนิกส์ดังรูปที่(2.8) ซึ่งเป็นระบบที่ไม่ใช้ทองขาวและคอนเดนเซอร์แต่จะใช้ทรานซิสเตอร์ และอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำอื่นแทน ทำหน้าที่เป็นสวิตช์ปิดเปิดกระแสไฟที่ไหลเข้าสู่วงจรขดลวดปฐมภูมิ เพื่อให้เกิดไฟแรงสูงในขดลวดทุติยภูมิของคอยล์จุดระเบิดจัดส่งให้กับหัวเทียนต่อไป

ระบบจุดระเบิดด้วยอิเล็กทรอนิกส์ที่นิยมในปัจจุบันแบ่งได้ 4 แบบ คือ

1. แบบจานจ่ายไฟกับอุปกรณ์ควบคุมการจุดระเบิดล่วงหน้าแบบกลไกและแบบสุญญากาศ (distributor type with mechanical centrifugal and vacuum advance)
2. แบบจานจ่ายไฟกับอุปกรณ์ควบคุมการจุดระเบิดล่วงหน้าแบบอิเล็กทรอนิกส์ (distributor type with electronic spark advance)
3. แบบไร้จานจ่ายไฟกับคอยล์จุดระเบิดหลายตัว (distributor less type with multiple ignition coils)
4. แบบไร้จานจ่ายไฟกับการจุดระเบิดโดยตรงด้วยตัวเก็บประจุ (distributor less type with direct capacitor discharge ignition)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่2.8 แสดงระบบจุดระเบิดแบบอิเล็กทรอนิกส์

2.6.1 ระบบจุดระเบิดแบบจานจ่ายไฟกับอุปกรณ์ควบคุมการจุดระเบิดล่วงหน้าแบบกลไกและแบบสุญญากาศ

โดยทั่วไปหลักการทำงานและการสร้างระบบจุดระเบิด ไม่ว่าจะเป็นแบบใช้ทองขาวหรือแบบอิเล็กทรอนิกส์ก็จะคล้ายๆกัน แต่ความแตกต่างที่สำคัญคือแทนที่จะใช้สวิตช์ทางกล (ทอขาว) ที่ใช้ในระบบจุดระเบิดแบบธรรมดามาควบคุมกระแสในวงจรขดลวดปฐมภูมิ ระบบจุดระเบิดแบบอิเล็กทรอนิกส์จะใช้สวิตช์อิเล็กทรอนิกส์แทนที่

ส่วนประกอบที่สำคัญของระบบจุดระเบิดแบนี้คือสวิตช์อิเล็กทรอนิกส์หรือชุดกำเนิดสัญญาณ (signal generator unit) ซึ่งประกอบไปด้วยอาร์มาเจอร์ (armature) หรือโรเตอร์กำหนดสัญญาณ (reluctor) ตัวตรวจจับแม่เหล็ก (magnetic sensor) หรือขดลวดกำเนิดสัญญาณ (pickup coil) และมอดูลจุดระเบิด (ignition module) โดยที่โรเตอร์กำเนิดสัญญาณจะมีจำวนซี่ยื่นออกมาเท่ากับจำนวนสูบของเครื่องยนต์ซึ่งเท่ากับลูกเบี้ยวของจานจ่ายไฟ ดังนั้น เมื่อโรเตอร์กำเนิดสัญญาณหมุนซี่แต่ละซี่ก็จะทำให้เกิดพัลส์แรงเคลื่อนขึ้นในขดลวดกำเนิดสัญญาณ ซึ่งสัญญาณดังกล่าวจะทำให้มอดูลจุดระเบิดเปิดวงจรขดลวดปฐมภูมิ ทำให้เกิดไฟแรงสูงในวงจรขดลวดทุติยภูมิของคอยล์จุดระเบิด เป็นผลทำให้หัวเทียนจุดประกายไฟ

มอดูลจุดระเบิดอาจจะเป็นหน่วยที่แยกออกต่างหากหรือติดตั้งอยู่กับหรือภายในจานจ่ายไฟก็ได้ เครื่องยนต์ที่ใช้ระบบควบคุมอิเล็กทรอนิกส์อาจจะไม่มีมอดูลจุดระเบิดแบบแยกต่างหาก ชุด

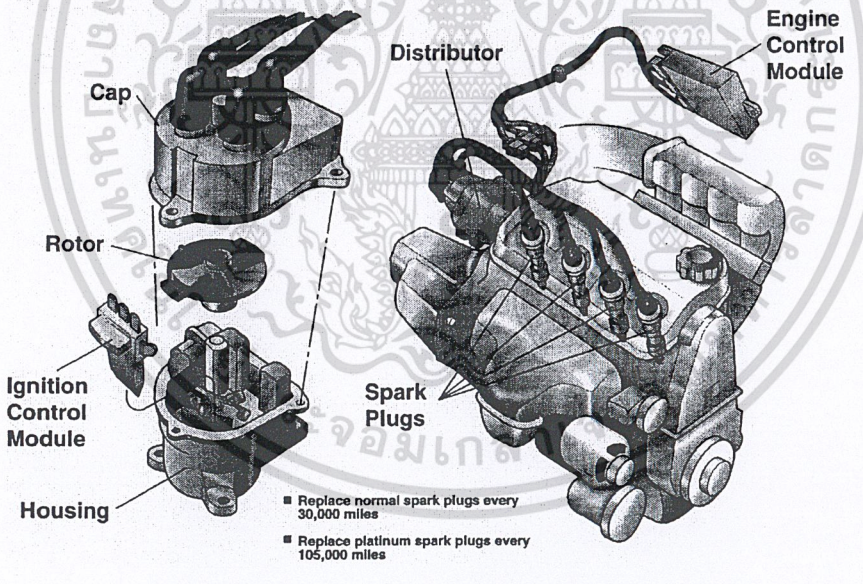
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ควบคุมเครื่องยนต์ (engine controller) หรือมอดูลควบคุมแบบอิเล็กทรอนิกส์ (electronic control module, ECM) หรืออีเรียกย่อๆว่า อีซีเอ็ม ก็จะทำหน้าที่ควบคุมการจุดระเบิดได้อย่างสมบูรณ์

2.6.2 ระบบจุดระเบิดแบบจานจ่ายไฟกับอุปกรณ์ควบคุมการจุดระเบิดล่วงหน้าแบบอิเล็กทรอนิกส์

ระบบจุดระเบิดแบบอิเล็กทรอนิกส์ที่กล่าวมาแล้วข้างต้นเป็นระบบจุดระเบิดที่ใช้อุปกรณ์ควบคุมการจุดระเบิดล่วงหน้าแบบกลไกและแบบสุญญากาศ ซึ่งใช้กับรถยนต์ที่ไม่ใช้ระบบควบคุมเครื่องยนต์แบบอิเล็กทรอนิกส์หรืออีซีเอ็ม ตามปกติรถยนต์ที่ใช้ระบบควบคุมเครื่องยนต์แบบอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้จานจ่ายไฟจะใช้อุปกรณ์ควบคุมการจุดระเบิดล่วงหน้าแบบอิเล็กทรอนิกส์ การควบคุมการจุดระเบิดล่วงหน้าของคอมพิวเตอร์หรืออีซีเอ็มนี้ขึ้นอยู่กับสัญญาณจากตัวตรวจจับสัญญาณต่างๆที่อยู่ภายในระบบ

ข้อสังเกต : การจุดระเบิดล่วงหน้าแบบอิเล็กทรอนิกส์จะกระทบแต่เพียงวงจรขดลวดปฐมภูมิของระบบจุดระเบิดเท่านั้น แต่จะไม่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงใดๆขึ้นกับวงจรขดลวดทุติยภูมิ



รูปที่2.9 แสดงระบบจุดระเบิดแบบอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้อุปกรณ์การจุดระเบิดล่วงหน้าแบบอิเล็กทรอนิกส์

รูป(2.9) แสดงระบบจุดระเบิดแบบอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้อุปกรณ์ควบคุมการจุดระเบิดล่วงหน้าแบบอิเล็กทรอนิกส์ ระบบนี้มอดูลจุดระเบิดและอีซีเอ็มจะทำงานร่วมกันในจังหวะการจุดระเบิด มอดูลจะระเบิดจะติดตั้งอยู่กับตัวเรือนจ่ายไฟ ภายในจานจ่ายไฟตัวตรวจจับภาพการเกิดประกายไฟ (profile ignition pickup or PIP sensor) จะส่งสัญญาณให้กับมอดูลจุดระเบิดเมื่อลูกสูบของแต่ละสูบ

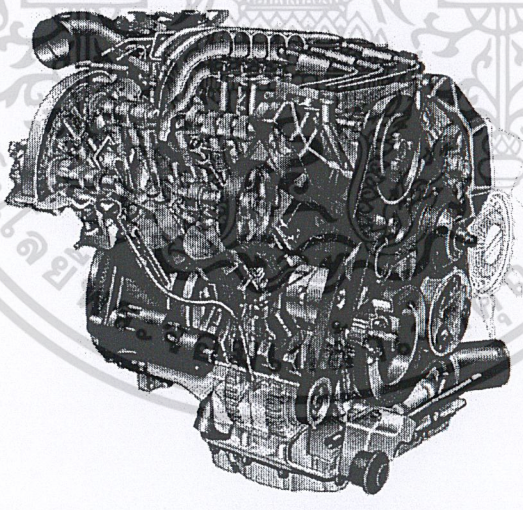
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เคลื่อนตัวเข้าใกล้ศูนย์ตายบน มอดูลจุดระเบิดจะใช้ข้อมูลร่วมกับอีซีเอ็ม จากนั้นจะคำนวณค่าการจุดระเบิดล่วงหน้า ส่วนอีซีเอ็มก็จะผลิตสัญญาณตัวใหม่ส่งกลับไปยังมอดูลจุดระเบิด ซึ่งจะเปิดวงจรขดลวดปฐมภูมิที่เวลาอัยถูกต้องเพื่อจุดประกายไฟที่หัวเทียน

2.6.3 ระบบจุดระเบิดแบบไร้จานจ่ายไฟกับคอยล์จุดระเบิดหลายตัว

เครื่องยนต์หลายแบบจะใช้ระบบจุดระเบิดแบบไร้จานจ่ายไฟ ระบบนี้เป็นระบบจุดระเบิดด้วยอิเล็กทรอนิกส์กับอุปกรณ์ควบคุมการจุดระเบิดล่วงหน้าแบบอิเล็กทรอนิกส์แต่ไม่มีจานจ่ายไฟ ตัวตรวจจับสัญญาณจะทำหน้าที่จัดส่งสัญญาณตำแหน่งของเพลาข้อเหวี่ยงไฟยังมอดูลจุดระเบิด จากนั้นจะร่วมกันกับอีซีเอ็มจัดเวลาหรือจังหวะในการจุดระเบิด กระตุ้นและแจกจ่ายไฟแรงสูงไฟยังหัวเทียน

การไม่มีจานจ่ายไฟจะทำให้มีชิ้นส่วนที่เคลื่อนไหวน้อยลง รวมถึงสวิตช์หมุนแรงเคลื่อนสูงที่เป็นส่วนหนึ่งของฝาจานจ่ายไฟและหัวโรเตอร์ เป็นผลทำให้การบำรุงรักษาลดลง นอกจากนั้นยังสามารถขจัดการปรับตั้งทางกลของเวลาหรือจังหวะในการจุดระเบิด ระบบจุระเบิดแบบนี้จะช่วยลดการรบกวนคลื่นวิทยุภายในรถยนต์และเพิ่มความเที่ยงตรงของเวลาหรือจังหวะเวลาในการจุดระเบิดอีกด้วย



รูปที่2.10 เครื่องยนต์แบบสูบวี 6 สูบ

รูปที่(2.10) แสดงให้เห็นถึงเครื่องยนต์สูบวี 6 สูบที่ใช้ระบบจุดระเบิดแบบไร้จานจ่ายไฟ ระบบนี้จะรวมถึงมอดูลจุดระเบิด แท่งของคอยล์จุดระเบิดซึ่งประกอบด้วยคอยล์จุดระเบิดจำนวน 3 ตัว ตรวจจับสัญญาณตำแหน่งเพลาข้อเหวี่ยง และตัวตรวจจับสัญญาณตำแหน่งเพลาราวลิ้น คอยล์จุดระเบิดแต่ละตัวจะผลิตไฟแรงสูงให้กับหัวเทียนจำนวน 2 หัว ในเวลาเดียวกัน โดยที่ปลายด้าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

หนึ่งของขดลวดทุติยภูมิแต่ละขดจะต่อเข้ากับหัวเทียน จากนั้นอีซีเอ็มจะส่งสัญญาณไปยังมอดูลจุดระเบิดเพื่อเปิดวงจรขดลวดปฐมภูมิ เป็นผลทำให้เกิดไฟแรงสูงในขดลวดทุติยภูมิ ทำให้เกิดปรกายไฟกระโดดข้ามเขี้ยวหัวเทียน

ระบบนี้คอยล์จุดระเบิดเพียง 1 ตัว จะผลิตไฟแรงสูงให้กับหัวเทียนจำนวน 2 หัวในเวลาเดียวกัน ซึ่งเป็นวิธีประกายไฟสูญเปล่า (waste-spark method) ของการแจกจ่ายประกายไฟ ระบบนี้จะจุดประกายไฟครั้งละ 2 สูบ เมื่อสูบหนึ่งสิ้นสุดจังหวะอัด อีกสูบหนึ่งจะสิ้นสุดจังหวะคาย โดยที่หัวเทียนที่จุดในจังหวะอัดจะใช้กระแสไปข้าหน้า (forward current) ขณะที่หัวเทียนที่จุดในจังหวะคายจะใช้กระแสกลับหลัง (reverse current)

เครื่องยนต์สูบวี 6 สูบกับปลาย 2 ปลายของขดลวดทุติยภูมิของคอยล์ที่ต่อเข้ากับหัวเทียนของสูบที่ 1 และ 4 เมื่อสูบที่ 1 จุดประกายไฟที่ปลายจังหวะอัด ทำให้ส่วนผสมระหว่างอากาศกับเชื้อเพลิงเกิดการเผาไหม้และเกิดการระเบิดเป็นจุดเริ่มต้นของจังหวะระเบิด สูบที่ 4 ก็จะจุดประกายไฟเช่นเดียวกัน แต่จะสูญเปล่าเพราะสูบที่ 4 จะอยู่ในปลายจังหวะคาย สูบที่จะจุดประกายไฟต่อไปคือ สูบที่ 3 และ 6 และตามด้วยสูบที่ 2 และ 5 จะหมุนเวียนเช่นนี้ตลอดเวลาที่เครื่องยนต์ทำงานอยู่

สำหรับการจุดประกายไฟของหัวเทียนสูบที่อยู่ในจังหวะคาย เนื่องจากแก๊สไอเสียส่วนใหญ่ได้ถูกระบายออกไปจากกระบอกสูบแล้วบางส่วน จึงทำให้ความดันภายในกระบอกสูบมีค่าลดลง ดังนั้นความต้านทานต่อการเกิดประกายไฟที่เขี้ยวหัวเทียนของสูบนี้จึงต่ำลงไปด้วย พลังงานที่ใช้ในการทำให้เกิดประกายไฟจึงต่ำ ดังนั้น จึงทำให้มีพลังงานเหลือเฟือสำหรับการทำให้เกิดประกายไฟที่เขี้ยวหัวเทียนของสูบที่อยู่ในจังหวะอัด เป็นผลทำให้การเผาไหม้ที่สูบนี้เกิดอย่างสมบูรณ์

2.6.4 ระบบจุดระเบิดแบบไร้จานจ่ายไฟกับการจุดระเบิดโดยตรง

2.6.4.1ระบบจุดระเบิดโดยตรงแบบคอยล์หลายตัว

เครื่องยนต์บางแบบจะใช้ระบบจุดระเบิดโดยตรงที่ไม่ต้องใช้สายไฟหัวเทียน ในเครื่องยนต์ 4 สูบ มอดูลจุดระเบิดกับคอยจำนวน 2 ตัว จะถูกติดตั้งภายในฝาครอบอะลูมิเนียมของเครื่องยนต์ การทำงานขั้นพื้นฐานของระบบจะเหมือนกับระบบจุดระเบิดแบบไร้จานจ่ายไฟกับคอยล์จุดระเบิดหลายตัวตามที่กล่าวมาแล้วข้างต้น อย่างไรก็ตาม ตัวนำทุติยภูมิที่หล่อเป็นชิ้นเดียว (molded one-piece secondary conductor) หลายตัวก็ได้ถูกนำมาใช้แทนสายไฟหัวเทียน

ปัญหาที่มักเกิดขึ้นกับระบบจุดระเบิดที่ใช้สายไฟหัวเทียนคือ การสูญเสียแรงเคลื่อนบางส่วนในสายไฟหัวเทียน ดังนั้น ถ้าปราศจากสายไฟหัวเทียนแล้วไฟแรงสูงก็จะเข้าสู่หัวเทียนได้อย่างเต็มที่และเป็นการลดการบำรุงรักษาด้วย

ระบบจุดระเบิดแบบนี้ คอยล์จุดระเบิดจะถูกติดตั้งเข้ากับหัวเทียนแต่ละหัวโดยตรง การเปิดวงจรขดลวดปฐมภูมิในคอยล์แต่ละตัวก็จะทำให้หัวเทียนจุดประกายไฟเพียง 1 หัวเท่านั้น

ระบบจุดระเบิดแบบไร้จานจ่ายไฟมีข้อดีที่เหนือกว่าระบบจุดระเบิดแบบมีจานจ่ายไฟดังนี้

1. การสึกหรอน้อยกว่าเนื่องจากชิ้นส่วนที่เคลื่อนไหวน้อยกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

119230

2. ความยืดหยุ่นในการติดตั้งมีมากกว่า เพราะส่วนประกอบในการติดตั้งน้อยลง ซึ่งปัจจุบันมีความสำคัญมากเพราะห้องเครื่องจะมีขนาดเล็กลง

3. การบำรุงรักษาต่ำเพราะไม่ต้องมีหัวโรเตอร์และฝาครอบจานจ่ายไฟ

4. การแทรกแซงคลื่นความถี่วิทยุลดลง เพราะไม่มีช่องว่างระหว่างหัวโรเตอร์กับขั้วไฟแรงสูงที่ฝาครอบจานจ่ายไฟ

5. ขจัดการจุดระเบิดไม่ครบสูบที่ทำให้เกิดกรดไนตริกขึ้นในฝาครอบจานจ่ายไฟ

6. ขจัดการปรับตั้งจังหวะการจุดระเบิดทางกล

7. ลดภาระทางกลของเครื่องยนต์

8. ยืดระยะเวลาอิ่มตัวของคอยล์ทำให้ผลิตไฟแรงสูงได้สูงขึ้น

9. ยืดระยะเวลาระหว่างการจุดระเบิด ทำให้คอยล์มีเวลาในการระบายความร้อนได้มากขึ้น

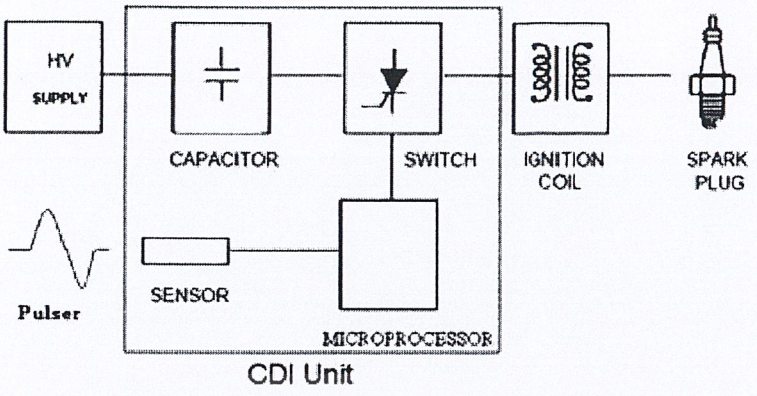
2.6.4.2 ระบบจุดระเบิดโดยตรงแบบจุดระเบิดด้วยตัวเก็บประจุ

ระบบจุดระเบิดที่กล่าวมาแล้วข้างต้นทั้งหมดเป็นระบบจุดระเบิดแบบเหนี่ยวนำ (induction ignition system) ระบบจุดระเบิดแบบนี้จะเก็บพลังงานปฐมภูมิไว้ในคอยล์หรือตัวนำทางไฟฟ้า แต่ระบบจุดระเบิดโดยตรงแบบจุดระเบิดด้วยตัวเก็บประจุหรือที่นิยมเรียกกันทั่วไปว่าแบบซีดีไอที่จะกล่าวต่อไปนี้ จะเก็บพลังงานปฐมภูมิไว้ในคาปาซิเตอร์หรือคอนเดนเซอร์ ซึ่งอุปกรณ์ไฟฟ้าส่วนนี้จะสามารถกักเก็บประจุไฟฟ้าเล็กน้อยไว้เพียงชั่วคราวเท่านั้น

ระบบจุดระเบิดแบบนี้ ประกายไฟที่หัวเทียนจะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อสวิตช์หรือทรานซิสเตอร์ปิดวงจรขดลวดปฐมภูมิ จากนั้นคาปาซิเตอร์ที่ได้รับการประจุจากแบตเตอรี่ก็จะคายประจุผ่านคอยล์จุดระเบิด ทำให้เกิดไฟแรงสูงขึ้นภายในคอยล์และทำให้เกิดประกายไฟที่หัวเทียน

รูปที่( ) แสดงให้เห็นถึงระบบจุดระเบิดแบบจุดระเบิดด้วยตัวเก็บประจุหรือแบบซีดีไอ ที่คล้ายๆกับระบบจุดระบบจุดระเบิดโดยตรงแบบคอยล์หลายตัว ระบบนี้หัวเทียนแต่ละหัวจะมีคอยล์จุดระเบิดและคาปาซิเตอร์ของตนเอง ส่วนประกอบทั้งหมดจะถูกผนึกเข้าด้วยกันและติดตั้งเข้ากับหัวเทียนโดยตรง ระบบนี้จะสามารถจัดส่งไฟแรงสูงหรือแรงเคลื่อนทุติยภูมิให้กับหัวเทียนได้สูงถึง 40,000 โวลต์ โดยจะทำให้เขี้ยวหัวเทียนเกิดประกายไฟเมื่อสวิตช์หรือทรานซิสเตอร์ปิดวงจรขดลวดปฐมภูมิ เพื่อให้ตัวเก็บประจุคายประจุออกมาให้กับคอยล์จุดระเบิด ทำให้เกิดประกายไฟที่หัวเทียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.11 แสดงถึงอุปกรณ์ทำหน้าที่ในการควบคุมการระเบิดของหัวเทียน (CDI)

สำหรับการเพิ่มของแรงเคลื่อนภายในระบบสามารถที่จะกระทำได้ใน 2 ขั้นตอน ขั้นตอนแรกก็คือการยกระดับแรงเคลื่อนจากแบตเตอรี่ให้สูงขึ้นจาก 12 โวลต์เป็น 400 โวลต์ จากนั้นจึงมีการเพิ่มแรงเคลื่อนให้สูงขึ้นอีกเป็น 40,000โวลต์ในขั้นตอนที่ 2

แรงเคลื่อนจากแบตเตอรี่จะเป็นสาเหตุที่ทำให้กระแสจำนวนเล็กน้อยไหลผ่านขดลวดปฐมภูมิของคอยล์ที่ทำให้เกิดสนามแม่เหล็ก ดังนั้น เมื่อวงจรขดลวดปฐมภูมิเปิด เส้นแรงแม่เหล็กที่เกิดขึ้นก็จะยุบตัวลงทำให้เกิดแรงเคลื่อนเหนี่ยวนำสูงถึง 400 โวลต์ในวงจรขดลวดปฐมภูมิเข้าประจุคาปาซิเตอร์อีซีเอ็มที่ใช้ควบคุมจังหวะการจุดระเบิดจะขึ้นอยู่กับสัญญาณจากตัวตรวจจับตำแหน่งเพลาข้อเหวี่ยงแบบฮอลล์เอฟเฟกต์ ตัวตรวจจับความดันสมบูรณ์ท่อร่วมหรือ เอ็มเอพี (manifold absolute pressure sensor, MAP) จะจัดเตรียมข้อมูลทางด้านภาระของเครื่องยนต์ให้กับอีซีเอ็ม ตัวตรวจจับการน็อก (detonation or knock sensor) ก็จะจัดส่งสัญญาณให้กับอีซีเอ็มสามารถที่จะเปลี่ยนแปลงจังหวะจุดระเบิดให้เป็นไปตามลำดับขั้นตอนการจุดระเบิดของเครื่องยนต์ได้อย่างถูกต้อง

ระบบจุดระเบิดแบบนี้เกือบจะทันทีหลังบิดกุญแจสวิตช์สตาร์ทแล้วหัวเทียนแต่ละหัวจะจุดประกายไฟไปตามลำดับขั้นการจุดระเบิดประมาณ 50 ครั้งปรากฏการณ์นี้จะช่วยให้เขี้ยวหัวเทียนสะอาดและแห้ง จึงช่วยให้การสตาร์ทติดเครื่องสามารถที่จะทำได้โดยง่าย แต่ถ้าเครื่องยนต์สตาร์ทไม่ติด หลังจากผู้ใช้รถปล่อยกุญแจสตาร์ทคืนสู่ตำแหน่งเดิมและพยายามที่จะสตาร์ทใหม่อีกครั้งหนึ่งหัวเทียนทั้งหมดก็จะจุดประกายไฟอีกประมาณ 1,000 ครั้ง เมื่อเครื่องยนต์สตาร์ทติดแล้วและเดินด้วยความเร็วประมาณ 600 รอบต่อนาทีหรือสูงกว่า ระบบจุดระเบิดก็จะจัดให้เกิดประกายไฟเพียง 1 ครั้งต่อหัวเทียน 1 หัวเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
หลักการพื้นฐานไมโครคอนโทรลเลอร์

3.1) PIC 16F877A

โครงสร้างทางฮาร์ดแวร์ของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877A

ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC มีสถาปัตยกรรมแบบฮาร์วาร์ด กล่าวคือ มีการแยกหน่วยความจำโปรแกรมและหน่วยความจำข้อมูลออกจากกัน โดยมีบัสสำหรับติดต่อแยกกันด้วย ดังแสดงในรูปที่ 1-1 จะเห็นว่าซีพียูภายในไมโครคอนโทรลเลอร์จะติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมด้วยบัสแอดเดรส 13 บิต และบัสข้อมูลหน่วยความจำโปรแกรม 14 บิต ในขณะที่บัสสำหรับติดต่อกับหน่วยความจำข้อมูลรีจิสเตอร์ภายในเป็นแบบ 8 บิตทั้งบัสแอดเดรสและบัสข้อมูล นอกจากการจัดสภาปัตยกรรมแบบนี้แล้ว การกระทำคำสั่งทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC ยังใช้กระบวนการที่เรียกว่า ไปป์ไลน์ (pipeline)ทำให้สามารถเฟตช์คำสั่งถัดไป ในขณะที่กำลังเอ็กซิคิวต์คำสั่งในปัจจุบัน ส่งผลให้ความเร็วในการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์เพิ่มมากขึ้น นั่นจึงเป็นที่มาของความสามารถในการกระทำคำสั่ง 1 คำสั่ง ภายในสัญญาณนาฬิกา 1 ลูก (กระบวนการเฟตช์ (fetch) เป็นกระบวนการเรียกคำสั่งออกจากหน่วยความจำโปรแกรมแล้วทำการแปลคำสั่งนั้นให้เป็รหัสเลขฐานสิบหกเพื่อให้ซีพียูเข้าใจ ส่วนกระบวนการเอ็กซิคิวต์ (execute) เป็นการกระทำคำสั่งให้เกิดผลลัพธ์ตามที่คำสั่งนั้นๆกำหนด) สำหรับกระบวนการไปป์ไลน์แสดงดังรูปที่1-2 เมื่อเริ่มต้นกระทำคำสั่งที่ 1 ซีพียูจะเป็นเฟตช์คำสั่งจากหน่วยความจำโปรแกรมที่แอดเดรส n จากนั้นทำการเอ็กซิคิวต์ในไซเกิลต่อมา และที่ไซเกิลของการเอ็กซิคิวซ์คำสั่งที่แอดเดรส n นั้น ซีพียูก็จะเริ่มต้นเฟตช์คำสั่งจากแอดเดรส n+1 ทันที เมื่อเอ็กซิคิวต์คำสั่งที่แอดเดรส n เรียบร้อย ซีพียูก็จะสามารถเอ็กซิคิวต์คำสั่งที่แอดเดรส n+1 ต่อเนื่องกันไปได้ในทันที และในทำนองเดียวกัน ขณะที่กำลังเอ็กซิคิวต์คำสั่งแอดเดรส n+1 ซีพียูก็จะดำเนินการเฟตช์คำสั่งที่แอดเดรส n+2 ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.1 คุณสมบัติทางเทคนิคของ PIC 16F877A

คุณสมบัติหลัก

- ซีพียูเป็นแบบ RISC (Reduced Instruction – Set Computer) มีคำสั่งใช้งานเพียง 35 คำสั่ง
- สามารกระทำคำสั่งโดยใช้สัญญาณเพียงหนึ่งลูก ยกเว้นคำสั่งการกระโดด
- ความถี่สัญญาณนาฬิกา ตั้งแต่ไฟตรงถึง 20MHz
- หน่วยความจำโปรแกรม 8 กิโลเวิร์ด
- หน่วยความจำข้อมูลแรมหรือรีจิสเตอร์ 368 ไบต์
- ขนาดหน่วยความจำข้อมูลอีอีพรอม 256 ไบต์
- ตอบสนองแหล่งกำเนิดอินเตอร์รัปสูงสุดถึง 15 แหล่งขึ้นกับเบอร์ของไมโครคอนโทรลเลอร์
- มีสแต็ก 8 ระดับ
- มีวงจรเพาเวอร์ออนรีเซต (POR)
- มีเพาเวอร์อัปไทเมอร์ (PWRT)และออสซิเลเตอร์สตาร์ตอัปไทเมอร์ (OST)
- มีวงจรวอตช์ด็อกไทเมอร์ (WDT) ที่มีวงจรออสซิลเลเตอร์ในตัว ทำให้มีความน่าเชื่อถือในการทำงานสูง
- เลือกป้องกันข้อมูลทั้งในหน่วยความจำโปรแกรมและหน่วยความจำข้อมูลสามารถเลือกระดับการป้องกันได้
- มีโหมดประหยัดพลังงาน
- สามารถโปรแกรมโดยใช้แรงดัน +5V
- แก้ไขข้อมูลในหน่วยความจำโปรแกรมด้วยกระบวนการ ICD (In-circuit Debugger) ผ่านพอร์ตเพียง 2 ขา
- ซีพียูสามารถอ่านและเขียนหน่วยความจำโปรแกรมได้
- ไฟเลี้ยง +2 V ถึง +5.5 V
- กระแสซิงก์และซอร์สของพอร์ต 25mA
- การใช้พลังงานไฟฟ้าในกรณีไม่ขับโหลด

  น้อยกว่า 2mA ที่ไฟเลี้ยง +5V และสัญญาณนาฬิกา 4MHz

  20 μA ที่ไฟเลี้ยง +3V และสัญญาณนาฬิกา 32 kHz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

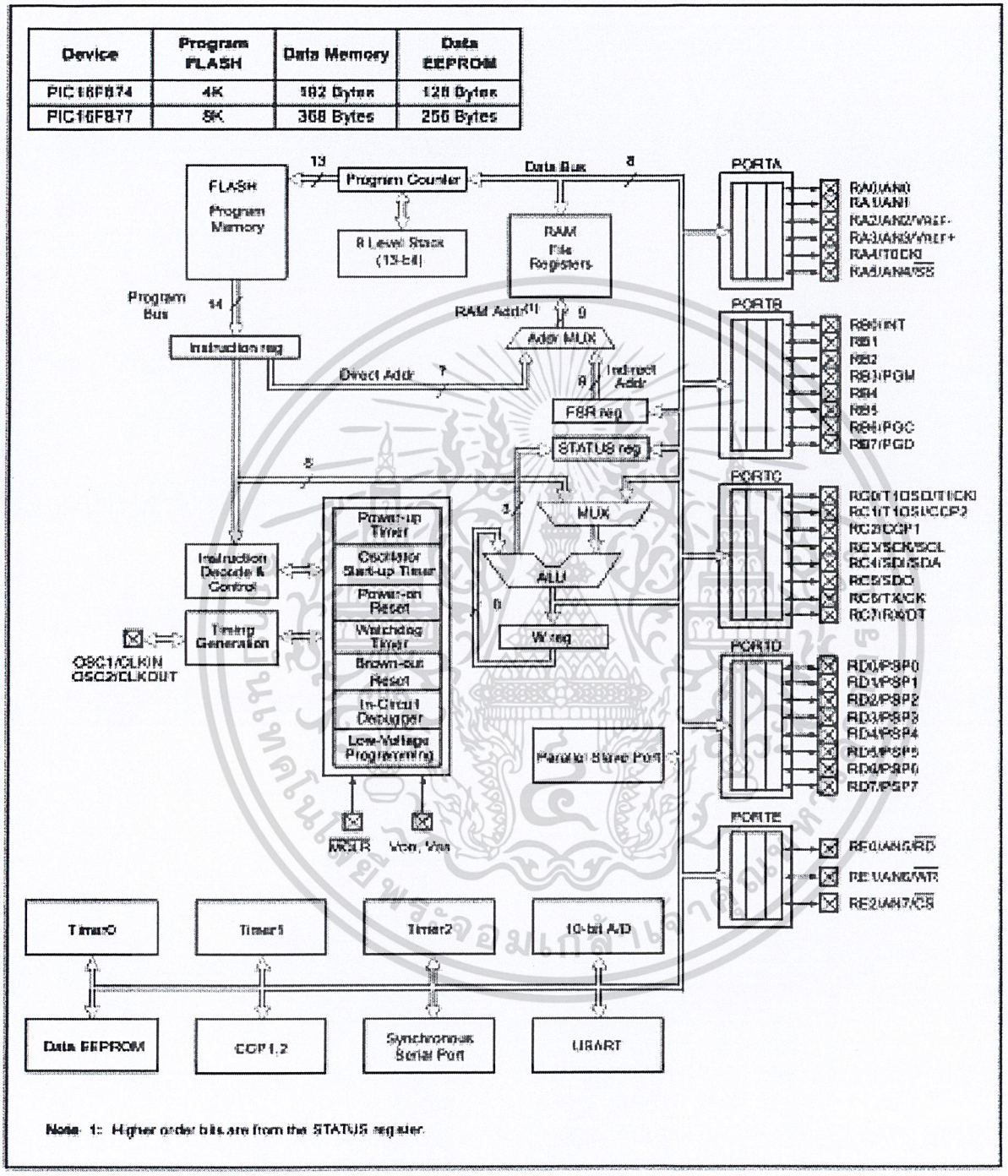
น้อยกว่า 1μA ในโหมดประหยัดหรือสแตนด์บาย

คุณสมบัติพิเศษเพิ่มเติม

- ไทเมอร์ 3 ตัว คือ ไทเมอร์ 0 ขนาด หรือ 8 บิต มีปรีสเกลขนาด 8 บิตในตัว, ไทเมอร์ 1 ขนาด 16 บิต พร้อมปรีสเกลเลอร์ และไทเมอร์ 2 ขนาด 8 บิต มีปรีสเกลเลอร์, โพสต์สเกลเลอร์ และรีจิสเตอร์คาบเวลา (period register) ขนาด 8 บิตในตัว
- มีโมดูล CCP 2 ชุด โดย

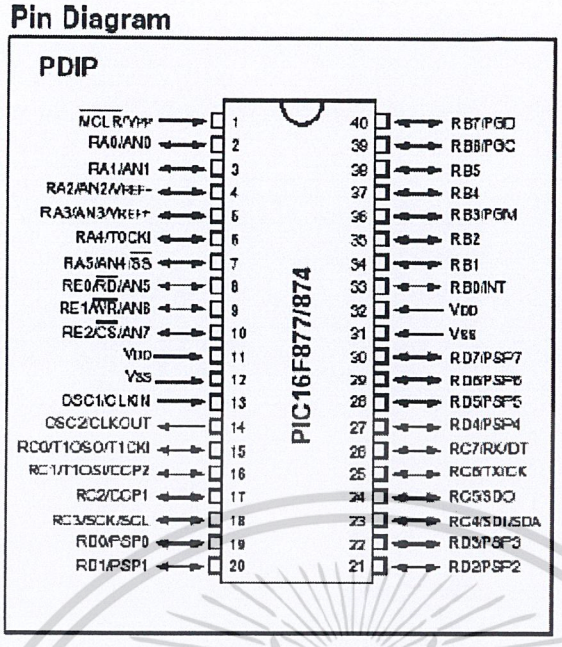
  ส่วนตรวจจับสัญญาณหรือแคปเจอร์ (Capture) มีขนาด 16 บิต ความละเอียดสูงสุด 12.5 นาโนวินาที วงจร PWM มีความละเอียดสูงสุด 10 บิต
- มีวงจรแปลงสัญญาณอะนาลอกเป็นดิจิตอล 10 บิต (5 ช่องสำหรับรุ่น 28 ขาและ 8 ช่องสำหรับรุ่น 40 ขา)
- วงจรเชื่อมต่ออุปกรณ์ทั้ง SPI และบัส I^2C
- วงจรสื่อสารข้อมูลอนุกรม (USART) พบพร้อมการตรวจจับแอดเดรส 9 บิต
- มีวงจรตรวจจับระดับแรงดันไฟเลี้ยง (บราวเอาต์ดีเท็กชั่น : Brown-out detection) เพื่อการรีเซตซีพียูหรือ เรียกว่า บราวเอาต์รีเซต (Brown-out reset : BOR)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่3.1 แสดงสถาปัตยกรรมภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC 16F877

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่3.2 แสดงตัวถังของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC 16F877 และการจัดว่างตำแหน่งขาสัญญาณต่างๆ

ขาสัญญาณของ PIC 16F877 นี้จะมีทั้งหมด 40 ขา จะประกอบไปด้วยขาที่ทำหน้าที่ต่างๆ โดยจะมีขาสัญญาณ I/O Ports ทั้งหมดจำนวน 33 ขา โยสามารถนำไปใช้เป็นอินพุต/เอาต์พุตได้ทั้งหมดทุกขา ยกเว้นขา RA4 ซึ่งโครงสร้างภายในเป็นแบบ Open Drain ดังนั้นหากต้องการนำไปใช้เป็นขาสัญญาณเอาต์พุต จะต้องต่อตัวต้านทานพลูอัพไว้ด้วย ส่วนขาที่เหลือสามาถรใช้งานได้ตามปกติ นอกจากขาสัญญาณ I/Oแล้ว ยังประกอบไปด้วยขาสัญญาณส่วนอื่นๆอีก คือ ขาไฟเลี้ยง ,ขารีเซต ,กราวด์ และขาออสซิเลเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางแสดงรายละเอียดการทำงานในแต่ละขาสัญญาณของไมโครคอนโทรลเลอร์

ชื่อขา	ตำแหน่งขา	ชนิดของขา	ชนิดของวงจรบัพเฟอร์	รายละเอียดการทำงาน
OSC1/CLKIN	13	อินพุต	ชมิตต์ทริกเกอร์/ซีมอส	ขาต่อคริสตัล/รับสัญญาณนาฬิกาจากภายนอก
OSC2/CLKOUT	14	เอาต์พุต	-	ขาต่อคริสตัล/ในโหมดRนขาเอาต์พุตสัญญาณนาฬิกาความถี่ ¼ ของสัญญาณที่ขา OSC1
$\overline{MCLR}/V_{PP}$	1	อินพุต	ชมิตต์ทริกเกอร์	- ขาสัญญาณรีเซตหลัก (Master Clear Input) ทำงานที่ลอจิก “0” - ขารับแรงดันโปรแกรม (programming voltage)
ขาพอร์ต A เป็นขาพอร์ต 2 ทิศทาง				
RA0/AN0	2	อินพุต/เอาต์พุต	ทีทีแอล/อะนาลอก	- ขาพอร์ต RA0 - อินพุตวงจรแปลงสัญญาณอะนาลอกเป็นดิจิตอล ช่อง 0
RA1/AN1	3	อินพุต/เอาต์พุต	ทีทีแอล/อะนาลอก	- ขาพอร์ต RA1 - อินพุตวงจรแปลงสัญญาณอะนาลอกเป็นดิจิตอล ช่อง 1
RA2/AN2/ V_{REF-}/CV_{REF}	4	อินพุต/เอาต์พุต	ทีทีแอล/อะนาลอก	- ขาพอร์ต RA2 - อินพุตวงจรแปลงสัญญาณอะนาลอกเป็นดิจิตอล ช่อง2 - อินพุตแรงดันอ้างอิงลบของวงจรแปลงสัญญาณอะนาลอกเป็นดิจิตอล - เอาต์พุตแรงดันอ้างอิงของโมดูลแรงดันอ้างอิง
RA3/AN3/ $V_{REF}+$	5	อินพุต/เอาต์พุต	ทีทีแอล/อะนาลอก	- ขาพอร์ต RA3 - อินพุตวงจรแปลงสัญญาณอะนาลอกเป็นดิจิตอลช่อง 3 - อินพุตแรงดันอ้างอิงบวกของวงจรแปลงสัญญาณอะนาลอกเป็นดิจิตอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

RA4/TOCK1/C 1OUT*	6	อินพุต/ เอาต์พุต	ชมิตต์ทริกเกอร์	- ขาพอร์ต RA4 กรณีใช้พอร์ตเอาต์พุตมีโครงสร้างแบบเดรนเปิด - อินพุตสัญญาณนาฬิกาของไทเมอร์ 0 - เอาต์พุตวงจรเปรียบเทียบแรงดันอะนาลอกช่อง 1
ชื่อขา	ตำแหน่งขา	ชนิดของขา	ชนิดของวงจรบัพเฟอร์	รายละเอียดการทำงาน
RA5/AN4/$\overline{SS}$/ C2OUT*	7	อินพุต/ เอาต์พุต	ทีทีแอล/อะนาลอก	- ขาพอร์ต RA5 - อินพุตวงจรแปลงสัญญาณอะนาลอกเป็นสัญญาณดิจิตอลช่อง4 - ขาสัญญาณ Slave Select ใช้ในการสื่อสารข้อมูลอนุกรมแบบซิงโครนัส - เอาต์พุตวงจรเปรียบเทียบแรงดันอะนาลอกช่อง 2
ขาพอร์ต B เป็นขาพอร์ต 2 ทิศทาง สามารถกำหนดให้ต่อตัวต้านทานพูลอัปภายในเมื่อทำงานเป็นอินพุตได้ทางซอฟต์แวร์				
RB0/INT	33	อินพุต/ เอาต์พุต	ทีทีแอล/ชมิตต์ทริกเกอร์	- ขาพอร์ต RB0 - อินพุตรับสัญญาณอินเตอร์รัปจากภายนอก
RB1	34	อินพุต/ เอาต์พุต	ทีทีแอล	- ขาพอร์ต RB1
RB2	35	อินพุต/ เอาต์พุต	ทีทีแอล	- ขาพอร์ต RB2
RB3/LVP	36	อินพุต/ เอาต์พุต	ทีทีแอล	- ขาพอร์ต RB3 - อินพุตรับแรงดันโปรแกรมต่ำ (+5V) ถ้าเอ็นเอเบิลไว้
RB4	37	อินพุต/ เอาต์พุต	ทีทีแอล	- ขาพอร์ต RB4 และสามารถเกิดอินเตอร์รัปเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงลอจิกขึ้นที่ขานี้ หากเอ็นเอเบิลไว้
RB5	38	อินพุต/	ทีทีแอล	- ขาพอร์ต RB5 และสามารถเกิดอินเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

		เอาต์พุต		รับเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงลอจิกขึ้นที่ขานี้ หากเอ็นเอเบิลไว้
RB6/PGC	39	อินพุต/เอาต์พุต	ทีทีแอล/ชมิตต์ทริกเกอร์	- ขาพอร์ต RB6 - เป็นขาสัญญาณนาฬิกาของการดีบักในวงจร (ICD) - สามารถเกิดอินเตอร์รัปเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงลอจิกขึ้นที่ขานี้ หากเอ็นเอเบิลไว้
RB7/PGD	40	อินพุต/เอาต์พุต	ทีทีแอล/ชมิตต์ทริกเกอร์	- ขาพอร์ต RB7 - เป็นขาสัญญาณข้อมูลของการดีบักในวงจร (ICD) - สามารถเกิดอินเตอร์รัปเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงลอจิกขึ้นที่ขานี้ หากเอ็นเอเบิลไว้
ขาพอร์ต C เป็นขาพอร์ต 2 ทิศทาง				
RC0/T1OSO/T1CKI	15	อินพุต/เอาต์พุต	ชมิตต์ทริกเกอร์	- ขาพอร์ต RC0 - เอาต์พุตวงจรออสซิลเลเตอร์ของไทเมอร์ 1 - อินพุตสัญญาณนาฬิกาของไทเมอร์ 1
ชื่อขา	ตำแหน่งขา	ชนิดของขา	ชนิดของวงจรบัพเฟอร์	รายละเอียดการทำงาน
RC1/T1OSI/CCP2	16	อินพุต/เอาต์พุต	ชมิตต์ทริกเกอร์	- ขาพอร์ต RC1 - อินพุตวงจรออสซิลเลเตอร์ของไทเมอร์ 1 - อินพุตวงจรแคปเจอร์/เอาต์พุตวงจรเปรียบเทียบ/เอาต์พุต PWM สำหรับโมดูล CCP2
RC2/CCP1	17	อินพุต/เอาต์พุต	ชมิตต์ทริกเกอร์	- ขาพอร์ต RC2 - อินพุตวงจรแคปเจอร์/เอาต์พุตวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

				เปรียบเทียบ/เอาต์พุต PWM สำหรับโมดูล CCP1
RC3/SCK/SCL	18	อินพุต/เอาต์พุต	ชมิตต์ทริกเกอร์	- ขาพอร์ต RC3 - ขาสัญญาณนาฬิกาของวงจร SPI และระบบบัส I^2C
RC4/SDI/SDA	23	อินพุต/เอาต์พุต	ชมิตต์ทริกเกอร์	- ขาพอร์ต RC4 - ขาข้อมูลอินพุตวงจร SPI - ขาข้อมูลอนุกรมระบบบัส I^2C
RC5/SDO	24	อินพุต/เอาต์พุต	ชมิตต์ทริกเกอร์	- ขาพอร์ต RC5 - ขาข้อมูลเอาต์พุตของวงจร SPI
RC6/TxD	25	อินพุต/เอาต์พุต	ชมิตต์ทริกเกอร์	- ขาพอร์ต RC6 - ขาเอาต์พุตวงจร USART สำหรับเชื่อมต่อพอร์ตอนุกรม
RC7/RxD	26	อินพุต/เอาต์พุต	ชมิตต์ทริกเกอร์	- ขาพอร์ต RC7 - ขาอินพุตวงจร USART สำหรับเชื่อมต่อพอร์ตอนุกรม
ขาพอร์ต D เป็นขาพอร์ต 2 ทิศทาง สามารถใช้เป็นส่วนขยายพอร์ตแบบขนานเพื่อติดต่อกับระบบบัสอื่น				
RD0/PSP0	19	อินพุต/เอาต์พุต	ชมิตต์ทริกเกอร์/ทีทีแอล	- ขาพอร์ต RD0 - ขาขยายพอร์ตแบบขนานบิต 0
RD1/PSP1	20	อินพุต/เอาต์พุต	ชมิตต์ทริกเกอร์/ทีทีแอล	- ขาพอร์ต RD1 - ขาขยายพอร์ตแบบขนานบิต 1
RD2/PSP2	21	อินพุต/เอาต์พุต	ชมิตต์ทริกเกอร์/ทีทีแอล	- ขาพอร์ต RD2 - ขาขยายพอร์ตแบบขนานบิต 2
RD3/PSP3	22	อินพุต/เอาต์พุต	ชมิตต์ทริกเกอร์/ทีทีแอล	- ขาพอร์ต RD3 - ขาขยายพอร์ตแบบขนานบิต 3
RD4/PSP4	27	อินพุต/เอาต์พุต	ชมิตต์ทริกเกอร์/ทีทีแอล	- ขาพอร์ต RD4 - ขาขยายพอร์ตแบบขนานบิต 4
RD5/PSP5	28	อินพุต/เอาต์พุต	ชมิตต์ทริกเกอร์/ทีทีแอล	- ขาพอร์ต RD5 - ขาขยายพอร์ตแบบขนานบิต 5
ชื่อขา	ตำแหน่งขา	ชนิดของขา	ชนิดของวงจรบัฟเฟอร์	รายละเอียดการทำงาน
RD6/PSP6	29	อินพุต/	ชมิตต์ทริกเกอร์/	- ขาพอร์ต RD6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

		เอาต์พุต	ทีทีแอล	- ขาขยายพอร์ตแบบขนานบิต 6
RD7/PSP7	30	อินพุต/ เอาต์พุต	ชมิตต์ทริกเกอร์/ ทีทีแอล	- ขาพอร์ต RD7 - ขาขยายพอร์ตแบบขนานบิต 7
ขาพอร์ต E เป็นขาพอร์ต 2 ทิศทาง				
RE0/AN5/$\overline{RD}$	8	อินพุต/ เอาต์พุต	ชมิตต์ทริกเกอร์/ ทีทีแอล	- ขาพอร์ต RE0 - อินพุตวงจรแปลงสัญญาณอะนาลอกเป็นดิจิตอล ช่อง 5 - ขาสัญญาณ $\overline{RD}$ สำหรับส่วนขยายพอร์ตแบบขนาน
RE1/AN6/$\overline{WR}$	9	อินพุต/ เอาต์พุต	ชมิตต์ทริกเกอร์/ ทีทีแอล	- ขาพอร์ต RE1 - อินพุตวงจรแปลงสัญญาณอะนาลอกเป็นดิจิตอล ช่อง 6 - ขาสัญญาณ $\overline{WR}$ สำหรับส่วนขยายพอร์ตขนาน
RE2/AN7/$\overline{CS}$	10	อินพุต/ เอาต์พุต	ชมิตต์ทริกเกอร์/ ทีทีแอล	- - ขาพอร์ต RE2 - อินพุตวงจรแปลงสัญญาณอะนาลอกเป็นดิจิตอล ช่อง 7 - ขาสัญญาณ $\overline{CS}$ สำหรับส่วนขยายพอร์ตขนาน
ขาต่อไฟเลี้ยง				
V_{DD}	11,32	อินพุต	-	- ขาต่อไฟเลี้ยง ใช้ได้ตั้งแต่ +2 ถึง +5.5V
V_{SS}	12,31	อินพุต	-	- ขาต่อกราวด์

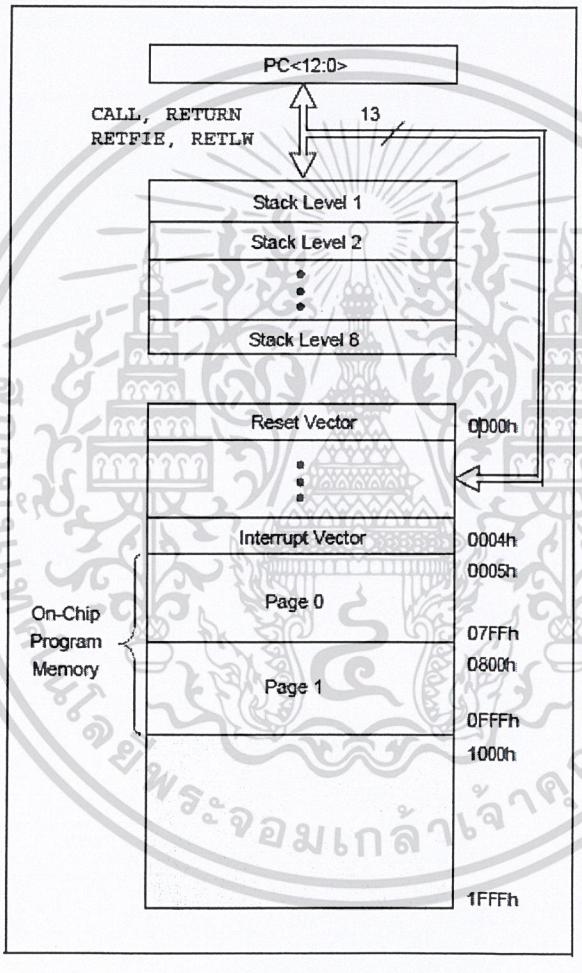
หมายเหตุ

- อินพุตของวงจรบัพเฟอร์จะเป็นแบบชมิตต์ทริกเกอร์ เมื่อใช้งานเป็นขาอินพุตรับสัญญาณอินเตอร์รัปจากภายนอก
- อินพุตของวงจรบัพเฟอร์จะเป็นแบบชมิตต์ทริกเกอร์ เมื่อทำงานในโหมดโปรแกรมข้อมูลอนุกรม (Serial programming mode)
- อินพุตของวงจรบัพเฟอร์จะเป็นแบบชมิตต์ทริกเกอร์ เมื่อกำหนดให้ทำงานเป็นขาพอร์ตปกติ และเป็นแบบทีทีแอลเมื่อกำหนดให้ทำงานเป็นส่วนขยายแบบพอร์ตขนาน สำหรับเชื่อมต่อกับระบบไมโครโปรเซสเซอร์อื่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การจัดการกับหน่วยความจำส่วนโปรแกรม

ใน PIC 16F877A มีโปรแกรมเคาน์เตอร์ (PC) ขนาด 13 บิต เพื่อกำหนดการเข้าถึงหน่วยความจำโปรกรม โดยใน PIC 16F877A มีขนาดของส่วนความจำโปรแกรม 18k x14 บิต(หรือ 8 กิโลเวิร์ด) เนื่องจากไมโครคอนโทรเลอร์ในอนุกรมนี้มีความจุของหน่วยความจำโปรแกรมค่อนข้างใหญ่จึงต้องจัดสรรเป็นเพจ(page) โดยในแต่ละเพจมรขนาด 2 กิโลเวิร์ด ทั้งนี้เนื่องจากชุดคำสั่งเกี่ยวกับการกระโดดของไมโครคอนโทลเลอร์ตระกลู PIC สามารถอ้างถึงตำแหล่งของหน่วยความจำสูงสุดได้ 2048 ตำแหน่ง



รูปที่ 3.3 แสดงการจัดสรรพื้นที่ของหน่วยความจำโปรแกรม

จากรูป แสดงการจัดสรรพื้นที่ของหน่วยความจำโปรแกรมของ PIC 16F877A การจัดสรรดังกล่าวเป็นการจัดสรรหน่วยความจำโปรแกรมซึ่งอยู่ในช่วง 0x000h-0x1FFFh สำหรับพื้นที่ 4 แอดเดรสแรกจะสงวนไว้เป็นที่เก็บค่าแอดเดรสรีเซตเวคเตอร์ซึ่งจัดสรรไว้ท่ตำแหน่ง 0x0000hและที่ตำแหน่ง 0x0004h เป็นที่เก็บค่าแอดเดรสอินเตอร์รัปต์เวคเตอร์ ดังนั้นในการเขียนโปรแกรมที่ดีควรกระโดดมาเริ่มต้นทำงานที่แอดเดรส 0x0005h จะเหมาะสมมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การอินเตอร์รัปต์

การอินเตอร์รัปต์(interrupt)หรือการขัดจังหวะการทำงานของซีพียู นับเป็นคุณสมบัติที่ต้องมีในไมโครคอนโทลเลอร์ เละเป็นคุณสมบัติที่มีความสำคัญเป็นอย่างมาก เมื่อนำไมโคคอลโทรเลอร์มาสร้างระบบควบคลุมอัตโนมัติ โดยมีเงื่อนไขของการเกิดอินเตอร์รัปต์เป็นจริง จะมีการเซตแฟลตนั้นๆขึ้น (ชื่อของแฟลตจะลงท้ายด้วยตัวอักษร F) จากนั้นจะตรวจสอบว่ามีการเอ็นเอเบิลการอินเตอร์รัปต์นั้นหรือไม่ (ชื่อของการเอ็นเอเบิลการอินเตอร์รัปต์จะเหมือนกับชื่อแฟลตแต่จะลงท้ายด้วยตัวอักษร E) เช่น หากเกิดสัญญาณอินเตอร์รัปต์เข้ามมาที่ขา RA2 แฟลก INTF จะเซต และถ้าหากมีการเอ็นเอเบิลการอินเตอร์รัปต์แบบนี้ ซึ่งตรวจสอบจากบิตINTF และมีการการเอ็นเอเบิลการอินเตอร์รัปต์รวมไว้ก็จะเกิดการการเอ็นเอเบิลการอินเตอร์รัปต์รวมไว้ก็จะเกิดการอินเตอร์รัปต์ขึ้นในระบบดังแสดงในรูป

R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-x
GIE	PEIE	TMR0IE	INTE	RBIE	TMR0IF	INTF	RBIF
bit 7							bit 0

รูปที่ 3.4 แสดงบิตของการเลือกอินเตอร์รัปต์

นั่นหมายความว่า การจะกำหนดให้เกิดอินเตอร์รัปต์ขึ้นได้ ต้องมีการเตรียมการ 4 ขั้นตอน คือ

1.การเอ็นเอเบิลการอินเตอร์รัปต์รวม โดยการเซตบิต GIE ในรีจิสเตอร์ INTCON มีแอดเดรสอยู่ที่ 0x0Bh/0x8Bh หารบิตนี้ไม่มีการเซต จะไม่มีการเกิดการอิเตอร์รัปต์ขึ้นได้ แม้ว่าเงื่อนไขในการอินเตอร์รัปต์ของแหล่งกำเนิดต่างๆ จะเป็นจริง และมีการเอ็นเอเบิลแหล่งกำเนิดอิเตอร์รัปต์แล้วก็ตาม

2. เอ็นเอเบิ้ลแหล่งกำเนิดอิเตอร์รัปต์

3.เขียนโปรแกรมบริการอิเตอร์รัปต์ โดยมีแอดเดรสอินเตอร์รัปต์เวคเตอร์อยู่ที่ 0x0004h

4.รอคอยให้เงื่อนไขการอินเตอร์รัปต์ในลักษณะต่างๆเกิดขึ้น

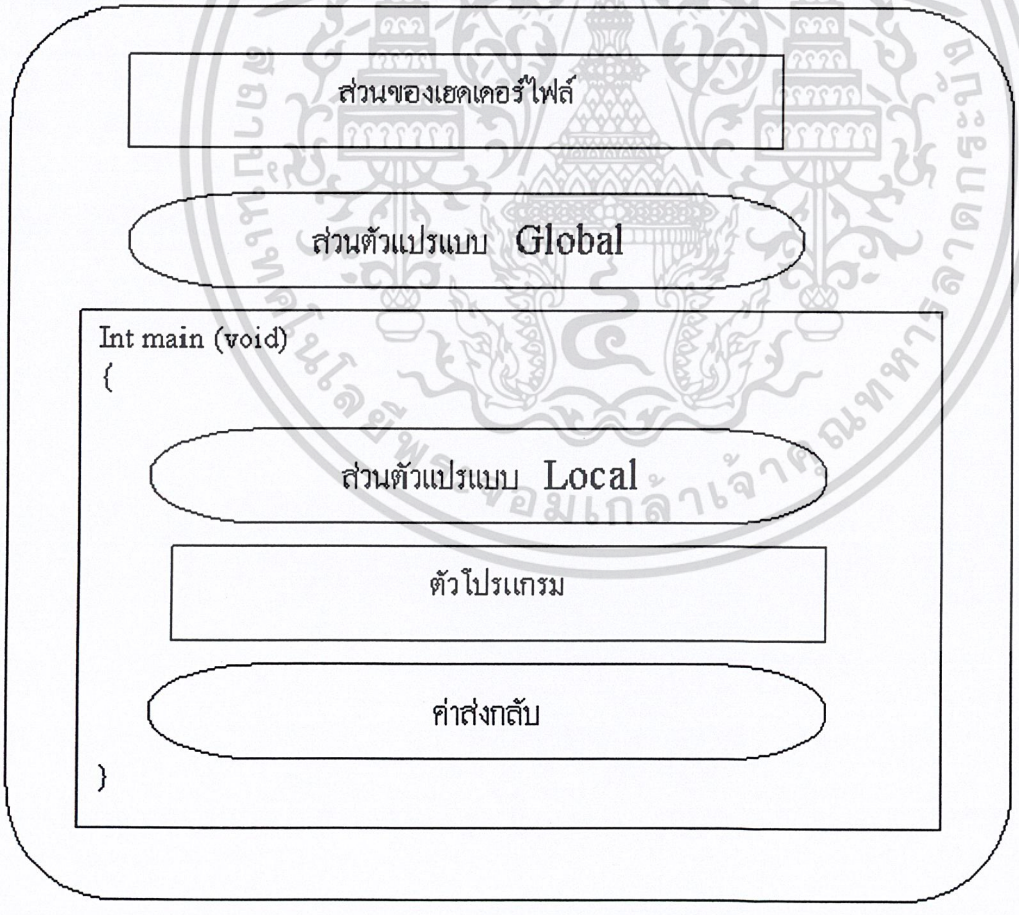
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 โครงสร้างของภาษา CCS

ภาษา C เป็นภาษาคอมพิวเตอร์ที่ถูกค้นคิดขึ้นโดย Denis Ritchie ในปี ค.ศ. 1970 โดยใช้ระบบปฏิบัติการของยูนิกซ์ (UNIX) นับจากนั้นมาก็ได้รับความนิยมเพิ่มขึ้นจนถึงปัจจุบัน ภาษา C สามารถติดต่อในระดับฮาร์ดแวร์ได้ดีกว่าภาษาระดับสูงอื่น ๆ ไม่ว่าจะเป็นภาษาเบสิกฟอร์แทน ขณะเดียวกันก็มีคุณสมบัติของภาษาระดับสูงอยู่ด้วย ด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงจัดได้ว่าภาษา C เป็นภาษาระดับกลาง (Middle –lever language) ภาษา C เป็นภาษาคอมพิวเตอร์ชนิดคอมไพล์ (compiled Language) ซึ่งมีคอมไพลเลอร์ (Compiler) ทำหน้าที่ในการคอมไพล์ (Compile) หรือแปลงคำสั่งทั้งหมดในโปรแกรมให้เป็นภาษาเครื่อง (Machine Language) เพื่อให้เครื่องคอมพิวเตอร์นำคำสั่งเหล่านั้นไปทำงานต่อไป

โครงสร้างของภาษา C

ทุกโปรแกรมของภาษา C มีโครงสร้างเป็นลักษณะดังรูป



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.1 เฮดเดอร์ไฟล์ (Header Files)

เป็นส่วนที่เก็บไลบรารี่มาตรฐานของภาษา C ซึ่งจะถูกดึงเข้ามารวมกับโปรแกรมในขณะที่กำลังทำการคอมไพล์ โดยใช้คำสั่ง

#include<ชื่อเฮดเดอร์ไฟล์> หรือ
#include "ชื่อเฮดเดอร์ไฟล์"

ตัวอย่าง

#include<stdio.h>

เฮดเดอร์ไฟล์นี้จะมีส่วนขยายเป็น .h เสมอ และเฮดเดอร์ไฟล์เป็นส่วนที่จำเป็นต้องมีอย่างน้อย 1 เฮดเดอร์ไฟล์ ก็คือ เฮดเดอร์ไฟล์ stdio.h ซึ่งจะเป็นที่เก็บไลบรารี่มาตรฐานที่จัดการเกี่ยวกับอินพุตและเอาท์พุต

3.4.2 ส่วนตัวแปรแบบ Global (Global Variables)

เป็นส่วนที่ใช้ประกาศตัวแปรหรือค่าต่าง ๆ ที่ให้ใช้ได้ทั้งโปรแกรม ซึ่งใช้ได้ทั้งโปรแกรม ซึ่งในส่วนไม่จำเป็นต้องมีก็ได้

3.4.3 ฟังก์ชัน (Functions)

เป็นส่วนที่เก็บคำสั่งต่าง ๆ ไว้ ซึ่งในภาษา C จะบังคับให้มีฟังก์ชันอย่างน้อย 1 ฟังก์ชั่นนั่นคือ ฟังก์ชั่น Main() และในโปรแกรม 1 โปรแกรมสามารถมีฟังก์ชันได้มากกว่า 1 ฟังก์ชั่น

3.4.4 ส่วนตัวแปรแบบ Local (Local Variables)

เป็นส่วนที่ใช้สำหรับประกาศตัวแปรที่จะใช้ในเฉพาะฟังก์ชันของตนเอง ฟังก์ชั่นอื่นไม่สามารถเข้าถึงหรือใช้ได้ ซึ่งจะต้องทำการประกาศตัวแปรก่อนการใช้งานเสมอ และจะต้องประกาศไว้ในส่วนนี้เท่านั้น

ตัวแปรโปรแกรม (Statements)

เป็นส่วนที่อยู่ถัดลงมาจากส่วนตัวแปรภายใน ซึ่งประกอบไปด้วยคำสั่งต่าง ๆ ของภาษา C และคำสั่งต่าง ๆ จะใช้เครื่องหมาย ; เพื่อเป็นการบอกให้รู้ว่าจบคำสั่งหนึ่ง ๆ แล้ว ส่วนใหญ่ คำสั่งต่าง ๆ ของภาษา C เขียนด้วยตัวพิมพ์เล็ก เนื่องจากภาษา C จะแยกความแตกต่างของตัวพิมพ์เล็กและพิมพ์ใหญ่หรือ Case Sensitive นั่นเอง ยกตัวอย่างใช้ Test, test หรือจะถือว่าเป็นตัวแปรคนละตัวกัน นอกจากนี้ภาษา C ยังไม่สนใจกับการขึ้นบรรทัดใหม่ เพราะฉะนั้นผู้ใช้สามารถพิมพ์คำสั่งหลายคำสั่งในบรรทัดเดียวกันได้ โดยไม่เครื่องหมาย ; เป็นตัวจบคำสั่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 ค่าส่งกลับ (Return Value)

เป็นส่วนที่บอกให้รู้ว่า ฟังก์ชันนี้จะส่งค่าอะไรกลับไปให้กับฟังก์ชั่นที่เรียกฟังก์ชั่น ซึ่งเรื่องนี้ผู้เขียนจะยกไปกล่าวในเรื่องฟังก์ชั่นอย่างละเอียดอีกทีหนึ่ง ของข้อความที่ต้องการ

ในการเขียนโปรแกรมภาษา C นั้น ผู้ใช้จะต้องกำหนดชนิดให้กับตัวแปรนั้นก่อนที่จะนำไปใช้งาน โดยผู้ใช้จะต้องรู้ว่าในภาษา C นั้นมีชนิดข้อมูลอะไรบ้าง เพื่อจะเลือกใช้ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม ในภาษา C จะมี 4 ชนิดข้อมูลมาตรฐาน ดังนี้

ชนิดข้อมูลแบบไม่มีค่า หรือ Void Type (Void)

ข้อมูลชนิดนี้ จะไม่มีค่าและจะไม่ใช้ในการกำหนดชนิดตัวแปร แต่ส่วนใหญ่จะใช้เกี่ยวกับฟังก์ชั่น ซึ่งจะขอยกไปอธิบายในเรื่องฟังก์ชั่น

ชนิดข้อมูลมูลแบบจำนวนเต็ม หรือ Integer Type (int)

เป็นชนิดข้อมูลที่เป็นตัวเลขจำนวนเต็ม ไม่มีทศนิยม ซึ่งภาษา C จะแบ่งข้อมูลชนิดนี้ออกได้เป็น 3 ระดับ คือ short int,int และ long int ซึ่งแต่ละระดับนั้นจะมีขอบเขตการใช้งานที่แตกต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 2-1

ชนิดข้อมูล	คิดเครื่องหมาย	ขนาด (ไบต์)	จำนวนบิต	ค่าน้อยที่สุด	ค่ามากที่สุด
Short int	คิด	2	16	-32,768	32,768
	ไม่คิด			0	65,535
Int (16 บิต)	คิด	2	16	-32,768	32,768
	ไม่คิด			0	65,535
Int (32 บิต)	คิด	4	32	-2,147,486,643	2,147,486,643
	ไม่คิด			0	4,294,967,295
Long int	คิด	4	32	-2,147,486,643	2,147,486,643
	ไม่คิด			0	4,294,967,295

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชนิดข้อมูลแบบอักษร หรือ Character Type (char)

ข้อมูลชนิดนี้ก็คือ ตัวอักษรตั้งแต่ A-Z เลข 0-9 และสัญลักษณ์ต่าง ๆ ตามมาตรฐาน ACSII (American Standard Code Information Interchange) ซึ่งเมื่อกำหนดให้กับตัวแปรแล้วตัวแปรนั้นจะรับค่าได้เพียง 1 ตัวอักษรเท่านั้น และสามารถรับข้อมูลจำนวนเต็มตั้งแต่ถึง 127 จะใช้ขนาดหน่วยความจำ 1 ไบต์หรือ 8 บิต

ชนิดข้อมูลแบบทศนิยม หรือ Floating Point Type (flat)

เป็นข้อมูลชนิดตัวเลขที่มีจุดทศนิยม ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 3 ระดับ คือ float, double และ long double แต่ละระดับนั้นจะมีขอบเขตที่แตกต่างกันในการใช้งาน ดังแสดงในตารางที่ 2-2

ตารางที่ 2-2 แสดงรายละเอียดของชนิดข้อมูลแบบทศนิยม

ชนิดข้อมูล	ขนาด(ไบต์)	จำนวนบิต	ค่าที่น้อยที่สุด
float	4	32	-38 38 3.4-10 ถึง 3.4-10
double	8	64	-308 308 1.7*10 ถึง 1.7*10
long double	10	80	-4932 4932 3.4*10 ถึง 1.1*10

3.6 Statements

statements ในภาษา c คือ คำสั่งต่าง ไ ที่ประกอบขึ้นจนเป็นตัวโปรแกรม ซึ่งในภาษา c นั้นได้แบ่งออกเป็น 6 แบบ คือ Expression Statement และ Compound Statement ณ.ที่นี้จะมีด้วยกัน 2 แบบ

1. Expression Statement หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า Single Statement ซึ่ง Statement แบบนั้นจะต้องมีเครื่องหมาย; หลังจาก statement เมื่อภาษา C พบเครื่องหมาย ; จะทำให้มันรู้ว่าจบชุดคำสั่งแล้ว แล้วจึงข้ามไปทำ Statement ชุดต่อไป

```
a = 2;
```

หรือ

```
printf("x contains %d, y contains %d\n",x,y);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

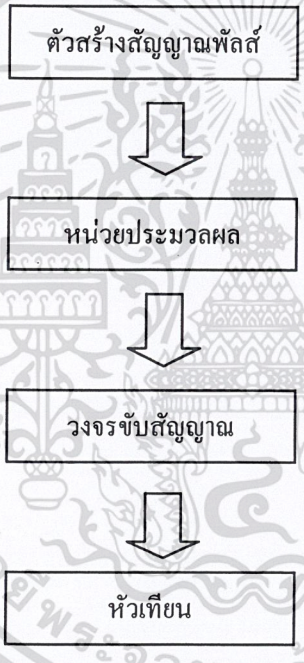
Compound Statement คือ ชุดคำสั่งที่มีคำสั่งต่าง ๆ รวมอยู่ด้านใน Block ซึ่งจะใช้เครื่องหมาย {เป็นการเปิดชุดคำสั่ง และใช้} เป็นตัวปิดชุดคำสั่ง ตัวอย่างที่เห็นได้ชัดเจนสำหรับ Statement แบบนี้ คือ ตัวฟังก์ชั่น Main โดยทั่ว ๆ ไปในภาษา C Compound Statement จะเป็นตัวฟังชั่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
หลักการออกแบบวงจรจุดระเบิดหัวเทียน

4.1 หลักการเบื้องต้น

จากบล็อกไดอะแกรมการทำงานเบื้องต้น เริ่มจากการสร้างสัญญาณพัลส์จุดระเบิด จากนั้นเลือกจำนวนครั้งของการจุดระเบิด แล้วผ่านหน่วยประมวลผล โดยหน่วยประมวลผลจะทำการคำนวณช่วงเวลาการจุดระเบิดและให้สัญญาณออกมาสัมพันธ์กับจังหวะเวลาการจุดระเบิดจริง หลังจากนั้นสัญญาณที่ได้จะผ่านวงจรขับสัญญาณเพื่อจุดระเบิดหัวเทียนต่อไป



รูปที่4.1บล็อกไดอะแกรมของวงจรจุดระเบิดหัวเทียน

4.2 การจำลองสัญญาณจุดระเบิด

ในการจำลองสัญญาณ จะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นตัวสร้างสัญญาณพัลส์ที่เปลี่ยนแปลงตามความเร็วรอบ เพื่อส่งไปยังส่วนประมวลผล โดยเริ่มจากการป้อนแรงดันอินพุทปรับค่าได้ตั้งแต่ 0-5 โวลต์ เข้าสู่ไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิตอล และนำไปสร้างพัลส์ ที่ลักษณะของสัญญาณที่ส่งไปจะถูกออกแบบจากการคำนวณของความเร็วรอบ โดยกำหนดให้ช่วงจังหวะของการจุดระเบิดในระยะหมุนเพลาข้อเหวี่ยงใช้เวลา 7 ms ทุกๆ ความเร็วรอบ และช่วงของการรอจังหวะการจุดระเบิดจะใช้เวลาจากการคำนวณความเร็วรอบที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ในที่นี้จะกำหนดความเร็วรอบตั้งแต่ 0-6000 RPM โดยเปลี่ยนแปลงในทุกๆ 100 RPM

เนื่องจากใน 1 รอบเครื่องยนต์ (ดูด-อัด-ระเบิด-คาย) = 2 รอบเพลาข้อเหวี่ยง (720 องศา) ดังนั้น

ความถี่ Hz (รอบ/วินาที) = 1 / เวลา

ใน 1 รอบเครื่อง = ความถี่ (Hz) / 2

เวลาในช่วงการรอจังหวะการจุดระเบิด จะใช้เวลา

เวลา = 1 / ความถี่ (Hz)

ถ้าความเร็วรอบสูงสุดคือ 6000 (รอบ/นาที) = 6000 / 60

= 100 Hz (รอบ/ วินาที)

ใน 1 รอบเครื่องยนต์ = 100 / 2

= 50 Hz (รอบ/วินาที)

ดังนั้นไมโครคอนโทรลเลอร์จะสร้างสัญญาณพัลส์ที่มีความถี่ตั้งแต่ 0-6000 RPM หรือ 0-50 Hz

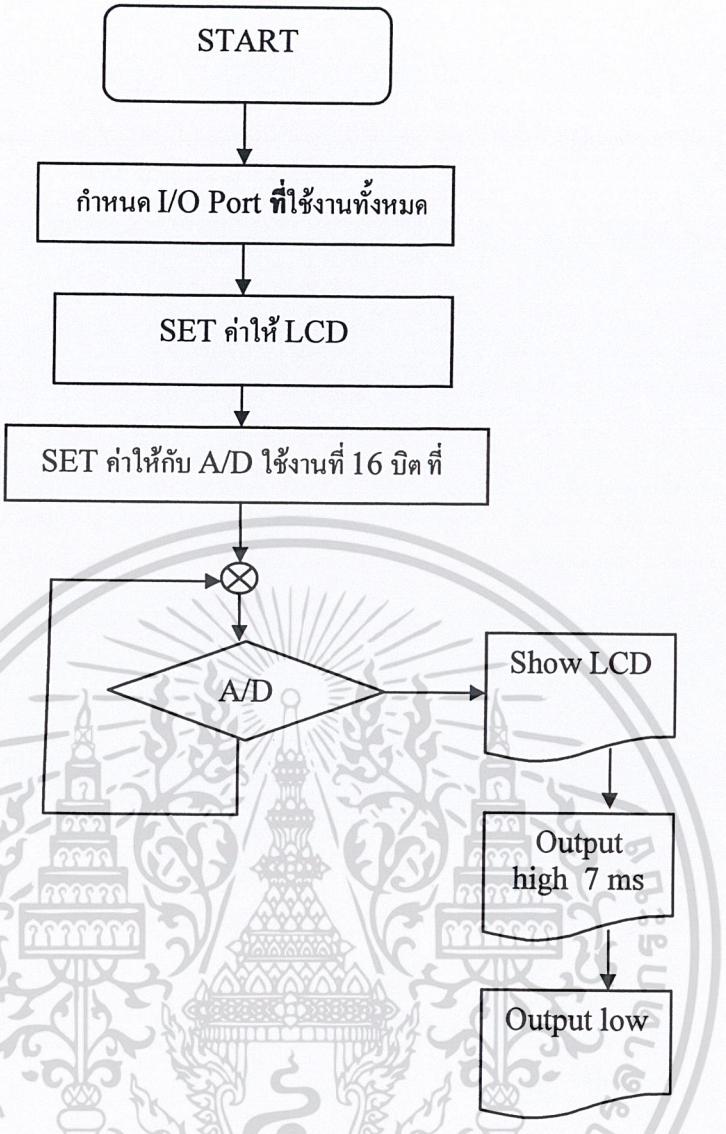
และเวลาที่ได้ = 1 / 50

= 20 ms

โดยวงจรจำลองสัญญาณนี้จะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877a โดยจะใช้ตัวแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิตอล (A/D) ที่อยู่ภายใน และนำตัวต้านทานปรับค่าได้มาต่อเข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยหลักการออกแบบนี้จะใช้แรงดันที่เปลี่ยนไปจากการปรับค่าตัวต้านทาน มาป้อนให้กับ A/D ของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877a และให้ A/D เปลี่ยนค่าแรงดันที่ได้มาเป็นสัญญาณดิจิตอล และจะนำข้อมูลที่ได้นั้นมาเป็นตัวกำหนดสัญญาณพัลส์จุดระเบิด

หลักการที่ใช้เขียนโปรแกรม คือ ในส่วนของ ฟังก์ชั่น main ใช้วิธีการ Polling เพื่ออ่านค่าจาก A/D โดยใช้ความละเอียดของ A/D เป็น 16 บิต และจากนั้นในส่วนของการสร้างสัญญาณความถี่ตั้งแต่ 0-50 Hz ที่ใช้เป็นสัญญาณอ้างอิงจะใช้คำสั่ง Delay เป็นตัวกำหนดค่าตามที่คำนวณได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป Flowchart แสดงการทำงานของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

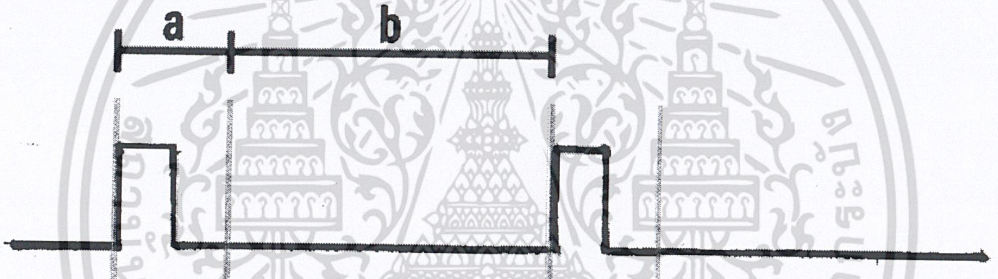
4.2 ส่วนประมวลผลสัญญาณ

ในส่วนของหน่วยประมวลผลเราจะใช้ picf877a 2 ตัวโดยใช้ master และ slave โดยจะเป็นการรับส่งข้อมูลแบบ i2c เมื่อได้รับสัญญาณพัลส์จุดระเบิดมาก็จะทำการสร้างพัลส์ตามต้องการ โดยในส่วนของหน่วยประมวลผลจะได้รับสัญญานมาจากส่วนจำลองสัญญาณ โดยมีขั้นตอนคือ

- รับสัญญาณมาจากส่วนจำลองสัญญาณ
- ทำการจับสัญญาณวัดความถี่และความเร็วรอบเครื่องยนต์ที่เข้ามาได้
- ทำการส่งค่าความเร็วรอบเครื่องยนต์ไปเพื่อที่จะสร้างสัญญาณจุดระเบิด
- ทำการจุดระเบิด

หลักการทำงานของ 16f877a ที่ใช้ในส่วนของหน่วยประมวลผล

ส่วนของการประมวลผลจะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ 16f877a ประมวลผลสัญญาณที่ได้มาจากส่วนจำลองสัญญาณ โดยมีหลักการคือ



รูปที่ 4.1 แสดงถึงเวลาในการจุดเครื่องยนต์ 4 จังหวะ

ในส่วนของรูป 4.1 ทำให้ทราบว่า คาบเวลาของเครื่องยนต์ 4 จังหวะ คือ คาบเวลาของ a+b โดยที่ถ้าเราต้องการคาบเวลาเฉพาะช่วงของการจุดระเบิด คือ คาบเวลา a การคำนวณเราสามารถคำนวณคาบเวลาการจุดระเบิดได้

โดยในส่วนของการจับความถี่และความเร็วรอบเครื่องยนต์ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ 16f877a โดยในการวัดความถี่และ rpm เราจะทำได้โดย จากรูปที่ 4.1 ทำการจับเวลาเมื่อสัญญาณเข้ามาที่ขาแรกและให้บันทึกค่าเวลาไว้และทำการจับเวลาสัญญาณขาขึ้นของลูกที่สอง และ นำมาลบจะได้ค่า ความถี่ที่วัดได้

$$T_{\text{ที่วัดได้}} = T_{\text{ขอบขาขึ้นลูกที่ 2}} - T_{\text{ขอลขาขึ้นลูกที่/1}}$$

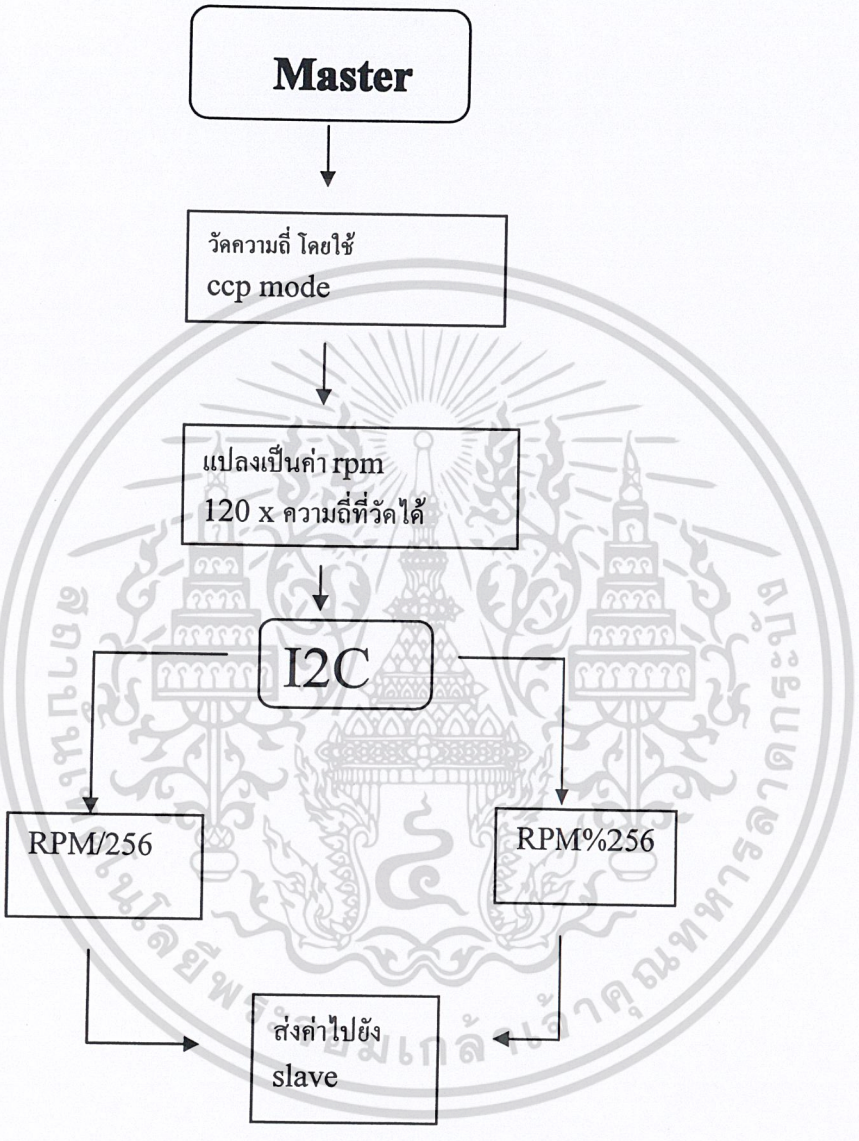
$$F = 1/T_{\text{ที่วัดได้}}$$

$$Rpm = 120 \times F$$

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

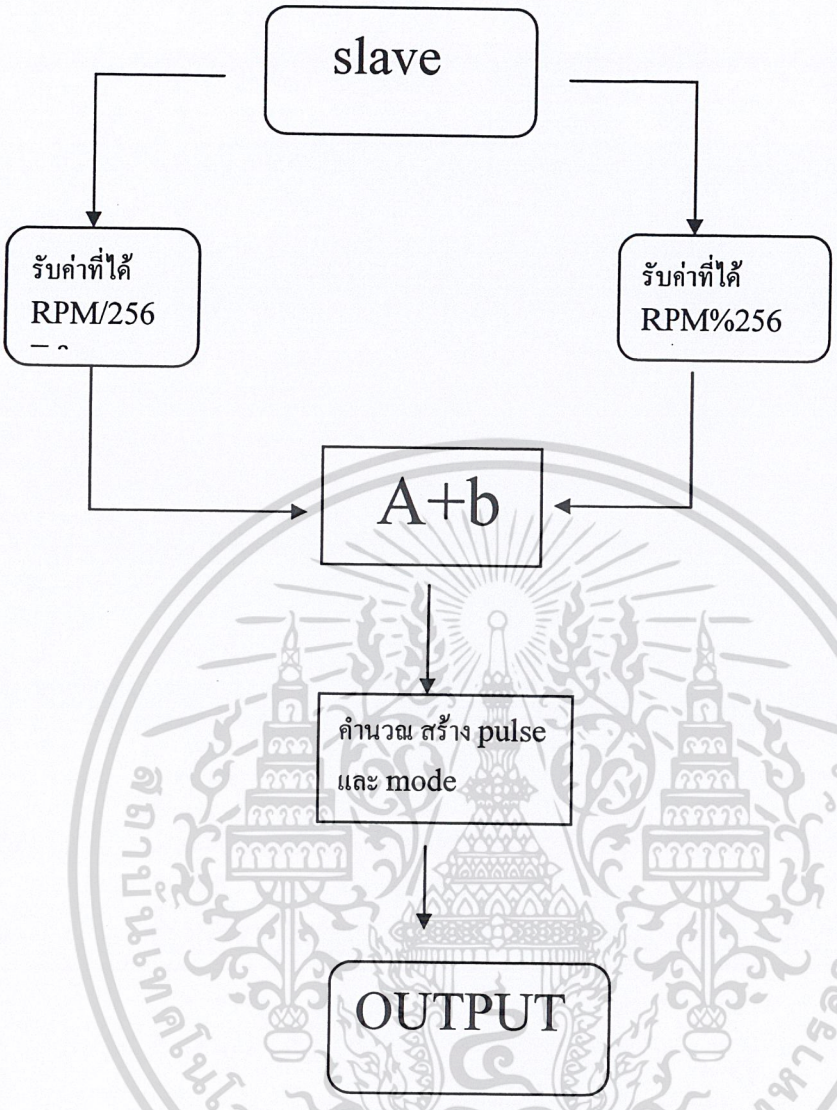
Master

ใช้ไมโครคอนโทรลเลอในการจับสัญญานวัดค่า rpm ที่ได้รับเพื่อที่จะส่งสัญญาณ ให้แก่ตัว slave

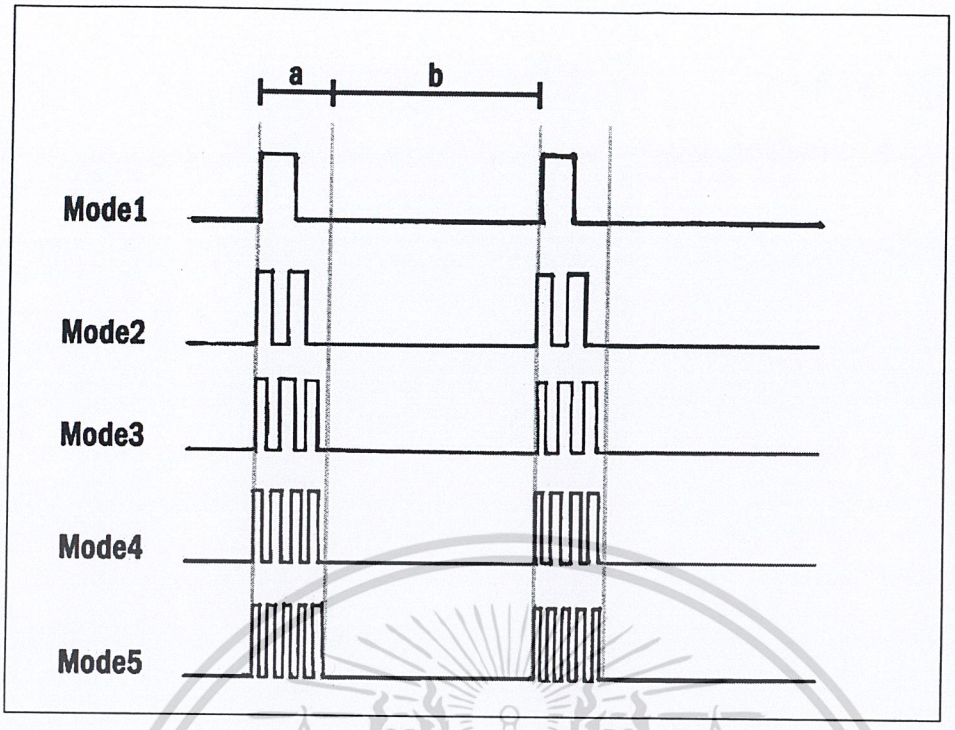


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **Slave**



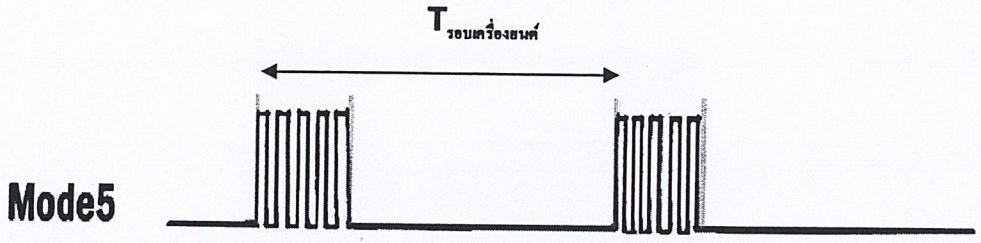
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



จากรูปแสดงถึงการจุดระเบิดโดยสามารถเลือกโหมดได้ห้าโหมด

ในช่วงของการจุดระเบิดช่วงนี้เราสามารถที่จะเลือกได้ 5 โหมดในการจุดระเบิดโดยเราจะใช้ ไมโครคอนโทรลเลอร์ 16f877a ในการสร้างโหมดโดย เราจะใช้ Timer ในการควบคุม โดยเราจะใช้ทั้ง Timer0 ,Timer1, Timer2 โดย Timer 0 จะเป็นตัวกำหนดคาบเวลาของเครื่องยนต์ 4 จังหวะ Timer 1 จะเป็นตัวกำหนด คาบเวลาของการจุดระเบิด และ timer 2 เป็นตัวกำหนดจำนวนพัลส์ย่อย อย่างเช่นการจุดระเบิดที่ความเร็วรอบ 6000 rpm โหมด 5 คำนวณมาจาก

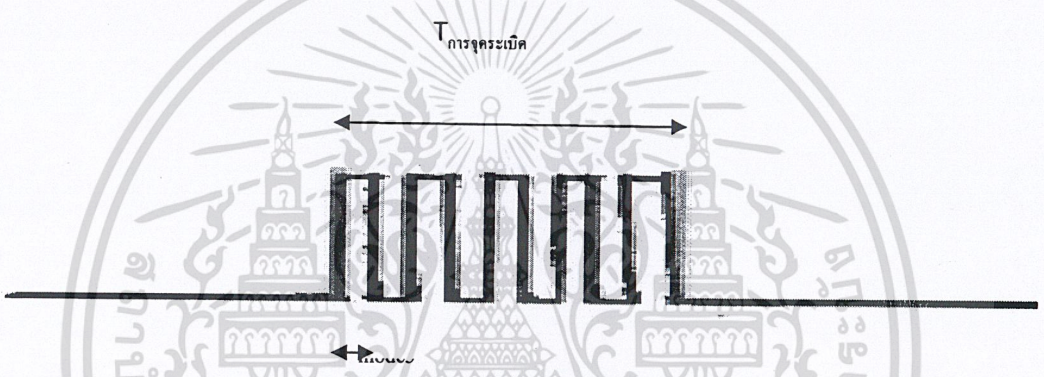
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



โดยขั้นตอนแรกคำนวณหาค่า rpm

Rpm = 120 x ความถี่ที่วัดได้

$T_{รอบเครื่องยนต์}$ = 120/Rpm

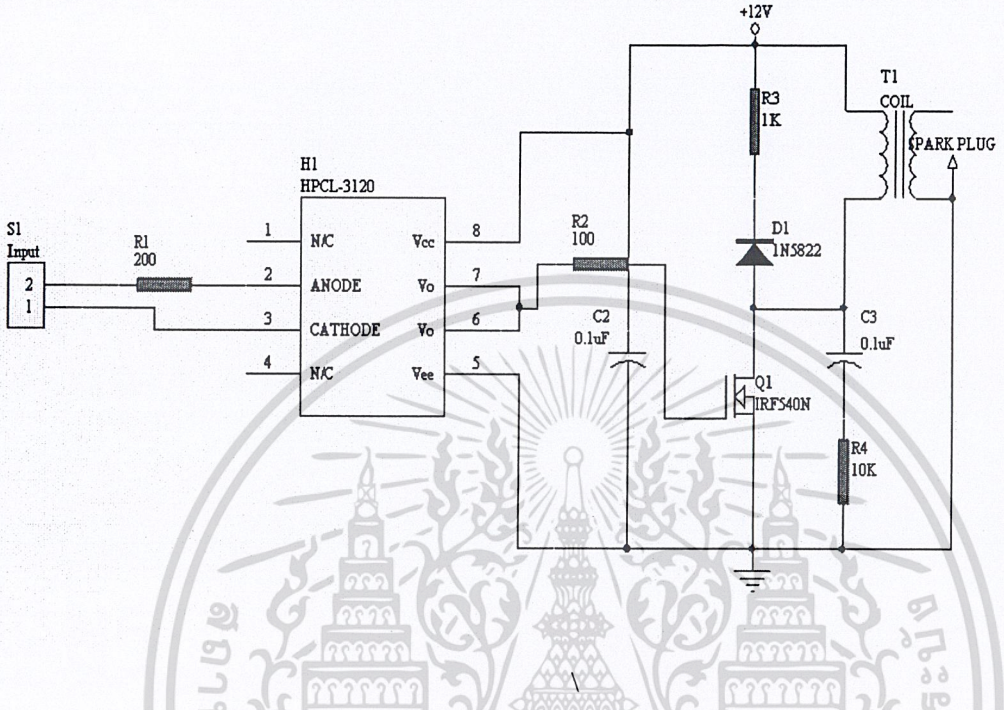


$T_{การจุดระเบิด} = T_{รอบเครื่องยนต์} / 4$

$T_{mode5} = T_{การจุดระเบิด} / 10$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การจุดระเบิด



รูปที่ 4.3 วงจรส่วนจุดระเบิด

จากรูปเลือกใช้ HCPL-3120 ในการขยายแรงดันสัญญาณที่ได้จากส่วนประมวลผลสร้างสัญญาณพัลส์ย่อย แล้วใช้มอสเฟท IRF540N เป็นสวิทซ์เปิด/ปิด เพื่อขับให้คอยล์จุดระเบิดสะสมและคายพลังงานเป็นจังหวะตามสัญญาณจากส่วนประมวลผล เพื่อให้เกิดประกายไฟขึ้นที่หัวเทียน โดยมี R1 เป็นตัวจำกัดกระแสที่ขาสัญญาณ input , Rg เป็นตัวจำกัดกระแสเข้าที่ขาเกท C3 และ R4 เป็นส่วนสนับเบอร์ช่วยดึงประจุออกจากมอสเฟทเวลาที่สัญญาณเข้าเป็น 0 v (มอสเฟทออฟ) และมี R2 และ ไดโอด 1N5822 เป็นตัวดึงพลังงานออกจากคอยล์จุดระเบิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักการคำนวณ

จาก $$C_s = \frac{i_o \times t_R}{2V_d}$$

$$C_s = \frac{10A \times 44ns}{2 \times 0.9V} = 100 \text{ nF}$$

ดังนั้นเลือกใช้ $$C_s = 100nF$$

จาก $$R_S = \frac{t_{ON}}{5\,C_S}$$

$$R_S = \frac{0.625s}{5 \times 100nF} = 1.25M\Omega$$

ดังนั้นเลือกใช้ $$R_S = 10k\Omega$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
ผลการทดลอง

5.1 ส่วนการจำลองสัญญาณการจุดระเบิด

การคำนวนค่าความถี่

ค่าความถี่ = จำนวนรอบ RPM/60*2

ดังนั้นในผลการทดลองจะจับสัญญาณที่ RPM ค่าต่างๆ ดังนี้

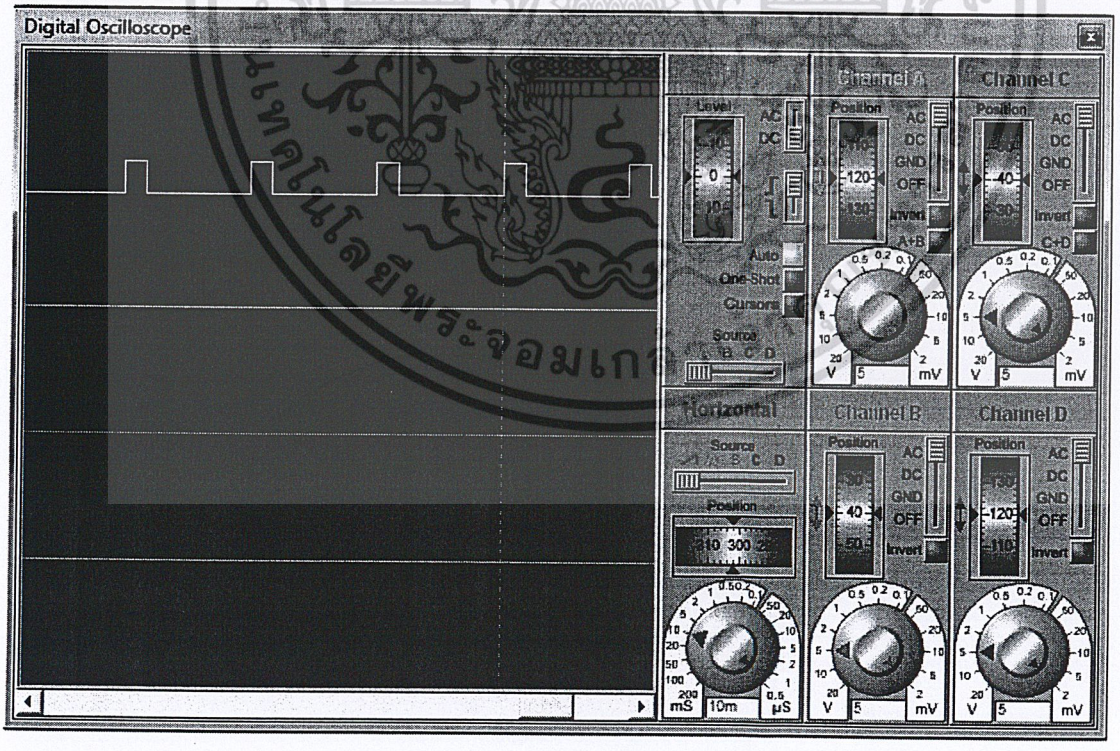
3000 RPM X 120 = 25.00 Hz

4000 RPM X 120 = 33.33 Hz

5000 RPM X 120 = 41.67 Hz

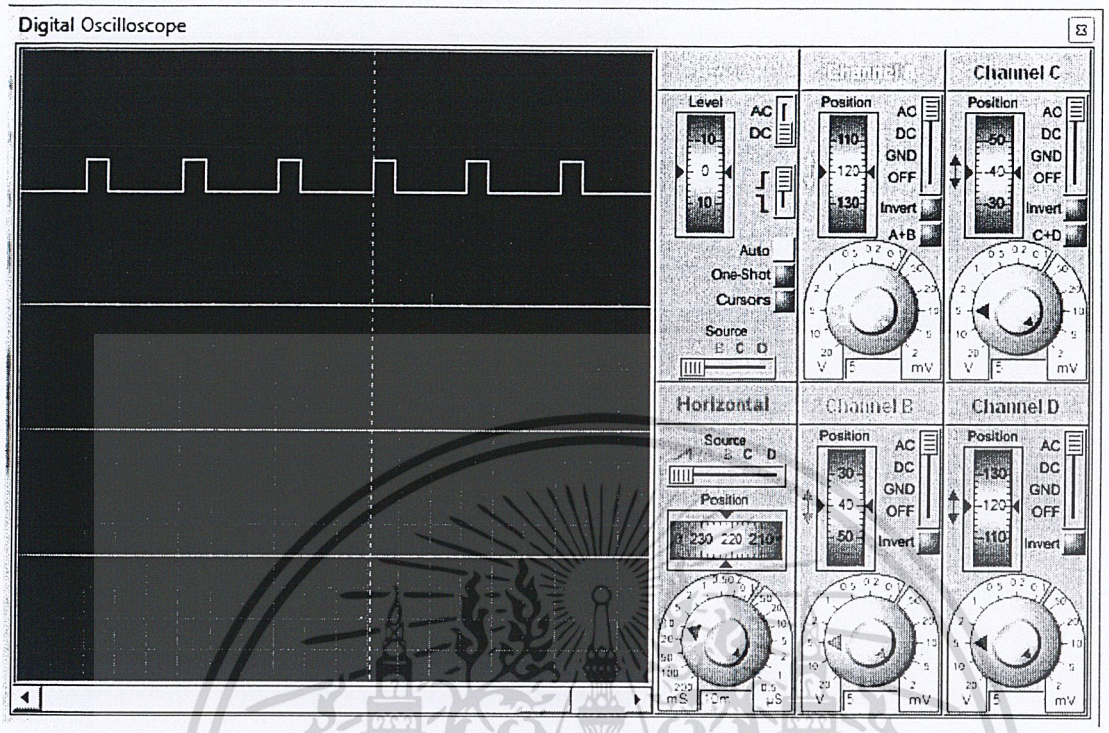
6000 RPM X 120 = 50.00 Hz

5.1.1 ผลการซิมมูเลทสัญญาณพัลส์จุดระเบิด ที่ความถี่ต่างๆ

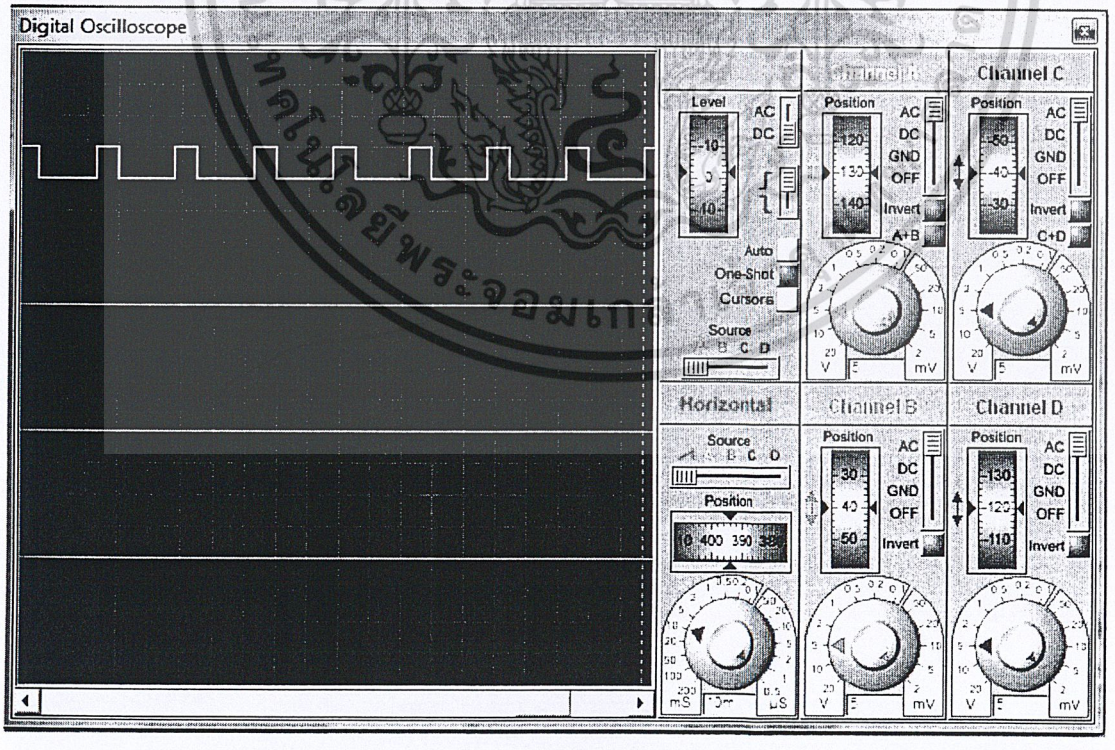


รูปที่ 5.1 ผลการซิมมูเลทสัญญาณพัลส์จุดระเบิดที่ความถี่ 25.00 Hz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

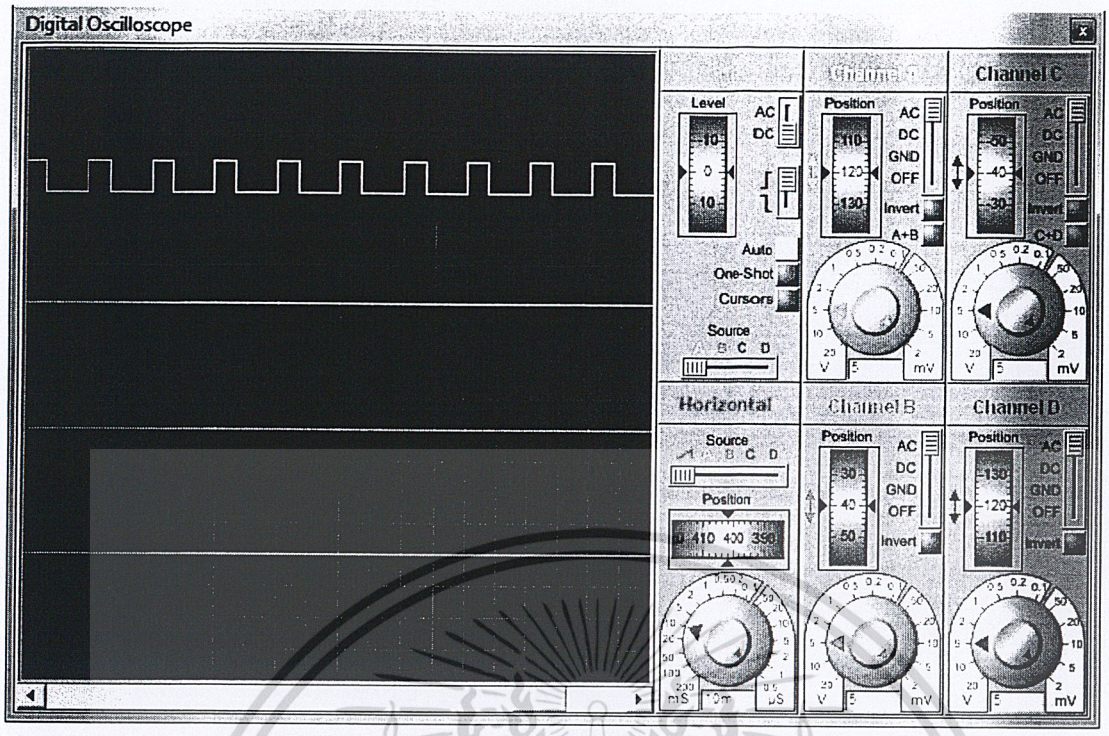


รูปที่ 5.2 ผลการซิมมูเลทสัญญาณพัลส์จุดระเบิดที่ความถี่ 33.33 Hz



รูปที่ 5.3 ผลการซิมมูเลทสัญญาณพัลส์จุดระเบิดที่ความถี่ 41.67 Hz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

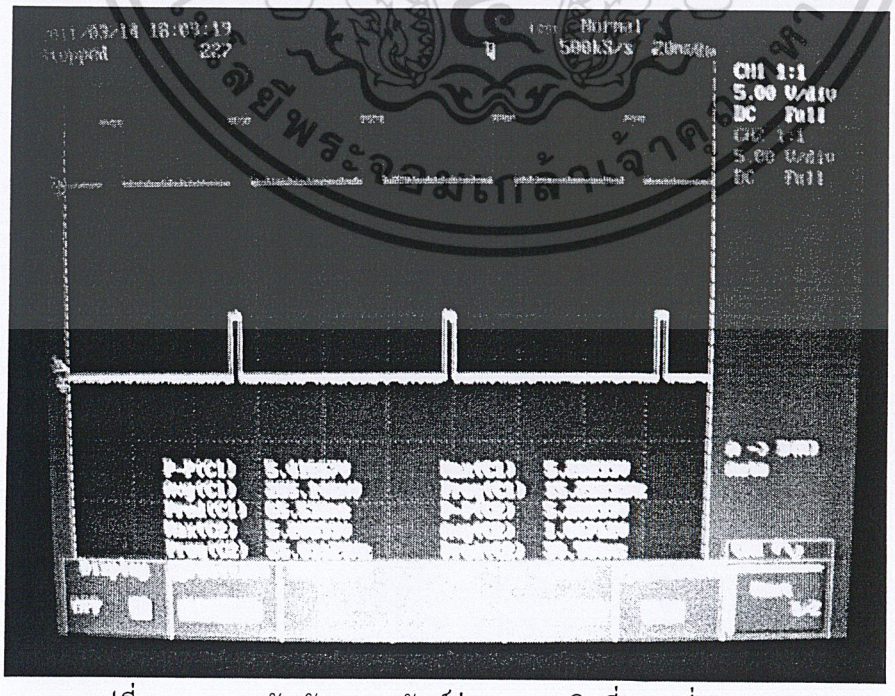


รูปที่ 5.4 ผลการซิมมูเลทสัญญาณพัลส์จุดระเบิดที่ความถี่ 50.00 Hz

5.2 ส่วนการประมวลผล

5.2.1 ผลการวัดสัญญาณพัลส์ย่อย 1,2,3,4,5 ที่ความถี่ค่าต่างๆ

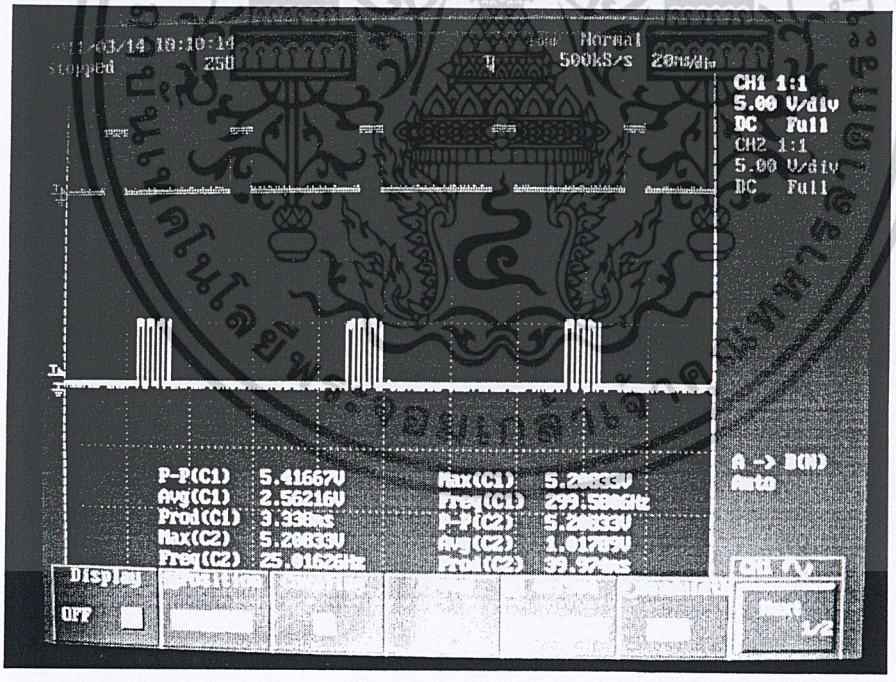
5.2.1.1 ผลการวัดสัญญาณพัลส์จุดระเบิดที่ความถี่ 25.00 Hz



รูปที่ 5.5 ผลการวัดสัญญาณพัลส์ย่อยจุดระเบิดที่ความถี่ 25.00 Hz

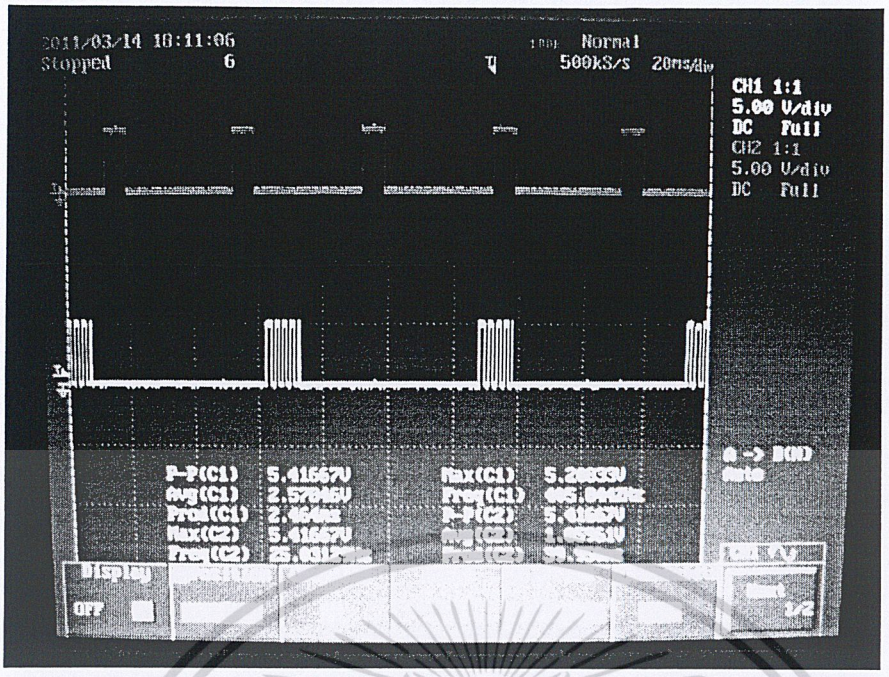
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 5.6 ผลการวัดสัญญาณพัลส์ย่อยจุดระเบิดที่ความถี่ 25.00 Hz

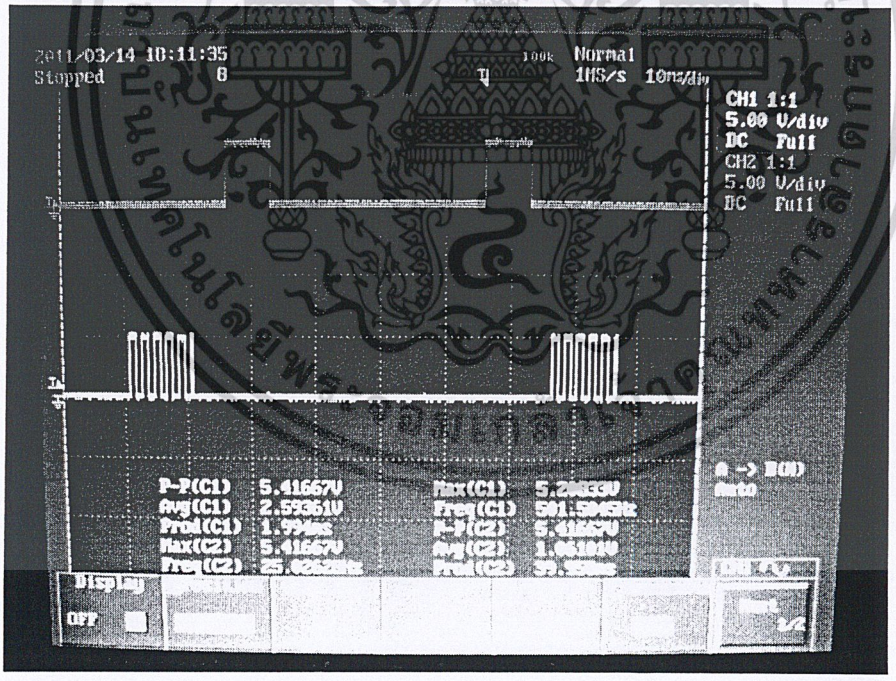


รูปที่ 5.7 ผลการวัดสัญญาณพัลส์ย่อยจุดระเบิดที่ความถี่ 25.00 Hz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



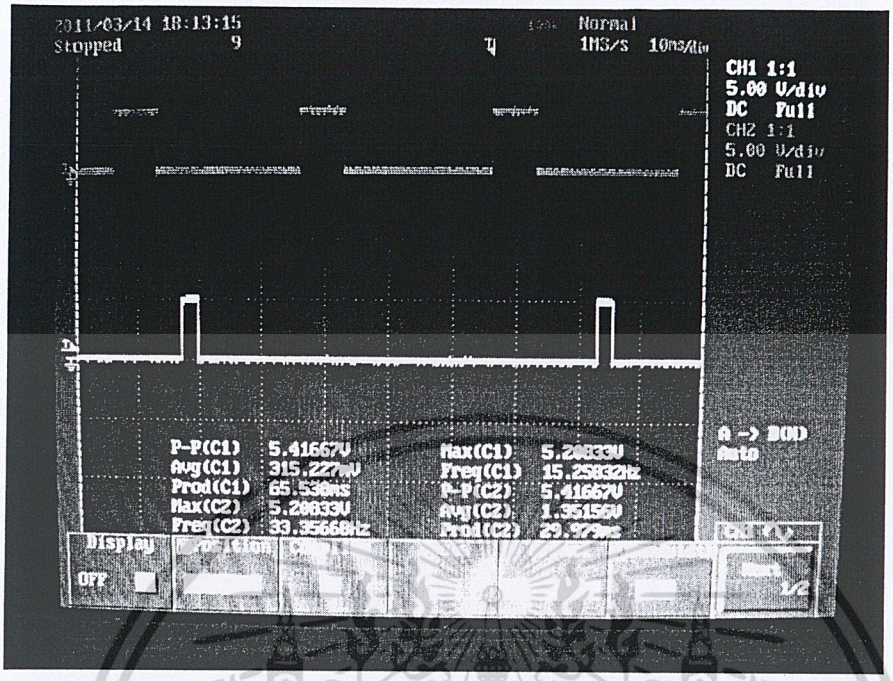
รูปที่ 5.8 ผลการวัดสัญญาณพัลส์จุดระเบิดที่ความถี่ 25.00 Hz



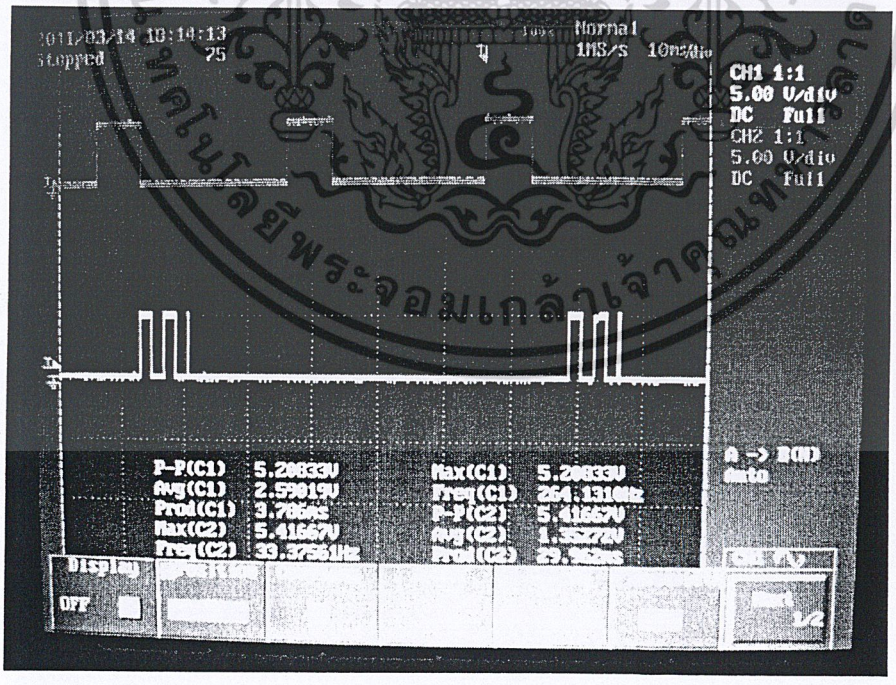
รูปที่ 5.9 ผลการวัดสัญญาณพัลส์จุดระเบิดที่ความถี่ 25.00 Hz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2.1.2 ผลการวัดสัญญาณพัลส์จุดระเบิดที่ความถี่ 33.33 Hz

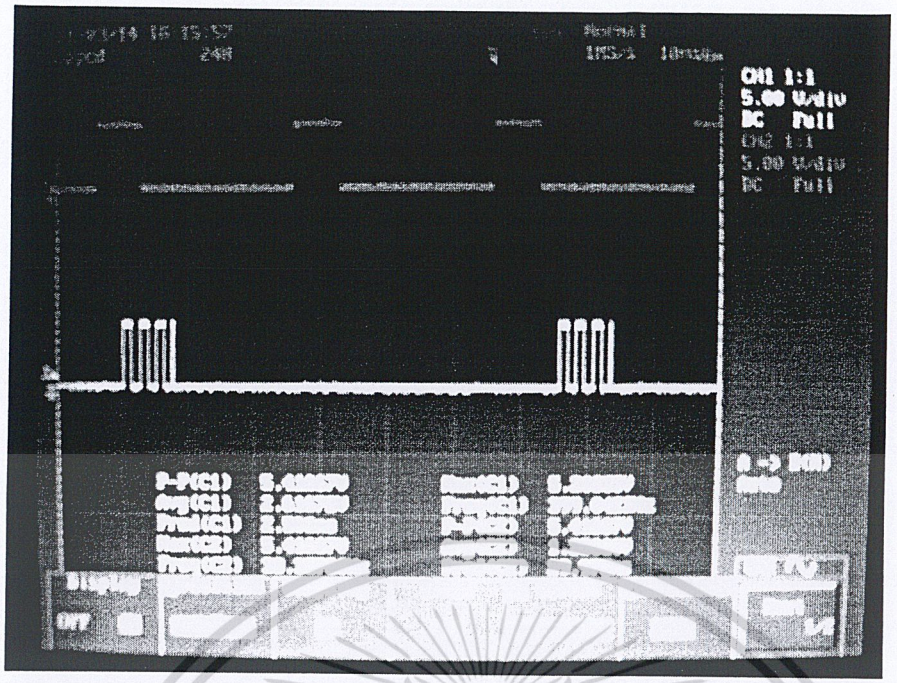


รูปที่ 5.10 ผลการวัดสัญญาณพัลส์จุดระเบิดที่ความถี่ 33.33 Hz

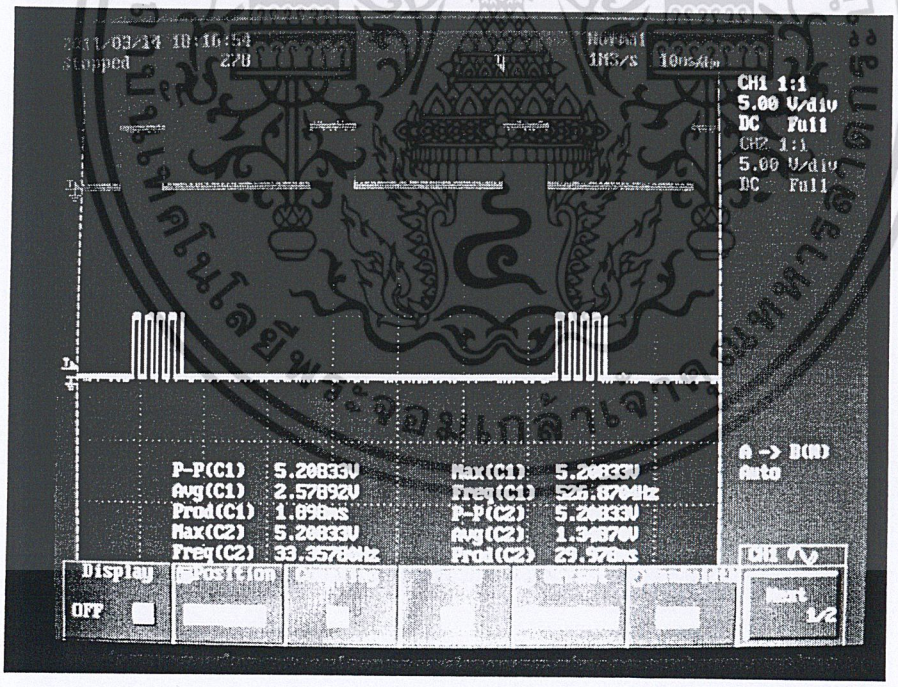


รูปที่ 5.11 ผลการวัดสัญญาณพัลส์จุดระเบิดที่ความถี่ 33.33 Hz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.12 ผลการวัดสัญญาณพัลส์จุดระเบิดที่ความถี่ 33.33 Hz

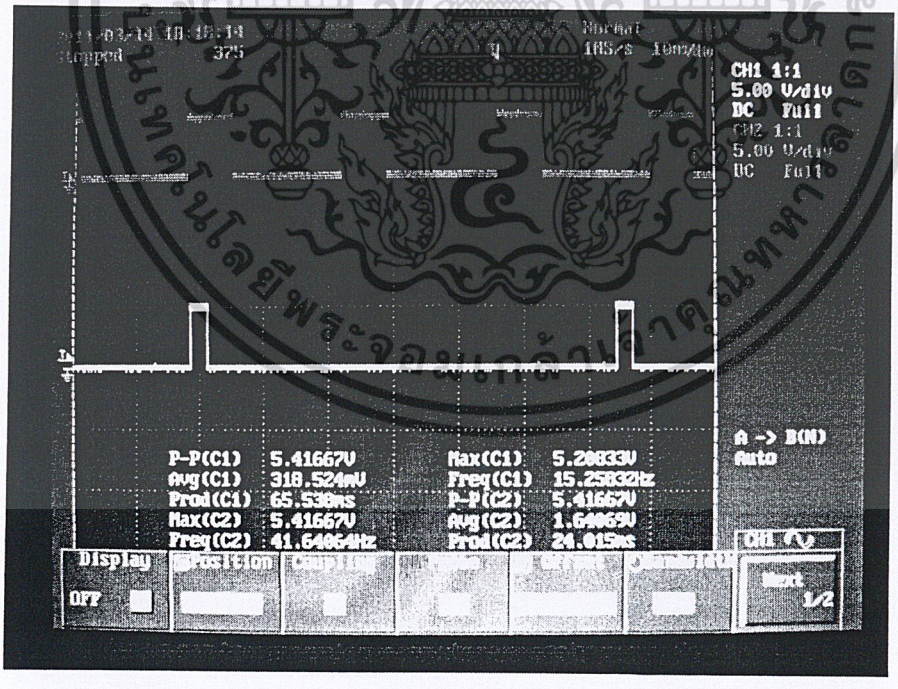


รูปที่ 5.13 ผลการวัดสัญญาณพัลส์จุดระเบิดที่ความถี่ 33.33 Hz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

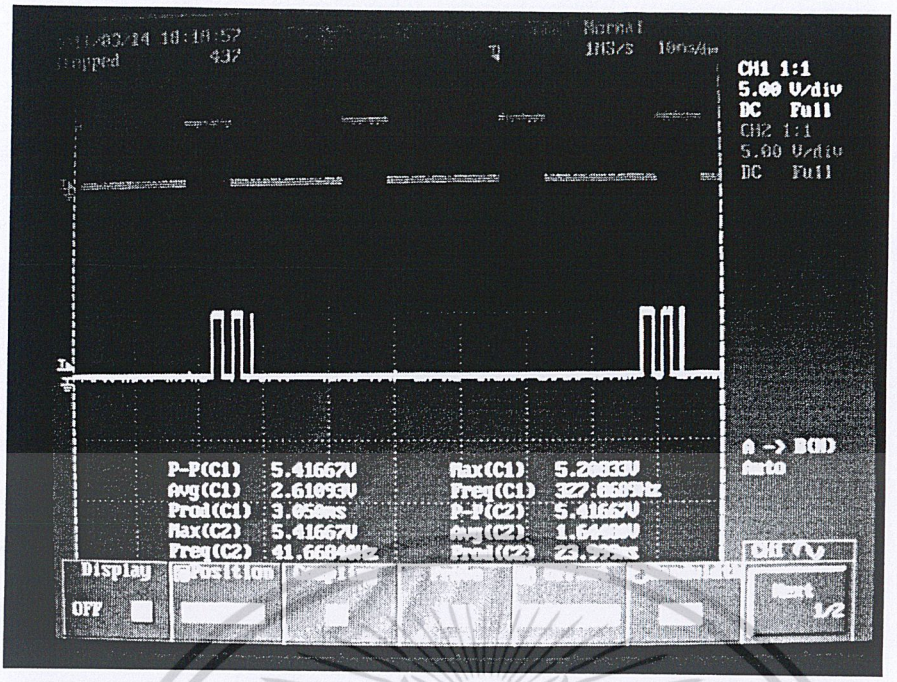
รูปที่ 5.14 ผลการวัดสัญญาณพัลส์จุดระเบิดที่ความถี่ 33.33 Hz

5.2.1.3 ผลการวัดสัญญาณพัลส์จุดระเบิดที่ความถี่ 41.67 Hz

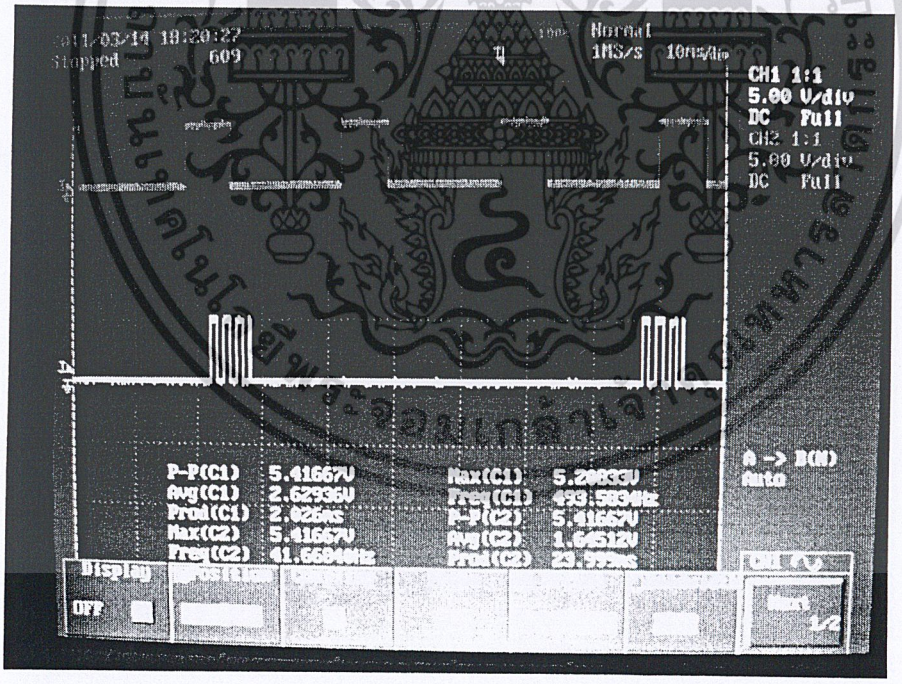


รูปที่ 5.15 ผลการวัดสัญญาณพัลส์จุดระเบิดที่ความถี่ 41.67 Hz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



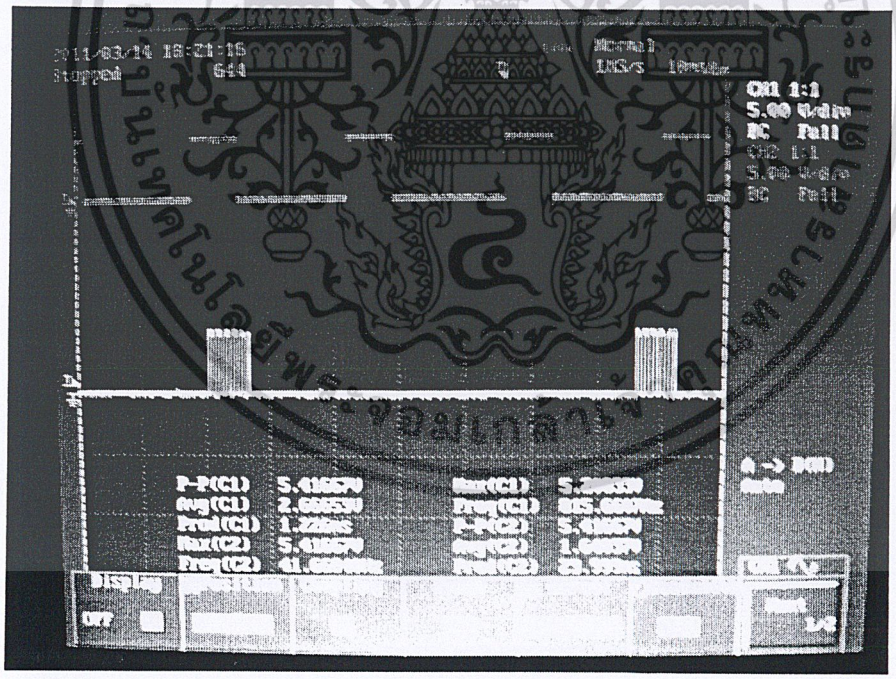
รูปที่ 5.16 ผลการวัดสัญญาณพัลส์จุดระเบิดที่ความถี่ 41.67 Hz



รูปที่ 5.17 ผลการวัดสัญญาณพัลส์จุดระเบิดที่ความถี่ 41.67 Hz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

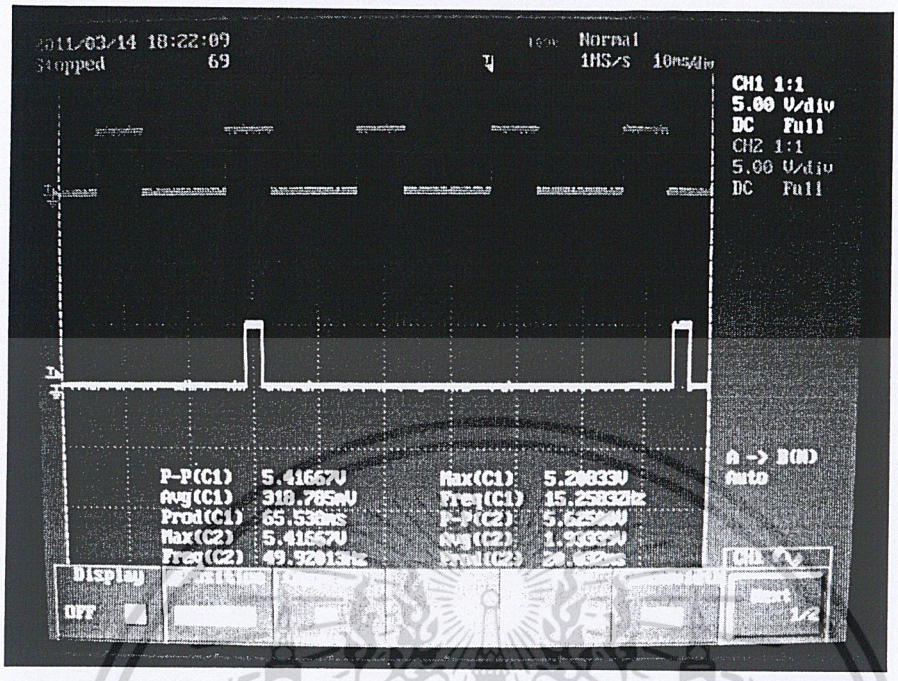
รูปที่ 5.18 ผลการวัดสัญญาณพัลส์จุดระเบิดที่ความถี่ 41.67 Hz



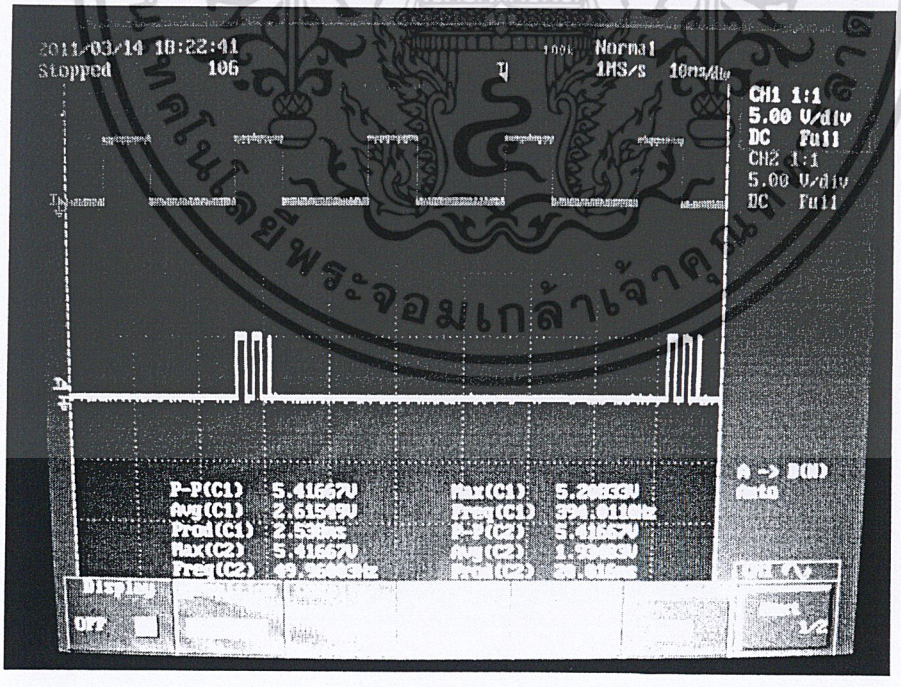
รูปที่ 5.19 ผลการวัดสัญญาณพัลส์จุดระเบิดที่ความถี่ 47.67 Hz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2.1.4 ผลการวัดสัญญาณพัลส์จุดระเบิดที่ความถี่ 50.00 Hz



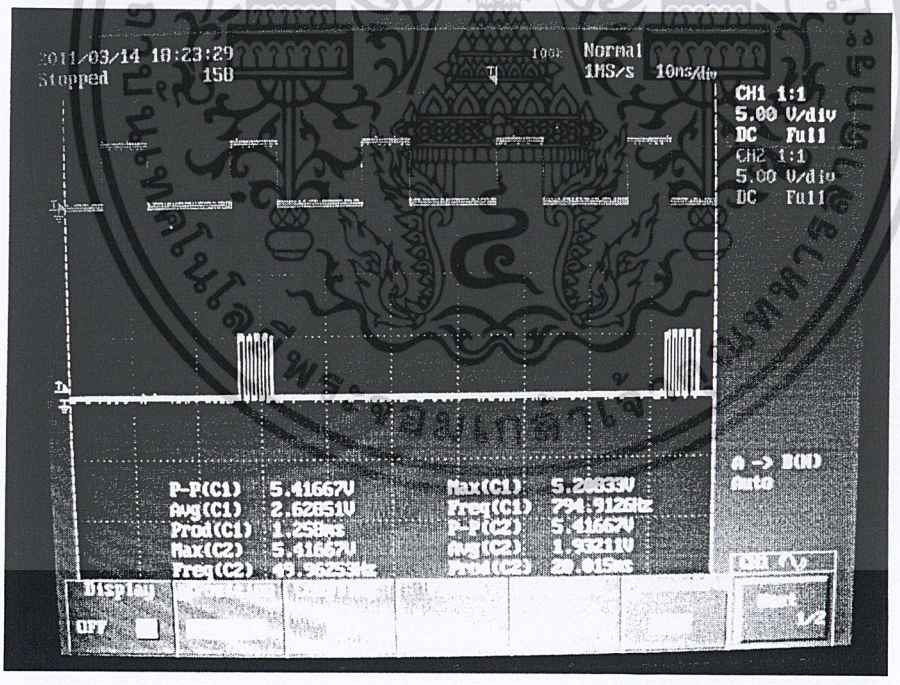
รูปที่ 5.20 ผลการวัดสัญญาณพัลส์จุดระเบิดที่ความถี่ 50.00 Hz



รูปที่ 5.21 ผลการวัดสัญญาณพัลส์จุดระเบิดที่ความถี่ 50.00 Hz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 5.22 ผลการวัดสัญญาณพัลส์จุดระเบิดที่ความถี่ 50.00 Hz

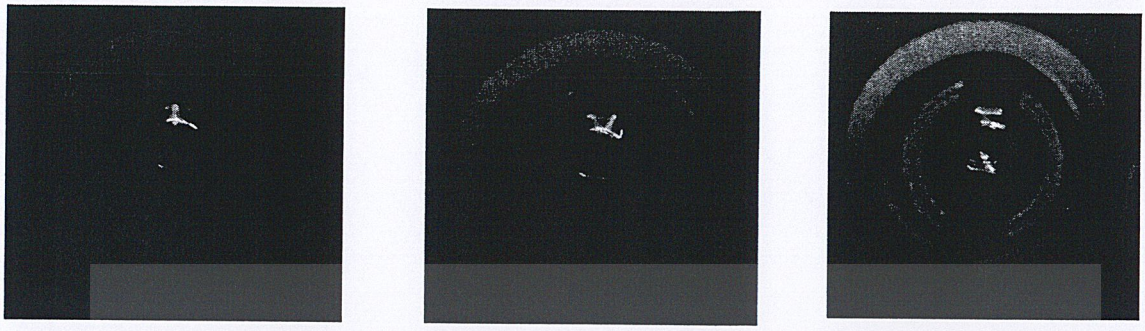


รูปที่ 5.23 ผลการวัดสัญญาณพัลส์จุดระเบิดที่ความถี่ 50.00 Hz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 การจุดระเบิด

5.3.1 ผลการทดลองส่วนการจุดระเบิด



1 พัลล์ย่อย 2 พัลล์ย่อย 3 พัลล์ย่อย

4 พัลล์ย่อย 5 พัลล์ย่อย

รูปที่ 5.24 ผลการจุดระเบิดหัวเทียนที่ความถี่ 50.00 Hz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1 พัลล์ย่อย

2 พัลล์ย่อย

3 พัลล์ย่อย

4 พัลล์ย่อย

5 พัลล์ย่อย

รูปที่ 5.25 ผลการวัดสัญญาณพัลส์จุดระเบิดที่ความถี่ 16..67 Hz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6
สรุปผลการทดลอง

6.1 ส่วนการจำลองสัญญาณจุดระเบิด

ส่วนของการสร้างสัญญาณจำลองเป็นส่วนเริ่มต้นของการจุดระเบิดหัวเทียน โดยการเขียนโปรแกรมสร้างสัญญาณ กำหนด output high เป็นค่าคงที่ 7 ms ตลอดทุกความถี่ และ output low เปลี่ยนแปลงตามความถี่ที่คำนวณได้ แล้วทำการ simulate กับโปรแกรม protius ผลที่ได้คือได้สัญญาณจำลองตามที่ต้องการ

หลังจากประกอบวงจรจริง พบว่าได้สัญญาณจำลองที่สามารถปรับค่าได้ตามความถี่ที่ต้องการ ตั้งแต่ 0-6000 RPM แต่มีปัญหาส่วนที่ไม่สามารถแก้ไขได้คือ มีสัญญาณรบกวน(noise) เมื่อทำการส่งสัญญาณจำลองที่ได้ไปประมวลผลจึงเกิดความผิดพลาดเล็กน้อย เนื่องจาก สัญญาณที่ได้ไม่เรียบ มีสัญญาณรบกวนเกิดขึ้น แต่สุดท้ายก็สามารถส่งสัญญาณจำลองไปประมวลผลและจุดระเบิดหัวเทียนได้

6.2 ส่วนประมวลผลสัญญาณ

ส่วนของหน่วยประมวลผลสัญญาณเป็นส่วนของการจุดระเบิดหัวเทียน โดยการเขียนโปรแกรมสร้างสัญญาณจุดระเบิดโดยค่าที่รับมาเป็นค่าความเร็วรอบเครื่องยนต์โดยรับมาจากส่วนของการสร้างสัญญาณจำลองโดยการรับส่งนี้จะรับส่งสัญญาณด้วยระบบ i2c bus และ ในส่วนนี้ยังสร้างส่วนของการจุดระเบิดที่เลือกได้ 5 โหมด โดยใช้ timer 0 1 2 ในการสร้างสัญญาณและควบคุมเวลา ในการจุดระเบิด ซึ่งจากการทดลองชิมมูเลชั่นกับโปรแกรม protius ได้ผลการทดลองตามต้องการ

หลังจากประกอบวงจรจริง พบว่าได้สัญญาณที่สร้างออกมานั้น ได้ทำการจุดระเบิดแต่ประกฏว่าการจุดระเบิดนั้นไม่สมบูรณ์เท่าที่ควร

6.3 ส่วนการจุดระเบิด

จากการทดลองรับสัญญาณจากจุดระเบิดมีพัลส์ย่อย 1,2,3,4และ 5 นำมาสู่วงจรจุดระเบิดโดยมี HCPL-3120 เป็นชุด Gate Dive และมีมอสเฟท IRF540N เป็นสวิทซ์เปิด/ปิด เพื่อขับให้คอยล์จุดระเบิดสะสมและคายพลังงานเป็นจังหวะตามสัญญาณจากส่วนประมวลผล เพื่อให้เกิดประกายไฟขึ้นที่หัวเทียน

จากการทดลองพบว่าจำนวนประกายไฟที่หัวเทียนแจะแปรตามจำนวนพัลส์ย่อย นั่นคือเมื่อจำนวนพัลส์มีค่าเพิ่มขึ้นการจุดระเบิดก็จะมีการจุดตามจำนวนพัลส์ที่ได้ป้อนค่าไป อีกทั้งจำนวนประกายไฟจะแปรตามจำนวนรอบ RPM ซึ่งเมื่อปรับค่าจำนวนรอบ RPM มากขึ้นจังหวะการจุดระเบิดก็จะเร็วขึ้น ซึ่งทั้งหมดนี้จะส่งผลให้การเผาไหม้ของเครื่องยนต์เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งเป็นการทดสอบการทำงานของวงจร ในความถี่ต่างๆ พบว่า สัญญาณที่ขาเกท กับสัญญาณที่ขาเดรนจะมีเฟสที่กลับกันเนื่องมาจากการทำหน้าที่เป็นสวิทซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนังสืออ้างอิง

[1] ประณต กุลประสูตร, “ทฤษฎีเครื่องยนต์เบนซิน”, สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 431 หน้า, 2551

[2] ประสานพงษ์ หาเรือนชีพ,”งานเครื่องยนต์แก๊สโซลีน”,สำนักพิมพ์ซีเอ็ดยูเคชั่น,498 หน้า, 2548

[3] ณัฏฐพล วงศ์สุนทรชัย,”เรียนรู้และปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์PIC16F877”,สำนักพิมพ์อินโนเวตีฟเอ็กเพอริเมนต์,421 หน้า, 2521

[4] อรพิน ประวัติบริสุทธิ์,”ภาษาซี”สำนักพิมโปรวิชั่น, 384หน้า,2552

[5] ประสานพงษ์ หาเรือนชีพ,”ทฤษฎีและปฏิบัติเครื่องยนต์แก๊สโซลีน”,สำนักพิมพ์ซีเอ็ดยูเคชั่น,752 หน้า, 2539

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MICROCHIP

PIC16F87X

28/40-Pin 8-Bit CMOS FLASH Microcontrollers

Devices Included in this Data Sheet:

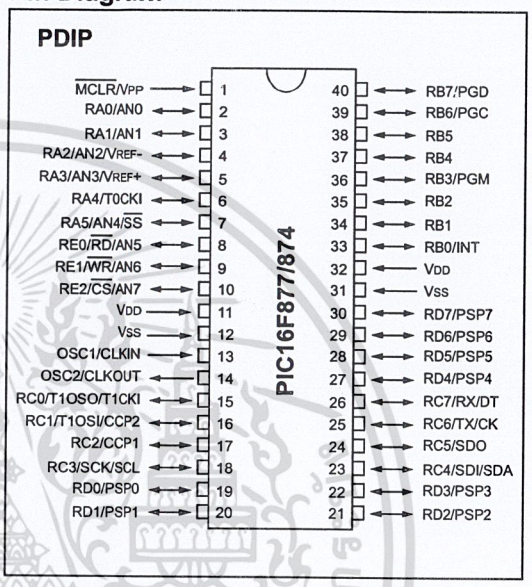
- PIC16F873
- PIC16F874
- PIC16F876
- PIC16F877

Microcontroller Core Features:

- High performance RISC CPU
- Only 35 single word instructions to learn
- All single cycle instructions except for program branches which are two cycle
- Operating speed: DC - 20 MHz clock input
  DC - 200 ns instruction cycle
- Up to 8K x 14 words of FLASH Program Memory,
  Up to 368 x 8 bytes of Data Memory (RAM)
  Up to 256 x 8 bytes of EEPROM Data Memory
- Pinout compatible to the PIC16C73B/74B/76/77
- Interrupt capability (up to 14 sources)
- Eight level deep hardware stack
- Direct, indirect and relative addressing modes
- Power-on Reset (POR)
- Power-up Timer (PWRT) and Oscillator Start-up Timer (OST)
- Watchdog Timer (WDT) with its own on-chip RC oscillator for reliable operation
- Programmable code protection
- Power saving SLEEP mode
- Selectable oscillator options
- Low power, high speed CMOS FLASH/EEPROM technology
- Fully static design
- In-Circuit Serial Programming™ (ICSP) via two pins
- Single 5V In-Circuit Serial Programming capability
- In-Circuit Debugging via two pins
- Processor read/write access to program memory
- Wide operating voltage range: 2.0V to 5.5V
- High Sink/Source Current: 25 mA
- Commercial, Industrial and Extended temperature ranges
- Low-power consumption:
  - < 0.6 mA typical @ 3V, 4 MHz
  - 20 µA typical @ 3V, 32 kHz
  - < 1 µA typical standby current

Pin Diagram

PDIP



Peripheral Features:

- Timer0: 8-bit timer/counter with 8-bit prescaler
- Timer1: 16-bit timer/counter with prescaler, can be incremented during SLEEP via external crystal/clock
- Timer2: 8-bit timer/counter with 8-bit period register, prescaler and postscaler
- Two Capture, Compare, PWM modules
  - Capture is 16-bit, max. resolution is 12.5 ns
  - Compare is 16-bit, max. resolution is 200 ns
  - PWM max. resolution is 10-bit
- 10-bit multi-channel Analog-to-Digital converter
- Synchronous Serial Port (SSP) with SPI™ (Master mode) and I^2C™ (Master/Slave)
- Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter (USART/SCI) with 9-bit address detection
- Parallel Slave Port (PSP) 8-bits wide, with external RD, WR and CS controls (40/44-pin only)
- Brown-out detection circuitry for Brown-out Reset (BOR)

© 2001 Microchip Technology Inc.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.0 TIMER0 MODULE

The Timer0 module timer/counter has the following features:

- 8-bit timer/counter
- Readable and writable
- 8-bit software programmable prescaler
- Internal or external clock select
- Interrupt on overflow from FFh to 00h
- Edge select for external clock

Figure 5-1 is a block diagram of the Timer0 module and the prescaler shared with the WDT.

Additional information on the Timer0 module is available in the PICmicro™ Mid-Range MCU Family Reference Manual (DS33023).

Timer mode is selected by clearing bit T0CS (OPTION_REG<5>). In Timer mode, the Timer0 module will increment every instruction cycle (without prescaler). If the TMR0 register is written, the increment is inhibited for the following two instruction cycles. The user can work around this by writing an adjusted value to the TMR0 register.

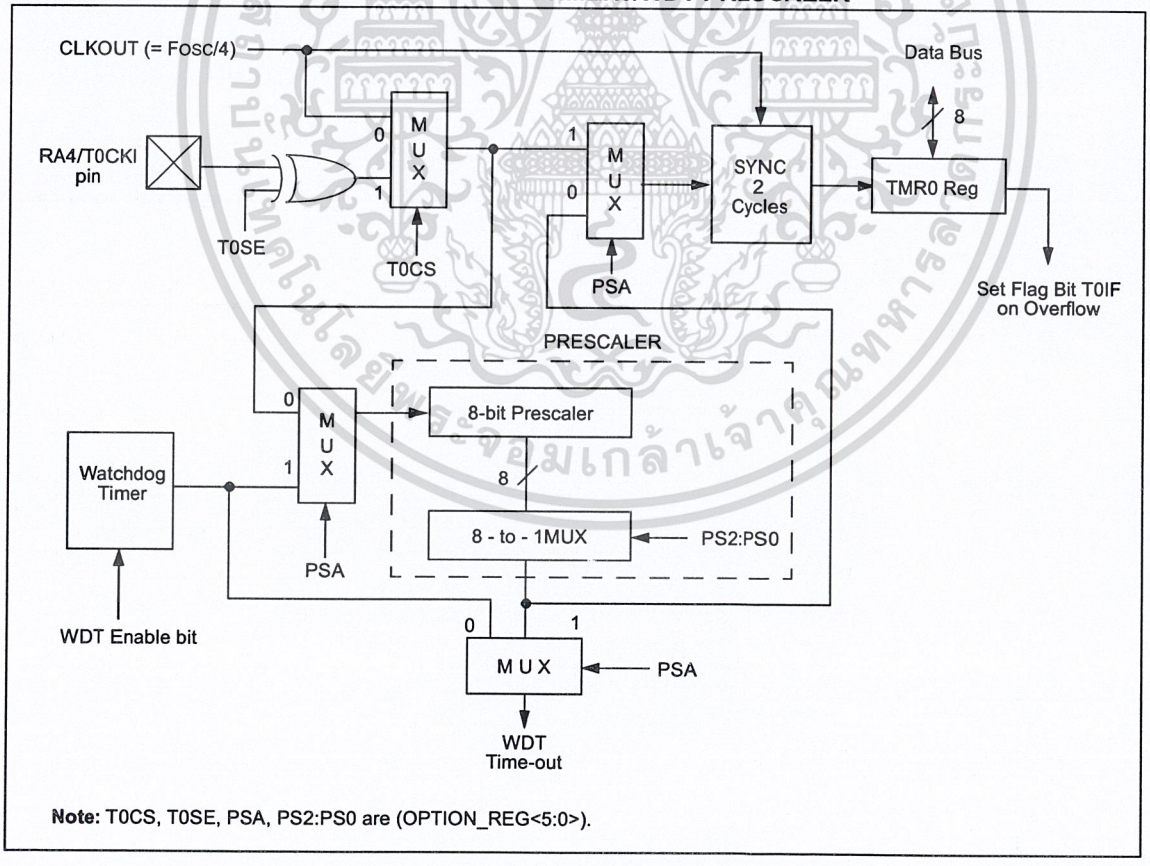
Counter mode is selected by setting bit T0CS (OPTION_REG<5>). In Counter mode, Timer0 will increment either on every rising, or falling edge of pin RA4/T0CKI. The incrementing edge is determined by the Timer0 Source Edge Select bit, T0SE (OPTION_REG<4>). Clearing bit T0SE selects the rising edge. Restrictions on the external clock input are discussed in detail in Section 5.2.

The prescaler is mutually exclusively shared between the Timer0 module and the Watchdog Timer. The prescaler is not readable or writable. Section 5.3 details the operation of the prescaler.

5.1 Timer0 Interrupt

The TMR0 interrupt is generated when the TMR0 register overflows from FFh to 00h. This overflow sets bit T0IF (INTCON<2>). The interrupt can be masked by clearing bit T0IE (INTCON<5>). Bit T0IF must be cleared in software by the Timer0 module Interrupt Service Routine before re-enabling this interrupt. The TMR0 interrupt cannot awaken the processor from SLEEP, since the timer is shut-off during SLEEP.

FIGURE 5-1: BLOCK DIAGRAM OF THE TIMER0/WDT PRESCALER



Note: T0CS, T0SE, PSA, PS2:PS0 are (OPTION_REG<5:0>).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 Using Timer0 with an External Clock

When no prescaler is used, the external clock input is the same as the prescaler output. The synchronization of T0CKI with the internal phase clocks is accomplished by sampling the prescaler output on the Q2 and Q4 cycles of the internal phase clocks. Therefore, it is necessary for T0CKI to be high for at least 2Tosc (and a small RC delay of 20 ns) and low for at least 2Tosc (and a small RC delay of 20 ns). Refer to the electrical specification of the desired device.

5.3 Prescaler

There is only one prescaler available, which is mutually exclusively shared between the Timer0 module and the Watchdog Timer. A prescaler assignment for the Timer0 module means that there is no prescaler for the Watchdog Timer, and vice-versa. This prescaler is not readable or writable (see Figure 5-1).

The PSA and PS2:PS0 bits (OPTION_REG<3:0>) determine the prescaler assignment and prescale ratio.

When assigned to the Timer0 module, all instructions writing to the TMR0 register (e.g. `CLRF 1`, `MOVWF 1`, `BSF 1,x`....etc.) will clear the prescaler. When assigned to WDT, a `CLRWDT` instruction will clear the prescaler along with the Watchdog Timer. The prescaler is not readable or writable.

Note:	Writing to TMR0, when the prescaler is assigned to Timer0, will clear the prescaler count, but will not change the prescaler assignment.

REGISTER 5-1: OPTION_REG REGISTER

R/W-1	R/W-1	R/W-1	R/W-1	R/W-1	R/W-1	R/W-1	R/W-1
$\overline{\text{RBPU}}$	INTEDG	T0CS	T0SE	PSA	PS2	PS1	PS0
bit 7							bit 0

bit 7 **$\overline{\text{RBPU}}$**

bit 6 **INTEDG**

bit 5 **T0CS**: TMR0 Clock Source Select bit
1 = Transition on T0CKI pin
0 = Internal instruction cycle clock (CLKOUT)

bit 4 **T0SE**: TMR0 Source Edge Select bit
1 = Increment on high-to-low transition on T0CKI pin
0 = Increment on low-to-high transition on T0CKI pin

bit 3 **PSA**: Prescaler Assignment bit
1 = Prescaler is assigned to the WDT
0 = Prescaler is assigned to the Timer0 module

bit 2-0 **PS2:PS0**: Prescaler Rate Select bits

Bit Value	TMR0 Rate	WDT Rate
000	1 : 2	1 : 1
001	1 : 4	1 : 2
010	1 : 8	1 : 4
011	1 : 16	1 : 8
100	1 : 32	1 : 16
101	1 : 64	1 : 32
110	1 : 128	1 : 64
111	1 : 256	1 : 128

Legend:			
R = Readable bit	W = Writable bit	U = Unimplemented bit, read as '0'	
- n = Value at POR	'1' = Bit is set	'0' = Bit is cleared	x = Bit is unknown

Note:	To avoid an unintended device RESET, the instruction sequence shown in the PICmicro™ Mid-Range MCU Family Reference Manual (DS33023) must be executed when changing the prescaler assignment from Timer0 to the WDT. This sequence must be followed even if the WDT is disabled.

© 2001 Microchip Technology Inc.
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TABLE 5-1: REGISTERS ASSOCIATED WITH TIMER0

Address	Name	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0	Value on: POR, BOR	Value on all other RESETS
01h,101h	TMR0	Timer0 Module's Register								xxxx xxxx	uuuu uuuu
0Bh,8Bh, 10Bh,18Bh	INTCON	GIE	PEIE	T0IE	INTE	RBIE	T0IF	INTF	RBIF	0000 000x	0000 000u
81h,181h	OPTION_REG	RBPU	INTEDG	T0CS	T0SE	PSA	PS2	PS1	PS0	1111 1111	1111 1111

Legend: x = unknown, u = unchanged, - = unimplemented locations read as '0'.
Shaded cells are not used by Timer0.

© 2001 Microchip Technology Inc.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

NOTES:

© 2001 Microchip Technology Inc.
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.0 TIMER1 MODULE

The Timer1 module is a 16-bit timer/counter consisting of two 8-bit registers (TMR1H and TMR1L), which are readable and writable. The TMR1 Register pair (TMR1H:TMR1L) increments from 0000h to FFFFh and rolls over to 0000h. The TMR1 Interrupt, if enabled, is generated on overflow, which is latched in interrupt flag bit TMR1IF (PIR1<0>). This interrupt can be enabled/disabled by setting/clearing TMR1 interrupt enable bit TMR1IE (PIE1<0>).

Timer1 can operate in one of two modes:

- As a timer
- As a counter

The operating mode is determined by the clock select bit, TMR1CS (T1CON<1>).

In Timer mode, Timer1 increments every instruction cycle. In Counter mode, it increments on every rising edge of the external clock input.

Timer1 can be enabled/disabled by setting/clearing control bit TMR1ON (T1CON<0>).

Timer1 also has an internal "RESET input". This RESET can be generated by either of the two CCP modules (Section 8.0). Register 6-1 shows the Timer1 control register.

When the Timer1 oscillator is enabled (T1OSCEN is set), the RC1/T1OSI/CCP2 and RC0/T1OSO/T1CKI pins become inputs. That is, the TRISC<1:0> value is ignored, and these pins read as '0'.

Additional information on timer modules is available in the PICmicro™ Mid-Range MCU Family Reference Manual (DS33023).

REGISTER 6-1: T1CON: TIMER1 CONTROL REGISTER (ADDRESS 10h)

U-0	U-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0
—	—	T1CKPS1	T1CKPS0	T1OSCEN	$\overline{\text{T1SYNC}}$	TMR1CS	TMR1ON
bit 7							bit 0

bit 7-6 **Unimplemented:** Read as '0'

bit 5-4 **T1CKPS1:T1CKPS0**: Timer1 Input Clock Prescale Select bits
11 = 1:8 Prescale value
10 = 1:4 Prescale value
01 = 1:2 Prescale value
00 = 1:1 Prescale value

bit 3 **T1OSCEN**: Timer1 Oscillator Enable Control bit
1 = Oscillator is enabled
0 = Oscillator is shut-off (the oscillator inverter is turned off to eliminate power drain)

bit 2 **$\overline{\text{T1SYNC}}$**: Timer1 External Clock Input Synchronization Control bit
When TMR1CS = 1:
1 = Do not synchronize external clock input
0 = Synchronize external clock input
When TMR1CS = 0:
This bit is ignored. Timer1 uses the internal clock when TMR1CS = 0.

bit 1 **TMR1CS**: Timer1 Clock Source Select bit
1 = External clock from pin RC0/T1OSO/T1CKI (on the rising edge)
0 = Internal clock (Fosc/4)

bit 0 **TMR1ON**: Timer1 On bit
1 = Enables Timer1
0 = Stops Timer1

Legend:			
R = Readable bit	W = Writable bit	U = Unimplemented bit, read as '0'	
- n = Value at POR	'1' = Bit is set	'0' = Bit is cleared	x = Bit is unknown

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.1 Timer1 Operation in Timer Mode

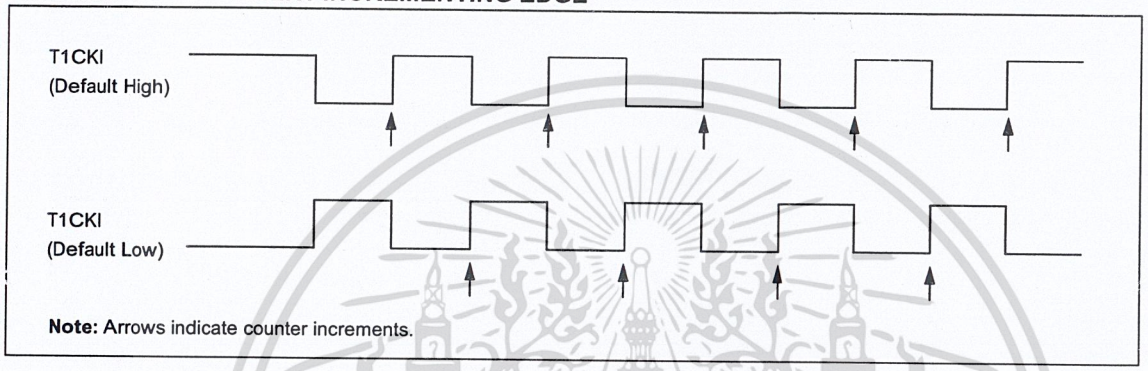
Timer mode is selected by clearing the TMR1CS (T1CON<1>) bit. In this mode, the input clock to the timer is Fosc/4. The synchronize control bit $\overline{\text{T1SYNC}}$ (T1CON<2>) has no effect, since the internal clock is always in sync.

6.2 Timer1 Counter Operation

Timer1 may operate in either a Synchronous, or an Asynchronous mode, depending on the setting of the TMR1CS bit.

When Timer1 is being incremented via an external source, increments occur on a rising edge. After Timer1 is enabled in Counter mode, the module must first have a falling edge before the counter begins to increment.

FIGURE 6-1: TIMER1 INCREMENTING EDGE



Note: Arrows indicate counter increments.

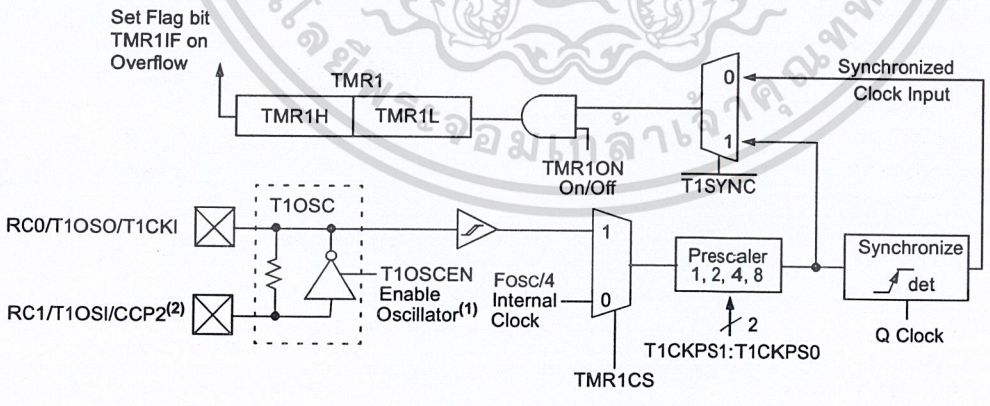
6.3 Timer1 Operation in Synchronized Counter Mode

Counter mode is selected by setting bit TMR1CS. In this mode, the timer increments on every rising edge of clock input on pin RC1/T1OSI/CCP2, when bit T1OSCEN is set, or on pin RC0/T1OSO/T1CKI, when bit T1OSCEN is cleared.

If $\overline{\text{T1SYNC}}$ is cleared, then the external clock input is synchronized with internal phase clocks. The synchronization is done after the prescaler stage. The prescaler stage is an asynchronous ripple-counter.

In this configuration, during SLEEP mode, Timer1 will not increment even if the external clock is present, since the synchronization circuit is shut-off. The prescaler, however, will continue to increment.

FIGURE 6-2: TIMER1 BLOCK DIAGRAM



Note 1: When the T1OSCEN bit is cleared, the inverter is turned off. This eliminates power drain.

© 2001 Microchip Technology Inc.
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.4 Timer1 Operation in Asynchronous Counter Mode

If control bit $\overline{\text{T1SYNC}}$ (T1CON<2>) is set, the external clock input is not synchronized. The timer continues to increment asynchronous to the internal phase clocks. The timer will continue to run during SLEEP and can generate an interrupt-on-overflow, which will wake-up the processor. However, special precautions in software are needed to read/write the timer (Section 6.4.1).

In Asynchronous Counter mode, Timer1 cannot be used as a time-base for capture or compare operations.

6.4.1 READING AND WRITING TIMER1 IN ASYNCHRONOUS COUNTER MODE

Reading TMR1H or TMR1L while the timer is running from an external asynchronous clock, will guarantee a valid read (taken care of in hardware). However, the user should keep in mind that reading the 16-bit timer in two 8-bit values itself, poses certain problems, since the timer may overflow between the reads.

For writes, it is recommended that the user simply stop the timer and write the desired values. A write contention may occur by writing to the timer registers, while the register is incrementing. This may produce an unpredictable value in the timer register.

Reading the 16-bit value requires some care. Examples 12-2 and 12-3 in the PICmicro™ Mid-Range MCU Family Reference Manual (DS33023) show how to read and write Timer1 when it is running in Asynchronous mode.

6.5 Timer1 Oscillator

A crystal oscillator circuit is built-in between pins T1OSI (input) and T1OSO (amplifier output). It is enabled by setting control bit T1OSCEN (T1CON<3>). The oscillator is a low power oscillator, rated up to 200 kHz. It will continue to run during SLEEP. It is primarily intended for use with a 32 kHz crystal. Table 6-1 shows the capacitor selection for the Timer1 oscillator.

The Timer1 oscillator is identical to the LP oscillator. The user must provide a software time delay to ensure proper oscillator start-up.

TABLE 6-1: CAPACITOR SELECTION FOR THE TIMER1 OSCILLATOR

Osc Type	Freq.	C1	C2
LP	32 kHz	33 pF	33 pF
	100 kHz	15 pF	15 pF
	200 kHz	15 pF	15 pF
These values are for design guidance only.			
Crystals Tested:			
32.768 kHz	Epson C-001R32.768K-A	± 20 PPM	
100 kHz	Epson C-2 100.00 KC-P	± 20 PPM	
200 kHz	STD XTL 200.000 kHz	± 20 PPM	

Note 1: Higher capacitance increases the stability of oscillator, but also increases the start-up time.

2: Since each resonator/crystal has its own characteristics, the user should consult the resonator/crystal manufacturer for appropriate values of external components.

6.6 Resetting Timer1 using a CCP Trigger Output

If the CCP1 or CCP2 module is configured in Compare mode to generate a "special event trigger" (CCP1M3:CCP1M0 = 1011), this signal will reset Timer1.

Note: The special event triggers from the CCP1 and CCP2 modules will not set interrupt flag bit TMR1IF (PIR1<0>).

Timer1 must be configured for either Timer or Synchronized Counter mode to take advantage of this feature. If Timer1 is running in Asynchronous Counter mode, this RESET operation may not work.

In the event that a write to Timer1 coincides with a special event trigger from CCP1 or CCP2, the write will take precedence.

In this mode of operation, the CCPRxH:CCPRxL register pair effectively becomes the period register for Timer1.

© 2001 Microchip Technology Inc.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.7 Resetting of Timer1 Register Pair (TMR1H, TMR1L)

TMR1H and TMR1L registers are not reset to 00h on a POR, or any other RESET, except by the CCP1 and CCP2 special event triggers.

T1CON register is reset to 00h on a Power-on Reset, or a Brown-out Reset, which shuts off the timer and leaves a 1:1 prescale. In all other RESETS, the register is unaffected.

6.8 Timer1 Prescaler

The prescaler counter is cleared on writes to the TMR1H or TMR1L registers.

TABLE 6-2: REGISTERS ASSOCIATED WITH TIMER1 AS A TIMER/COUNTER

Address	Name	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0	Value on: POR, BOR	Value on all other RESETS
0Bh,8Bh, 10Bh, 18Bh	INTCON	GIE	PEIE	T0IE	INTE	RBIE	T0IF	INTF	RBIF	0000 000x	0000 000u
0Ch	PIR1	PSPIF(1)	ADIF	RCIF	TXIF	SSPIF	CCP1IF	TMR2IF	TMR1IF	0000 0000	0000 0000
8Ch	PIE1	PSPIE(1)	ADIE	RCIE	TXIE	SSPIE	CCP1IE	TMR2IE	TMR1IE	0000 0000	0000 0000
0Eh	TMR1L	Holding Register for the Least Significant Byte of the 16-bit TMR1 Register								xxxx xxxx	uuuu uuuu
0Fh	TMR1H	Holding Register for the Most Significant Byte of the 16-bit TMR1 Register								xxxx xxxx	uuuu uuuu
10h	T1CON	—	—	T1CKPS1	T1CKPS0	T1OSCEN	T1SYNC	TMR1CS	TMR1ON	--00 0000	--uu uuuu

Legend: x = unknown, u = unchanged, - = unimplemented, read as '0'. Shaded cells are not used by the Timer1 module.
Note 1: Bits PSPIE and PSPIF are reserved on the PIC16F873/876; always maintain these bits clear.

© 2001 Microchip Technology Inc.
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.0 TIMER2 MODULE

Timer2 is an 8-bit timer with a prescaler and a postscaler. It can be used as the PWM time-base for the PWM mode of the CCP module(s). The TMR2 register is readable and writable, and is cleared on any device RESET.

The input clock (Fosc/4) has a prescale option of 1:1, 1:4, or 1:16, selected by control bits T2CKPS1:T2CKPS0 (T2CON<1:0>).

The Timer2 module has an 8-bit period register, PR2. Timer2 increments from 00h until it matches PR2 and then resets to 00h on the next increment cycle. PR2 is a readable and writable register. The PR2 register is initialized to FFh upon RESET.

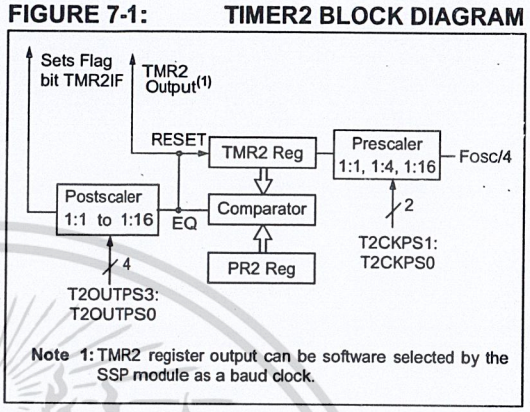
The match output of TMR2 goes through a 4-bit postscaler (which gives a 1:1 to 1:16 scaling inclusive) to generate a TMR2 interrupt (latched in flag bit TMR2IF, (PIR1<1>)).

Timer2 can be shut-off by clearing control bit TMR2ON (T2CON<2>), to minimize power consumption.

Register 7-1 shows the Timer2 control register.

Additional information on timer modules is available in the PICmicro™ Mid-Range MCU Family Reference Manual (DS33023).

FIGURE 7-1: TIMER2 BLOCK DIAGRAM



Note 1: TMR2 register output can be software selected by the SSP module as a baud clock.

REGISTER 7-1: T2CON: TIMER2 CONTROL REGISTER (ADDRESS 12h)

U-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0
—	TOUTPS3	TOUTPS2	TOUTPS1	TOUTPS0	TMR2ON	T2CKPS1	T2CKPS0
bit 7							bit 0

bit 7 **Unimplemented:** Read as '0'

bit 6-3 **TOUTPS3:TOUTPS0**: Timer2 Output Postscale Select bits
0000 = 1:1 Postscale
0001 = 1:2 Postscale
0010 = 1:3 Postscale
•
•
•
1111 = 1:16 Postscale

bit 2 **TMR2ON**: Timer2 On bit
1 = Timer2 is on
0 = Timer2 is off

bit 1-0 **T2CKPS1:T2CKPS0**: Timer2 Clock Prescale Select bits
00 = Prescaler is 1
01 = Prescaler is 4
1x = Prescaler is 16

Legend:			
R = Readable bit	W = Writable bit	U = Unimplemented bit, read as '0'	
- n = Value at POR	'1' = Bit is set	'0' = Bit is cleared	x = Bit is unknown

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.1 Timer2 Prescaler and Postscaler

The prescaler and postscaler counters are cleared when any of the following occurs:

- a write to the TMR2 register
- a write to the T2CON register
- any device RESET (POR, $\overline{MCLR}$ Reset, WDT Reset, or BOR)

TMR2 is not cleared when T2CON is written.

7.2 Output of TMR2

The output of TMR2 (before the postscaler) is fed to the SSP module, which optionally uses it to generate shift clock.

TABLE 7-1: REGISTERS ASSOCIATED WITH TIMER2 AS A TIMER/COUNTER

Address	Name	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0	Value on: POR, BOR	Value on all other RESETS
0Bh,8Bh, 10Bh,18Bh	INTCON	GIE	PEIE	T0IE	INTE	RBIE	T0IF	INTF	RBIF	0000 000x	0000 000u
0Ch	PIR1	PSPIF(1)	ADIF	RCIF	TXIF	SSPIF	CCP1IF	TMR2IF	TMR1IF	0000 0000	0000 0000
8Ch	PIE1	PSPIE(1)	ADIE	RCIE	TXIE	SSPIE	CCP1IE	TMR2IE	TMR1IE	0000 0000	0000 0000
11h	TMR2	Timer2 Module's Register								0000 0000	0000 0000
12h	T2CON	—	TOUTPS3	TOUTPS2	TOUTPS1	TOUTPS0	TMR2ON	T2CKPS1	T2CKPS0	-000 0000	-000 0000
92h	PR2	Timer2 Period Register								1111 1111	1111 1111

Legend: x = unknown, u = unchanged, - = unimplemented, read as '0'. Shaded cells are not used by the Timer2 module.
Note 1: Bits PSPIE and PSPIF are reserved on the PIC16F873/876; always maintain these bits clear.

© 2001 Microchip Technology Inc.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

HEWLETT® PACKARD

2.0 Amp Output Current IGBT Gate Drive Optocoupler

Technical Data

HCPL-3120

Features

- **2.0 A Minimum Peak Output Current**
- **15 kV/μs Minimum Common Mode Rejection (CMR) at V_{CM} = 1500 V**
- **0.5 V Maximum Low Level Output Voltage (V_{OL}) Eliminates Need for Negative Gate Drive**
- **I_{CC} = 5 mA Maximum Supply Current**
- **Under Voltage Lock-Out Protection (UVLO) with Hysteresis**
- **Wide Operating V_{CC} Range:** 15 to 30 Volts
- **500 ns Maximum Switching Speeds**
- **Industrial Temperature Range:** -40°C to 100°C
- **Safety Approval**
  UL Recognized - 2500 V rms for 1 minute per UL1577
  CSA Approval
  VDE 0884 Approved with V_{IORM} = 630 V peak (Option 060 only)

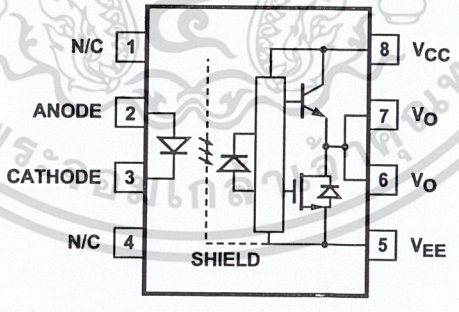
Applications

- **Isolated IGBT/MOSFET Gate Drive**
- **AC and Brushless DC Motor Drives**
- **Industrial Inverters**
- **Switch Mode Power Supplies (SMPS)**

Description

The HCPL-3120 consists of a GaAsP LED optically coupled to an integrated circuit with a power output stage. This optocoupler is ideally suited for driving power IGBTs and MOSFETs used in motor control inverter applications. The high operating voltage range of the output stage provides the drive voltages required by gate controlled devices. The voltage and current supplied by this optocoupler makes it ideally suited for directly driving IGBTs with ratings up to 1200 V/100 A. For IGBTs with higher ratings, the HCPL-3120 can be used to drive a discrete power stage which drives the IGBT gate.

Functional Diagram



TRUTH TABLE

LED	V_{CC} - V_{EE} "POSITIVE GOING" (i.e., TURN-ON)	V_{CC} - V_{EE} "NEGATIVE GOING" (i.e., TURN-OFF)	V_O
OFF	0 - 30 V	0 - 30 V	LOW
ON	0 - 11 V	0 - 9.5 V	LOW
ON	11 - 13.5 V	9.5 - 12 V	TRANSITION
ON	13.5 - 30 V	12 - 30 V	HIGH

A 0.1 μF bypass capacitor must be connected between pins 5 and 8.

CAUTION: It is advised that normal static precautions be taken in handling and assembly of this component to prevent damage and/or degradation which may be induced by ESD.

5965-4779E

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Ordering Information

Specify Part Number followed by Option Number (if desired)

Example

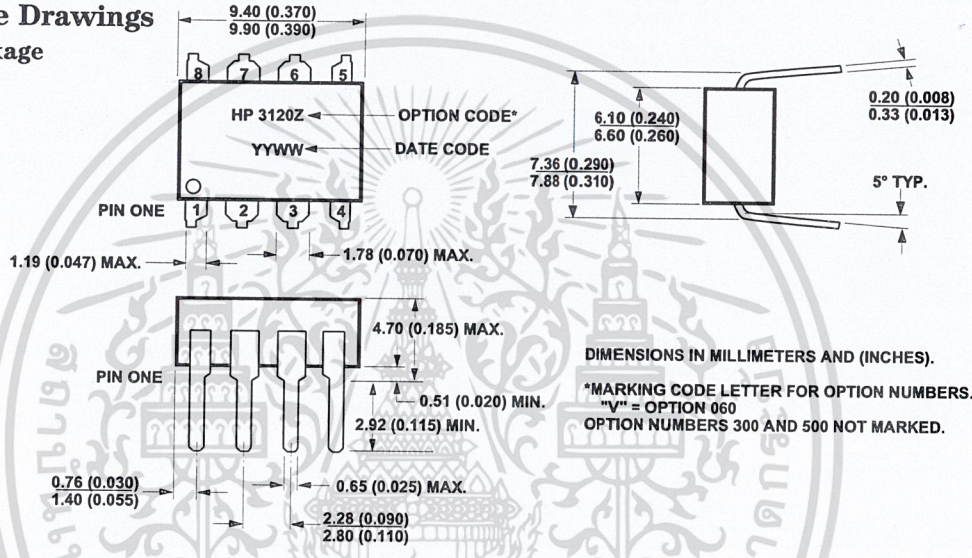
HCPL-3120#XXX

- No Option = Standard DIP Package, 50 per tube.
- 060 = VDE 0884 V_{IORM} = 630 V_{peak} Option, 50 per tube.
- 300 = Gull Wing Surface Mount Option, 50 per tube.
- 500 = Tape and Reel Packaging Option, 1000 per reel.

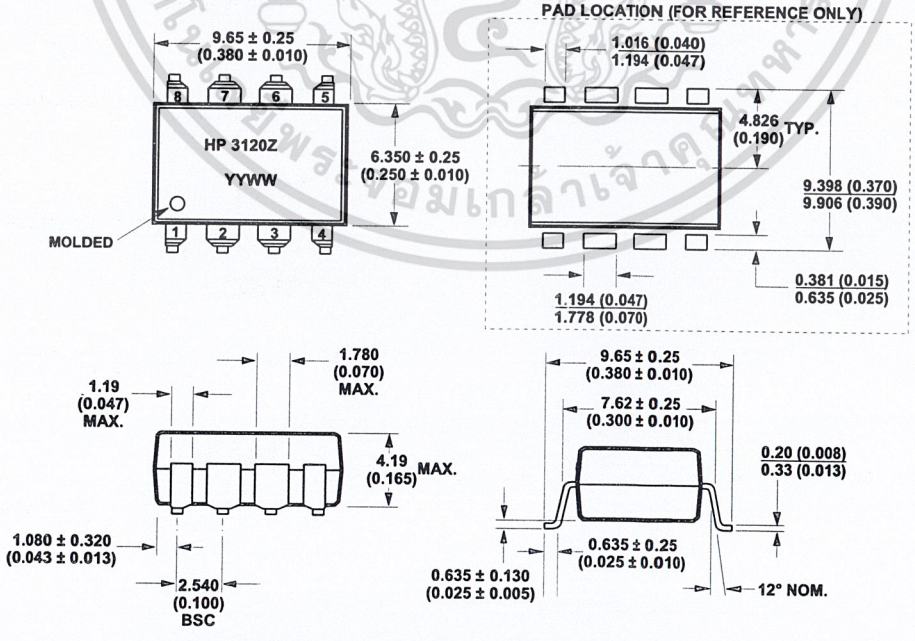
Option data sheets available. Contact Hewlett-Packard sales representative or authorized distributor.

Package Outline Drawings

Standard DIP Package



Gull Wing Surface Mount Option 300



DIMENSIONS IN MILLIMETERS (INCHES).
TOLERANCES (UNLESS OTHERWISE SPECIFIED): xx.xx = 0.01
xx.xxx = 0.005

LEAD COPLANARITY
MAXIMUM: 0.102 (0.004)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

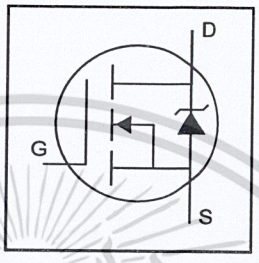
International
IOR Rectifier

PD - 91341B

IRF540N

HEXFET® Power MOSFET

- Advanced Process Technology
- Ultra Low On-Resistance
- Dynamic dv/dt Rating
- 175°C Operating Temperature
- Fast Switching
- Fully Avalanche Rated



V_{DSS} = 100V

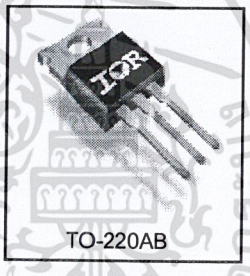
$R_{DS(on)}$ = 44mΩ

I_D = 33A

Description

Advanced HEXFET® Power MOSFETs from International Rectifier utilize advanced processing techniques to achieve extremely low on-resistance per silicon area. This benefit, combined with the fast switching speed and ruggedized device design that HEXFET power MOSFETs are well known for, provides the designer with an extremely efficient and reliable device for use in a wide variety of applications.

The TO-220 package is universally preferred for all commercial-industrial applications at power dissipation levels to approximately 50 watts. The low thermal resistance and low package cost of the TO-220 contribute to its wide acceptance throughout the industry.



TO-220AB

Absolute Maximum Ratings

	Parameter	Max.	Units
I_D @ T_C = 25°C	Continuous Drain Current, V_{GS} @ 10V	33	A
I_D @ T_C = 100°C	Continuous Drain Current, V_{GS} @ 10V	23	
I_{DM}	Pulsed Drain Current ①	110	
P_D @T_C = 25°C	Power Dissipation	130	W
	Linear Derating Factor	0.87	W/°C
V_{GS}	Gate-to-Source Voltage	± 20	V
I_{AR}	Avalanche Current①	16	A
E_{AR}	Repetitive Avalanche Energy①	13	mJ
dv/dt	Peak Diode Recovery dv/dt ③	7.0	V/ns
T_J T_{STG}	Operating Junction and Storage Temperature Range	-55 to + 175	°C
	Soldering Temperature, for 10 seconds	300 (1.6mm from case)	
	Mounting torque, 6-32 or M3 srew	10 lbf•in (1.1N•m)	

Thermal Resistance

	Parameter	Typ.	Max.	Units
$R_{\theta JC}$	Junction-to-Case	—	1.15	°C/W
$R_{\theta CS}$	Case-to-Sink, Flat, Greased Surface	0.50	—	
$R_{\theta JA}$	Junction-to-Ambient	—	62	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Electrical Characteristics @ T_J = 25°C (unless otherwise specified)

	Parameter	Min.	Typ.	Max.	Units	Conditions
$V_{(BR)DSS}$	Drain-to-Source Breakdown Voltage	100	—	—	V	V_{GS} = 0V, I_D = 250μA
$\Delta V_{(BR)DSS}/\Delta T_J$	Breakdown Voltage Temp. Coefficient	—	0.12	—	V/°C	Reference to 25°C, I_D = 1mA
$R_{DS(on)}$	Static Drain-to-Source On-Resistance	—	—	44	mΩ	V_{GS} = 10V, I_D = 16A ④
$V_{GS(th)}$	Gate Threshold Voltage	2.0	—	4.0	V	V_{DS} = V_{GS}, I_D = 250μA
g_{fs}	Forward Transconductance	21	—	—	S	V_{DS} = 50V, I_D = 16A④
I_{DSS}	Drain-to-Source Leakage Current	—	—	25	μA	V_{DS} = 100V, V_{GS} = 0V
		—	—	250		V_{DS} = 80V, V_{GS} = 0V, T_J = 150°C
I_{GSS}	Gate-to-Source Forward Leakage	—	—	100	nA	V_{GS} = 20V
	Gate-to-Source Reverse Leakage	—	—	-100		V_{GS} = -20V
Q_g	Total Gate Charge	—	—	71	nC	I_D = 16A
Q_{gs}	Gate-to-Source Charge	—	—	14		V_{DS} = 80V
Q_{gd}	Gate-to-Drain ("Miller") Charge	—	—	21		V_{GS} = 10V, See Fig. 6 and 13
$t_{d(on)}$	Turn-On Delay Time	—	11	—	ns	V_{DD} = 50V
t_r	Rise Time	—	35	—		I_D = 16A
$t_{d(off)}$	Turn-Off Delay Time	—	39	—		R_G = 5.1Ω
t_f	Fall Time	—	35	—		V_{GS} = 10V, See Fig. 10 ④
L_D	Internal Drain Inductance	—	4.5	—	nH	Between lead, 6mm (0.25in.) from package and center of die contact
L_S	Internal Source Inductance	—	7.5	—		
C_{iss}	Input Capacitance	—	1960	—	pF	V_{GS} = 0V
C_{oss}	Output Capacitance	—	250	—		V_{DS} = 25V
C_{rss}	Reverse Transfer Capacitance	—	40	—		f = 1.0MHz, See Fig. 5
E_{AS}	Single Pulse Avalanche Energy②	—	700⑤	185⑥	mJ	I_{AS} = 16A, L = 1.5mH

Source-Drain Ratings and Characteristics

	Parameter	Min.	Typ.	Max.	Units	Conditions
I_S	Continuous Source Current (Body Diode)	—	—	33	A	MOSFET symbol showing the integral reverse p-n junction diode.
I_{SM}	Pulsed Source Current (Body Diode)①	—	—	110		
V_{SD}	Diode Forward Voltage	—	—	1.2	V	T_J = 25°C, I_S = 16A, V_{GS} = 0V ④
t_{rr}	Reverse Recovery Time	—	115	170	ns	T_J = 25°C, I_F = 16A
Q_{rr}	Reverse Recovery Charge	—	505	760	nC	di/dt = 100A/μs ④
t_{on}	Forward Turn-On Time	Intrinsic turn-on time is negligible (turn-on is dominated by L_S+L_D)				

Notes:

① Repetitive rating; pulse width limited by max. junction temperature. (See fig. 11)

② Starting T_J = 25°C, L =1.5mH R_G = 25Ω, I_{AS} = 16A. (See Figure 12)

③ I_{SD} ≤ 16A, di/dt ≤ 340A/μs, V_{DD} ≤ $V_{(BR)DSS}$, T_J ≤ 175°C

④ Pulse width ≤ 400μs; duty cycle ≤ 2%.

⑤ This is a typical value at device destruction and represents operation outside rated limits.

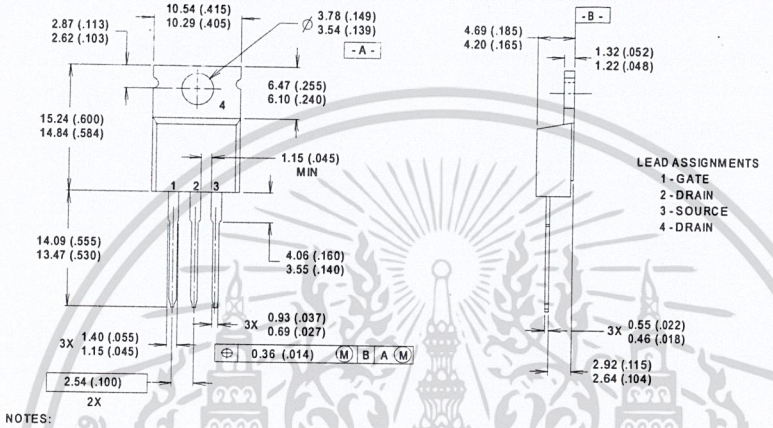
⑥ This is a calculated value limited to T_J = 175°C .

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Package Outline

TO-220AB

Dimensions are shown in millimeters (inches)

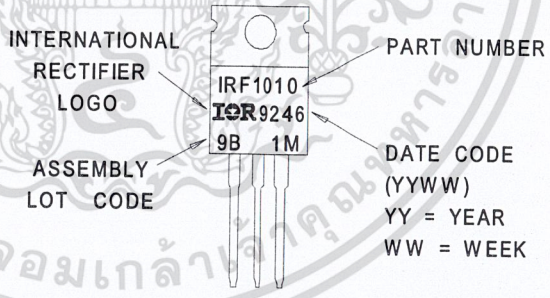


NOTES:
1 DIMENSIONING & TOLERANCING PER ANSI Y14.5M, 1982.
2 CONTROLLING DIMENSION : INCH
3 OUTLINE CONFORMS TO JEDEC OUTLINE TO-220AB.
4 HEATSINK & LEAD MEASUREMENTS DO NOT INCLUDE BURRS.

Part Marking Information

TO-220AB

EXAMPLE : THIS IS AN IRF1010
WITH ASSEMBLY
LOT CODE 9B1M



Data and specifications subject to change without notice.
This product has been designed and qualified for the industrial market.
Qualification Standards can be found on IR's Web site.

International
IOR Rectifier

IR WORLD HEADQUARTERS: 233 Kansas St., El Segundo, California 90245, USA Tel: (310) 252-7105
TAC Fax: (310) 252-7903
Visit us at www.irf.com for sales contact information.03/01

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้