

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การควบคุมการจุดระเบิดโดยวงจรอิเล็กทรอนิกส์
ELECTRONICS CONTROL IGNITION SYSTEM



เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....72126
วัน,เดือน,ปี...1.1 ค.ย. 2550

b. 117 ๒๓๓๕
i.....

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การควบคุมการจุดระเบิดโดยวงจรอิเล็กทรอนิกส์
ELECTRONICS CONTROL IGNITION SYSTEM

โดย

นาย พิพัฒน์ สุขเกษม รหัสประจำตัว 46010527
นางสาว พิมพ์วิไล วงศ์สถิตธรรม รหัสประจำตัว 46010578
นาย ภาณุพันธ์ พงษ์งาม รหัสประจำตัว 46010575

อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ.จิรวรรณ ปานกลาง

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ ปีการศึกษา 2549

ภาควิชา อิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

รายงานเรื่อง การควบคุมการจุดระเบิดโดยวงจรอิเล็กทรอนิกส์

(ELECTRONICS CONTROL IGNITION SYSTEM)

ผู้จัดทำ นาย พิพัฒน์ สุขเกษม รหัสนักศึกษา 46010527
น.ส. พิมพ์วิไล วงศ์สถิตธรรม รหัสนักศึกษา 46010528
นาย ภาณุพันธ์ พงษ์งาม รหัสนักศึกษา 46010757


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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญาโท ปีการศึกษา 2549

ภาควิชา อิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

รายงานเรื่อง การควบคุมการจุดระเบิดด้วยวงจรอิเล็กทรอนิกส์

ELECTRONIC CONTROL THE IGNITION SYSTEM

ผู้จัดทำ นาย พิพัฒน์ สุขเกษม รหัสนักศึกษา 46010527

น.ส. พิมพ์วิไล วงศ์สถิตธรรม รหัสนักศึกษา 46010528

นาย ภาณุพันธ์ พงษ์งาม รหัสนักศึกษา 46010757

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(รศ.จิรวัดน์ ปานกลาง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การควบคุมการจุดระเบิดโดยวงจรอิเล็กทรอนิกส์

นายพิพัฒน์ สุขเกษม 46010527

นางสาวพิมพ์วิไล วงศ์สถิตธรรม 46010528

นายภาณุพันธ์ พงษ์งาม 46010575

รศ. จิรวัดน์ ปานกลาง อ.ที่ปรึกษา

ปีการศึกษา 2549

บทคัดย่อ

โครงการนี้ได้ศึกษาการพัฒนาาระบบจุดระเบิดหัวเทียนเครื่องยนต์แก๊สโซลีน ชนิด
ทรานซิสเตอร์ โดยจะจุดประกายไฟที่หัวเทียนเพียง 1 ครั้ง ออกเป็น 4 ครั้งย่อยโดยใช้หัวเทียนแบบ
ขั้วเดียวเป็นตัวจุดระเบิด เครื่องกำเนิดสัญญาณตามมุมตวัดเป็นอุปกรณ์กำเนิดสัญญาณ +12 โวลต์
และส่งสัญญาณดังกล่าวให้ CPU ซึ่ง CPU จะทำให้ช่วงเวลาจากมุมตวัด แบ่งออกเป็น 4 สัญญาณ
HIGH ในค่าเวลาที่เหมาะสม จากนั้นวงจร DC/DC จะทำการสร้างสัญญาณพัลส์แรงดันสูง และป้อน
ต่อให้กับคอยล์ซึ่งเป็นหม้อแปลงแบบแปลงขึ้น (Step up transformer) และส่งแรงดันสูงดังกล่าวไป
จุดระเบิดหัวเทียนต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ELECTRONICS CONTROL IGNITION SYSTEM

Mr. Pipat Sukkasem 46010527

Mrs.Pimwilai Wongsathitham 46010528

Mr. Panupan Pongngam 46010575

Assoc Prof. Jirawath Panklang Advisor

Education year 2006

Abstract

This thesis is to develop the transistor ignition system .By design the spark plug which has one electrode to spark for 4 times. The signal generator generated +12v in the form of dwell angle. And sent the signal to CPU. The CPU will divide the signal from 1 to 4 signal. The signal which divided already was sent to DC/DC circuit to increase the signal voltage. Then sent to coil that operate as the step up transformer and sent the high voltage to ignite the spark plug.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงการการควบคุมการทุจริตเปิดโดยวงจริยธรรมจะสำเร็จลุล่วงไม่ได้เลยถ้าขาด คำแนะนำและข้อเสนอแนะดี ๆ เกี่ยวกับการทำโครงการนี้จากท่าน รศ.จิรวัดน์ ปานกลาง และพี่ต่อ ทางผู้จัดทำโครงการจึงขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้และที่ขาดไม่ได้เลยก็คือ คุณพ่อกับคุณแม่ที่ให้ เงินมาเพื่อศึกษาเล่าเรียนและทำโครงการนี้ขึ้นมา อีกทั้งเพื่อนๆที่คอยเป็นกำลังใจ เห็นใจกัน และ คำแนะนำที่ดีๆ ขอขอบคุณครับ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนำ

ในปัจจุบันนี้รถยนต์แทบจะเป็นหนึ่งในปัจจัยสำคัญในการดำเนินชีวิต ไม่ว่าจะเป็รถยนต์ส่วนบุคคลหรือรถยนต์สาธารณะก็ตาม และในภาวะเศรษฐกิจน้ำมันแพงเช่นนี้ ปัญหาราคาน้ำมันได้ส่งผลกระทบต่อผู้ใช้รถใช้ถนนทุกคน จะสังเกตเห็นได้ว่ารถยนต์รุ่นใหม่ทีผลิออกมาตีตลาดกันนั้น จะเน้นทางด้านการประหยัดน้ำมัน หรือไม่ก็ออกแบบระบบที่สามารถเผาผลาญเชื้อเพลิงได้คุ้มค่าที่สุด เพราะนอกจากจะประหยัดน้ำมันได้แล้ว ยังเป็นการยืดและถนอมอายุการใช้งานของเครื่องยนต์ อีกทั้งลดมลภาวะ ฉะนั้น โครงการนี้จึงเป็น โครงการที่วิจัยและพัฒนาเพื่อให้มีการใช้น้ำมันอย่างคุ้มค่าที่สุด โดยการจุดระเบิดอย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด

นาย พิพัฒน์	สุขเกษม	รหัส 46010527
นางสาว พิมพ์วิไล	วงศ์สถิตธรรม	รหัส 46010576
นาย ภาณุพันธ์	พงษ์งาม	รหัส 46010575

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

เรื่อง	หน้า
บทที่ 2 ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับการจุกะเปิด	2
รูปที่ 2.1 แสดงการทำงานของระบบจุกะเปิดอย่างง่าย	2
รูปที่ 2.2 แสดงการทำงานของระบบจุกะเปิด	3
รูปที่ 2.3 แสดงส่วนประกอบของจานจ่าย	5
รูปที่ 2.4 แสดงภาพส่วนต่างๆของหัวเทียน	6
รูปที่ 2.5 แสดงภาพส่วนประกอบของสายไฟหัวเทียน	7
รูปที่ 2.6 แสดงโครงสร้างทั่วไปของคอยล์จุกะเปิด	7
รูปที่ 2.7 แสดงโครงสร้างทั่วไปของคอยล์จุกะเปิด	8
รูปที่ 2.8 แสดงการแยกรูปส่วนประกอบชุดจานจ่ายทั่วไป	10
รูปที่ 2.9 แสดงให้เห็นความเกี่ยวพันระหว่างการปิดหน้าทองขาว และมุมปิดหน้าทองขาว	12
รูปที่ 2.10 ความสัมพันธ์ระหว่างการเปิด-ปิดหน้าทองขาวกับมุมคเวด	13
บทที่ 3 ข้อมูลเบื้องต้นในการออกแบบ	16
รูปที่ 3.1 แสดงวงจรสร้างสัญญาณพัลส์	16
รูปที่ 3.2 แสดงไดอะแกรมการทำงานของ D FLIP FLOP	17
รูปที่ 3.3 แสดงสัญญาณที่เกิดจากการหารสัญญาณ	17
รูปที่ 3.4 ตัวอย่างการเชื่อมต่อ 8051 กับหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก	20
รูปที่ 3.5 โครงสร้างของแต่ละบิตภายในพอร์ตอินพุต/เอาต์พุตของ MCS-51	25
รูปที่ 3.6 แสดงวงจรรูปแบบ UP CONVERTOR	26

บทที่ 4 หลักการของระบบจลจรเปิด	27
รูปที่ 4.1 Timing Diagram ของการออกแบบ	27
รูปที่ 4.2 แสดงบล็อกไออะแกรม	28
รูปที่ 4.3 วงจร Pulse Generator	29
รูปที่ 4.4 แสดงไออะแกรมสัญญาณการทำงานของ D Flip Flop	30
รูปที่ 4.5 แสดงภาพสัญญาณเมื่อผ่าน AND gate	30
รูปที่ 4.6 flow chart ของ microcontroller	31
รูปที่ 4.7 วงจรส่วนแปลงผันแรงดัน	34
บทที่ 5 การทดลองและผลการทดลองของระบบจลจรเปิด	
รูปที่ 5.1 แสดงการต่อวงจร PULSE GENERATOR	35
รูปที่ 5.2 แสดงสัญญาณจากขา 6 ของไอซี 74HC08	37
รูปที่ 5.3 แสดงสัญญาณจากขา 5 ของไอซี 74HC08	37
รูปที่ 5.4 แสดงสัญญาณจำลองการจลจรเปิดแบบ 1stup และ 4stup	38
รูปที่ 5.5 แสดงสัญญาณอินพุทของคอยล์ ก่อนทำการกดปุ่มเทอร์โบ	38
รูปที่ 5.6 แสดงสัญญาณเมื่อทำการกดปุ่มเทอร์โบ	39

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมา

เนื่องจากผลกระทบจากยุคเศรษฐกิจน้ำมันแพงในปัจจุบันนี้ ผู้ใช้รถใช้ถนนทุกคนต้องแบกรับภาระค่าน้ำมันที่เพิ่มขึ้น ทางคณะผู้จัดทำได้เล็งเห็นถึงปัญหาดังกล่าว จึงได้ศึกษาและพัฒนาเพื่อประหยัดและใช้พลังงานให้คุ้มค่าที่สุดที่สุด โดยการเพิ่มประสิทธิภาพของการจุดระเบิดให้มีการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการจุดระเบิดของรถยนต์ให้มีการเผาไหม้อย่างสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ทำให้เครื่องยนต์ขับเคลื่อนมีประสิทธิภาพอย่างเต็มที่ เป็นการช่วยยืดอายุการใช้งานของหัวเทียนและประหยัดเชื้อเพลิง อีกทั้งลดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อมอีกทางหนึ่งด้วย

1.3 ขอบเขตของโครงการ

- ใช้ Microcontroller AT89C2051 เพื่อประมวลผลในการกำหนดความกว้างของ Pulse ย่อย
- ใช้ Low input current transformer ในการเพิ่มแรงดันเพื่อจุดระเบิด
- ใช้หัวเทียนแบบเจ็ว ในการจุดระเบิด
- ใช้ ออปแอมป์ LM358 ในการสร้างสัญญาณเพื่อจำลองการทำงานของระบบ

1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

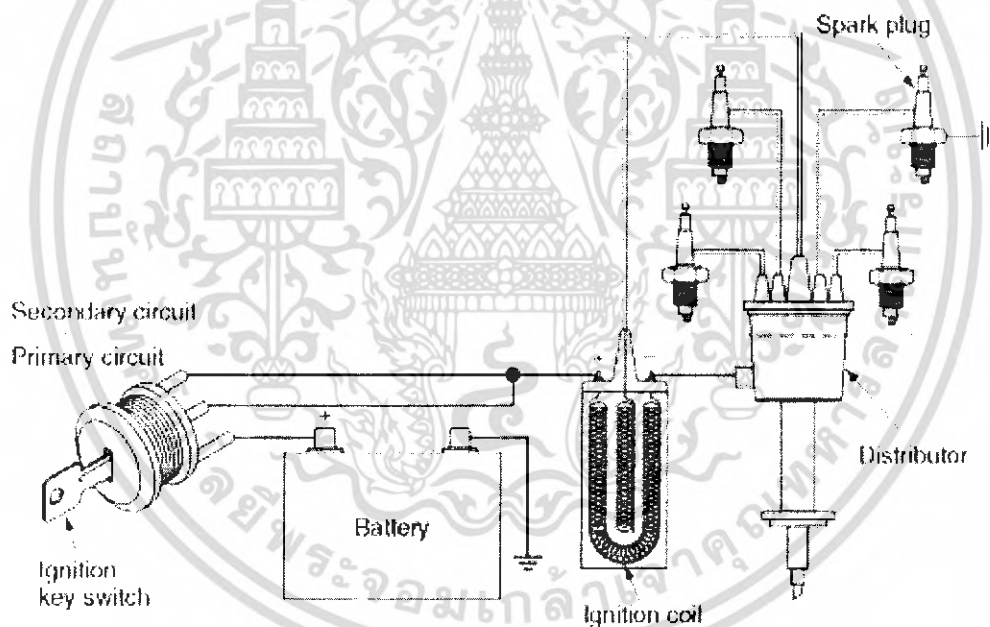
- โครงการนี้สามารถนำความรู้มาประยุกต์และใช้กับงานจริงได้
- โครงการนี้เมื่อนำไปใช้งานจริงก็จะเกิดประโยชน์กับผู้ที่ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับระบบจุดระเบิด

ระบบจุดระเบิดภายในรถยนต์ได้มีการปรับปรุงและเปลี่ยนแปลงกันมากมายเมื่อไม่นานมานี้เอง ซึ่งเป็นการเลิกใช้ระบบการจุดระเบิดที่ควบคุมโดยหน้าทองขาว ซึ่งเป็นแบบเก่ามาเป็นระบบจุดระเบิดแบบไร้จานจ่ายระบบจุดระเบิดแบบใหม่จะใช้ตัวรับสัญญาณข้อเหวี่ยงและหน่วยควบคุมอิเล็กทรอนิกส์เพื่อกำหนดการจุดประกายไฟที่หัวเทียนแต่ละหัวน้ำหนักรักที่ถูกส่งออกจากการหมุนเป็นการเร่งไฟแผ่นไดอะเฟรมสูญญากาศและส่วนประกอบที่คล้ายกันกำลังเริ่มเปลี่ยน โดยการแทนที่ด้วยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และระบบวงจรที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น



รูปที่ 2.1 แสดงการทำงานของระบบจุดระเบิดอย่างง่าย

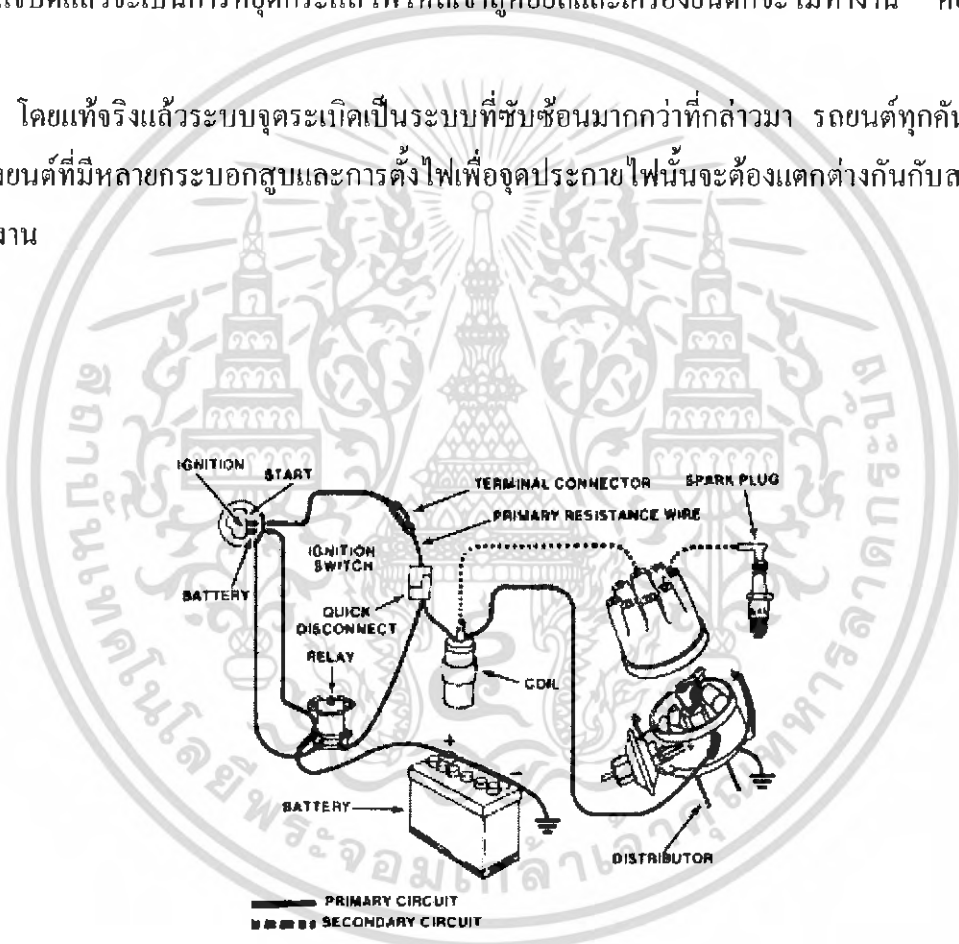
2.1 หลักการเบื้องต้นของระบบจุดระเบิด (Ignition system)

การทำงานของระบบจุดระเบิดเบื้องต้นนั้นเป็นเรื่องง่ายๆเมื่อผู้ขับขี่ถือกุญแจจุดระเบิดเพื่อสตาร์ทเครื่อง กระแสไฟจะถูกป้อนเข้าขดลวดในคอยล์ การไหลของกระแสไฟจะสร้างสนามแม่เหล็กที่เข้มที่พร้อมจะเหนี่ยวนำแรงดันไฟฟ้าให้สูงขึ้น และมอเตอร์สตาร์ทจะหมุนเพลาคอข้อเหวี่ยงเพื่อพยายามทำให้เครื่องยนต์ติด ซึ่งนี่เองเป็นสาเหตุที่ทำให้ตัวรับสัญญาณอัตราเร็วสร้างไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณเพื่อผลิตแรงดันไฟฟ้าสนองต่ออัตราเร็วเครื่องยนต์ป้อนหัวเทียน นอกจากนี้ยังทำให้โรเตอร์ที่หมุนอยู่ภายในฝาครอบจานจ่ายเข้าสู่หัวโรเตอร์ และโรเตอร์ก็จะป้อนไฟฟ้าแรงดันสูงไปยังสายไฟหัวเทียน ไหลผ่านสายไฟหัวเทียนและเข้าไปยังหัวเทียน ไฟฟ้าแรงดันสูงนั้นจะสร้างประกายไฟกระโดดข้ามเขี้ยวหัวเทียนเพื่อเริ่มการเผาไหม้

การเผาไหม้ที่เกิดขึ้นจะทำให้เครื่องยนต์ติดเครื่อง และผู้ขับขี่ก็สามารถปล่อยกุญแจสตาร์ทได้ ซึ่งเป็นการหยุดสตาร์ทเครื่องยนต์ แต่ยังคงทำให้ระบบจุดระเบิดยังคงทำงานต่อไปได้ เมื่อผู้ขับขี่บิดกุญแจเปิดแล้วจะเป็นการหยุดกระแสไฟไหลเข้าสู่คอยล์และเครื่องยนต์ก็จะไม่ทำงาน คือเครื่องดับ

โดยแท้จริงแล้วระบบจุดระเบิดเป็นระบบที่ซับซ้อนมากกว่าที่กล่าวมา รถยนต์ทุกคันนั้นจะมีเครื่องยนต์ที่มีหลายกระบอกสูบและการตั้งไฟเพื่อจุดประกายไฟนั้นจะต้องแตกต่างกันกับสภาวะการทำงาน



รูปที่ 2.2 แสดงการทำงานของระบบจุดระเบิด

2.2 ส่วนประกอบหลักของระบบจุดระเบิด

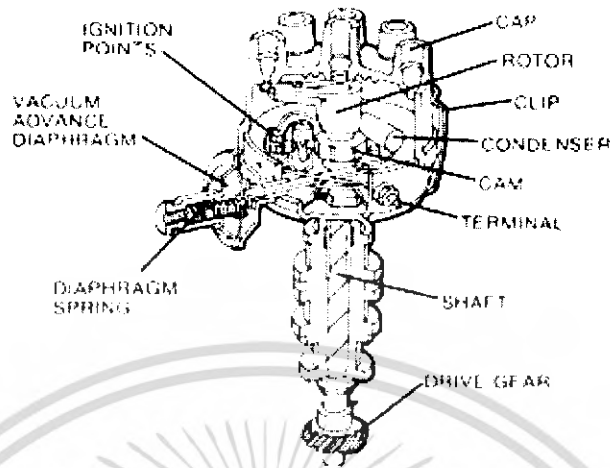
ส่วนประกอบหลักของระบบจุดระเบิด ได้แก่

1. หัวเทียน (spark plug) ช่วยให้เกิดประกายไฟกระโดดข้ามระหว่างแกนและเขี้ยว ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งและอยู่ในห้องเผาไหม้เพื่อเริ่มการเผาไหม้เชื้อเพลิง

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์สงวนไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ดูแลเนื้อหาไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. สายไฟหัวเทียน (spark plug wire) เป็นสายไฟทูลักษณะที่หุ้มฉนวนหนาเพื่อรองรับไฟฟ้าแรงเคลื่อนสูงที่ส่งไปยังหัวเทียน
3. ฝาครอบจานจ่าย (distributor cap) เป็นฝาครอบที่เป็นฉนวน ทำหน้าที่ส่งกำลังไฟฟ้าแรงเคลื่อนสูงจากขดลวดโรเตอร์ไปยังสายไฟหัวเทียน
4. หัวโรเตอร์ (rotor) เป็นการหมุนเชื่อมต่อไฟฟ้าที่ป้อนไฟฟ้าแรงเคลื่อนสูงเข้าสู่ขั้วที่ฝาครอบและสายไฟหัวเทียนแต่ละเส้น
5. จานจ่าย (distributor) เป็นระบบกลไกที่บางครั้งใช้ควบคุมการตั้งไฟจุดระเบิดควบคุมการทำงานของโรเตอร์รับสัญญาณอัตราความเร็วรอบเครื่องยนต์ และช่วยการทำงานของคอยล์จุดระเบิด
6. หน่วยควบคุม (control unit) เป็นระบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้กับตัวรับสัญญาณอัตราเร็วเพื่อสร้างหรือหยุดกระแสไฟที่ส่งไปยังคอยล์จุดระเบิด
7. สวิตช์เปิด/ปิด หรืออุปกรณ์รับสัญญาณอัตราเร็ว (switching or speed sensing device) หมายถึงหน้าทองขาวหรือตัวรับสัญญาณลักษณะหนึ่งขั้วนำเพื่อตรวจหาอัตราเร็วในการตีไฟของคอยล์จุดระเบิดได้อย่างเหมาะสม
8. คอยล์จุดระเบิด (ignition coil) เป็นหม้อแปลงที่ช่วยเพิ่มแรงดันไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ได้ถึง 30000 โวลต์หรือมากกว่านั้น
9. สายไฟคอยล์ (coil wire) เป็นสายไฟทูลักษณะที่ป้อนไฟฟ้าแรงเคลื่อนสูงเข้าสู่ฝาครอบจานจ่าย หรือเข้าสู่ฝาครอบหัวเทียนโดยตรง
10. สวิตช์จุดระเบิด (ignition switch) เป็นกุญแจสวิตช์ที่ป้อนแรงดันไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ไปยังคอยล์จุดระเบิด และอุปกรณ์ในระบบจุดระเบิดบางระบบ
11. สายไฟปฐมภูมิ (primary wires) เป็นสายไฟขนาดเล็กที่ป้อนแรงดันไฟฟ้าแรงเคลื่อนต่ำเข้าไปยังอุปกรณ์ในระบบจุดระเบิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 แสดงส่วนประกอบของจานจ่าย

วงจรมปฐมภูมิและวงจรถูติยภูมิ (Primary and secondary)

ระบบย่อยที่สำคัญ 2 ระบบ ในระบบจุดระเบิดได้แก่ วงจรมปฐมภูมิและวงจรถูติยภูมิ

วงจรมปฐมภูมิในระบบจุดระเบิด ประกอบไปด้วย อุปกรณ์และสายไฟทั้งหมดที่ใช้ร่วมกับไฟฟ้าแรงดันต่ำ ไฟจากแบตเตอรี่ โดยใช้สายไฟมาตรฐานขนาดเล็กรองรับกระแสไฟฟ้าจากวงจรมปฐมภูมิ

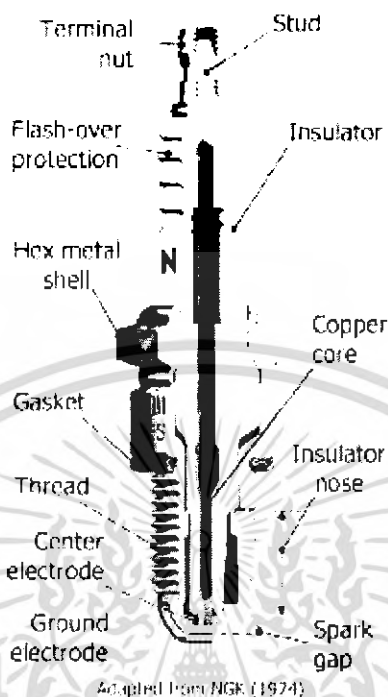
วงจรถูติยภูมิในระบบจุดระเบิด หมายถึงการรวมส่วนประกอบต่างๆทั้งหมดที่รองรับไฟฟ้าแรงสูง (30000 โวลต์ หรือมากกว่านั้น) ประกอบไปด้วยสายไฟและส่วนประกอบต่างๆที่เชื่อมต่อระหว่างคอยล์และสายหัวเทียน ระบบไฟทุติยภูมิต้องมีฉนวนหุ้มที่หนาเพื่อป้องกันการรั่วไหล (ประกายไฟ) ของไฟฟ้าแรงดันสูง

2.2.1 หัวเทียน (Spark plug)

หัวเทียนจะใช้ไฟฟ้าแรงดันสูงจากคอยล์จุดระเบิดเพื่อทำให้ส่วนผสมน้ำมันเชื้อเพลิงกับอากาศติดไฟ ในบางที่ต้องการแรงดันไฟฟ้าระหว่าง 4000 ถึง 10000 โวลต์ เพื่อสร้างกระแสไฟให้กระโดดข้ามเขี้ยวหัวเทียนที่เป็นขั้วไฟฟ้า ซึ่งต่ำกว่าศักยภาพแรงเคลื่อนที่ไฟฟ้าของคอยล์มาก ขั้วต่อแกนหัวเทียนจะเป็นตัวนำกระแสไฟเข้าไปยังห้องเผาไหม้ ขั้วไฟฟ้านข้างจะหัวเทียนจะถูกต่อวงจรลงดิน ทำให้กระแสไฟฟ้กระโดดข้ามช่องว่างกลับไปยังแบตเตอรี่ผ่านการต่อวงจรลงดินที่ติดกับโครง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Spark Plug Structure



รูปที่ 2.4 แสดงภาพส่วนต่างๆของหัวเทียน

หัวเทียนชนิดไม่มีตัวต้านทานและหัวเทียนชนิดมีตัวต้านทาน (non-resistor and resistor spark plug)

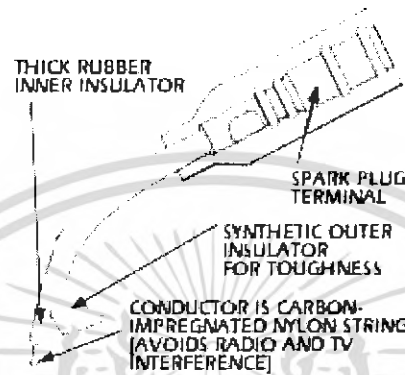
หัวเทียนชนิดไม่มีตัวต้านทาน(non-resistor spark plug) จะมีแกนหัวเทียนที่เป็นแท่งก้านโลหะ ซึ่งก้านโลหะนั้นจะอยู่ต่อจากขั้วสายไฟลงมาตลอดผ่านฉนวนหุ้มไปจนถึง โครงที่ปลายหัวเทียน สังเกตว่าหัวเทียนชนิดนี้จะไม่มีความต้านทานอยู่ภายใน ใช้เฉพาะกับรถยนต์ที่ไม่ได้ขับขึ้นเส้นทางถนนในเมือง เช่น รถแข่ง เพราะจะทำให้เกิดคลื่นเสียงรบกวนวิทยุ

หัวเทียนชนิดมีตัวต้านทาน(resistor spark plug) หัวเทียนชนิดนี้จะมีตัวต้านทานอยู่ภายในแกนหัวเทียน ตัวต้านทานนั้นจะมีค่าความต้านทานประมาณ 10,000 โอห์ม ซึ่งถูกออกแบบเพื่อลดการเหนี่ยวนำของคลื่นเสียงวิทยุ และเพื่อช่วยขยายอายุหัวเทียน (ลดการสึกกร่อนที่ส่วนปลาย) เหมาะสำหรับรถยนต์โดยสาร

2.2.2 สายไฟหัวเทียน (Spark plug wire)

สายไฟหัวเทียนจะรองรับแรงดันไฟฟ้าของคอยล์จากขั้วต่อที่ฝาครอบจานจ่ายต่อไปยังหัวเทียนแต่ละอัน การจุดระเบิดที่ทันสมัยโดยใจคอมพิวเตอร์ควบคุมคอยล์ (การจุดระเบิดแบบไร้จานเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

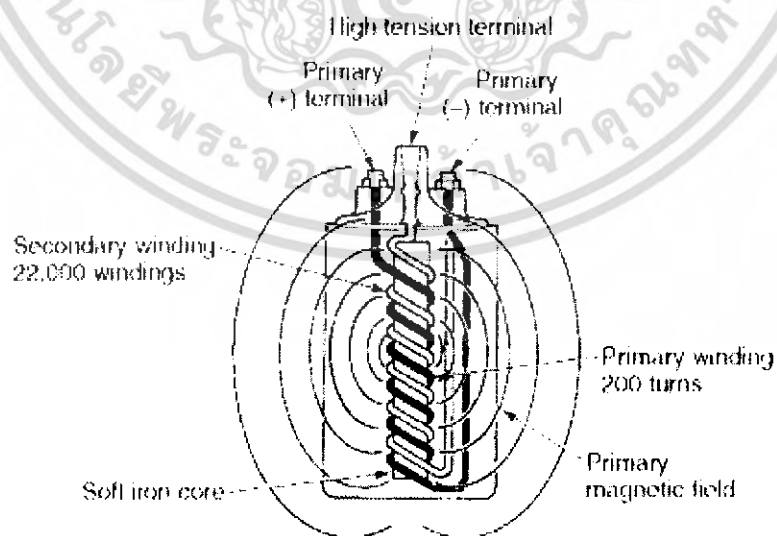
ง่าย) นั่นจะมีสายไฟหัวเทียนรองรับแรงดันไฟฟ้าจากขดลวดคอยล์โดยตรงไปยังหัวเทียน ในปัจจุบันมีระบบจุดระเบิดโดยตรง ซึ่งจะติดตั้งขดลวดคอยล์ไว้เหนือหัวเทียน โดยไม่จำเป็นต้องใช้สายไฟหัวเทียน



รูปที่ 2.5 ส่วนประกอบของสายไฟหัวเทียน

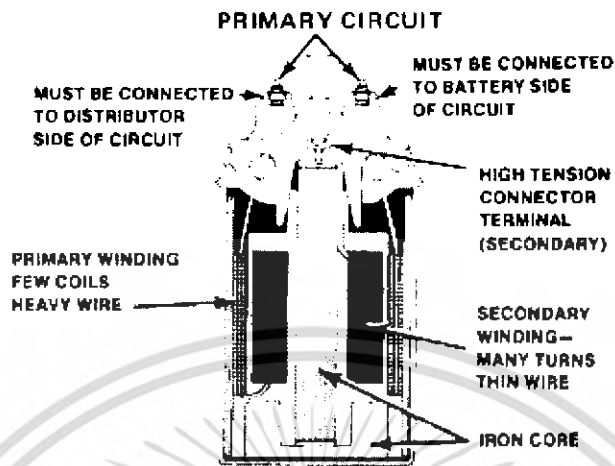
2.2.3 คอยล์จุดระเบิด (Ignition coil)

คอยล์จุดระเบิดจะผลิตไฟฟ้าแรงดันสูง (30000 โวลต์หรือมากกว่านั้น) เพื่อต้องการให้กระแสไฟฟ้ากระโดดข้ามช่องว่างเขี้ยวหัวเทียน ซึ่งเป็นความสามารถของหม้อแปลงชนิดหนึ่งอาศัยการเร่งกระตุ้นเพื่อให้เกิดประกายไฟช่วงสั้นๆเพื่อเริ่มต้นการเผาไหม้



รูปที่ 2.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.6 และรูปที่ 2.7 แสดง โครงสร้างทั่วไปของคอยล์จุดระเบิด

การทำงานของคอยล์จุดระเบิด (Ignition coil operation)

เมื่อกระแสไฟจากแบตเตอรี่ไหลผ่านขดลวดปฐมภูมิของคอยล์จุดระเบิด จะทำให้เกิดสนามแม่เหล็กที่เข้มข้น การทำงานของแกนเหล็กนั้นจะช่วยรวบรวมพลังงานและทำให้สนามแม่เหล็กมีกำลังมากขึ้น

เมื่อกระแสไฟที่ไหลผ่านคอยล์ถูกกันหรือตัดวงจรขดปฐมภูมิ สนามแม่เหล็กจะถูกทำให้ยุบตัวตัดกับขดลวดทุติยภูมิ และเนื่องจากขดลวดทุติยภูมิมีการพันด้วยจำนวนรอบมากกว่าขดลวดปฐมภูมิ แรงดันไฟฟ้าจะถูกเหนี่ยวนำให้เพิ่มขึ้นในขดลวดทุติยภูมิ ทำให้มีไฟฟ้าแรงดันสูงถึงประมาณ 30000 โวลต์ ออกมาจากขั้วต่อบนของคอยล์ไปยังหัวเทียน

มีวิธีการอยู่ 2 วิธีที่จะใช้กันการไหลของกระแสไฟในขดลวดปฐมภูมิเพื่อการเหนี่ยวนำให้เกิดการจุดระเบิด โดยไฟฟ้าแรงดันสูงจากคอยล์ ได้แก่ หน้าทองขาว หรือวงจรสวิทช์เปิด/ปิด อิเล็กทรอนิกส์ โดยวงจรสวิทช์เปิด/ปิด อิเล็กทรอนิกส์จะถูกรับในรถยนต์รุ่นใหม่ ส่วนหน้าทองขาวจะพบอยู่เฉพาะรถยนต์รุ่นเก่า

แหล่งผลิตแรงดันกระแสไฟฟ้าให้กับระบบจุดระเบิด (Ignition system supply voltage)

แหล่งผลิตแรงดันกระแสไฟฟ้าระบบจุดระเบิดจะป้อนไฟฟ้าแรงดันเข้าไปยังระบบจุดระเบิด โดยแบตเตอรี่หรือเครื่องกำเนิดไฟฟ้า แบตเตอรี่นั้นจะช่วยส่งกระแสไฟขณะเครื่องยนต์ไม่ติดเครื่อง และหลังจากเครื่องยนต์ติดเครื่องแล้ว เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับจะผลิตไฟฟ้าแรงดันสูงเข้าไปยังแบตเตอรี่และระบบจุดระเบิด

วงจรที่ใช้ช่องทางเดินเฉพาะระบบจุดระเบิดในบางครั้งถูกนำมาใช้เพื่อจัดหาแรงดันกระแสไฟฟ้าจากแบตเตอรี่โดยตรงส่งไปยังระบบจุดระเบิดช่วงระหว่างการทำงานของมอเตอร์สตาร์ท

ขณะเครื่องยนต์กำลังถูกสตาร์ท สวิตช์จุดระเบิดอยู่ในตำแหน่งสตาร์ทหรือตำแหน่งสุดท้ายตามเข็มนาฬิกา สิ่งนี้เป็นการต่อวงจรแบตเตอรี่กับมอเตอร์สตาร์ทและป้อนแรงดันไฟฟ้าไปยังระบบจุดระเบิด มอเตอร์ไฟฟ้าจะหมุนเครื่องยนต์จนกระทั่งเครื่องยนต์ติดเครื่อง

มอเตอร์สตาร์ทจะดึงกระแสสูงและทำให้ไฟฟ้าแรงดันจากแบตเตอรี่ตกไปกว่า 12.6 โวลต์ ช่องทางเดินเฉพาะวงจรจะช่วยให้มั่นใจได้ว่าจะยังคงมีแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟเพียงพอสำหรับการทำงานของระบบจุดระเบิด และง่ายต่อการสตาร์ทเครื่องยนต์ ตัวต้านทานในวงจรอาจนำมาใช้ในระบบจุดระเบิดเพื่อควบคุมหรือจำกัดแรงดันกระแสไฟฟ้าจากแหล่งผลิตให้กับระบบจุดระเบิด เครื่องกำเนิดไฟฟ้าทำงาน หลังจากเครื่องยนต์ติดเครื่องสวิตช์จุดระเบิดจะถูกปล่อย สปริงที่อยู่ภายในสวิตช์จะช่วยให้สวิตช์จุดระเบิดหมุนกลับ หรือวิ่งเข้าสู่ตำแหน่งเดิม

ปัจจุบันนี้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสามารถทำหน้าที่ผลิตไฟฟ้าแรงดันสูงขึ้นเพื่อเป็นการป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้นกับการจุดระเบิด ตัวต้านทานในวงจรมันจะอยู่ระหว่างสวิตช์กับคอยล์จุดระเบิดเพื่อจำกัดการไหลของกระแสไฟ ไม่ว่าจะป็นทั้งสายไฟที่มีความต้านทานเป็นพิเศษ ก็ถูกนำมาใช้ในระบบวงจรต้านทาน โดยวงจรต้านทานนั้นจะทำให้แน่ใจว่าแรงดันไฟฟ้าคงที่จะอยู่ประมาณสูงสุดที่ 9.5 ถึง 10.5 โวลต์ ซึ่งถูกนำมาใช้กับระบบจุดระเบิด

2.2.4 สายไฟคอยล์ (Coil wire)

สายไฟขดลวดจะรองรับไฟฟ้าแรงดันสูงจากขั้วต่อของคอยล์จุดระเบิดที่มีไฟฟ้าแรงดันสูงและป้อนเข้าไปยังขั้วต่อกลางของฝาครอบจานจ่าย สายไฟคอยล์มีโครงสร้างคล้ายกับสายไฟหัวเทียนที่มีขนาดสั้นมาก โดยสายไฟคอยล์ไม่มีความจำเป็นต้องใช้กับชุดรวมระบบจานจ่าย หรือการจุดระเบิดแบบไร้จานจ่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.5 ฝาครอบจานจ่าย (Distributor cap)

ฝาครอบจานจ่ายเป็นอุปกรณ์พลาสติกที่เป็นฉนวนสวมครอบพอดีกับตัวเรือนจานจ่าย ด้านบน ขั้วต่อตรงกลางจะทำหน้าที่รับถ่ายทอดแรงดันกระแสไฟฟ้าจากสายไฟคอยล์ส่งไปยังโรเตอร์ นอกจากนี้ฝาครอบจานจ่ายยังมีขั้วต่อภายนอก หรือขั้วต่อด้านข้างที่ส่งประกายไฟฟ้าเข้าไปยังสายไฟหัวเทียน ขั้วต่อโลหะจะติดอยู่กับฝาครอบพลาสติกเพื่อทำการต่อวงจรไฟฟ้า



รูปที่ 2.8 แสดงการแยกชิ้นส่วนประกอบชุดจานจ่ายทั่วไป

2.2.6 โรเตอร์ (Rotor)

โรเตอร์จานจ่าย (distributor rotor) จะทำหน้าที่รับถ่ายทอดแรงดันไฟฟ้าจากขั้วต่อกลางฝาครอบไปยังขั้วต่อด้านข้างของฝาครอบจานจ่ายและสายไฟหัวเทียน โรเตอร์นั้นจะถูกติดตั้งอยู่บนเพลลาจานจ่ายด้านบน ขณะที่โรเตอร์หมุนจะทำหน้าที่ป้อนแรงดันกระแสไฟฟ้าเข้าสายไฟหัวเทียนแต่ละเส้น ขั้วต่อโลหะบนโรเตอร์นั้นจะสัมผัสขั้วต่อกลางฝาครอบจานจ่าย และปลายขั้วต่อโรเตอร์ที่ซีกออกก็เกือบจะสัมผัสขั้วต่อฝาครอบด้านข้างทุกขั้วเมื่อหมุน

กระแสไฟฟ้าที่มีแรงดันสูงสามารถกระโดดข้ามช่องว่างของอากาศระหว่างปลายโรเตอร์กับฝาครอบ โดยมีกระแสไฟฟ้าที่มีแรงดันสูงถึง 30000 โวลต์ ทำให้เกิดประกายไฟกระโดดข้ามช่องว่างระหว่างโรเตอร์กับฝาครอบ เพื่อจ่ายผ่านสายหัวเทียน เพื่อจ่ายผ่านสายหัวเทียนไปจุดประกายที่หัวเทียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.7 งานจ่ายไฟจุดระเบิด (Ignition distributors)

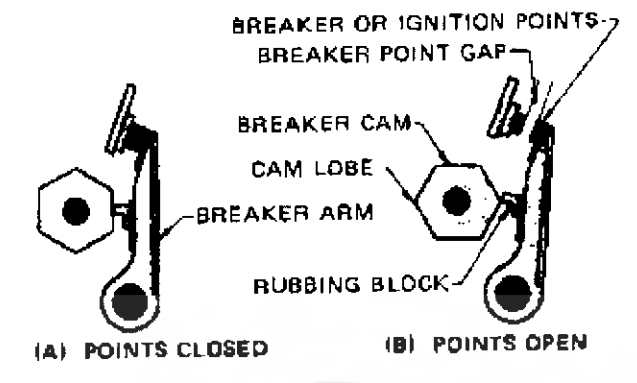
งานจ่ายไฟจุดระเบิดมีหน้าที่หลายอย่างด้วยกัน ได้แก่

1. ทำหน้าที่ควบคุมการเปิด/ปิดวงจรการไหลของกระแสไฟผ่านขดลวดปฐมภูมิของคอยล์จุดระเบิดเพื่อควบคุมสนามแม่เหล็กในคอยล์
2. ทำหน้าที่แจกจ่ายกระแสไฟฟ้าแรงดันสูงของคอยล์ไปยังสายไฟหัวเทียน
3. มีหน้าที่ทำให้เกิดประกายไฟปรากฏที่หัวเทียนแต่ละอันในจังหวะอัด
4. ทำหน้าที่ปรับการตั้งองศาไฟจุดระเบิดตามการเปลี่ยนแปลงภาระของเครื่องยนต์
5. ในบางครั้งทางตอนท้ายปลายด้านล่างของเพลลางานจ่ายจะทำหน้าที่ส่งกำลังขับเคลื่อนน้ำมันเครื่อง
6. งานจ่ายบางระบบ(ชุดรวมระบบงานจ่าย) จะมีคอยล์จุดระเบิดและวงจรสวิทช์อิเล็กทรอนิกส์รวมอยู่ในงานจ่ายจะติดตั้งอยู่กับส่วนบนเครื่องยนต์ และโดยปกติจะขับเคลื่อนโดยเพลลาลูกเบี้ยวหรือบางครั้งขับเคลื่อนด้วยชุดส่วนประกอบเพลลาลูกเบี้ยว นอกจากนี้งานจ่ายอาจติดตั้งอยู่ในเสื้อสูบหรือบนฝาสูบเหนือเครื่องยนต์ที่มีเพลลาลูกเบี้ยวอยู่บนฝาสูบ เพลลาที่อยู่บนงานจ่ายจะมีรอบหมุนเป็นครึ่งหนึ่งของรอบความเร็วเครื่องยนต์

2.2.8 ชุดหน้าทองขาว (breaker section)

ทำหน้าที่ในการตัดต่อวงจรไฟปฐมภูมิ หน้าทองขาวจะประกอบด้วยส่วนที่สำคัญ 2 ส่วนคือ ส่วนของหน้าทองขาวที่อยู่กับที่ ซึ่งส่วนนี้จะต่อลงดิน และส่วนของหน้าทองขาวที่เคลื่อนที่ ซึ่งจุดหมุนของส่วนนี้จะมีฉนวนป้องกันการลงดิน สำหรับหน้าทองขาวส่วนนี้จะต่อโดยตรงกับขดลวดปฐมภูมิในคอยล์จุดระเบิด และจะมีไฟเบอร์ทำหน้าที่ถ่ายทอดกำลังจากลูกเบี้ยวของงานจ่ายเพื่อทำหน้าที่ปิด-เปิดหน้าทองขาว สปริงแผ่นของหน้าทองขาวจะทำหน้าที่ปิดหน้าทองขาวให้สนิท

หน้าทองขาวจะเปิดและปิดโดยลูกเบี้ยวที่ติดตั้งอยู่บนเพลลางานจ่าย ผิวหน้าของชุดหน้าทองขาวจะเกิดรอยไหม้โดยประกายไฟที่เกิดจากแรงดันไฟฟ้าจากการเหนี่ยวนำตัวเองของขดลวดปฐมภูมิและการออกซิเดชัน ดังนั้นหน้าทองขาวจะต้องมีการตรวจสอบเมื่อถึงเวลาที่กำหนด ชุดหน้าทองขาวมีความสำคัญมากในการที่จะทำให้เครื่องยนต์ทำงานได้ดี มีประสิทธิภาพ ดังนั้นจึงต้องตรวจสอบผิวหน้าของหน้าทองขาว ไฟเบอร์ ระยะเวลาของหน้าทองขาว และมุมคเวล



รูปที่ 2.9 แสดงให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างการปิดหน้าทองขาวและมุมปิดหน้าทองขาว

การทำงานของระบบหน้าทองขาว (contact point system operation)

ขณะที่เครื่องยนต์กำลังทำงานนั้น เพลาจานจ่ายและลูกเบี้ยวจานจ่ายจะหมุนไปด้วยกัน ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้ลูกเบี้ยวขึ้นเปิดและปิดหน้าทองขาว เนื่องจากหน้าทองขาวถูกต่อสายไฟกับขดลวดปฐมภูมิของคอยล์จุดระเบิด จึงทำให้หน้าทองขาวเชื่อมต่อและกันวงจรปฐมภูมิของคอยล์จุดระเบิด เมื่อหน้าทองขาวถูกปิดจะทำให้เกิดสนามแม่เหล็กขึ้นในขดลวดคอยล์ และถ้าหน้าทองขาวเปิดจะทำให้สนามแม่เหล็กล้มเหลวหรือยุบตัวและแรงดันกระแสไฟฟ้าจะถูกเหนี่ยวนำส่งไปยังหัวเทียน สิ่งนี้เป็นสาเหตุให้เกิดการเผาไหม้

จากการที่จานจ่ายหมุนได้ครึ่งหนึ่งของความเร็วเครื่องยนต์และมุมลูกเบี้ยว 1 มุมต่อกระบอกลูกสูเครื่องยนต์ 1 สูบ จะทำให้หัวเทียนแต่ละหัวจุดประกายไฟทันทีในช่วงระหว่างการหมุน และจุดประกายทุกหัวเมื่อแกนจ่ายหมุนครบรอบ

มุมควอด (dwell angle)

มุมควอด คือมุมของลูกเบี้ยวจานจ่ายในตำแหน่งที่หน้าทองขาวปิด และหน้าทองขาวเริ่มเปิด เมื่อดึงยอดของลูกเบี้ยวอีกยอดหนึ่ง ในเครื่องยนต์ 4 สูบ ถ้าการปรับตั้งระยะห่างของหน้าทองขาวถูกต้องตามมาตรฐาน มุมควอดจะมีค่าประมาณ 52 ± 6 องศา และเมื่อหน้าทองขาวเปิดจนกระทั่งยอดลูกเบี้ยวหมุนเลยไปและหน้าทองขาวเริ่มปิด มีค่าประมาณ 38 ± 6 องศา

มุมควอดจะสัมพันธ์กันระหว่างระยะห่างของหน้าทองขาวกับจังหวะเวลาที่หน้าทองขาวเริ่มเปิด และมีความสัมพันธ์ในการที่จะปรับแต่งเครื่องยนต์ให้อยู่ในสภาพการทำงานที่ดี

1. **เมื่อหน้าทองขาวห่างมากเกินไป** ถ้าหน้าทองขาวห่างมากเกินไป หน้าทองขาวจะมีระยะเวลาในการปิดสั้นมาก เป็นผลให้มุมควอดมีค่าน้อยเกินไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. **เมื่อน้ำทองขาวห่างน้อยเกินไป** ถ้าน้ำทองขาวห่างน้อยเกินไป น้ำทองขาวจะปิดนานเกินไป เป็นผลให้มุมเวลามีค่ามากเกินไป

ซึ่งมุมเวลามีค่ามากหรือน้อยเกินไปนั้นจะเป็นสาเหตุที่ทำให้จังหวะการจุดระเบิดผิดพลาดไป

3. **มุมเวลาน้อยเกินไป** จะทำให้ระยะเวลาที่น้ำทองขาวปิดสั้น ทำให้กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านขดลวดปฐมภูมิของคอยล์จุดระเบิดมีเวลาน้อยลง ขณะที่เครื่องยนต์มีความเร็วรอบต่ำ กระแสไฟฟ้าในวงจรปฐมภูมิจะมีความเพียงพอที่จะทำให้เกิดประกายไฟที่หัวเทียนได้ แต่เมื่อความเร็วรอบของเครื่องยนต์เพิ่มมากขึ้น กระแสไฟฟ้าในวงจรปฐมภูมิจะมีไม่เพียงพอ ทำให้แรงเคลื่อนไฟฟ้าในวงจรทุติยภูมิลดลง จังหวะการจุดระเบิดของเครื่องยนต์ก็จะผิดพลาด

4. **มุมเวลามากเกินไป** ระยะห่างของน้ำทองขาวจะแคบลง เกิดประกายไฟได้ง่ายเมื่อน้ำทองขาวเริ่มเปิด ขณะเกิดประกายไฟ กระแสไฟวงจรปฐมภูมิจะไหลผ่านน้ำทองขาวได้ ซึ่งทำให้กระแสไฟฟ้าวงจรปฐมภูมิไม่ถูกคัตวงจรอย่างทันทีทันใด แรงเคลื่อนไฟฟ้าในวงจรทุติยภูมิจะเกิดขึ้นน้อย จังหวะการจุดระเบิดของเครื่องยนต์ก็จะผิดพลาดเช่นกัน

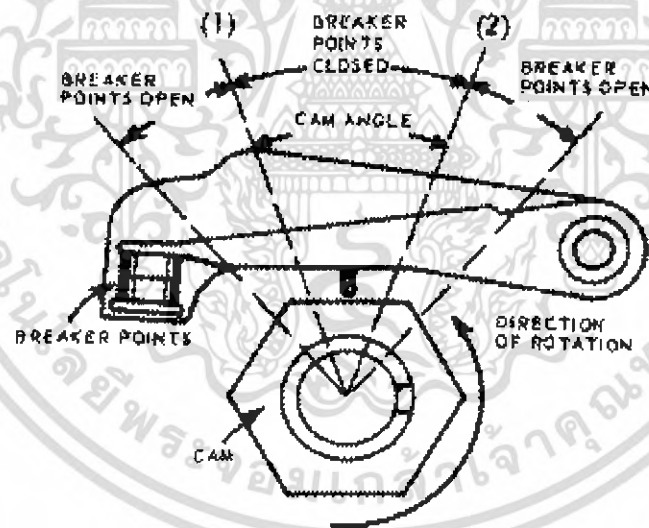


Fig. 3-13. Cam angle. Points close at 1 and remain closed as cam rotates to 2. The number of degrees formed by this angle determines cam angle.

รูปที่ 2.10 ความสัมพันธ์ระหว่างการเปิด-ปิดน้ำทองขาวกับมุมเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.9 คอนเดนเซอร์ (Condenser)

คอนเดนเซอร์จะทำด้วยตะกั่วแผ่นบางๆตั้งแต่ 2 แผ่นขึ้นไปวางซ้อนกัน และถูกกันด้วยกระดาษไข ซึ่งทำหน้าที่เป็นฉนวนกันเอาไว้ ปกติคอนเดนเซอร์จะติดตั้งอยู่ด้านนอกข้างจานจ่าย ต่อขนานกับหน้าทองขาว และจะเก็บประจุไฟฟ้าเมื่อน้ำทองขาวเปิด แรงเคลื่อนไฟฟ้าในขดลวดทุติยภูมิจะเพิ่มมากขึ้นเมื่อกระแสไฟฟ้าในขดลวดปฐมภูมิถูกตัดวงจรอย่างทันทีทันใด การตัดวงจรอย่างทันทีทันใดจะเกิดการเหนี่ยวนำตัวเองในขดลวดปฐมภูมิ เกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าถึง 500 โวลต์ในขดลวดปฐมภูมิ เป็นผลให้เมื่อน้ำทองขาวเปิด กระแสไฟฟ้าจะไหลย้อนกลับมาที่หน้าทองขาว เกิดประกายไฟที่หน้าทองขาว การตัดวงจรของขดลวดปฐมภูมิจะไม่เกิดขึ้นอย่างทันทีทันใด และยังทำให้หน้าทองขาวไหม้ได้ เพื่อให้เกิดการตัดวงจรในขดลวดปฐมภูมิอย่างทันทีทันใด และให้เกิดประกายไฟที่หน้าทองขาวน้อยที่สุด จึงได้ต่อคอนเดนเซอร์ขนานกับหน้าทองขาวเพื่อเก็บประจุไฟฟ้าที่เกิดจากการเหนี่ยวนำตัวเองในขดลวดปฐมภูมิในช่วงขณะหนึ่ง และเมื่อน้ำทองขาวปิด คอนเดนเซอร์ก็จะคายประจุไฟฟ้าให้กับวงจร

การเลือกใช้คอนเดนเซอร์กับระบบจุดระเบิดนั้นจะต้องเลือกขนาดความจุให้เหมาะสมกับระบบจุดระเบิดในรถยนต์ ถ้าเลือกค่าความจุของคอนเดนเซอร์มากหรือน้อยเกินไป อาจทำให้เกิดประกายไฟที่หน้าทองขาวได้

2.3 การทำงานของระบบจุดระเบิด (ignition system operation)

เมื่อน้ำทองขาวปิด กระแสไฟจากแบตเตอรี่ก็จะไหลเข้าขั้วบวก (+) ของคอยล์จุดระเบิด ผ่านขั้วลบ (-) และหน้าทองขาวลงกราวด์ครบวงจร ทำให้เกิดเส้นแรงแม่เหล็กรอบๆขดลวดในคอยล์จุดระเบิด เมื่อเพลลาข้อเหวี่ยงหมุน เพลาลูกเบี้ยวจานจ่ายก็จะหมุนไปด้วย ทำให้ลูกเบี้ยวในหน้าจานจ่ายเปิดหน้าทองขาว กระแสไฟฟ้าที่ไหลในขดลวดปฐมภูมิของคอยล์จุดระเบิดถูกตัดการไหลอย่างทันทีทันใด เป็นผลให้เส้นแรงแม่เหล็กในขดลวดปฐมภูมิยุบตัวตัดกับขดลวดทุติยภูมิ เพราะการเหนี่ยวนำตัวเองในขดลวดปฐมภูมิ และการเหนี่ยวนำร่วมในขดลวดทุติยภูมิ จึงเกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าขึ้นประมาณ 500 โวลต์ที่ขดลวดปฐมภูมิ และแรงเคลื่อนไฟฟ้าประมาณ 30,000 โวลต์ที่ขดลวดทุติยภูมิ แรงเคลื่อนไฟฟ้า 30,000 โวลต์จะถูกจ่ายไปยังแต่ละกระบอกสูบตามจังหวะการจุดระเบิด โดยโรเตอร์และฝาครอบจานจ่าย

ขณะหน้าทองขาวเปิด จะเกิดประกายไฟที่หน้าทองขาว โดยมีผลจากการเหนี่ยวนำตัวเองของขดลวดปฐมภูมิที่ทำให้เกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าถึงประมาณ 500 โวลต์ ซึ่งกระแสไฟฟ้าจะพยายามเคลื่อนที่ผ่านหน้าทองขาว จึงต้องมีคอนเดนเซอร์ต่อขนานกับหน้าทองขาวเพื่อทำหน้าที่เก็บประจุไฟฟ้าไม่ให้กระแสโคดข้ามหน้าทองขาวได้ ซึ่งทำให้การยุบตัวของเส้นแรงแม่เหล็กตัดกับขดลวด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ใช้เห็นประโยชน์ในการนำไปใช้
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถยุบตัวได้อย่างทันทีทันใด เมื่อหน้าของขาเปิดอีกครั้งหนึ่ง คอนเดนเซอร์ซึ่งเก็บประจุไฟฟ้าอยู่เต็มก็จะคลายประจุไฟฟ้าผ่านขดลวดปฐมภูมิเข้าแบตเตอรี่ เกิดเส้นแรงแม่เหล็กในทิศทางตรงกันข้ามกับคอนแรก เมื่อประจุไฟฟ้าของคอนเดนเซอร์หมด เส้นแรงแม่เหล็กที่เกิดขึ้นในทิศทางตรงกันข้ามกับคอนแรกก็ยุบตัว กระแสไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ก็เริ่มไหลเข้าขดลวดปฐมภูมิ เป็นการเริ่มต้นการทำงานของระบบจุดระเบิดอีกครั้งหนึ่ง

2.3.1 การควบคุมการจุดระเบิดล่วงหน้า

เมื่ออัตราส่วนผสมของน้ำมันเชื้อเพลิงกับอากาศ(ไอดี) ถูกจุดระเบิดด้วยประกายไฟที่กระโดดข้ามเขี้ยวหัวเทียน ไอดีจะไม่เป็นเปลวไฟแผ่กระจายไปทั่วห้องเผาไหม้ในทันทีทันใด แต่จะต้องใช้ระยะเวลาหนึ่งที่น่านอนในการแผ่กระจายออกไป ซึ่งจะทำให้เกิดความล่าช้าในการจุดระเบิด เนื่องจากกำลังงานสูงสุดที่ได้จากเครื่องยนต์จะได้เมื่อยังมีกำลังสูงสุดในห้องเผาไหม้ ฉะนั้นจึงต้องหาจังหวะเวลาในการจุดระเบิดที่น่านอนและเหมาะสมเพื่อที่จะให้ได้กำลังงานสูงสุดจากเครื่องยนต์ (ประมาณ 10 องศา หลัง TDC) ด้วยเวลาที่ล่าช้าสำหรับเปลวไฟที่จะแผ่กระจายออกไปหลังการจุดระเบิด ไอดีจึงต้องถูกจุดระเบิดก่อนจุดศูนย์กลางบน (TDC) ซึ่งเราเรียกว่า จังหวะการจุดระเบิด (ignition timing) จังหวะการจุดระเบิดของระบบไฟจุดระเบิดมีความจำเป็นที่จะต้องเปลี่ยนแปลงเพื่อปรับให้สัมพันธ์กับความเร็วรอบของเครื่องยนต์ ภาระ ฯลฯ (จุดระเบิดล่วงหน้าหรือช้าลง) ซึ่งในระบบไฟจุดระเบิดใช้กลไกควบคุมการจุดระเบิดล่วงหน้า 2 แบบคือ แบบสุญญากาศ(vacuum advancer) และระบบกลไกอัตโนมัติหรือแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง (governor advancer) จังหวะการจุดระเบิดพื้นฐานคือจังหวะการจุดระเบิดที่เครื่องยนต์เดินเบาและขณะนั้นกลไกควบคุมการจุดระเบิดล่วงหน้าทั้งสองแบบยังไม่ทำงาน

กลไกควบคุมการจุดระเบิดล่วงหน้าแบบสุญญากาศจะควบคุมจังหวะการจุดระเบิดให้สอดคล้องกับภาระของเครื่องยนต์ และกลไกควบคุมการจุดระเบิดล่วงหน้าแบบแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางจะควบคุมจังหวะการจุดระเบิดให้สอดคล้องกับความเร็วรอบของเครื่องยนต์ซึ่งกลไกควบคุมการจุดระเบิดล่วงหน้าทั้งสองแบบจะออกแบบให้สอดคล้องกับชนิดของเครื่องยนต์ เพื่อให้เครื่องยนต์เครื่องนั้นๆทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

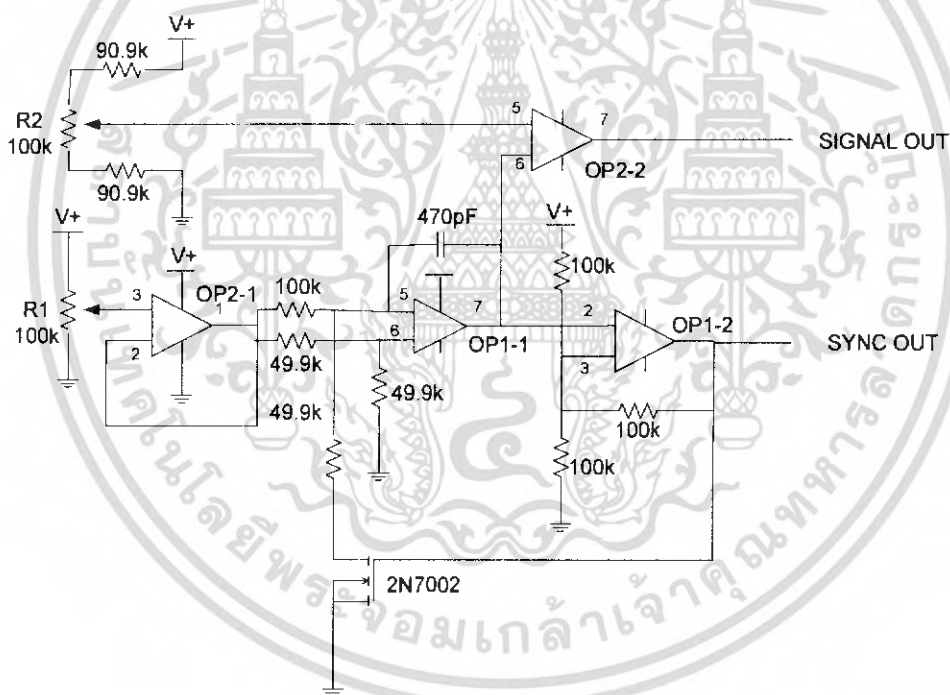
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

ข้อมูลเบื้องต้นในการออกแบบ

3.1 การสร้างสัญญาณพัลส์(Pulse Generator)

ในการสร้างสัญญาณพัลส์นี้ ได้เลือกใช้วงจรที่มีลักษณะเป็น Pulse Generator ซึ่งมีคุณสมบัติที่สามารถปรับค่าความถี่ และสามารถปรับ Duty cycle ได้



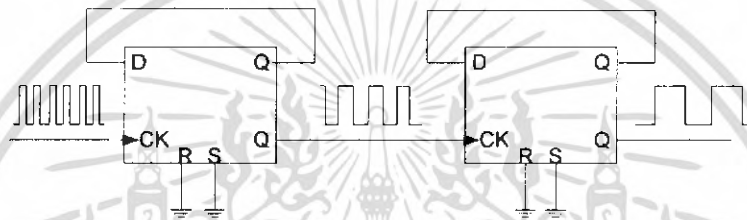
รูปที่ 3.1 วงจรสร้างสัญญาณพัลส์ที่สามารถปรับค่าความถี่และ duty cycle ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

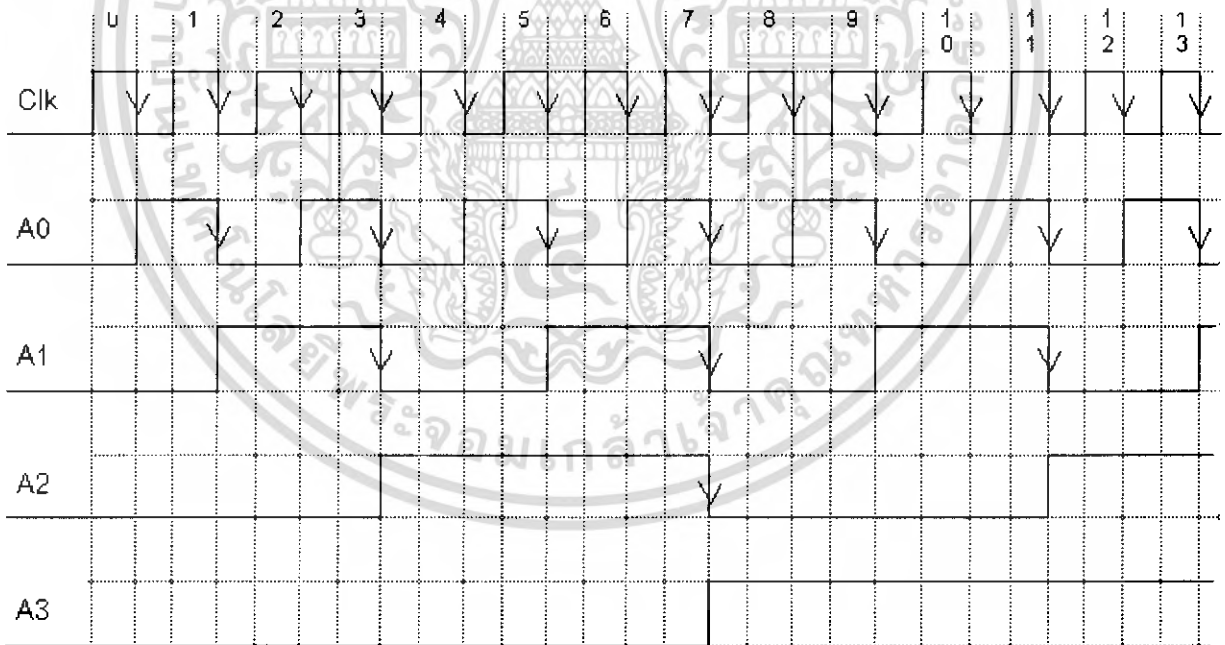
สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

3.1.1 หลักการทำงานของ D FLIP FLOP

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



รูปที่ 3.2 แสดงรูปแบบไคอะแกรมการทำงานของ D FLIP FLOP



รูปที่ 3.3 แสดงสัญญาณที่เกิดจากการหารสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ 72126 ศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 ส่วนของการประมวลผล (CPU)

ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller)

เป็นอุปกรณ์ไอซี (IC: Integrated Circuit) ที่สามารถโปรแกรมการทำงานได้ซับซ้อน สามารถรับข้อมูลในรูปสัญญาณดิจิทัลเข้าไปทำการประมวลผลแล้วส่งผลลัพธ์ข้อมูลดิจิทัลออกมาเพื่อนำไปใช้งานตามที่ต้องการได้

ไมโครคอนโทรลเลอร์ภายในชิปจะมีหน่วยความจำ, Port อยู่ในชิปเพียงตัวเดียวซึ่งอาจจะเรียกได้ว่าเป็นคอมพิวเตอร์ชิปเดี่ยว ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นไมโครโปรเซสเซอร์ชนิดหนึ่ง เช่นเดียวกับหน่วยประมวลผลกลาง (CPU: Central Processing Unit) ที่ใช้ในคอมพิวเตอร์ แต่ได้รับการพัฒนาแยกออกมาภายหลังเพื่อนำไปใช้ในวงจรทางด้านงานควบคุม คือ แทนที่ในการใช้งานจะต้องต่อวงจรภายนอกต่าง ๆ เพิ่มเติมเช่นเดียวกับไมโครโปรเซสเซอร์ ก็จะทำการรวมวงจรที่จำเป็น เช่น หน่วยความจำ, ส่วนอินพุท/เอาต์พุท บางส่วนเข้าไปในตัว ไอซีเดียวกัน และเพิ่มวงจรบางอย่างเข้าไปด้วยเพื่อให้มีความสามารถเหมาะสมกับการใช้ในงานควบคุม เช่น วงจรตั้งเวลา, วงจรการสื่อสารอนุกรม วงจรแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิทัล เป็นต้น สรุปคือ

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

ไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานอย่างกว้างขวาง โดยมักจะเป็นการนำไปใช้ฝังในระบบของอุปกรณ์อื่น ๆ เพื่อใช้ควบคุมการทำงานบางอย่าง เช่น ใช้ในรถยนต์, เตาอบไมโครเวฟ, เครื่องปรับอากาศ, เครื่องซักผ้าอัตโนมัติ เป็นต้น เพราะว่าไมโครคอนโทรลเลอร์มีข้อดีเหมาะสมต่อการใช้ในงานควบคุมหลายประการ เช่น

- ชิปไอซีและระบบที่ได้มีขนาดเล็ก
- ระบบที่ได้มีราคาถูกกว่าการใช้ชิปไมโครโปรเซสเซอร์
- วงจรที่ได้จะมีความซับซ้อนน้อย ช่วยลดข้อผิดพลาดที่อาจจะเกิดขึ้นได้ในการต่อวงจร
- มีคุณสมบัติเพิ่มเติมสำหรับงานควบคุมโดยเฉพาะซึ่งใช้งานได้ง่าย
- ช่วยลดระยะเวลาในการพัฒนาระบบได้

ไมโครคอนโทรลเลอร์มีหลายยี่ห้อ หลายตระกูล และหลายเบอร์ด้วยกัน ซึ่งแต่ละเบอร์ก็จะมีโครงสร้างภายในและความสามารถในการทำงานที่แตกต่างกันทำให้เลือกใช้กับงานได้อย่างเหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.1 การจัดการหน่วยความจำและการเชื่อมต่อ

หน่วยความจำของไมโครคอนโทรลเลอร์ 8051 แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

1. หน่วยความจำโปรแกรม(Program Memory) หน่วยความจำประเภทนี้ คือ ROM ใช้เก็บโปรแกรมที่ใช้ในการควบคุมระบบ ซึ่งเป็นหน่วยความจำประเภท non-volatile
2. หน่วยความจำข้อมูล (Data Memory) หน่วยความจำประเภทนี้ได้แก่ RAM

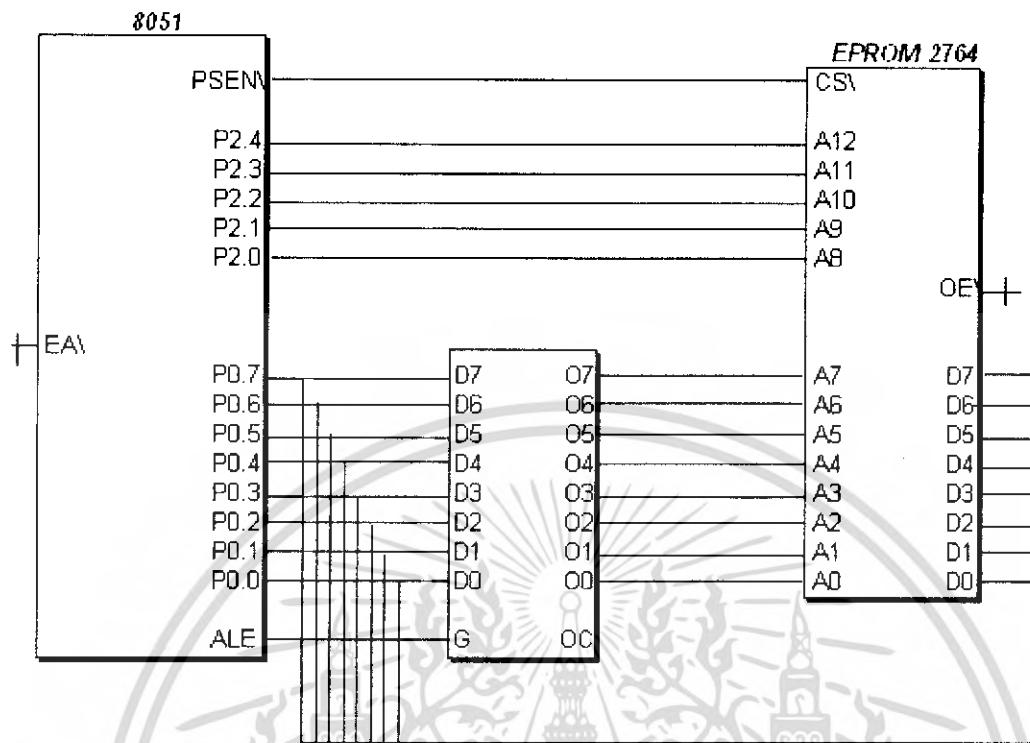
หน่วยความจำโปรแกรม

ใน 8051 จะแบ่งหน่วยความจำประเภทนี้เป็นอีก 2 ประเภท หน่วยความจำโปรแกรมภายนอก (external memory) กล่าวคือ ROM ที่มาต่อภายนอกตัว 8051 ส่วนอีกประเภทหนึ่งคือ หน่วยความจำภายใน (internal memory) ได้แก่ ROM ภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์เอง การเลือกใช้หน่วยความจำโปรแกรมภายนอกหรือหน่วยความจำโปรแกรมภายในทำได้โดยการให้สัญญาณทางไฟฟ้าที่ขา EA โดย

- สัญญาณทางไฟฟ้าที่ขา EA/ เป็นลอจิก 0 หมายถึง หน่วยความจำโปรแกรมภายนอก
- สัญญาณทางไฟฟ้าที่ขา EA/ เป็นลอจิก 1 หมายถึง หน่วยความจำโปรแกรมภายใน

***หมายเหตุ** หน่วยความจำโปรแกรมนั้น ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล 8051 สามารถอ้างข้อมูลได้ 64 กิโลไบต์

พิจารณาตัวอย่างการเชื่อมต่อ 8051 กับหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก



รูปที่ 3.4 ตัวอย่างการเชื่อมต่อ 8051 กับหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก

3.2.2 หน่วยความจำข้อมูล

หน่วยความจำข้อมูลมีหน้าที่สำหรับเก็บข้อมูล หรือตัวแปรที่เกิดขึ้นในขณะที่กำลังประมวลผลโปรแกรม ไว้เป็นการชั่วคราว โดยพื้นฐานแล้วหน่วยความจำข้อมูลจัดเป็นหน่วยความจำ RAM แบบสแตติก ดังนั้นเมื่อไม่มีการจ่ายไฟฟ้าให้กับระบบ ก็จะมีผลทำให้ข้อมูลที่จัดเก็บไว้ภายในหน่วยความจำนี้สูญหายไป

พื้นที่ของหน่วยความจำข้อมูล ของ 8051 สามารถมีได้สูงสุดไม่เกิน 64 กิโลไบต์ และแยกประเภทออกเป็นสองลักษณะตามตำแหน่งที่ตั้งของหน่วย ความจำนั้น

- หน่วยความจำโปรแกรมภายใน (Internal Data Memory) ซึ่งเป็น RAM ที่อยู่ภายในตัวของไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์เอง

- หน่วยความจำข้อมูลภายนอก (External Data Memory) ซึ่งเป็นการใช้ไอซีหน่วยความจำ RAM มาเพิ่มเติมเข้าไปในวงจร ลักษณะเดียวกับการนำไอซี EPROM มาใช้งานเป็นหน่วยความจำโปรแกรมนั่นเอง รูปที่ 3.1 การจัดพื้นที่หน่วยความจำข้อมูลสำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์

หน่วยความจำข้อมูลภายใน

หน่วยความจำข้อมูลภายในของ 8051 มีจำนวนทั้งหมด 256 ไบต์ โดยจำแนกออกได้เป็นสองลักษณะ คือพื้นที่เฉพาะสำหรับตัวประมวลผลกลาง หรือเรียกว่า รีจิสเตอร์ R0-R7 และพื้นที่ใช้งานทั่วไปสำหรับโปรแกรมใช้งานที่ผู้ใช้สร้างขึ้นมา

หน่วยความจำขนาด 128 ไบต์แรกบริเวณแอดเดรส 00H - 1FH จำนวน 32 ไบต์ จำแนกออกเป็นกลุ่ม(Blank) 8 ไบต์ จำนวน 4 กลุ่ม ซึ่งมีชื่อเรียกว่า รีจิสเตอร์ R0 - R7 ดังตารางต่อไปนี้

แอดเดรส	รีจิสเตอร์เบงค์	ชื่อรีจิสเตอร์ใช้งาน
00H-07H	0	R0-R7
08H-0FH	1	R0-R7
10H-17H	2	R0-R7
18H-1FH	3	R0-R7

จะเป็นได้ว่าชื่อของรีจิสเตอร์ไม่ว่าจะอยู่ในรีจิสเตอร์เบงค์ใด ก็จะมีชื่อ R0 ถึง R7 เหมือนกันทั้งสิ้น (ดูรูปที่ 3.2) ดังนั้นในการใช้งานผู้ใช้จะต้องให้ความระมัดระวังว่าต้องการรีจิสเตอร์นั้นๆ จากเบงค์ใด การสวิตช์ เลือกแต่ละกลุ่มของรีจิสเตอร์นี้ก็ทำได้ง่าย เพียงการกำหนดค่าของบิตที่อยู่ภายในรีจิสเตอร์ PSW เท่านั้นตามตาราง ต่อไปนี้

รีจิสเตอร์เบงค์	บิต RS0	บิต RS1	ตำแหน่งหน่วยความจำ
0	0	0	0000H
1	0	1	0008H
2	1	0	0010H
3	1	1	0018H

อย่างไรก็ตาม โดยทั่วไปก็มักจะมีการใช้งานรีจิสเตอร์ R0-R7 เฉพาะในเบงค์ 0 เท่านั้น ดังนั้นพื้นที่ของเบงค์อื่นๆ ที่เหลือก็สามารถนำมาใช้ในลักษณะของหน่วยความจำข้อมูลภายในปกติด้วยการอ้างถึงหมายเลขของแอดเดรสต่างๆ โดยตรง บริเวณแอดเดรส 20H - 2FH จำนวน 16 ไบต์ บริเวณพื้นที่เป็นส่วนสำหรับผู้ใช้ซึ่งจะมีความพิเศษต่างไป หน่วยความจำส่วนอื่นๆ เนื่องจากผู้ใช้อาจเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถอ้างถึงหน่วยความจำบริเวณนี้ได้ทั้งในลักษณะของ ไบต์ข้อมูล เช่น ปกติ หรืออาจจะเป็น บิตข้อมูล ได้โดยตรง ดังนั้นหากเรามองในลักษณะบิตข้อมูลแล้ว ก็จะมีพื้นที่ตัวแปรแบบบิตให้ใช้งาน ได้มากถึง 128 บิต โดยตำแหน่งแรกของบิตจะเป็นบิตซึ่งเริ่มต้นนับจากบิตน้อยสำคัญต่ำสุด (LSB) ของแอดเดรส 20H เรื่อยไปจนกระทั่งถึงบิตที่ 127 ซึ่งเป็นบิตน้อยสำคัญสูงสุด (MSB) ของแอดเดรส 2FH (ดูรูปที่ 3.3)

ความสามารถในการใช้งานพื้นที่ส่วนนี้แบบบิตข้อมูล โดยตรงนี้นับว่าน่าสนใจมาก และถือเป็นการใช้งาน 8051 อย่างเต็มประสิทธิภาพทีเดียว เนื่องจากว่า 8051 ได้รับการออกแบบมาก็มักจะ เป็นเพียงการอ่านค่าสถานะลอจิก ของเส้นสัญญาณ หรือกรณีการส่งออกข้อมูลก็จะเป็นการกำหนดสถานะลอจิกให้กับวงจรภายนอกผ่านทางบิตใดบิต หนึ่งอยู่แล้ว ดังนั้นหากว่ามีการกำหนดบิตหรืออ่านค่าของบิตมาโดยตรง แทนที่จะต้องทำลอจิกขึ้นต้นกับข้อมูลทั้งไบต์ เพื่อต้องการทราบผลเพียง หนึ่งบิตเช่นที่กระทำกันใน โปรเซสเซอร์โดยทั่วไป ก็จะเพิ่มความสะดวกและรวดเร็วในการ เขียนโปรแกรมควบคุมมาก รายละเอียดในส่วนนี้จะ ได้กล่าวถึงอีกครั้งหนึ่งเมื่อศึกษาถึงการ ใช้งานพอร์ต อินพุต/เอาต์พุตต่อไป

บริเวณแอดเดรส 30H - 7FH เป็นบริเวณที่สามารถนำไปใช้งานได้อย่างอิสระ โดยสามารถอ้างถึงได้เฉพาะ ในลักษณะของไบต์ข้อมูลตามปกติเท่านั้น

3.3 พอร์ตอินพุต/เอาต์พุตของ MCS-51

พอร์ตอินพุตและเอาต์พุต

พอร์ต มีความหมายถึงแอดเดรสหนึ่งที่ได้รับกำหนดไว้เพื่อการ โอนย้ายข้อมูลระหว่าง ไมโคร คอนโทรลเลอร์กับอุปกรณ์ภายนอก การกำหนดประเภทของการติดต่อขึ้นอยู่กับทิศทางการไหลของข้อมูลเมื่อพิจารณาจากไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นหลัก ดังนั้นการนำเข้าข้อมูลจากวงจรภายนอกจึงเรียกว่า การอินพุต (input) และในกรณีตรงกันข้ามเพื่อส่งออกข้อมูลก็จะเรียกว่า การเอาต์พุต (output) เมื่อพิจารณาถึงวิธีการส่งข้อมูลภายในพอร์ตจะสามารถแยกประเภทของพอร์ตออกมาได้เป็นสองลักษณะ คือพอร์ตแบบขนาน (Parallel port) ซึ่งทำการส่งจำนวนบิตข้อมูลทั้งหมดออกมา หรือนำเข้าไปพร้อมกันในคราวเดียว และพอร์ตแบบอนุกรม (Serial port) ซึ่งทำการ โอนย้ายข้อมูล คราวละบิตๆ จนครบจำนวน แต่สำหรับในบทนี้จะกล่าว ถึงเฉพาะในส่วนของพอร์ตแบบขนาน เท่านั้น สำหรับการทำงานของพอร์ตแบบอนุกรมจะได้กล่าวภายหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.1 พอร์ตแบบขนานของ MCS-51

MCS-51 มีโครงสร้างของพอร์ตที่สามารถใช้งานแบบขนานได้จำนวนทั้งหมดสี่พอร์ต เรียกชื่อเรียงตามลำดับว่าพอร์ต 0, 1, 2 และ 3 และเป็นพอร์ตขนาด 8 บิตทั้งหมด การใช้งานพอร์ตสามารถทำได้ทั้งในลักษณะของเส้น สัญญาณเดี่ยวๆ หรือกลุ่มของสัญญาณได้ นอกจากนี้พอร์ต 0, 2 และ 3 ยังสามารถนำไปใช้งานอื่นๆ ที่ไม่ใช่เป็นพอร์ต อินพุต/เอาต์พุตได้โดยพอร์ต 0 จะทำหน้าที่มัลติเพล็กซ์ ระหว่างบัสแอดเดรสไบต์ต่ำและบัสข้อมูลสำหรับการติดต่อ กับวงจรประกอบรวมข้อมูลบัสแอดเดรสไบต์สูงซึ่งจะส่งออกมาทางพอร์ต 2 สำหรับพอร์ต 3 นั้น นอกเหนือไปจากความสามารถเช่นพอร์ตปกติแล้วสามารถนำไปเป็นขาสัญญาณของการอินเตอร์รัปต์ต่างๆ ซึ่งรวมทั้งการสร้างสัญญาณ ควบคุม RD และ WR เพื่อทำหน้าที่อ่านหรือเขียนหน่วยความจำข้อมูลภายนอกด้วย การใช้งานพอร์ตลักษณะงานแบบ อื่นๆ ที่ไม่ใช่เป็นพอร์ต/เอาต์พุตนี้จะดำเนินการ โดย MCS-51 เองโดยอัตโนมัติ

3.3.2 โครงสร้างการทำงานของพอร์ต

จากลักษณะ โครงสร้างของแต่ละบิตภายในพอร์ตทั้งหมดของ 8051 นั้นจะเห็นว่ามีความคล้ายคลึงกันตามลักษณะ โครงสร้างที่เรียกว่า Quasi-bidirectional port ยกเว้นพอร์ต 0 ซึ่งเพียงแต่ไม่มี ตัวต้านทาน ทำหน้าที่ Pull-up สัญญาณไว้ภายในเท่านั้น วงจรประกอบอื่นภายในยังมีฟลิปฟล็อปแบบ D ซึ่งมีผลทำให้ พอร์ตสามารถ แลตซ์หรือค้างสถานะของสัญญาณได้ นอกจากนี้ในส่วนเอาต์พุตของฟลิปฟล็อปเฉพาะของพอร์ต 0 และพอร์ต 2 จะมีโครงสร้างที่ทำหน้าที่คล้ายกับสวิตช์เพิ่มเติมขึ้น เพื่อควบคุมให้เอาต์พุตนี้ต่อเข้ากับ ส่วนของ ทรานซิสเตอร์ในระหว่างที่ไม่ได้มีการทำงานในลักษณะของบัสแอดเดรสหรือบัสข้อมูล ด้วย สำหรับบัพเฟอร์จำนวนสองตัวของทุกบิตในพอร์ตนั้นมีการทำงานแยกกัน โดยอิสระ โดยตัวที่อยู่ทางด้านบนจะยอมให้สัญญาณผ่าน ได้ก็คือ เมื่อมีการอ่านค่าข้อมูลที่ค้างไว้ส่วนอีกตัวหนึ่งซึ่งอยู่ทางด้านล่างจะถูกใช้งานเฉพาะเมื่อ ได้มีการอ่านสถานะของขา สัญญาณเท่านั้น

3.3.3 การใช้งานพอร์ตเป็นการอินพุต

การใช้งานพอร์ตเป็นการอินพุตข้อมูลจะต้องเริ่มด้วยการส่งข้อมูลที่มีค่าเป็น 1 ออกมาทาง บิตของพอร์ต นั้นก่อนเป็นลำดับแรก เพื่อหยุดการทำงานของทรานซิสเตอร์ที่ทำหน้าที่ขับสัญญาณ เอาต์พุตของบิตนั้น ทำให้ขาสัญญาณของบิตถูกต่อเข้ากับตัวต้านทานซึ่งทำหน้าที่ Pull-up ภายในซึ่ง เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

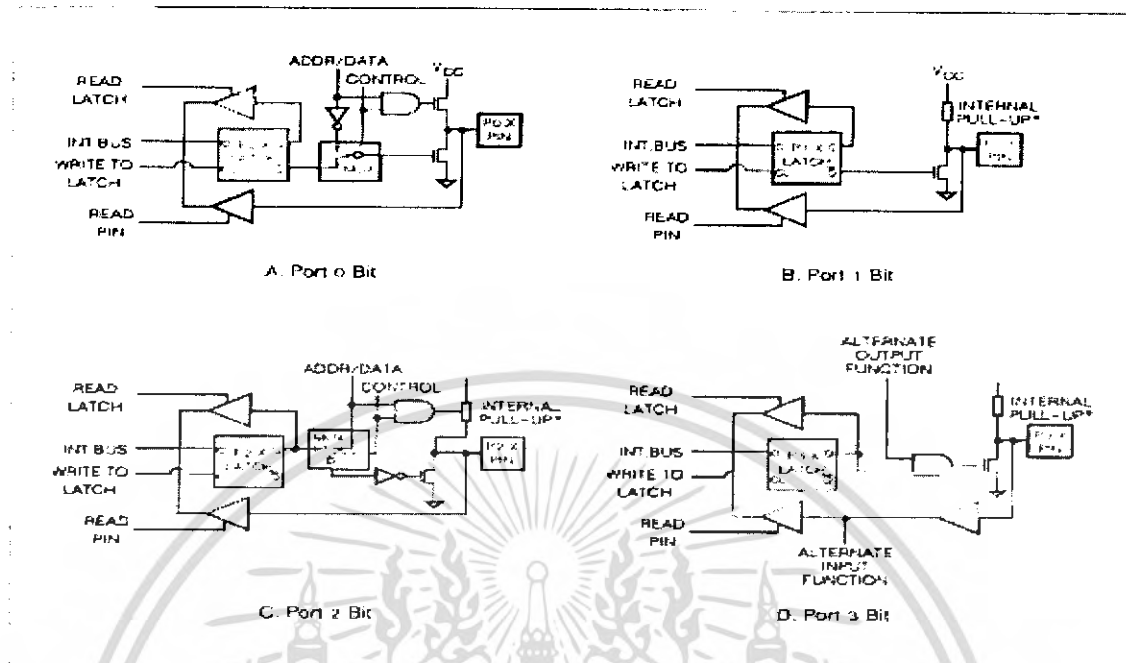
มีผลให้บิตนั้นๆของพอร์ต 1,2 และ 3 เป็น สภาวะของลอจิกสูง ตัวต้านทานนี้มีค่าประมาณ 50 K โอห์ม ซึ่งเป็นค่าที่สูงมาก และทำให้อุปกรณ์ภายนอกสามารถขับสัญญาณของพอร์ตเหล่านี้เป็น ลอจิกต่ำได้ง่าย สำหรับบิตของพอร์ต 0 นั้น แม้ว่าจะมีหลักการการทำงานที่คล้ายคลึงกัน กับบิตของ พอร์ตอื่นๆ แต่เนื่องจากการที่ไม่มีตัวต้านทานทำหน้าที่ Pull-up ภายในไว้ ทำให้เมื่อทรานซิสเตอร์ที่ ทำหน้าที่ ขับสัญญาณเอาต์พุตนั้นหยุดการทำงาน ก็จะเป็นผลให้ขาสัญญาณนี้อยู่ในสภาวะ อิมพีแดนซ์สูงแทน

3.3.4 การใช้งานพอร์ตเป็นการเอาต์พุต

เมื่อมีการส่งข้อมูลที่มีค่าเป็น 0 ให้กับแต่ละบิตของพอร์ตทุกพอร์ต ข้อมูลนี้จะถูกส่งให้กับทริปลอปซึ่งจะค้างค่านีไว้ และมีผลทำให้ทรานซิสเตอร์ที่ทำหน้าที่ขับสัญญาณเอาต์พุตนั้นทำงาน ดังนั้นขาสัญญาณก็จะมีสภาวะ ลอจิกเป็นลอจิกต่ำส่วนการส่งข้อมูลที่มีค่าเป็น 1 ออกมานั้น ในกรณี ที่เป็นการทำงานในแต่ละบิตของพอร์ต 1,2 หรือ 3 จะทำ ให้ทรานซิสเตอร์ที่ทำหน้าที่ขับสัญญาณ เอาต์พุตนั้นหยุดการทำงาน มีผลทำให้ขาของสัญญาณเป็นลอจิกสูงด้วยตัว ต้านทานที่ Pull-up อยู่ ภายในนั้น แต่สำหรับการทำงานในแต่ละบิตทางพอร์ต 0 นั้นจะมีผลที่แตกต่างออกไป โดยขา สัญญาณจะเป็นสภาวะอิมพีแดนซ์สูงแทน เนื่องจากไม่มีตัวต้านทานภายในเชื่อมต่ออยู่นั่นเอง ดังนั้น ในการใช้งานพอร์ต 0 เป็นการเอาต์พุตข้อมูล จึงจำเป็นต้องใช้ตัวต้านทานภายนอก Pull-up สัญญาณ ไว้กับลอจิกสูงแทน

ความสามารถอีกประการหนึ่งเกี่ยวกับพอร์ตอินพุต/เอาต์พุตของ MCS-51 เป็นวิธีการอ่านลิ จิกจากพอร์ตซึ่งมีได้สองวิธีคือ การอ่านค่าลอจิกที่ขาสัญญาณ (Port pin) และวิธีการอ่านลอจิกของ การแลตช์ที่พอร์ต (Port latch) จะ วิธีการอ่านค่าจากพอร์ต ทั้งสองแบบนี้จะช่วยให้ระบบทำงาน ได้ ด้วยความถูกต้องมาก ยิ่งขึ้น ยกตัวอย่างเช่น หากว่าพอร์ตถูกนำไปต่อกับขาเบสของทรานซิสเตอร์ แบบ NPN และขาอิมิตเตอร์ต่อกับกราวด์ ของระบบ เมื่อมีการส่งค่า 1 ออกไปจะมีผลทำให้ ทรานซิสเตอร์ทำงาน ในขณะที่ถ้าซีพียูมีการอ่านค่าลิจิกจากขา สัญญาณของพอร์ตนี้ก็จะ ได้ค่า ลอจิกต่ำเนื่องจากมองเห็นค่าศักย์ไฟฟ้าระหว่างขาเบสและขาอิมิตเตอร์ซึ่งมีค่าประมาณ 0.6 โวลต์ แทนดังนั้นในกรณีเช่นนี้หากว่าเป็นการอ่านค่าจากลอจิกของการแลตช์ ก็จะได้รับค่าระดับลอจิกสูง ซึ่งเป็นค่า ที่ถูกต้องสภาพที่เป็นจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 โครงสร้างของแต่ละบิตภายในพอร์ตอินพุท/เอาต์พุทของ 8051

รูปที่ 3.5 โครงสร้างของแต่ละบิตภายในพอร์ตอินพุท/เอาต์พุทของ MCS-51

3.3.5 ลักษณะสมบัติของพอร์ตอินพุท/เอาต์พุท

ดังได้กล่าวแล้วว่าพอร์ต 1, 2 และ 3 ของ 8051 มีตัวต้านทาน (ซึ่งสร้างขึ้นจาก FET) ทำหน้าที่ Pull-up ขาดสัญญาณไว้และมีค่าประมาณ 50 K โอห์ม ซึ่งถือว่ามีค่าที่สูงมาก เป็นผลให้การเปลี่ยนแปลงระดับสัญญาณลอจิก จากสูงไปต่ำทำได้อย่างรวดเร็ว แต่ในกรณีตรงข้ามจะใช้เวลาการเปลี่ยนแปลงระดับสัญญาณนานกว่ามาก ทั้งนี้เนื่อง จากว่ากระแสจะไหลผ่านตัวต้านทานนี้ได้้น้อยมาก ดังนั้นในการแก้ปัญหาจึงได้มีการออกแบบตัวต้านทานเพิ่มขึ้นอีกหนึ่ง ตัวขนานไว้ โดยมีค่าประมาณ 1K โอห์ม เรียกว่า Speed-up resistor ซึ่งยอมให้กระแสไหลผ่านได้มากขึ้นประมาณ 50-100 เท่า และจะมีการเชื่อมต่อด้านที่เพิ่มขึ้นนี้เฉพาะเมื่อมีการเปลี่ยนระดับสัญญาณจากลอจิกต่ำไปเป็นลอจิก สูงเท่านั้น โดยใช้เวลาประมาณ 2 นาโนวินาที 4.6 คำสั่งการใช้งานพอร์ตอินพุท/เอาต์พุท เนื่องจาก 8051 ใช้หลักการที่เรียกว่า Memory mapped system กล่าวคือ การอ้างถึงพอร์ต รีจิสเตอร์ หรืออุปกรณ์ต่างๆ ภายในระบบ จะเป็นการติดต่อกับหน่วยความจำตำแหน่งหนึ่งเท่านั้น ดังนั้นในการดำเนินการเพื่อนำ เข้าหรือส่งออกข้อมูลกับพอร์ต จึงใช้คำสั่งการอ่านค่าจากหน่วยความจำซึ่งถูกออกแบบให้เป็นตำแหน่งของพอร์ตหรือ คำสั่งการเขียนค่าข้อมูลไปยังตำแหน่งหน่วยความจำนั้นแทน ดังนั้นจะสังเกตเห็นได้ว่าในตารางชุดคำสั่งของ 8051 จะไม่มีคำสั่งที่เกี่ยวข้องเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

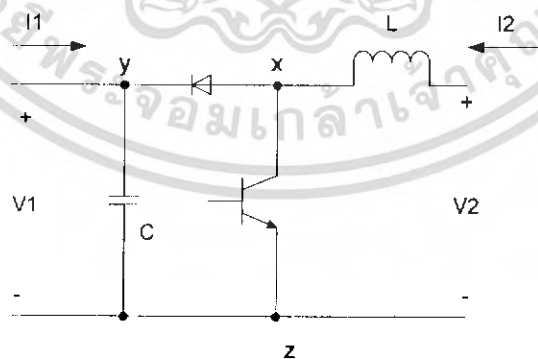
การทำงานพอร์ตแต่ประการใด เช่น คำสั่ง IN (นำเข้าข้อมูลจากพอร์ต)หรือคำสั่ง OUT(ส่ง ข้อมูลออกจากพอร์ต) เป็นต้น นอกจากนี้ 8051 ยังมีชุดคำสั่งที่จัดการข้อมูลแบบบิตได้โดยตรง (Single-bit Operation) ดังนั้นเรา สามารถที่จะ ใช้คำสั่งนี้จัดการพอร์ตอินพุต/เอาต์พุตทั้งหมดแบบเส้นสัญญาณ เดี่ยวได้โดยการใช้คำสั่ง SETB เพื่อ กำหนดค่าเป็น 1 หรือคำสั่ง CLR เพื่อทำให้บิตมีค่าเป็น 0 คำสั่งเหล่านี้มีประโยชน์มากและทำให้ลดความซับซ้อนในการ ใช้คำสั่งภายในโปรแกรมลงได้มาก

3.4 ส่วนของการแปลงผันไฟตรง (DC/DC Converter)

ส่วนของการแปลงผันไฟตรง-ไฟตรงมีที่ใช้งานค่อนข้างมาก โดยเฉพาะในแหล่งจ่ายไฟของ วงจรและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ โดยวงจรแปลงผันไฟตรง-ไฟตรงจะทำหน้าที่ในการถ่ายโอน พลังงานของระบบไฟตรงทั้ง 2 ระบบ

3.4.1 โครงสร้างพื้นฐานและการทำงาน

ในหัวข้อนี้เราต้องเลือกสวิตช์เพื่อให้มีการส่งกำลังงานจากด้านแรงดันต่ำ(V_2) ไปยังแรงดัน สูง(V_1) ดังนั้นเราจึงต้องทำการกลับขั้วแรงดันและทิศทางของกระแส จากวงจรที่เป็น Down Converter ถ้าเราทำการกลับทิศของกระแส ดังนั้นกระแสสวิตช์จะต้องกลับสลับกัน ในกรณีนี้สวิตช์ ขนานจะกลายเป็นอุปกรณ์ทรานซิสเตอร์ ในขณะที่สวิตช์อนุกรมจะใช้ไดโอดแทน ซึ่งผลของ Direct up converter แสดงได้ดังรูป



รูปที่ 3.6 แสดงวงจรรูปแบบ UP CONVERTOR

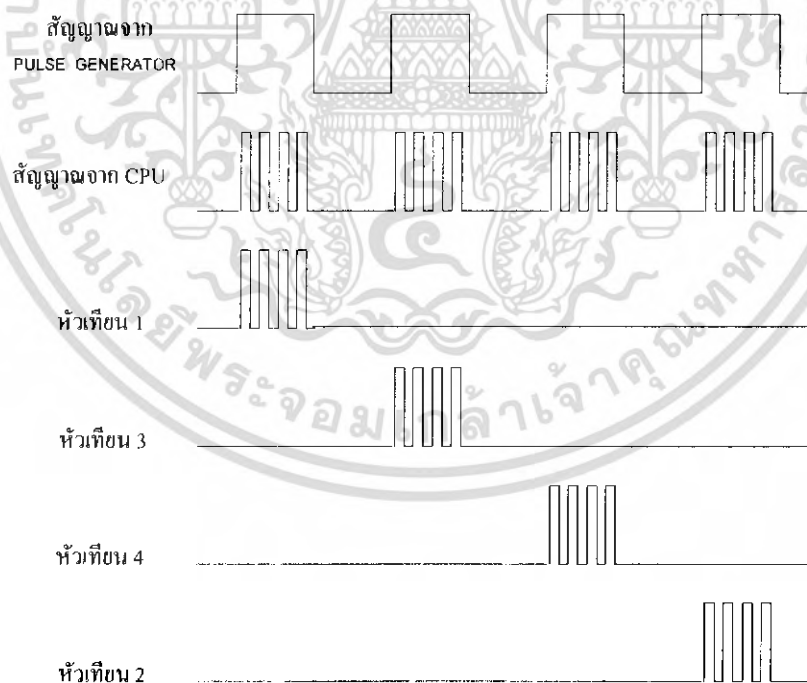
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

หลักการออกแบบระบบจุดระเบิด

4.1 การออกแบบระบบจุดระเบิดหลายครั้ง

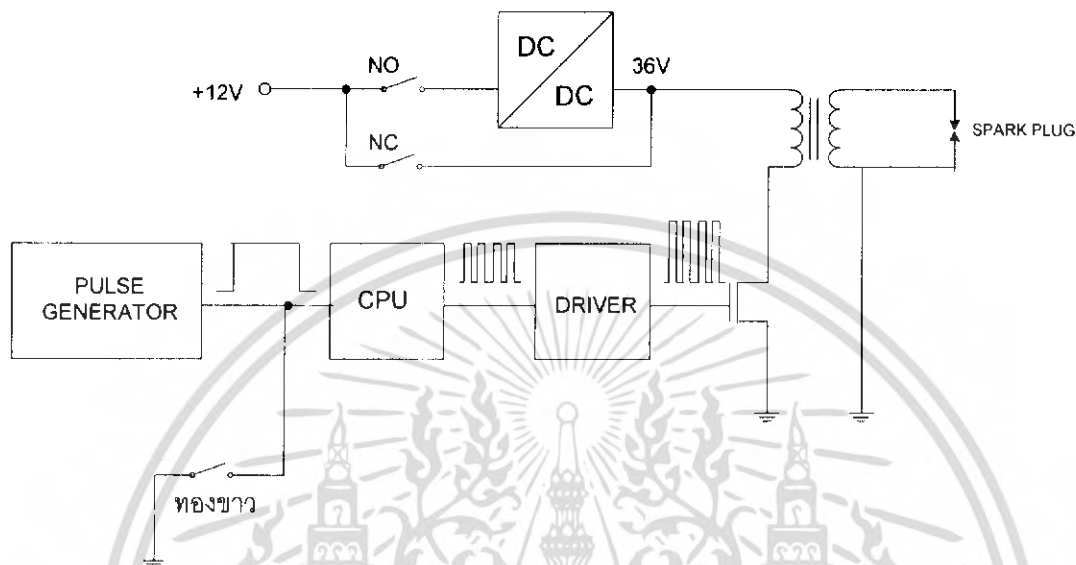
โดยทั่วไประบบการจุดระเบิดแบบหลายครั้งเหมาะสำหรับการเริ่มสตาร์ทที่อุณหภูมิต่ำๆ หรือที่ความเร็วรอบต่ำ การจุดระเบิดหลายครั้งนั้นมีข้อดีคือ สามารถเผาไหม้เชื้อเพลิงได้สะอาดกว่า ประหยัดเชื้อเพลิง และยังยืดอายุการใช้งานของหัวเทียนอีกด้วย ในการทำงานของเครื่องยนต์ 4 สูบ ทั่วไปนั้นหนึ่งรอบของจานจ่ายจะสร้างสัญญาณพัลส์ 4 พัลส์ และโดยทั่วไปนั้นเครื่องยนต์ 4 สูบจะมีรอบการทำงานสูงสุดที่ 6000 รอบต่อนาที ดังนั้นการทำงานสูงสุดต่อหนึ่งวินาทีคือ 100 รอบ หรือทำงานสูงสุดที่ความถี่ 100 Hz ดังนั้น 4 สูบจะทำงานที่ 400 Hz มุมควมในการจุดอยู่ที่ 52 องศา ซึ่งจะเป็นส่วนของ high time โดยในการออกแบบนั้นจะแบ่งแต่ละพัลส์ให้เป็น 4 พัลส์ย่อยๆ ซึ่งก็คือนี่จะเกิดการจุดระเบิด 4 ครั้ง



รูปที่ 4.1 Timing Diagram ของการออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 หลักการในการออกแบบระบบจุดระเบิด



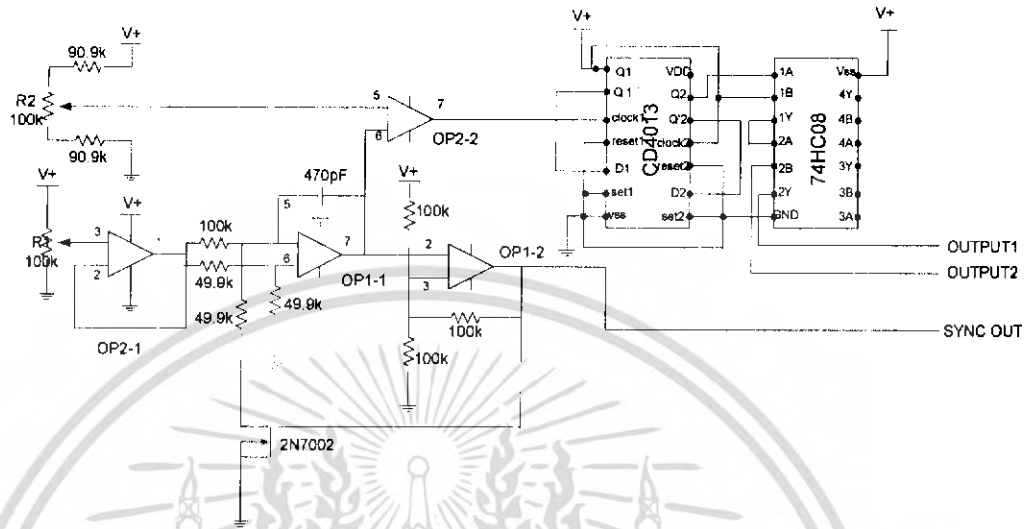
รูปที่ 4.2 แสดงบล็อกโคจรแกรม

1. ส่วนการสร้างสัญญาณพัลส์ (PULSE GENERATOR) : สร้างสัญญาณพัลส์ด้วยออปแอมป์ LM358 ซึ่งต่ออยู่ในรูปแบบของโวลต์เดจ คอนโทรล ออสซิลเลเตอร์ และทำการหารสัญญาณด้วย D FLIP FLOP(CD4013) เพื่อนำมาสร้างสัญญาณจำลองแบบ 1 สูบ
2. ส่วนของการประมวลผล (CPU) : ส่วนนี้จะทำการรับสัญญาณพัลส์ เพื่อนำมาแบ่งย่อยเป็น 4 พัลส์ ทำการประมวลผลโดย MCS-51
3. ส่วนขับแรงดัน (PULL UP VOLTAGE) : ใช้ PC817 เพื่อขับแรงดันให้เพิ่มขึ้นจาก 5 โวลต์ เป็น 12 โวลต์
4. ส่วนการสวิตช์ (SWITCH) : ทำหน้าที่สวิตช์ให้แรงดัน 12 โวลต์ไหลผ่านเพื่อเข้าสู่หม้อแปลง
5. ส่วนแปลงแรงดัน DC/DC : ทำหน้าที่แปลงแรงดันจาก 12 โวลต์ เป็น 36 โวลต์ โดยใช้ AX34063AP ต่อในรูปแบบของ Step - Up Converter
6. ส่วนคอยล์ (COIL) : ทำหน้าที่ขับแรงดันไปยังหัวเทียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 รายละเอียดในการออกแบบวงจร

4.3.1 ส่วนของวงจรสร้างสัญญาณพัลส์ (Pulse Generator)



รูปที่ 4.3 วงจร Pulse Generator

การออกแบบวงจรสร้างสัญญาณพัลส์ (Pulse Generator)

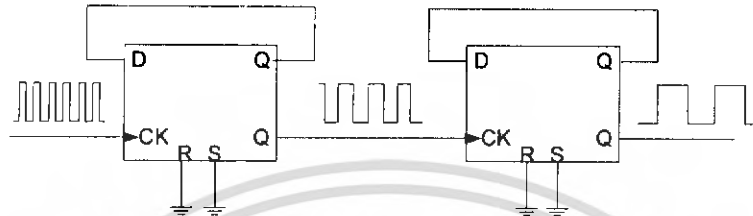
จากวงจร พบว่าออปแอมป์ OP1-1 และ OP2-2 ถูกต่ออยู่ในรูปของ โวลต์เดจ คอนโทรล ออสซิลเลเตอร์ (VCO) ที่ให้สัญญาณเอาต์พุตทั้ง Square wave และ triangle wave ซึ่งสัญญาณ square wave ที่ได้ นั้นจะถูกป้อนกลับเพื่อไปควบคุมการเก็บและคายประจุของตัวเก็บประจุ ส่วนสัญญาณ triangle wave ที่ได้ นั้น จะส่งเข้าเป็นอินพุตให้กับออปแอมป์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

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

จากนั้นทำการจำลองสัญญาณแบบ 1 คู่ ซึ่งนำสัญญาณจากออปแอมป์ OP2-2 มาทำการหารสัญญาณ โดยเลือกใช้ D flip-flop มาทำการหารสัญญาณ โดยพื้นฐานจะใช้ D Flip Flop มาต่อเรียงกันตั้งวงจรในรูปแบบข้างล่าง สถานะเอาต์พุตของ ฟลิปฟลอปแต่ละตัวจะขึ้นอยู่กับสถานะเอาต์พุต

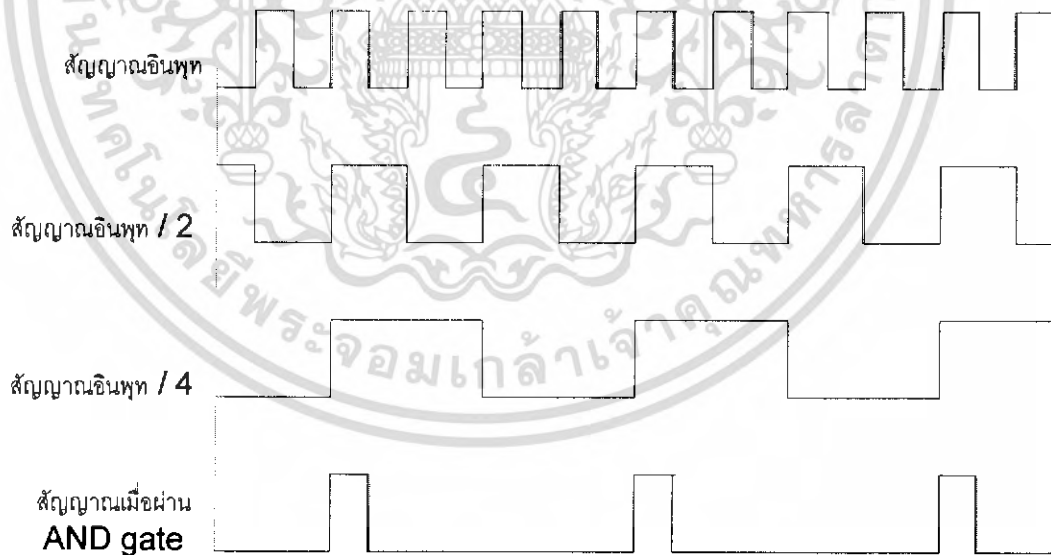
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของฟลิปฟล็อปตัวก่อนหน้า คือ ฟลิปฟล็อปตัวแรกจะส่งสัญญาณ (Pulse) จาก Q ไปกระตุ้น (Trigger) ที่ Clk ของฟลิปฟล็อปตัวที่สอง และฟลิปฟล็อปตัวที่สองจะส่งสัญญาณ ไปกระตุ้น (Trigger) ที่ Clk ของฟลิปฟล็อปตัวที่สาม ไปเรื่อย ๆ ตามลำดับ การทำงานของวงจรแบบนี้มีลักษณะไหลเป็นระลอก



รูปที่ 4.4 แสดงไคอะแกรมสัญญาณการทำงานของ D Flip Flop

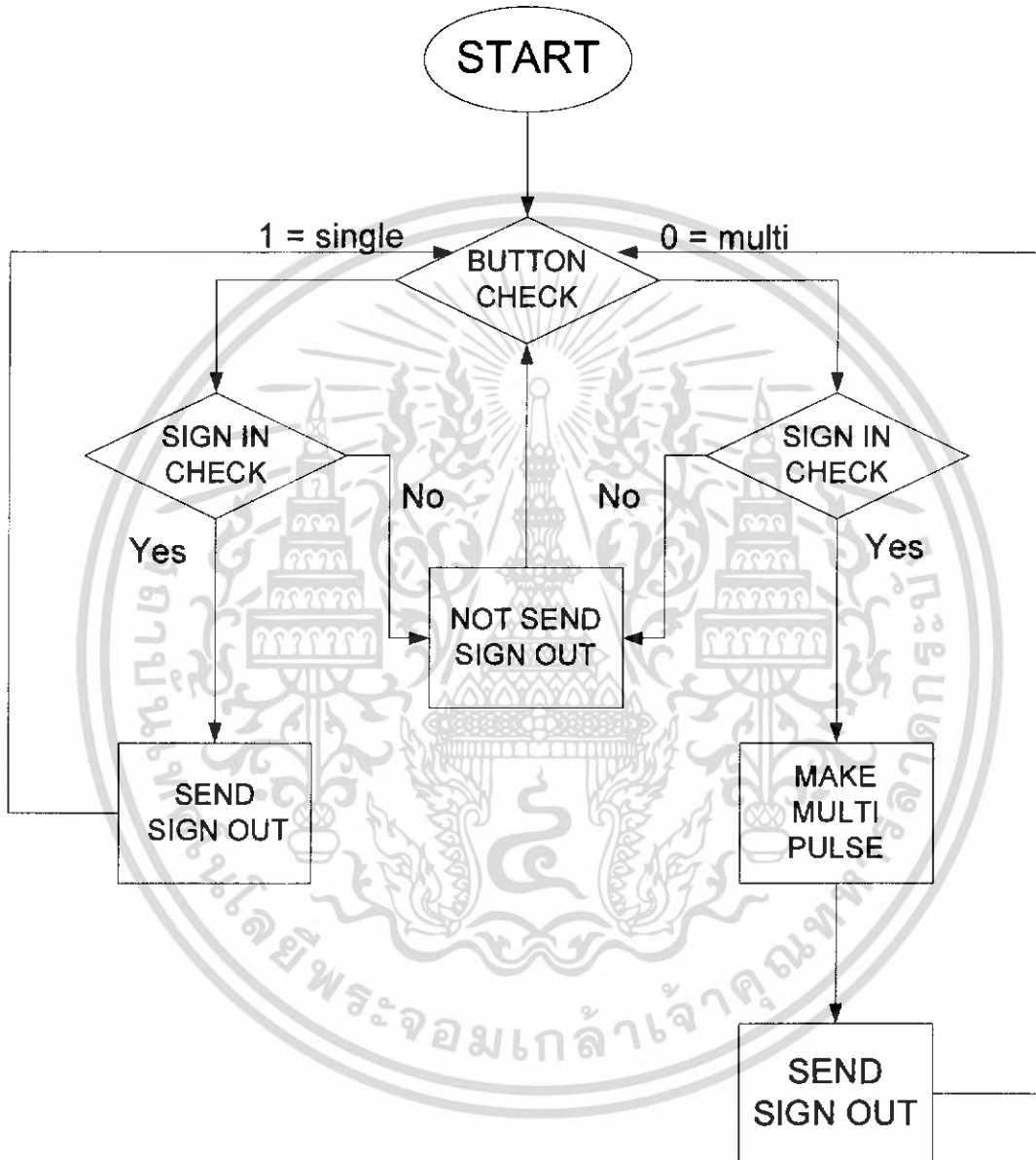
จากนั้นนำสัญญาณที่ได้มาทำผ่าน AND gate เพื่อทำการจำลองสัญญาณแบบ 1 สิบ ซึ่งสัญญาณที่ได้จะมีลักษณะดังนี้



รูปที่ 4.5 แสดงภาพสัญญาณเมื่อผ่าน AND gate

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2 ส่วนของการประมวลผล (CPU)



รูปที่ 4.6 flow chart ของ microcontroller

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.3 Source Code ของ Program

; Real Detect Input Stage

```

BUFF          BIT          P1.0

SIGN_IN       BIT          P3.0    ; 555
SIGN_OUT      BIT          P3.1
LED           BIT          P3.2
TURBO_BT      BIT          P3.7    ; if 0 => 555 , if 1 => Motor

```

```

ORG          0000H
MOV          P1,#0
CLR          BUFF
CLR          LED

```

```

MAIN:        JNB          TURBO_BT,PRE_3    ; BUFF (0 > NOR),(1 > TUR)

```

-----NORMAL-----

```

PRE_1:       CLR          LED
              CLR          SIGN_OUT
              JNB          SIGN_IN,MAIN

```

```

PRE_2:       SETB         SIGN_OUT
              JB           SIGN_IN,PRE_2

```

```

AJMP        MAIN

```

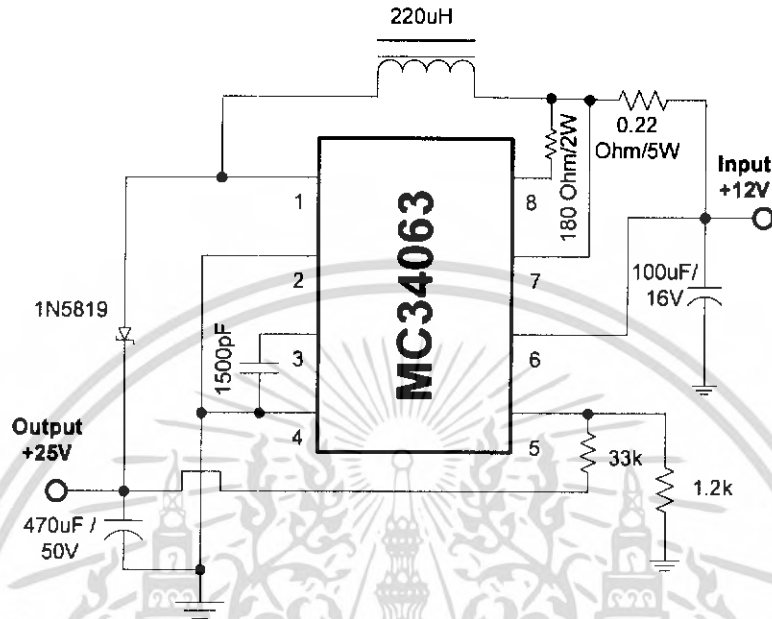
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

;------TURBO-----;

```
PRE_3:      SETB      LED
            SETB     SIGN_OUT
            ACALL    DELAY_110
            CLR      SIGN_OUT
            ACALL    DELAY_110
            SETB     SIGN_OUT
            JNB      SIGN_IN,MAIN
PRE_4:      CLR      SIGN_OUT
            JB       SIGN_IN,PRE_4
            AJMP    MAIN
;-----
DELAY_110:  MOV      R7,#110
DELAY_110_1:DJNZ   R7,DELAY_110_1
            RET
;-----
            END
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.4 ส่วนของการแปลงผันแรงดัน (DC-DC Converter)



รูปที่ 4.7 วงจรส่วนแปลงผันแรงดัน

จากวงจร เราต้องการแปลงแรงดันจาก 12V เป็น 36V เพื่อนำแรงดันที่สูงขึ้นส่งไปให้ขดลวดคอยล์ โดยในการแปลงผันแรงดันนี้ ใช้หลักการของการสวิตช์ให้ช่วงเวลาเกิดความไม่สมมาตรขึ้น แล้วใช้วงจรความถี่ต่ำผ่านแบบ LC ในที่นี้ ค่า R_A และ R_B นั้นต่ออยู่กับขา 5 ซึ่งขา 5 ทำหน้าที่เป็นขาลบของออปแอมป์คอมพาราเรเตอร์ ดังนั้นเราจะได้อัตราขยายหรือ $GAIN = 1 + \frac{R_B}{R_A}$

จากวงจรนี้เราสามารถคำนวณหาแรงดันเอาต์พุตที่ต้องการได้ โดยอาศัยสมการดังนี้

$$|V_{out}| = 1.25 \times \left(1 + \frac{R_B}{R_A} \right)$$

ดังนั้นเลือกให้ค่า $R_B = 33k$ และ $R_A = 1.2k$

$$|V| = 1.25 \times \left(1 + \frac{33k}{1.2k} \right)$$

$$= 35.625$$

$$\approx 36V$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

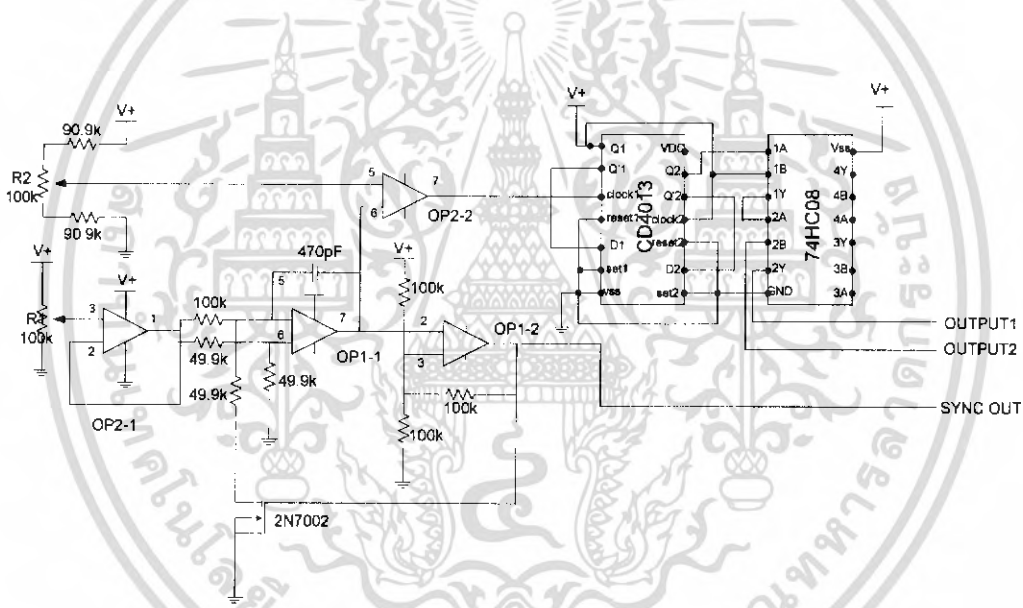
การทดลองและผลการทดลองของระบบจุกะเปิด

5.1 จุดประสงค์

เพื่อศึกษาตรวจสอบผลตอบสนองและของสัญญาณอินพุตที่ใช้ควบคุมสวิตช์มอสเฟต

5.2 วิธีการทดลอง

1. ป้อนแรงดัน 5 โวลต์จากแบตเตอรี่เข้าที่วงจร ดังรูปที่ 5.1



รูปที่ 5.1 แสดงการต่อวงจร PULSE GENERATOR

2. ทำการวัดสัญญาณที่ขา 6 ของไอซี 74HC08 เพื่อตรวจสอบสัญญาณที่จะใช้เป็นตัวแทนของจังหวะจุกะเปิดแบบ 4 สิบ แล้วทำการบันทึกรูปสัญญาณ
3. ทำการวัดสัญญาณที่ขา 5 ของไอซี 74HC08 เพื่อตรวจสอบสัญญาณที่จะใช้เป็นสัญญาณแทนจังหวะการจุกะเปิดแบบ 1 สิบ แล้วทำการบันทึกรูปสัญญาณ
4. นำสัญญาณทั้งสองมาเปรียบเทียบกัน แล้วทำการบันทึกรูปสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

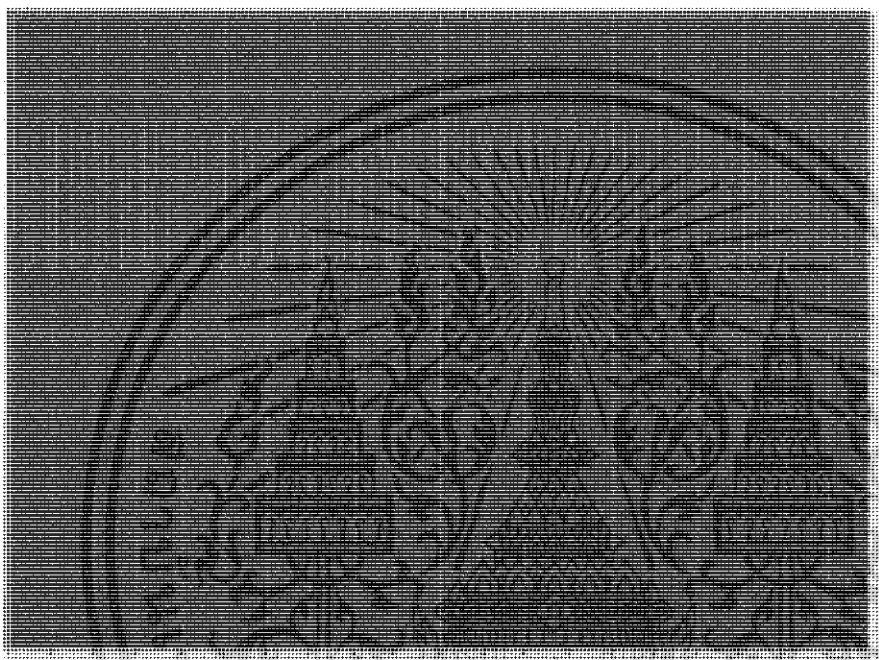
5. ทำการวัดสัญญาณอินพุตของคอยล์ แล้วทำการบันทึกรูปสัญญาณแทนจังหวะการจุดระเบิด
5. ทำการวัดสัญญาณอินพุตของคอยล์ เมื่อกดปุ่มเทอร์โบเพื่อสั่งให้ไอซี AT89C2051 เริ่มการชอยสัญญาณ แล้วทำการบันทึกรูปสัญญาณ
6. สังเกตลักษณะประกายไฟที่หัวเทียนทั้งก่อนและหลังกดปุ่มเทอร์โบ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

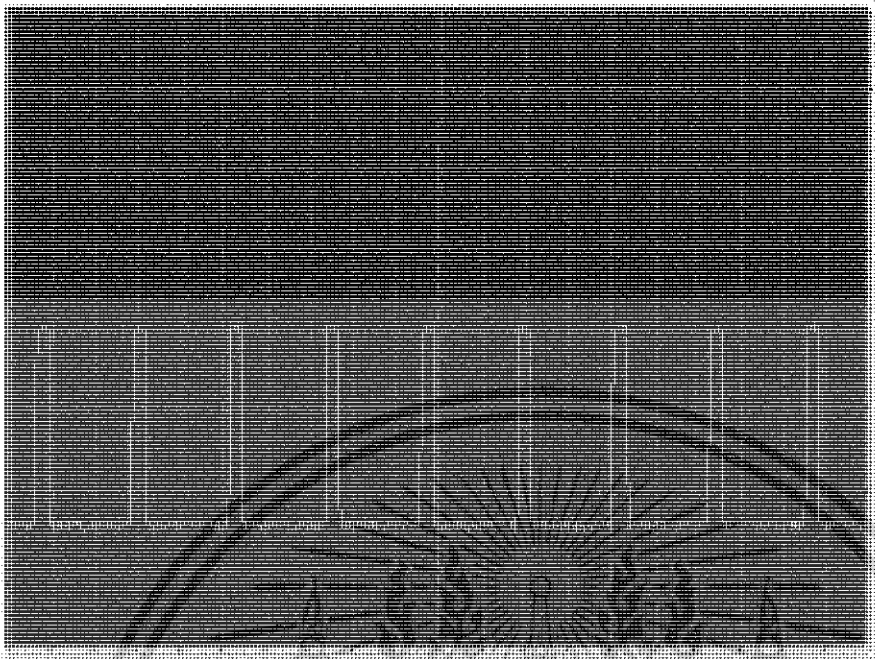
5.3 ผลการทดลอง

1. วัดสัญญาณที่ขา 6 ของไอซี 74HC08



รูปที่ 5.2 แสดงสัญญาณจากขา 6 ของไอซี 74HC08

2. วัดสัญญาณที่ขา 5 ของไอซี 74HC08



รูปที่ 5.3 แสดงสัญญาณจากการทดลองโดยใช้ 74HC04

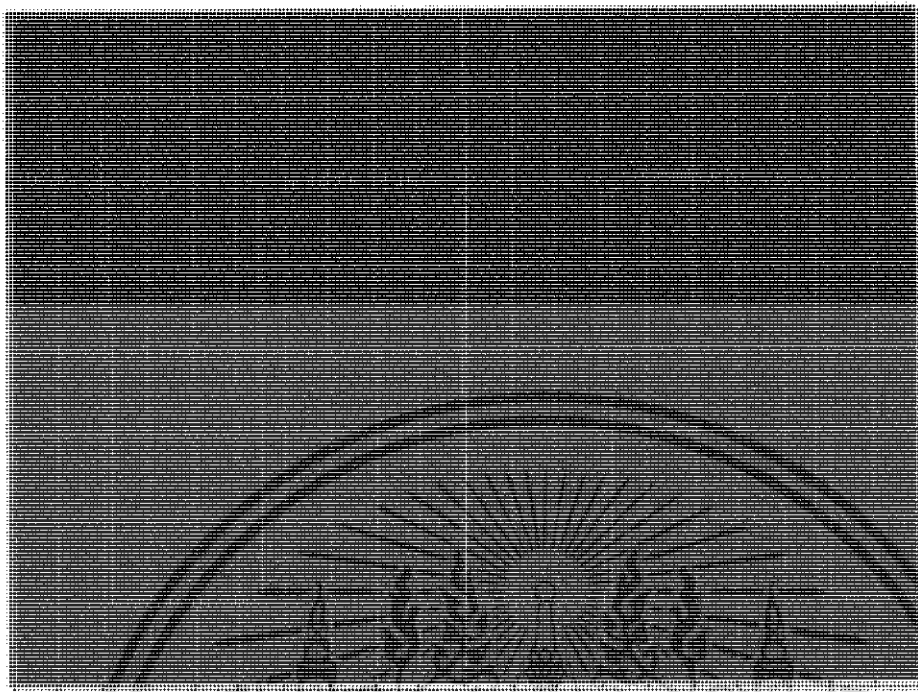
3. สัญญาณจำลองการจุกะเบิดแบบ 1สูบ และ 4สูบ เมื่อนำมาเปรียบเทียบกัน



รูปที่ 5.4 แสดงสัญญาณจำลองการจุกะเบิดแบบ 1สูบ และ 4สูบ

4. สัญญาณอินพุทของคอตส์ ก่อนทำการการกดปุ่มเทอร์โบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.5 แสดงสัญญาณอินพุทของคอยด์ ก่อนทำการกดปุ่มเทอร์โบ

5. รูปสัญญาณเมื่อทำการกดปุ่มเทอร์โบ เพื่อเริ่มการชอยสัญญาณ



รูปที่ 5.6 แสดงสัญญาณเมื่อทำการกดปุ่มเทอร์โบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และ 39 อ่างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.4 สรุปผลการทดลอง

1. เอาท์พุทที่ออกจากวงจร PULSE GENERATOR ที่ทำการหารสัญญาณแล้วมีลักษณะเป็นสัญญาณพัลส์ 5 Vpp ตามที่คาดการณ์ไว้
2. เอาท์พุทที่ออกจาก ไอซี AT89C2051 ขณะที่ยังไม่ได้ทำการคัปุ่มเทอร์โบมีลักษณะเดียวกับสัญญาณพัลส์ที่ออกจากวงจร PULSE GENERATOR
3. เอาท์พุทที่ออกจาก ไอซี AT89C2051 ขณะที่ทำการคัปุ่มเทอร์โบมีลักษณะที่เป็นไปตามที่ต้องการ

5.5 ปัญหาระหว่างการทำงานและวิธีการแก้ไข

1. มีความรู้และความเข้าใจเริ่มต้นเกี่ยวกับการทำงานของระบบเครื่องดนตรีไม่ละเอียดมากพอ จึงต้องทำการศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมพอสมควร
2. อุปกรณ์เฉพาะทางเช่น คอยล์จุกระเบิด หาได้ยากและมีราคาสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

1. วรพจน์ กรแก้ววัฒนกุล , ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล , “เรียนรู้และปฏิบัติการ ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ฉบับ AT89C205x/AT89Sxxx” สำนักพิมพ์อินโนเวทีฟ เอ็ดจิวเรียมেন্ট จำกัด
2. นภัทร วัฒนเทพินทร์ , “วงจรไอซีและการประยุกต์ใช้งาน” บริษัท สกายบุ๊ก จำกัด
3. พงษ์วุฒิ สิทธิผล , “ระบบไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ยานยนต์”



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CMOS Dual 'D'-Type Flip-Flop

High-Voltage Types (20-Volt Rating)

■ CD4013B consists of two identical, independent data-type flip-flops. Each flip-flop has independent data, set, reset, and clock inputs and Q and \bar{Q} outputs. These devices can be used for shift register applications, and, by connecting \bar{Q} output to the data input, for counter and toggle applications. The logic level present at the D input is transferred to the Q output during the positive-going transition of the clock pulse. Setting or resetting is independent of the clock and is accomplished by a high level on the set or reset line, respectively.

The CD4013B types are supplied in 14-lead hermetic dual-in-line ceramic packages (F3A suffix), 14-lead dual-in-line plastic packages (E suffix), 14-lead small-outline packages (M, MT, M96, and NSR suffixes), and 14-lead thin shrink small-outline packages (PW and PWR suffixes).

RECOMMENDED OPERATING CONDITIONS

At $T_A = 25^\circ\text{C}$, Except as Noted. For maximum reliability, nominal operating conditions should be selected so that operation is always within the following ranges:

CHARACTERISTIC	V _{DD} (V)	LIMITS		UNITS
		MIN.	MAX.	
Supply-Voltage Range (For T_A = Full Package Temperature Range)	—	3	18	V
Data Setup Time t_S	5	40	—	ns
	10	20	—	
	15	15	—	
Clock Pulse Width t_W	5	140	—	ns
	10	60	—	
	15	40	—	
Clock Input Frequency f_{CL}	5	—	3.5	MHz
	10	dc	8	
	15	—	12	
Clock Rise or Fall Time $t_{r,CL}$, $t_{f,CL}$	5	—	15	μs
	10	—	10	
	15	—	5	
Set or Reset Pulse Width t_W	5	180	—	ns
	10	80	—	
	15	50	—	

*If more than one unit is cascaded in a parallel clocked operation, $t_{r,CL}$ should be made less than or equal to the sum of the fixed propagation delay time at 15 pF and the transition time of the output driving stage for the estimated capacitive load.

Features:

- Set-Reset capability
- Static flip-flop operation — retains state indefinitely with clock level either "high" or "low"
- Medium-speed operation — 18 MHz (typ.) clock toggle rate at 10V
- Standardized symmetrical output characteristics
- 100% tested for quiescent current at 20 V
- Maximum input current of 1 μA at 18 V over full package temperature range; 100 nA at 18 V and 25°C
- Noise margin (over full package temperature range):
1 V at V_{DD}=5 V
2 V at V_{DD}=10 V
2.5 V at V_{DD}=15 V
- 5-V, 10-V, and 15-V parametric ratings
- Meets all requirements of JEDEC Tentative Standard No. 13B, "Standard Specifications for Description of 'B' Series CMOS Devices"

Applications:

- Registers, counters, control circuits

CD4013B Types

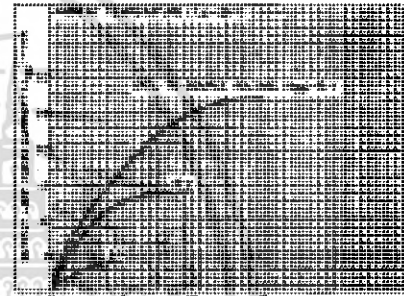
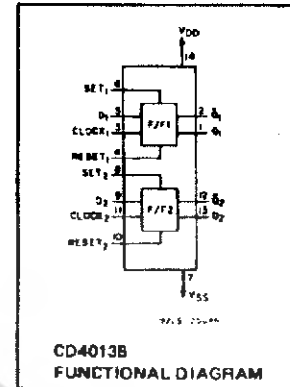


Fig. 1 — Typical output low (sink) current characteristics.

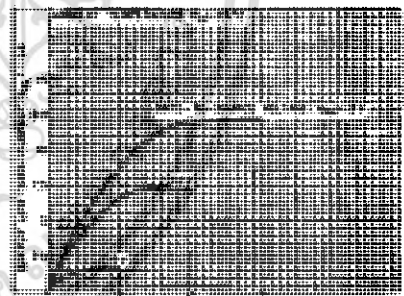


Fig. 2 — Minimum output low (sink) current characteristics.

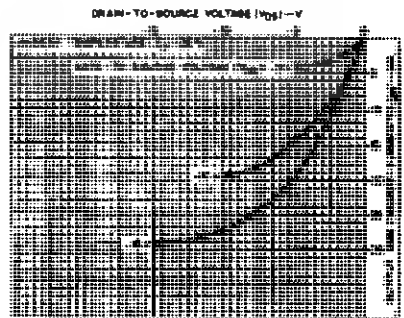


Fig. 3 — Typical output high (source) current characteristics.

CD4013B Types

STATIC ELECTRICAL CHARACTERISTICS

CHARACTERISTIC	CONDITIONS			LIMITS AT INDICATED TEMPERATURES (°C)							UNITS
	V _O (V)	V _{IN} (V)	V _{DD} (V)	-55	-40	+65	+125	+25			
								Min.	Typ.	Max.	
Quiescent Device Current	—	0.5	5	1	1	30	30	—	0.02	1	μA
	—	0.10	10	2	2	60	60	—	0.02	2	
I _{DD} Max.	—	0.15	15	4	4	120	120	—	0.02	4	
Output Low (Sink) Current, I _{OL} Min.	0.4	0.5	5	0.64	0.61	0.42	0.36	0.51	1	—	mA
	0.5	0.10	10	1.6	1.5	1.1	0.9	1.3	2.6	—	
I _{OL} Max.	1.5	0.15	15	4.2	4	2.8	2.4	3.4	6.8	—	
Output High (Source) Current, I _{OH} Min.	4.8	0.5	5	-0.64	-0.61	-0.42	-0.36	-0.51	-1	—	mA
	2.5	0.5	5	-2	-1.8	-1.3	-1.15	-1.6	-3.2	—	
I _{OH} Max.	9.5	0.10	10	-1.8	-1.5	-1.1	-0.9	-1.3	-2.6	—	
Output Voltage: Low-Level, V _{OL} Max.	—	0.5	5	—	—	0.05	—	—	0	0.05	V
	—	0.10	10	—	—	0.05	—	—	0	0.06	
	—	0.15	15	—	—	0.05	—	—	0	0.06	
Output Voltage: High-Level, V _{OH} Min.	—	0.5	5	—	—	4.95	—	4.95	5	—	V
	—	0.10	10	—	—	9.95	—	9.95	10	—	
	—	0.15	15	—	—	14.95	—	14.95	15	—	
Input Low Voltage, V _{IL} Max.	0.5, 4.5	—	5	—	—	1.5	—	—	—	1.5	V
	1.9	—	10	—	—	3	—	—	—	3	
	1.5, 13.5	—	15	—	—	4	—	—	—	4	
Input High Voltage, V _{IH} Min.	0.5, 4.5	—	5	—	—	3.5	—	3.5	—	—	V
	1.9	—	10	—	—	7	—	7	—	—	
	1.5, 13.5	—	15	—	—	11	—	11	—	—	
Input Current, I _{IN} Max.	—	0.18	18	±0.1	±0.1	±1	±1	—	±10 ⁻⁵	±0.1	μA

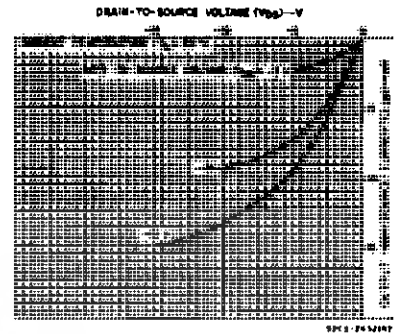


Fig. 4 — Minimum output high (source) current characteristics.

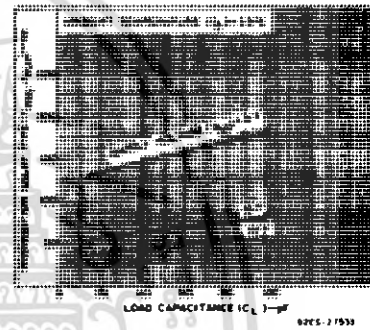


Fig. 5 — Typical propagation delay time vs. load capacitance (CLOCK or SET to Q, CLOCK or RESET to Q).

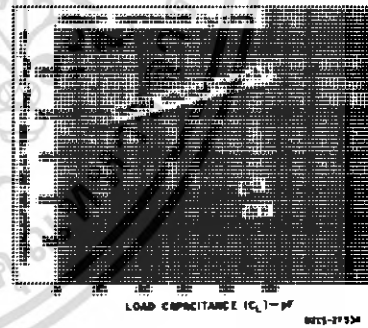


Fig. 6 — Typical propagation delay time vs. load capacitance (SET to Q or RESET to Q).

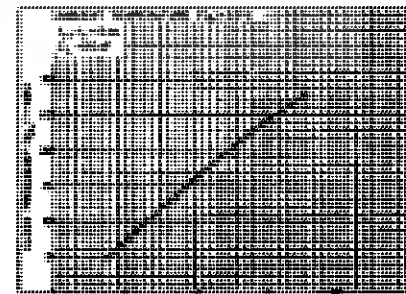


Fig. 8 — Typical maximum clock frequency vs. supply voltage.

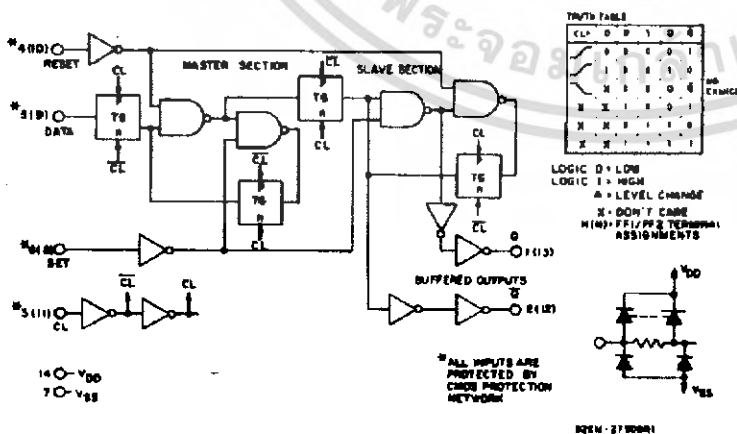


Fig. 7 — Logic diagram and truth table for CD4013B (one of two identical flip-flops).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CD4013B Types

MAXIMUM RATINGS, Absolute-Maximum Values:

DC SUPPLY-VOLTAGE RANGE, (V _{DD}) Voltages referenced to V _{SS} Terminal	-0.5V to +20V
INPUT VOLTAGE RANGE, ALL INPUTS	-0.5V to V _{DD} + 0.5V
DC INPUT CURRENT, ANY ONE INPUT	±10mA
POWER DISSIPATION PER PACKAGE (P _D): For T _A = -55°C to +100°C	500mW
For T _A = +100°C to +125°C	Derate Linearly at 12mW/°C to 200mW
DEVICE DISSIPATION PER OUTPUT TRANSISTOR FOR T _A = FULL PACKAGE-TEMPERATURE RANGE (All Package Types)	100mW
OPERATING-TEMPERATURE RANGE (T _A)	-55°C to +125°C
STORAGE TEMPERATURE RANGE (T _{stg})	-65°C to +150°C
LEAD TEMPERATURE (DURING SOLDERING): At distance 1/16 ± 1/32 inch (1.59 ± 0.79mm) from case for 10s max	+265°C

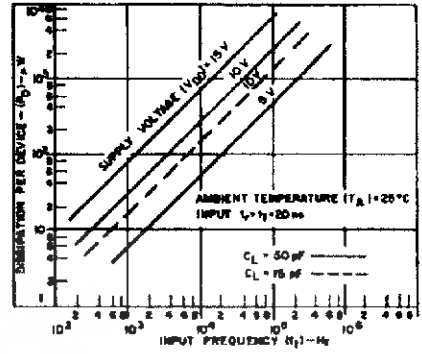


Fig. 9 - Typical power dissipation vs. frequency.

DYNAMIC ELECTRICAL CHARACTERISTICS

At T_A = 25°C; Input t_r, t_f = 20 ns, C_L = 50 pF, R_L = 20 kΩ

CHARACTERISTIC	TEST CONDITIONS V _{DD} (V)	LIMITS			UNITS
		MIN.	TYP.	MAX.	
Propagation Delay Time: Clock to Q or \bar{Q} Outputs t _{PHL} , t _{PLH}	5	—	150	300	ns
	10	—	65	130	
	15	—	45	90	
Set to Q or Reset to \bar{Q} t _{PLH}	5	—	150	300	ns
	10	—	65	130	
	15	—	45	90	
Set to \bar{Q} or Reset to Q t _{PHL}	5	—	200	400	ns
	10	—	85	170	
	15	—	60	120	
Transition Time t _{THL} , t _{TLH}	5	—	100	200	ns
	10	—	50	100	
	15	—	40	80	
Maximum Clock Input Frequency* f _{CL}	5	3.5	7	—	MHz
	10	8	16	—	
	15	12	24	—	
Minimum Clock Pulse Width t _w	5	—	70	140	ns
	10	—	30	60	
	15	—	20	40	
Minimum Set or Reset Pulse Width t _w	5	—	90	180	ns
	10	—	40	80	
	15	—	25	50	
Minimum Data Setup Time t _s	5	—	20	40	ns
	10	—	10	20	
	15	—	7	15	
Minimum Data Hold Time t _h	5	—	2	5	ns
	10	—	2	5	
	15	—	2	5	
Clock Input Rise or Fall Time t _{r,CL} , t _{f,CL}	5	—	—	15	μs
	10	—	—	10	
	15	—	—	5	
Input Capacitance C _{in}	Any Input	—	5	7.5	pF

*Input t_r, t_f = 5 ns.

TEST CIRCUITS

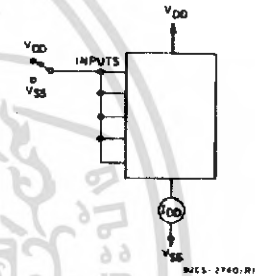


Fig. 10 - Quiescent device current.

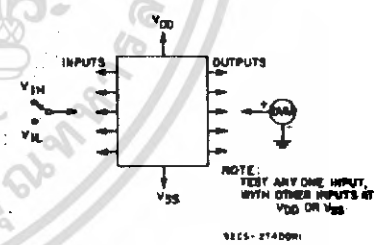


Fig. 11 - Input voltage.

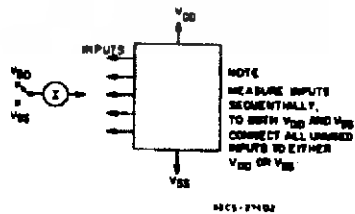


Fig. 12 - Input current.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Quad 2-input AND gate

74HC08; 74HCT08

FEATURES

- Complies with JEDEC standard no. 8-1A
- ESD protection:
HBM EIA/JESD22-A114-A exceeds 2000 V
MM EIA/JESD22-A115-A exceeds 200 V.
- Specified from -40 to +85 °C and -40 to +125 °C.

DESCRIPTION

The 74HC/HCT08 are high-speed Si-gate CMOS devices and are pin compatible with low power Schottky TTL (LSTTL). They are specified in compliance with JEDEC standard no. 7A. The 74HC/HCT08 provide the 2-input AND function.

QUICK REFERENCE DATA

GND = 0 V; T_{amb} = 25 °C; t_r = t_f = 6 ns.

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	TYPICAL		UNIT
			74HC08	74HCT08	
t _{PHL} /t _{PLH}	propagation delay nA, nB to nY	C _L = 15 pF; V _{CC} = 5 V	7	11	ns
C _I	input capacitance		3.5	3.5	pF
C _{PD}	power dissipation capacitance per gate	notes 1 and 2	10	20	pF

Notes

1. C_{PD} is used to determine the dynamic power dissipation (P_D in μW).
 $P_D = C_{PD} \times V_{CC}^2 \times f_i \times N + \Sigma(C_L \times V_{CC}^2 \times f_o)$ where:
 f_i = input frequency in MHz;
 f_o = output frequency in MHz;
 C_L = output load capacitance in pF;
 V_{CC} = supply voltage in Volts;
 N = total load switching outputs;
 Σ(C_L × V_{CC}² × f_o) = sum of the outputs.
2. For 74HC08: the condition is V_I = GND to V_{CC}.
 For 74HCT08: the condition is V_I = GND to V_{CC} - 1.5 V.

FUNCTION TABLE

INPUT		OUTPUT
nA	nB	nY
L	L	L
L	H	L
H	L	L
H	H	H

Note

1. H = HIGH voltage level;
L = LOW voltage level.

Quad 2-input AND gate

74HC08; 74HCT08

ORDERING INFORMATION

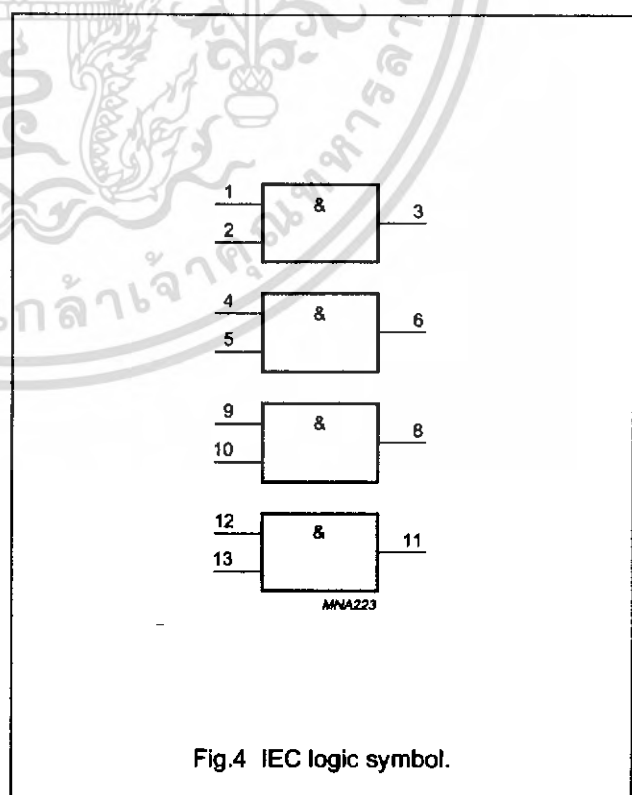
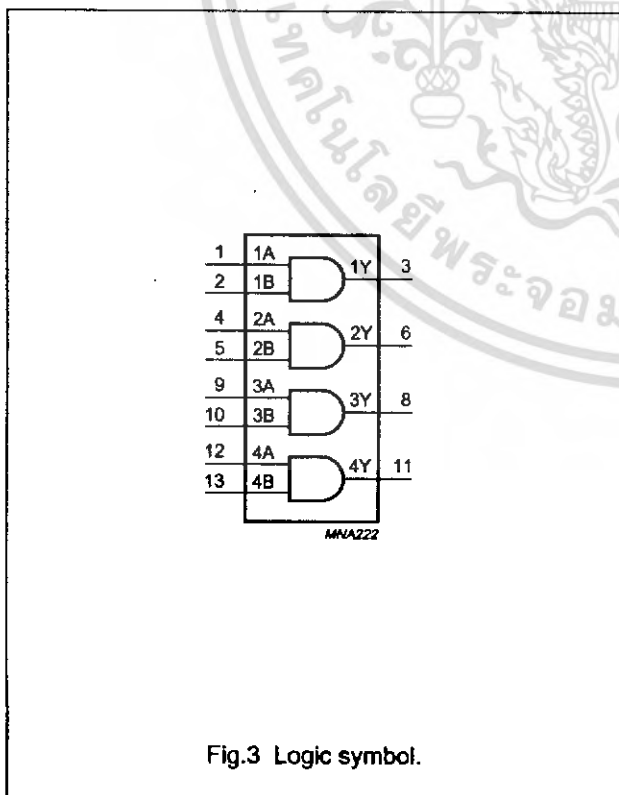
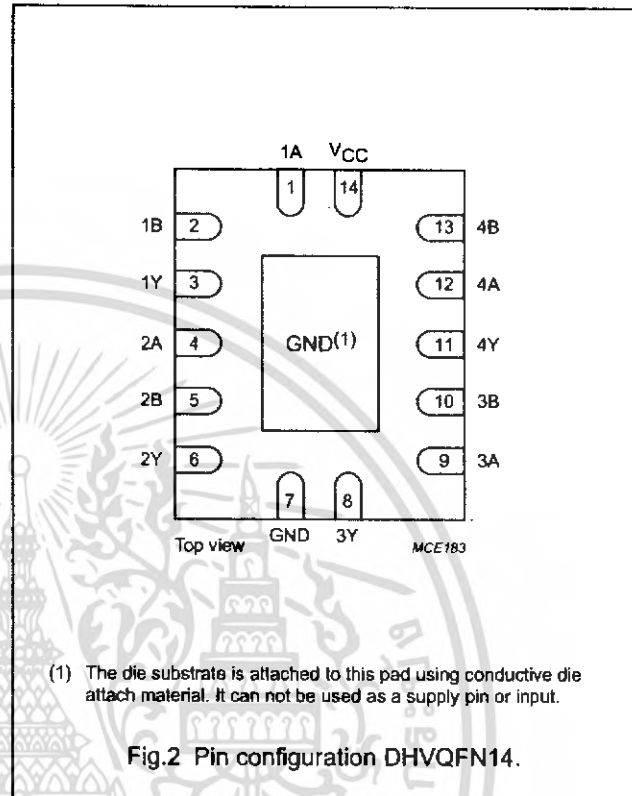
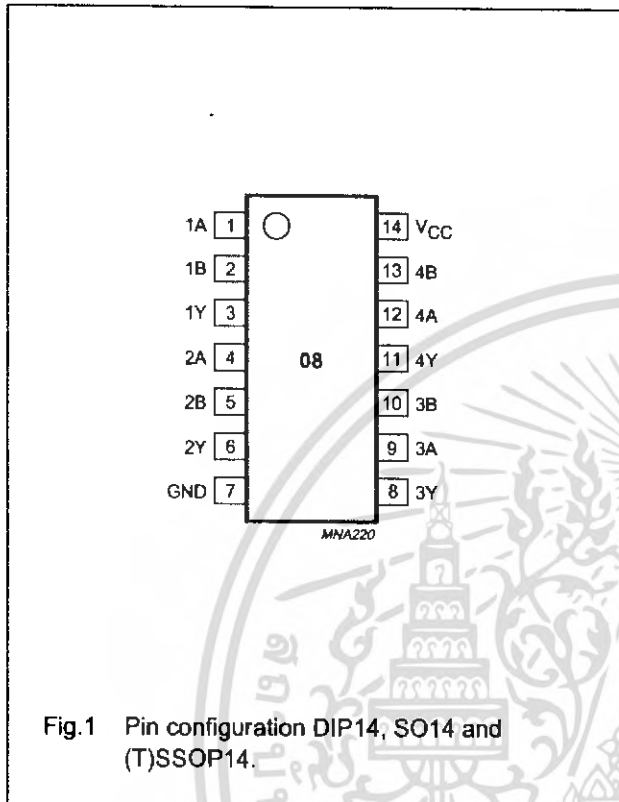
TYPE NUMBER	PACKAGE				
	TEMPERATURE RANGE	PINS	PACKAGE	MATERIAL	CODE
74HC08N	-40 to +125 °C	14	DIP14	plastic	SOT27-1
74HCT08N	-40 to +125 °C	14	DIP14	plastic	SOT27-1
74HC08D	-40 to +125 °C	14	SO14	plastic	SOT108-1
74HCT08D	-40 to +125 °C	14	SO14	plastic	SOT108-1
74HC08DB	-40 to +125 °C	14	SSOP14	plastic	SOT337-1
74HCT08DB	-40 to +125 °C	14	SSOP14	plastic	SOT337-1
74HC08PW	-40 to +125 °C	14	TSSOP14	plastic	SOT402-1
74HCT08PW	-40 to +125 °C	14	TSSOP14	plastic	SOT402-1
74HC08BQ	-40 to +125 °C	14	DHVQFN14	plastic	SOT762-1
74HCT08BQ	-40 to +125 °C	14	DHVQFN14	plastic	SOT762-1

PINNING

PIN	SYMBOL	DESCRIPTION
1	1A	data input
2	1B	data input
3	1Y	data output
4	2A	data input
5	2B	data input
6	2Y	data output
7	GND	ground (0 V)
8	3Y	data output
9	3A	data input
10	3B	data input
11	4Y	data output
12	4A	data input
13	4B	data input
14	V _{CC}	supply voltage

Quad 2-input AND gate

74HC08; 74HCT08



Quad 2-input AND gate

74HC08; 74HCT08

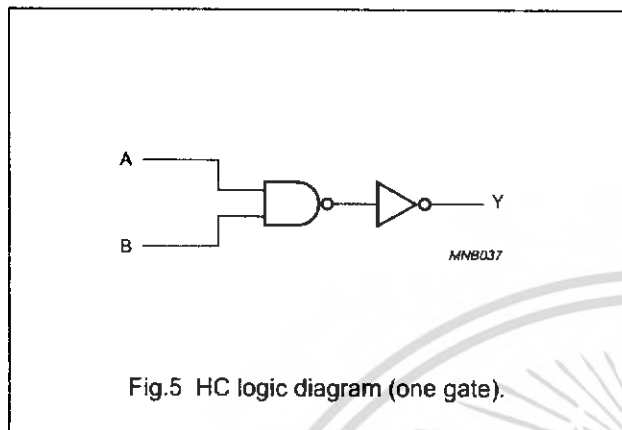


Fig.5 HC logic diagram (one gate).

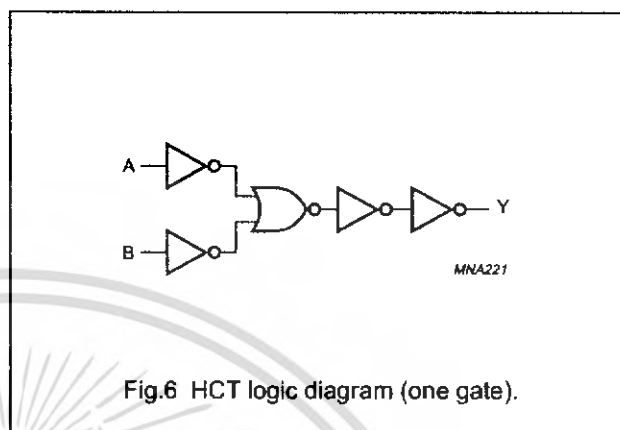


Fig.6 HCT logic diagram (one gate).

RECOMMENDED OPERATING CONDITIONS

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	74HC08			74HCT08			UNIT
			MIN.	TYP.	MAX.	MIN.	TYP.	MAX.	
V _{CC}	supply voltage		2.0	5.0	6.0	4.5	5.0	5.5	V
V _I	input voltage		0	-	V _{CC}	0	-	V _{CC}	V
V _O	output voltage		0	-	V _{CC}	0	-	V _{CC}	V
T _{amb}	ambient temperature	see DC and AC characteristics per device	-40	+25	+125	-40	+25	+125	°C
t _r , t _f	input rise and fall times	V _{CC} = 2.0 V	-	-	1000	-	-	-	ns
		V _{CC} = 4.5 V	-	6.0	500	-	6.0	500	ns
		V _{CC} = 6.0 V	-	-	400	-	-	-	ns

LIMITING VALUES

In accordance with the Absolute Maximum Rating System (IEC 60134); voltages are referenced to GND (ground = 0 V).

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	MAX.	UNIT
V _{CC}	supply voltage		-0.5	+7.0	V
I _{IK}	input diode current	V _I < -0.5 V or V _I > V _{CC} + 0.5 V	-	±20	mA
I _{OK}	output diode current	V _O < -0.5 V or V _O > V _{CC} + 0.5 V	-	±20	mA
I _O	output source or sink current	-0.5 V < V _O < V _{CC} + 0.5 V	-	±25	mA
I _{CC} , I _{GND}	V _{CC} or GND current		-	±50	mA
T _{stg}	storage temperature		-65	+150	°C
P _{tot}	power dissipation	DIP14 package		750	mW
		other packages	T _{amb} = -40 to +125 °C; note 1 T _{amb} = -40 to +125 °C; note 2	500	mW

Notes

- For DIP14 packages: above 70 °C derate linearly with 12 mW/K.
- For SO14 packages: above 70 °C derate linearly with 8 mW/K.
For SSOP14 and TSSOP14 packages: above 60 °C derate linearly with 5.5 mW/K.
For DHVQFN14 packages: above 60 °C derate linearly with 4.5 mW/K.

Quad 2-input AND gate

74HC08; 74HCT08

DC CHARACTERISTICS

Family 74HC08

At recommended operating conditions; voltages are referenced to GND (ground = 0 V).

SYMBOL	PARAMETER	TEST CONDITIONS		MIN.	TYP.	MAX.	UNIT
		OTHER	V _{CC} (V)				
T _{amb} = 25 °C							
V _{IH}	HIGH-level input voltage		2.0	1.5	1.2	–	V
			4.5	3.15	2.4	–	V
			6.0	4.2	3.2	–	V
V _{IL}	LOW-level input voltage		2.0	–	0.8	0.5	V
			4.5	–	2.1	1.35	V
			6.0	–	2.8	1.8	V
V _{OH}	HIGH-level output voltage	V _I = V _{IH} or V _{IL} I _O = –20 µA	2.0	1.9	2.0	–	V
		I _O = –20 µA	4.5	4.4	4.5	–	V
		I _O = –4.0 mA	4.5	3.98	4.32	–	V
		I _O = –20 µA	6.0	5.9	6.0	–	V
		I _O = –5.2 mA	6.0	5.48	5.81	–	V
V _{OL}	LOW-level output voltage	V _I = V _{IH} or V _{IL} I _O = 20 µA	2.0	–	0	0.1	V
		I _O = 20 µA	4.5	–	0	0.1	V
		I _O = 4.0 mA	4.5	–	0.15	0.26	V
		I _O = 20 µA	6.0	–	0	0.1	V
		I _O = 5.2 mA	6.0	–	0.16	0.26	V
I _{LI}	input leakage current	V _I = V _{CC} or GND	6.0	–	0.1	±0.1	µA
I _{OZ}	3-state output OFF current	V _I = V _{IH} or V _{IL} ; V _O = V _{CC} or GND	6.0	–	–	±0.5	µA
I _{CC}	quiescent supply current	V _I = V _{CC} or GND; I _O = 0	6.0	–	–	2	µA

Quad 2-input AND gate

74HC08; 74HCT08

SYMBOL	PARAMETER	TEST CONDITIONS		MIN.	TYP.	MAX.	UNIT
		OTHER	V _{CC} (V)				
T _{amb} = -40 to +85 °C							
V _{IH}	HIGH-level input voltage		2.0	1.5	-	-	V
			4.5	3.15	-	-	V
			6.0	4.2	-	-	V
V _{IL}	LOW-level input voltage		2.0	-	-	0.5	V
			4.5	-	-	1.35	V
			6.0	-	-	1.8	V
V _{OH}	HIGH-level output voltage	V _I = V _{IH} or V _{IL} I _O = -20 µA	2.0	1.9	-	-	V
		I _O = -20 µA	4.5	4.4	-	-	V
		I _O = -4.0 mA	4.5	3.84	-	-	V
		I _O = -20 µA	6.0	5.9	-	-	V
		I _O = -5.2 mA	6.0	5.34	-	-	V
V _{OL}	LOW-level output voltage	V _I = V _{IH} or V _{IL} I _O = 20 µA	2.0	-	-	0.1	V
		I _O = 20 µA	4.5	-	-	0.1	V
		I _O = 4.0 mA	4.5	-	-	0.33	V
		I _O = 20 µA	6.0	-	-	0.1	V
		I _O = 5.2 mA	6.0	-	-	0.33	V
I _{LI}	input leakage current	V _I = V _{CC} or GND	6.0	-	-	±1.0	µA
I _{OZ}	3-state output OFF current	V _I = V _{IH} or V _{IL} ; V _O = V _{CC} or GND	6.0	-	-	±5.0	µA
I _{CC}	quiescent supply current	V _I = V _{CC} or GND; I _O = 0	6.0	-	-	20	µA

Quad 2-input AND gate

74HC08; 74HCT08

SYMBOL	PARAMETER	TEST CONDITIONS		MIN.	TYP.	MAX.	UNIT
		OTHER	V _{CC} (V)				
T _{amb} = -40 to +125 °C							
V _{IH}	HIGH-level input voltage		2.0	1.5	-	-	V
			4.5	3.15	-	-	V
			6.0	4.2	-	-	V
V _{IL}	LOW-level input voltage		2.0	-	-	0.5	V
			4.5	-	-	1.35	V
			6.0	-	-	1.8	V
V _{OH}	HIGH-level output voltage	V _I = V _{IH} or V _{IL} I _O = -20 µA	2.0	1.9	-	-	V
		I _O = -20 µA	4.5	4.4	-	-	V
		I _O = -4.0 mA	4.5	3.7	-	-	V
		I _O = -20 µA	6.0	5.9	-	-	V
		I _O = -5.2 mA	6.0	5.2	-	-	V
V _{OL}	LOW-level output voltage	V _I = V _{IH} or V _{IL} I _O = 20 µA	2.0	-	-	0.1	V
		I _O = 20 µA	4.5	-	-	0.1	V
		I _O = 4.0 mA	4.5	-	-	0.4	V
		I _O = 20 µA	6.0	-	-	0.1	V
		I _O = 5.2 mA	6.0	-	-	0.4	V
I _I	input leakage current	V _I = V _{CC} or GND	6.0	-	-	±1.0	µA
I _{OZ}	3-state output OFF current	V _I = V _{IH} or V _{IL} ; V _O = V _{CC} or GND	6.0	-	-	±10.0	µA
I _{CC}	quiescent supply current	V _I = V _{CC} or GND; I _O = 0	6.0	-	-	40	µA

Quad 2-input AND gate

74HC08; 74HCT08

Family 74HCT08

At recommended operating conditions; voltages are referenced to GND (ground = 0).

SYMBOL	PARAMETER	TEST CONDITIONS		MIN.	TYP.	MAX.	UNIT
		OTHER	V _{CC} (V)				
T_{amb} = 25 °C							
V _{IH}	HIGH-level input voltage		4.5 to 5.5	2.0	1.6	–	V
V _{IL}	LOW-level input voltage		4.5 to 5.5	–	1.2	0.8	V
V _{OH}	HIGH-level output voltage	V _I = V _{IH} or V _{IL}					
		I _O = –20 µA	4.5	4.4	4.5	–	V
		I _O = –4.0 mA	4.5	3.84	4.32	–	V
V _{OL}	LOW-level output voltage	V _I = V _{IH} or V _{IL}					
		I _O = 20 µA	4.5	–	0	0.1	V
		I _O = 4.0 mA	4.5	–	0.15	0.26	V
I _{LI}	input leakage current	V _I = V _{CC} or GND	5.5	–	–	±0.1	µA
I _{OZ}	3-state output OFF current	V _I = V _{IH} or V _{IL} ; V _O = V _{CC} or GND; I _O = 0	5.5	–	–	±0.5	µA
I _{CC}	quiescent supply current	V _I = V _{CC} or GND; I _O = 0	5.5	–	–	2	µA
ΔI _{CC}	additional supply current per input	V _I = V _{CC} – 2.1 V; I _O = 0	4.5 to 5.5	–	60	216	µA
T_{amb} = –40 to +85 °C							
V _{IH}	HIGH-level input voltage		4.5 to 5.5	2.0	–	–	V
V _{IL}	LOW-level input voltage		4.5 to 5.5	–	–	0.8	V
V _{OH}	HIGH-level output voltage	V _I = V _{IH} or V _{IL}					
		I _O = –20 µA	4.5	4.4	–	–	V
		I _O = –4.0 mA	4.5	3.84	–	–	V
V _{OL}	LOW-level output voltage	V _I = V _{IH} or V _{IL}					
		I _O = 20 µA	4.5	–	–	0.1	V
		I _O = 4.0 mA	4.5	–	–	0.33	V
I _{LI}	input leakage current	V _I = V _{CC} or GND	5.5	–	–	±1.0	µA
I _{OZ}	3-state output OFF current	V _I = V _{IH} or V _{IL} ; V _O = V _{CC} or GND; I _O = 0	5.5	–	–	±5.0	µA
I _{CC}	quiescent supply current	V _I = V _{CC} or GND; I _O = 0	5.5	–	–	20	µA
ΔI _{CC}	additional supply current per input	V _I = V _{CC} – 2.1 V; I _O = 0	4.5 to 5.5	–	–	270	µA

Quad 2-input AND gate

74HC08; 74HCT08

SYMBOL	PARAMETER	TEST CONDITIONS		MIN.	TYP.	MAX.	UNIT
		OTHER	V _{CC} (V)				
T _{amb} = -40 to +125 °C							
V _{IH}	HIGH-level input voltage		4.5 to 5.5	2.0	-	-	V
V _{IL}	LOW-level input voltage		4.5 to 5.5	-	-	0.8	V
V _{OH}	HIGH-level output voltage	V _I = V _{IH} or V _{IL}					
		I _O = -20 µA	4.5	4.4	-	-	V
		I _O = -4.0 mA	4.5	3.7	-	-	V
V _{OL}	LOW-level output voltage	V _I = V _{IH} or V _{IL}					
		I _O = 20 µA	4.5	-	-	0.1	V
		I _O = 4.0 mA	4.5	-	-	0.4	V
I _{LI}	input leakage current	V _I = V _{CC} or GND	5.5	-	-	±1.0	µA
I _{OZ}	3-state output OFF current	V _I = V _{IH} or V _{IL} ; V _O = V _{CC} or GND; I _O = 0	5.5	-	-	±10	µA
I _{CC}	quiescent supply current	V _I = V _{CC} or GND; I _O = 0	5.5	-	-	40	µA
ΔI _{CC}	additional supply current per input	V _I = V _{CC} - 2.1 V; I _O = 0	4.5 to 5.5	-	-	294	µA

Quad 2-input AND gate

74HC08; 74HCT08

AC CHARACTERISTICS

Family 74HC08

GND = 0 V; $t_f = t_r = 6$ ns; $C_L = 50$ pF.

SYMBOL	PARAMETER	TEST CONDITIONS		MIN.	TYP.	MAX.	UNIT
		WAVEFORMS	V _{CC} (V)				
T_{amb} = 25 °C							
t _{PHL} /t _{PLH}	propagation delay nA, nB to nY	see Figs 7 and 8	2.0	–	25	90	ns
			4.5	–	9	18	ns
			6.0	–	7	15	ns
t _{THL} /t _{TLH}	output transition time	see Figs 7 and 8	2.0	–	19	75	ns
			4.5	–	7	15	ns
			6.0	–	6	13	ns
T_{amb} = –40 to +85 °C							
t _{PHL} /t _{PLH}	propagation delay nA, nB to nY	see Figs 7 and 8	2.0	–	–	115	ns
			4.5	–	–	23	ns
			6.0	–	–	20	ns
t _{THL} /t _{TLH}	output transition time	see Figs 7 and 8	2.0	–	–	95	ns
			4.5	–	–	19	ns
			6.0	–	–	16	ns
T_{amb} = –40 to +125 °C							
t _{PHL} /t _{PLH}	propagation delay nA, nB to nY	see Figs 7 and 8	2.0	–	–	135	ns
			4.5	–	–	27	ns
			6.0	–	–	23	ns
t _{THL} /t _{TLH}	output transition time	see Figs 7 and 8	2.0	–	–	110	ns
			4.5	–	–	22	ns
			6.0	–	–	19	ns

Quad 2-input AND gate

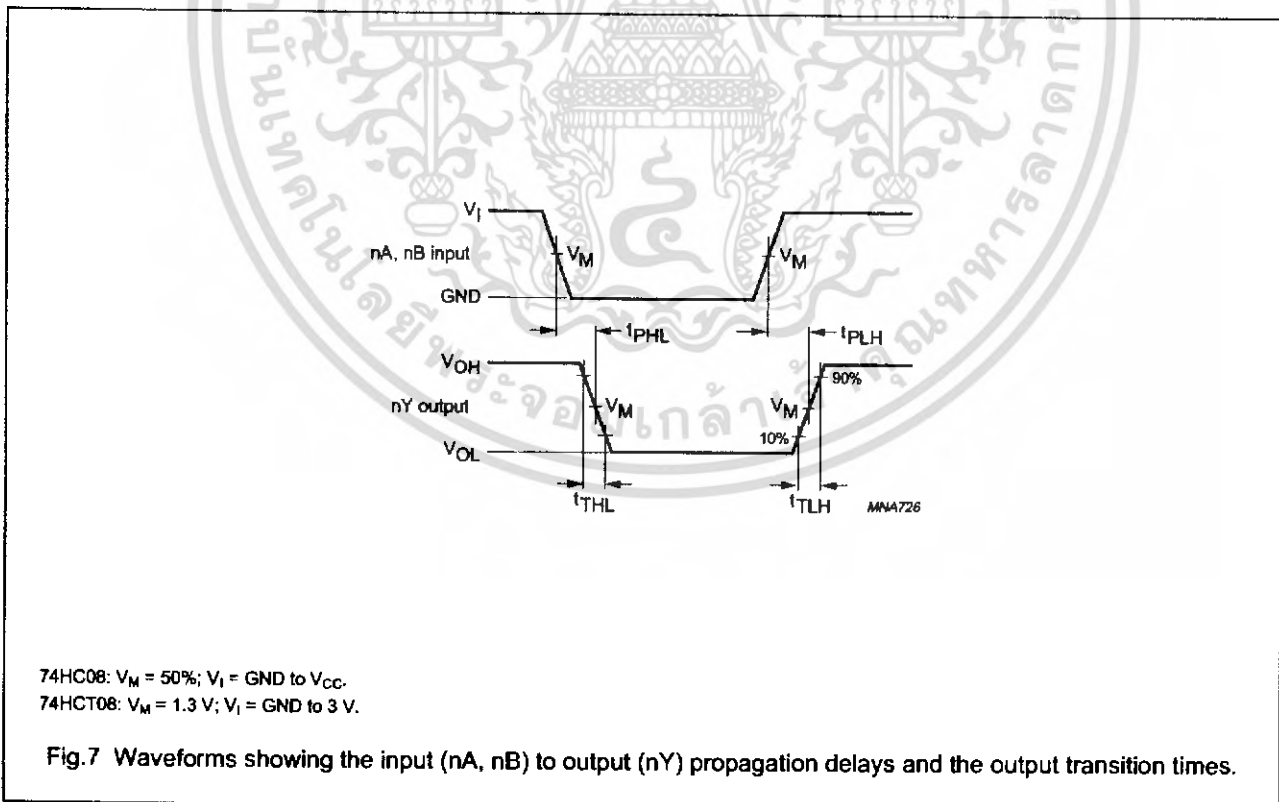
74HC08; 74HCT08

Family 74HCT08

GND = 0 V; $t_f = t_r = 6$ ns; $C_L = 50$ pF.

SYMBOL	PARAMETER	TEST CONDITIONS		MIN.	TYP.	MAX.	UNIT
		WAVEFORMS	V _{CC} (V)				
T _{amb} = 25 °C							
t _{PHL} /t _{PLH}	propagation delay nA, nB to nY	see Figs 7 and 8	4.5	–	14	24	ns
t _{THL} /t _{TLH}	output transition time	see Figs 7 and 8	4.5	–	7	15	ns
T _{amb} = –40 to +85 °C							
t _{PHL} /t _{PLH}	propagation delay nA, nB to nY	see Figs 7 and 8	4.5	–	–	30	ns
t _{THL} /t _{TLH}	output transition time	see Figs 7 and 8	4.5	–	–	19	ns
T _{amb} = –40 to +125 °C							
t _{PHL} /t _{PLH}	propagation delay nA, nB to nY	see Figs 7 and 8	4.5	–	–	36	ns
t _{THL} /t _{TLH}	output transition time	see Figs 7 and 8	4.5	–	–	22	ns

AC WAVEFORMS



LM358, LM258, LM2904, LM2904A, LM2904V, NCV2904



ON Semiconductor

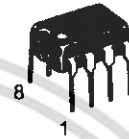
<http://onsemi.com>

Single Supply Dual Operational Amplifiers

Utilizing the circuit designs perfected for Quad Operational Amplifiers, these dual operational amplifiers feature low power drain, a common mode input voltage range extending to ground/ V_{EE} , and single supply or split supply operation. The LM358 series is equivalent to one-half of an LM324.

These amplifiers have several distinct advantages over standard operational amplifier types in single supply applications. They can operate at supply voltages as low as 3.0 V or as high as 32 V, with quiescent currents about one-fifth of those associated with the MC1741 (on a per amplifier basis). The common mode input range includes the negative supply, thereby eliminating the necessity for external biasing components in many applications. The output voltage range also includes the negative power supply voltage.

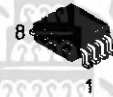
- Short Circuit Protected Outputs
- True Differential Input Stage
- Single Supply Operation: 3.0 V to 32 V (LM258/LM358)
3.0 V to 26 V (LM2904, A, V)
- Low Input Bias Currents
- Internally Compensated
- Common Mode Range Extends to Negative Supply
- Single and Split Supply Operation
- ESD Clamps on the Inputs Increase Ruggedness of the Device without Affecting Operation



PDIP-8
N, AN, VN SUFFIX
CASE 626

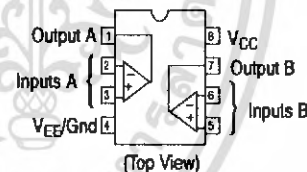


SO-8
D, VD SUFFIX
CASE 751



Micro8™
DMR2 SUFFIX
CASE 846A

PIN CONNECTIONS



ORDERING INFORMATION

See detailed ordering and shipping information in the package dimensions section on page 10 of this data sheet.

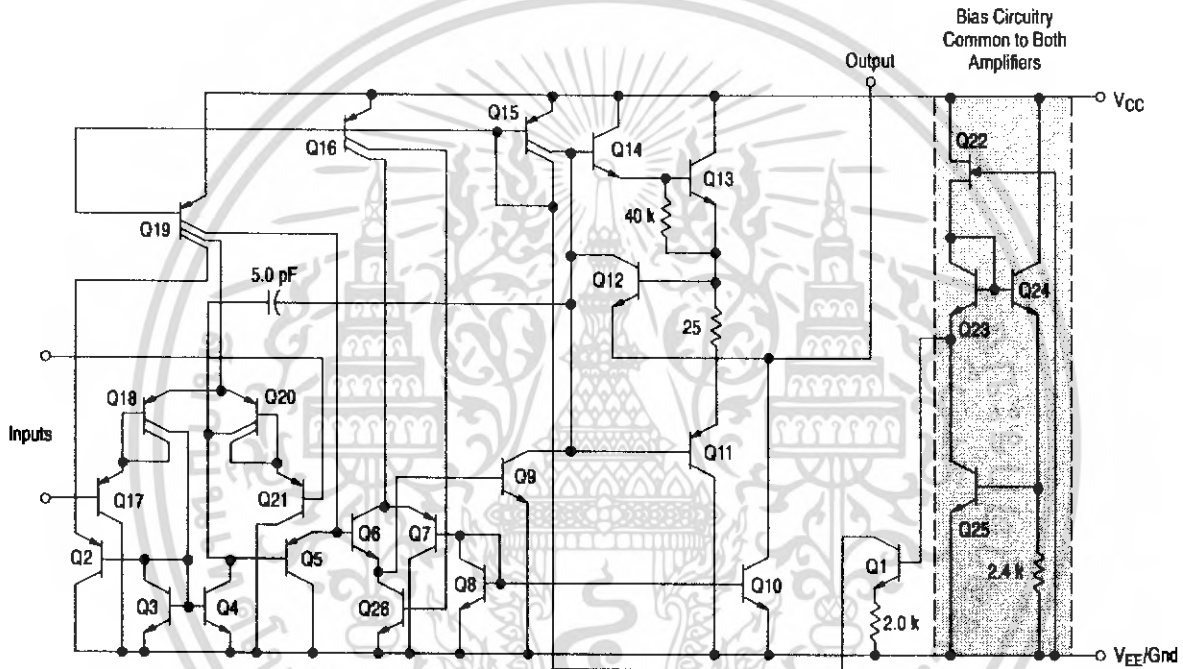
DEVICE MARKING INFORMATION

See general marking information in the device marking section on page 11 of this data sheet.

LM358, LM258, LM2904, LM2904A, LM2904V, NCV2904



Figure 1.



**Figure 2. Representative Schematic Diagram
(One-Half of Circuit Shown)**

LM358, LM258, LM2904, LM2904A, LM2904V, NCV2904

MAXIMUM RATINGS ($T_A = +25^\circ\text{C}$, unless otherwise noted.)

Rating	Symbol	LM258 LM358	LM2904, LM2904A LM2904V, NCV2904	Unit
Power Supply Voltages Single Supply Split Supplies	V_{CC} V_{CC}, V_{EE}	32 ± 16	26 ± 13	Vdc
Input Differential Voltage Range (Note 1)	V_{IDR}	± 32	± 26	Vdc
Input Common Mode Voltage Range (Note 2)	V_{ICR}	-0.3 to 32	-0.3 to 26	Vdc
Output Short Circuit Duration	t_{SC}	Continuous		
Junction Temperature	T_J	150		$^\circ\text{C}$
Thermal Resistance, Junction-to-Air (Note 3)	$R_{\theta JA}$	238		$^\circ\text{C/W}$
Storage Temperature Range	T_{stg}	-55 to +125		$^\circ\text{C}$
ESD Tolerance – Human Body Model (Note 4)	–	2000		V
Operating Ambient Temperature Range LM258 LM358 LM2904/LM2904A LM2904V, NCV2904 (Note 5)	T_A	-25 to +85 0 to +70 – –	– – -40 to +105 -40 to +125	$^\circ\text{C}$

1. Split Power Supplies.
2. For Supply Voltages less than 32 V for the LM258/358 and 26 V for the LM2904, A, V, the absolute maximum input voltage is equal to the supply voltage.
3. $R_{\theta JA}$ for Case 846A.
4. ESD data available upon request.
5. NCV2904 is qualified for automotive use.

LM358, LM258, LM2904, LM2904A, LM2904V, NCV2904

ELECTRICAL CHARACTERISTICS ($V_{CC} = 5.0\text{ V}$, $V_{EE} = \text{Gnd}$, $T_A = 25^\circ\text{C}$, unless otherwise noted.)

Characteristic	Symbol	LM258			LM358			Unit
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Input Offset Voltage $V_{CC} = 5.0\text{ V}$ to 30 V (26 V for LM2904, V), $V_{IC} = 0\text{ V}$ to $V_{CC} - 1.7\text{ V}$, $V_O = 1.4\text{ V}$, $R_S = 0\ \Omega$ $T_A = 25^\circ\text{C}$ $T_A = T_{\text{high}}$ (Note 6) $T_A = T_{\text{low}}$ (Note 6)	V_{IO}	–	2.0	5.0	–	2.0	7.0	mV
Average Temperature Coefficient of Input Offset Voltage $T_A = T_{\text{high}}$ to T_{low} (Note 6)	$\Delta V_{IO}/\Delta T$	–	7.0	–	–	7.0	–	$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
Input Offset Current $T_A = T_{\text{high}}$ to T_{low} (Note 6)	I_{IO}	–	3.0	30	–	5.0	50	nA
Input Bias Current $T_A = T_{\text{high}}$ to T_{low} (Note 6)	I_{IB}	–	–45	–150	–	–45	–250	nA
Average Temperature Coefficient of Input Offset Current $T_A = T_{\text{high}}$ to T_{low} (Note 6)	$\Delta I_{IO}/\Delta T$	–	10	–	–	10	–	$\text{pA}/^\circ\text{C}$
Input Common Mode Voltage Range (Note 7), $V_{CC} = 30\text{ V}$ (26 V for LM2904, V) $V_{CC} = 30\text{ V}$ (26 V for LM2904, V), $T_A = T_{\text{high}}$ to T_{low}	V_{ICR}	0	–	28.3	0	–	28.3	V
Differential Input Voltage Range	V_{IDR}	–	–	V_{CC}	–	–	V_{CC}	V
Large Signal Open Loop Voltage Gain $R_L = 2.0\text{ k}\Omega$, $V_{CC} = 15\text{ V}$, For Large V_O Swing, $T_A = T_{\text{high}}$ to T_{low} (Note 6)	A_{VOL}	50 25	100 –	– –	25 15	100 –	– –	V/mV
Channel Separation $1.0\text{ kHz} \leq f \leq 20\text{ kHz}$, Input Referenced	CS	–	–120	–	–	–120	–	dB
Common Mode Rejection $R_S \leq 10\text{ k}\Omega$	CMR	70	85	–	65	70	–	dB
Power Supply Rejection	PSR	65	100	–	65	100	–	dB
Output Voltage—High Limit $T_A = T_{\text{high}}$ to T_{low} (Note 6) $V_{CC} = 5.0\text{ V}$, $R_L = 2.0\text{ k}\Omega$, $T_A = 25^\circ\text{C}$ $V_{CC} = 30\text{ V}$ (26 V for LM2904, V), $R_L = 2.0\text{ k}\Omega$ $V_{CC} = 30\text{ V}$ (26 V for LM2904, V), $R_L = 10\text{ k}\Omega$	V_{OH}	3.3 26 27	3.5 – 28	– – –	3.3 26 27	3.5 – 28	– – –	V
Output Voltage—Low Limit $V_{CC} = 5.0\text{ V}$, $R_L = 10\text{ k}\Omega$, $T_A = T_{\text{high}}$ to T_{low} (Note 6)	V_{OL}	–	5.0	20	–	5.0	20	mV
Output Source Current $V_{ID} = +1.0\text{ V}$, $V_{CC} = 15\text{ V}$	I_{O+}	20	40	–	20	40	–	mA
Output Sink Current $V_{ID} = -1.0\text{ V}$, $V_{CC} = 15\text{ V}$ $V_{ID} = -1.0\text{ V}$, $V_O = 200\text{ mV}$	I_{O-}	10 12	20 50	– –	10 12	20 50	– –	mA μA
Output Short Circuit to Ground (Note 8)	I_{SC}	–	40	60	–	40	60	mA
Power Supply Current (Total Device) $T_A = T_{\text{high}}$ to T_{low} (Note 6) $V_{CC} = 30\text{ V}$ (26 V for LM2904, V), $V_O = 0\text{ V}$, $R_L = \infty$ $V_{CC} = 5\text{ V}$, $V_O = 0\text{ V}$, $R_L = \infty$	I_{CC}	– –	1.5 0.7	3.0 1.2	– –	1.5 0.7	3.0 1.2	mA

6. LM258: $T_{\text{low}} = -25^\circ\text{C}$, $T_{\text{high}} = +85^\circ\text{C}$
LM2904/LM2904A: $T_{\text{low}} = -40^\circ\text{C}$, $T_{\text{high}} = +105^\circ\text{C}$
NCV2904 is qualified for automotive use.

LM358: $T_{\text{low}} = 0^\circ\text{C}$, $T_{\text{high}} = +70^\circ\text{C}$
LM2904V & NCV2904: $T_{\text{low}} = -40^\circ\text{C}$, $T_{\text{high}} = +125^\circ\text{C}$

7. The input common mode voltage or either input signal voltage should not be allowed to go negative by more than 0.3 V. The upper end of the common mode voltage range is $V_{CC} - 1.7\text{ V}$.
8. Short circuits from the output to V_{CC} can cause excessive heating and eventual destruction. Destructive dissipation can result from simultaneous shorts on all amplifiers.

LM358, LM258, LM2904, LM2904A, LM2904V, NCV2904

ELECTRICAL CHARACTERISTICS ($V_{CC} = 5.0\text{ V}$, $V_{EE} = \text{Gnd}$, $T_A = 25^\circ\text{C}$, unless otherwise noted.)

Characteristic	Symbol	LM2904			LM2904A			LM2904V, NCV2904			Unit
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Input Offset Voltage $V_{CC} = 5.0\text{ V to }30\text{ V}$ (26 V for LM2904, V), $V_{IC} = 0\text{ V to }V_{CC} - 1.7\text{ V}$, $V_O \approx 1.4\text{ V}$, $R_S = 0\ \Omega$ $T_A = 25^\circ\text{C}$ $T_A = T_{\text{high}}$ (Note 9) $T_A = T_{\text{low}}$ (Note 9)	V_{IO}	-	2.0	7.0	-	2.0	7.0	-	-	7.0	mV
Average Temperature Coefficient of Input Offset Voltage $T_A = T_{\text{high}}$ to T_{low} (Note 9)	$\Delta V_{IO}/\Delta T$	-	7.0	-	-	7.0	-	-	7.0	-	$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
Input Offset Current $T_A = T_{\text{high}}$ to T_{low} (Note 9)	I_{IO}	-	5.0	50	-	5.0	50	-	5.0	50	nA
Input Bias Current $T_A = T_{\text{high}}$ to T_{low} (Note 9)	I_{IB}	-	-45	-250	-	-45	-100	-	-45	-250	nA
Average Temperature Coefficient of Input Offset Current $T_A = T_{\text{high}}$ to T_{low} (Note 9)	$\Delta I_{IO}/\Delta T$	-	10	-	-	10	-	-	10	-	$\text{pA}/^\circ\text{C}$
Input Common Mode Voltage Range (Note 10), $V_{CC} = 30\text{ V}$ (26 V for LM2904, V) $V_{CC} = 30\text{ V}$ (26 V for LM2904, V), $T_A = T_{\text{high}}$ to T_{low}	V_{ICR}	0	-	24.3	0	-	24.3	0	-	24.3	V
Differential Input Voltage Range	V_{IDR}	-	-	V_{CC}	-	-	V_{CC}	-	-	V_{CC}	V
Large Signal Open Loop Voltage Gain $R_L = 2.0\text{ k}\Omega$, $V_{CC} = 15\text{ V}$, For Large V_O Swing, $T_A = T_{\text{high}}$ to T_{low} (Note 9)	A_{VOL}	25 15	100 -	- -	25 15	100 -	- -	25 15	100 -	- -	V/mV
Channel Separation $1.0\text{ kHz} \leq f \leq 20\text{ kHz}$, Input Referenced	CS	-	-120	-	-	-120	-	-	-120	-	dB
Common Mode Rejection $R_S \leq 10\text{ k}\Omega$	CMR	50	70	-	50	70	-	50	70	-	dB
Power Supply Rejection	PSR	50	100	-	50	100	-	50	100	-	dB
Output Voltage—High Limit $T_A = T_{\text{high}}$ to T_{low} (Note 9) $V_{CC} = 5.0\text{ V}$, $R_L = 2.0\text{ k}\Omega$, $T_A = 25^\circ\text{C}$ $V_{CC} = 30\text{ V}$ (26 V for LM2904, V), $R_L = 2.0\text{ k}\Omega$ $V_{CC} = 30\text{ V}$ (26 V for LM2904, V), $R_L = 10\text{ k}\Omega$	V_{OH}	3.3 22 23	3.5 -	- -	3.3 22 23	3.5 -	- -	3.3 22 23	3.5 -	- -	V
Output Voltage—Low Limit $V_{CC} = 5.0\text{ V}$, $R_L = 10\text{ k}\Omega$, $T_A = T_{\text{high}}$ to T_{low} (Note 9)	V_{OL}	-	5.0	20	-	5.0	20	-	5.0	20	mV
Output Source Current $V_{ID} = +1.0\text{ V}$, $V_{CC} = 15\text{ V}$	I_{O+}	20	40	-	20	40	-	20	40	-	mA
Output Sink Current $V_{ID} = -1.0\text{ V}$, $V_{CC} = 15\text{ V}$ $V_{ID} = -1.0\text{ V}$, $V_O = 200\text{ mV}$	I_{O-}	10 -	20 -	- -	10 -	20 -	- -	10 -	20 -	- -	mA μA
Output Short Circuit to Ground (Note 11)	I_{SC}	-	40	60	-	40	60	-	40	60	mA
Power Supply Current (Total Device) $T_A = T_{\text{high}}$ to T_{low} (Note 9) $V_{CC} = 30\text{ V}$ (26 V for LM2904, V), $V_O = 0\text{ V}$, $R_L = \infty$ $V_{CC} = 5\text{ V}$, $V_O = 0\text{ V}$, $R_L = \infty$	I_{CC}	-	1.5 0.7	3.0 1.2	-	1.5 0.7	3.0 1.2	-	1.5 0.7	3.0 1.2	mA

9. LM258: $T_{\text{low}} = -25^\circ\text{C}$, $T_{\text{high}} = +85^\circ\text{C}$
LM2904/LM2904A: $T_{\text{low}} = -40^\circ\text{C}$, $T_{\text{high}} = +105^\circ\text{C}$
NCV2904 is qualified for automotive use.

LM358: $T_{\text{low}} = 0^\circ\text{C}$, $T_{\text{high}} = +70^\circ\text{C}$
LM2904V & NCV2904: $T_{\text{low}} = -40^\circ\text{C}$, $T_{\text{high}} = +125^\circ\text{C}$

10. The input common mode voltage or either input signal voltage should not be allowed to go negative by more than 0.3 V. The upper end of the common mode voltage range is $V_{CC} - 1.7\text{ V}$.

11. Short circuits from the output to V_{CC} can cause excessive heating and eventual destruction. Destructive dissipation can result from simultaneous shorts on all amplifiers.

LM358, LM258, LM2904, LM2904A, LM2904V, NCV2904

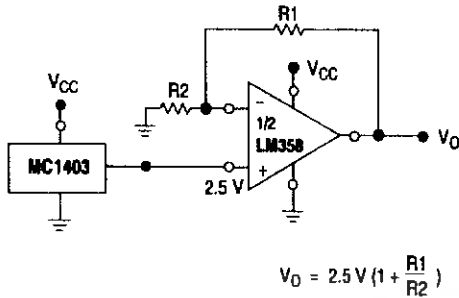


Figure 10. Voltage Reference

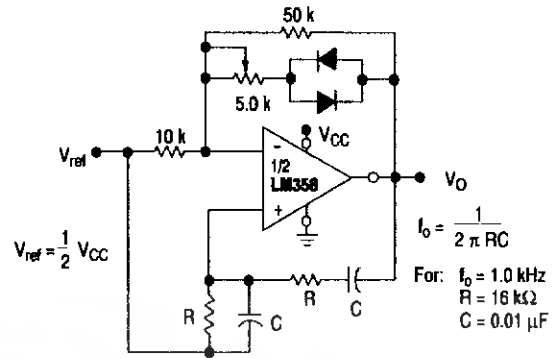


Figure 11. Wien Bridge Oscillator

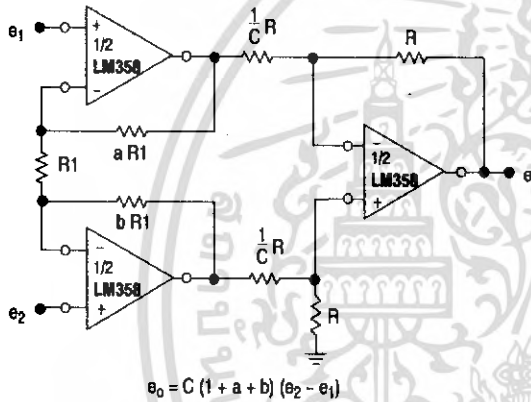


Figure 12. High Impedance Differential Amplifier

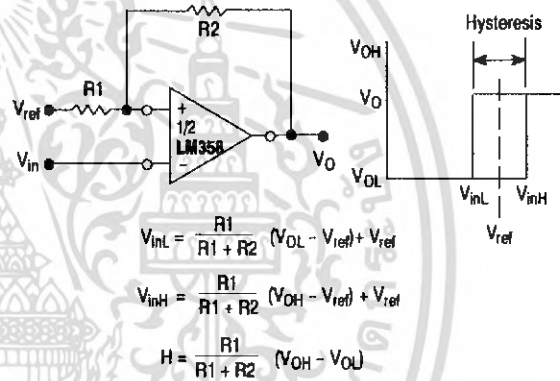


Figure 13. Comparator with Hysteresis

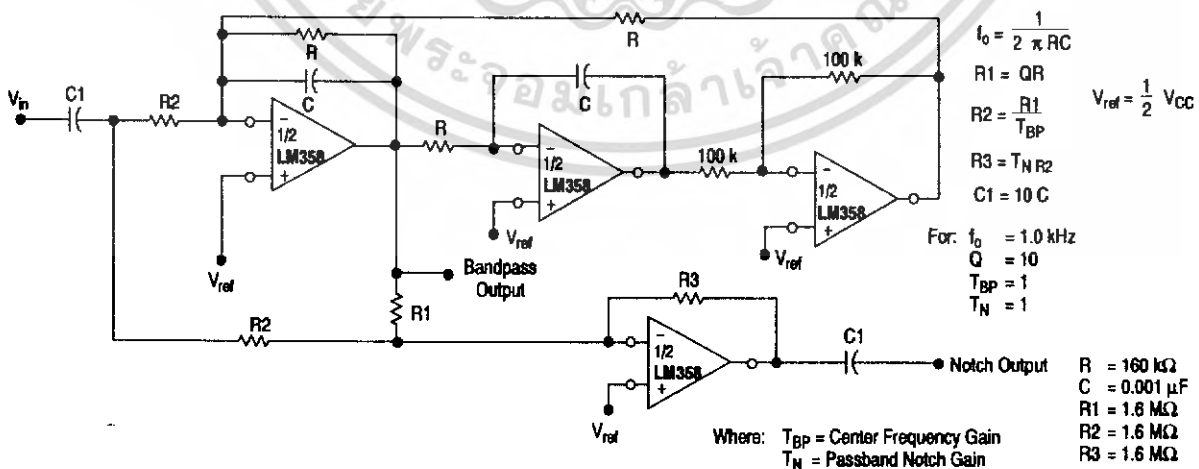
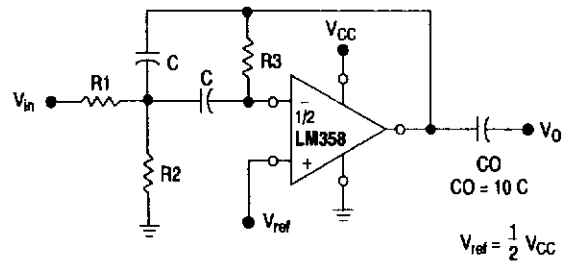


Figure 14. Bi-Quad Filter

LM358, LM258, LM2904, LM2904A, LM2904V, NCV2904



Given: f_0 = center frequency
 $A(f_0)$ = gain at center frequency

Choose value f_0, C

Then: $R_3 = \frac{Q}{\pi f_0 C}$

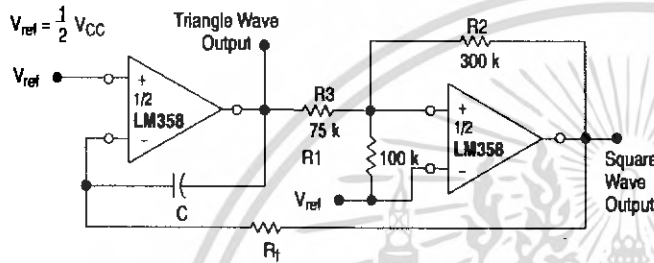
$R_1 = \frac{R_3}{2 A(f_0)}$

$R_2 = \frac{R_1 R_3}{4Q^2 R_1 - R_3}$

For less than 10% error from operational amplifier. $\frac{Q_0 f_0}{BW} < 0.1$

Where f_0 and BW are expressed in Hz.

If source impedance varies, filter may be preceded with voltage follower buffer to stabilize filter parameters.



$f = \frac{R_1 + R_C}{4 C R_f R_1}$ if, $R_3 = \frac{R_2 R_1}{R_2 + R_1}$

Figure 15. Function Generator

Figure 16. Multiple Feedback Bandpass Filter



8-Bit Microcontroller with 2K Bytes Flash

AT89C2051

Features

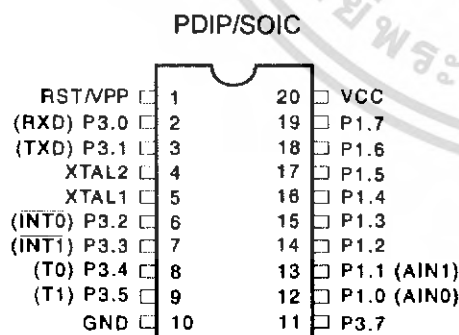
- Compatible with MCS-51™ Products
- 2K Bytes of Reprogrammable Flash Memory
 - Endurance: 1,000 Write/Erase Cycles
- 2.7V to 6V Operating Range
- Fully Static Operation: 0 Hz to 24 MHz
- Two-Level Program Memory Lock
- 128 x 8-Bit Internal RAM
- 15 Programmable I/O Lines
- Two 16-Bit Timer/Counters
- Six Interrupt Sources
- Programmable Serial UART Channel
- Direct LED Drive Outputs
- On-Chip Analog Comparator
- Low Power Idle and Power Down Modes

Description

The AT89C2051 is a low-voltage, high-performance CMOS 8-bit microcomputer with 2K Bytes of Flash programmable and erasable read only memory (PEROM). The device is manufactured using Atmel's high density nonvolatile memory technology and is compatible with the industry standard MCS-51™ instruction set. By combining a versatile 8-bit CPU with Flash on a monolithic chip, the Atmel AT89C2051 is a powerful microcomputer which provides a highly flexible and cost effective solution to many embedded control applications.

The AT89C2051 provides the following standard features: 2K Bytes of Flash, 128 bytes of RAM, 15 I/O lines, two 16-bit timer/counters, a five vector two-level interrupt architecture, a full duplex serial port, a precision analog comparator, on-chip oscillator and clock circuitry. In addition, the AT89C2051 is designed with static logic for operation down to zero frequency and supports two software selectable power saving modes. The Idle Mode stops the CPU while allowing the RAM, timer/counters, serial port and interrupt system to continue functioning. The Power Down Mode saves the RAM contents but freezes the oscillator disabling all other chip functions until the next hardware reset.

Pin Configuration

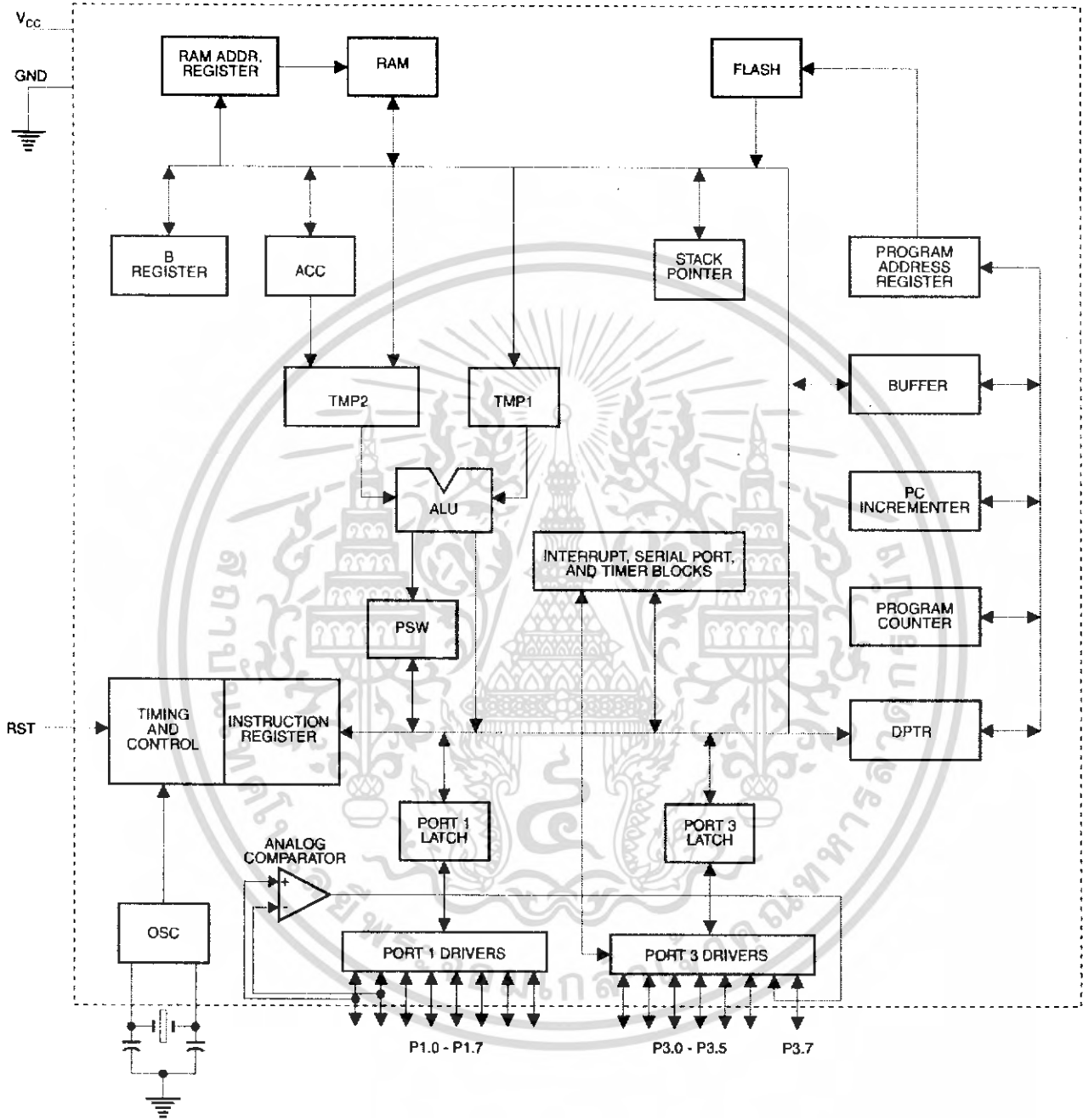


0368D-B-12/97



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Block Diagram



Pin Description

V_{CC}
Supply voltage.

GND
Ground.

Port 1

Port 1 is an 8-bit bidirectional I/O port. Port pins P1.2 to P1.7 provide internal pullups. P1.0 and P1.1 require external pullups. P1.0 and P1.1 also serve as the positive input (AIN0) and the negative input (AIN1), respectively, of the on-chip precision analog comparator. The Port 1 output buffers can sink 20 mA and can drive LED displays directly. When 1s are written to Port 1 pins, they can be used as inputs. When pins P1.2 to P1.7 are used as inputs and are externally pulled low, they will source current (I_{IL}) because of the internal pullups.

Port 1 also receives code data during Flash programming and verification.

Port 3

Port 3 pins P3.0 to P3.5, P3.7 are seven bidirectional I/O pins with internal pullups. P3.6 is hard-wired as an input to the output of the on-chip comparator and is not accessible as a general purpose I/O pin. The Port 3 output buffers can sink 20 mA. When 1s are written to Port 3 pins they are pulled high by the internal pullups and can be used as inputs. As inputs, Port 3 pins that are externally being pulled low will source current (I_{IL}) because of the pullups.

Port 3 also serves the functions of various special features of the AT89C2051 as listed below:

Port Pin	Alternate Functions
P3.0	RXD (serial input port)
P3.1	TXD (serial output port)
P3.2	$\overline{INT0}$ (external interrupt 0)
P3.3	$\overline{INT1}$ (external interrupt 1)
P3.4	T0 (timer 0 external input)
P3.5	T1 (timer 1 external input)

Port 3 also receives some control signals for Flash programming and verification.

RST

Reset input. All I/O pins are reset to 1s as soon as RST goes high. Holding the RST pin high for two machine cycles while the oscillator is running resets the device.

Each machine cycle takes 12 oscillator or clock cycles.

XTAL1

Input to the inverting oscillator amplifier and input to the internal clock operating circuit.

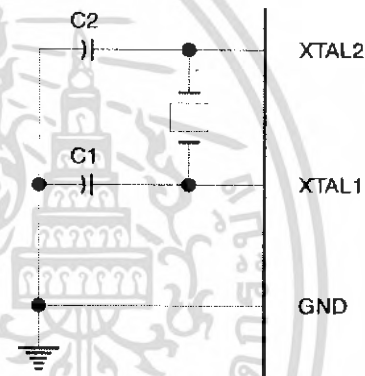
XTAL2

Output from the inverting oscillator amplifier.

Oscillator Characteristics

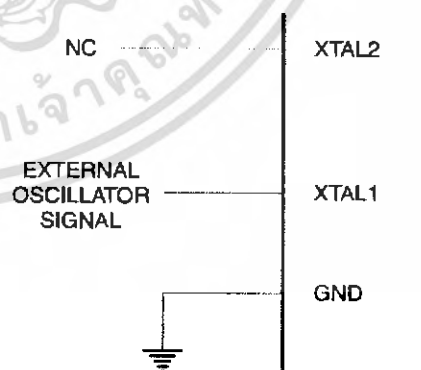
XTAL1 and XTAL2 are the input and output, respectively, of an inverting amplifier which can be configured for use as an on-chip oscillator, as shown in Figure 1. Either a quartz crystal or ceramic resonator may be used. To drive the device from an external clock source, XTAL2 should be left unconnected while XTAL1 is driven as shown in Figure 2. There are no requirements on the duty cycle of the external clock signal, since the input to the internal clocking circuitry is through a divide-by-two flip-flop, but minimum and maximum voltage high and low time specifications must be observed.

Figure 1. Oscillator Connections



Note: C1, C2 = 30 pF ± 10 pF for Crystals
= 40 pF ± 10 pF for Ceramic Resonators

Figure 2. External Clock Drive Configuration





Special Function Registers

A map of the on-chip memory area called the Special Function Register (SFR) space is shown in the table below.

Note that not all of the addresses are occupied, and unoccupied addresses may not be implemented on the chip. Read accesses to these addresses will in general return random data, and write accesses will have an indeterminate effect.

User software should not write 1s to these unlisted locations, since they may be used in future products to invoke new features. In that case, the reset or inactive values of the new bits will always be 0.

Table 1. AT89C2051 SFR Map and Reset Values

0F8H								0FFH
0F0H	B 00000000							0F7H
0E8H								0EFH
0E0H	ACC 00000000							0E7H
0D8H								0DFH
0D0H	PSW 00000000							0D7H
0C8H								0CFH
0C0H								0C7H
0B8H	IP XXX00000							0BFH
0B0H	P3 11111111							0B7H
0A8H	IE 0XX00000							0AFH
0A0H								0A7H
98H	SCON 00000000	SBUF XXXXXXXX						9FH
90H	P1 11111111							97H
88H	TCON 00000000	TMOD 00000000	TL0 00000000	TL1 00000000	TH0 00000000	TH1 00000000		8FH
80H		SP 00000111	DPL 00000000	DPH 00000000			PCON 0XXX0000	87H

Restrictions on Certain Instructions

The AT89C2051 is an economical and cost-effective member of Atmel's growing family of microcontrollers. It contains 2K bytes of flash program memory. It is fully compatible with the MCS-51 architecture, and can be programmed using the MCS-51 instruction set. However, there are a few considerations one must keep in mind when utilizing certain instructions to program this device.

All the instructions related to jumping or branching should be restricted such that the destination address falls within the physical program memory space of the device, which is 2K for the AT89C2051. This should be the responsibility of the software programmer. For example, LJMP 7E0H would be a valid instruction for the AT89C2051 (with 2K of memory), whereas LJMP 900H would not.

1. Branching instructions:

LCALL, LJMP, ACALL, AJMP, SJMP, JMP @A+DPTR

These unconditional branching instructions will execute correctly as long as the programmer keeps in mind that the destination branching address must fall within the physical boundaries of the program memory size (locations 00H to 7FFH for the 89C2051). Violating the physical space limits may cause unknown program behavior.

CJNE [...], DJNZ [...], JB, JNB, JC, JNC, JBC, JZ, JNZ With these conditional branching instructions the same rule above applies. Again, violating the memory boundaries may cause erratic execution.

For applications involving interrupts the normal interrupt service routine address locations of the 80C51 family architecture have been preserved.

2. MOVX-related instructions, Data Memory:

The AT89C2051 contains 128 bytes of internal data memory. Thus, in the AT89C2051 the stack depth is limited to 128 bytes, the amount of available RAM. External DATA memory access is not supported in this device, nor is external PROGRAM memory execution. Therefore, no MOVX [...] instructions should be included in the program.

A typical 80C51 assembler will still assemble instructions, even if they are written in violation of the restrictions mentioned above. It is the responsibility of the controller user to know the physical features and limitations of the device being used and adjust the instructions used correspondingly.

Program Memory Lock Bits

On the chip are two lock bits which can be left unprogrammed (U) or can be programmed (P) to obtain the additional features listed in the table below:

Lock Bit Protection Modes⁽¹⁾

Program Lock Bits			Protection Type
	LB1	LB2	
1	U	U	No program lock features.
2	P	U	Further programming of the Flash is disabled.
3	P	P	Same as mode 2, also verify is disabled.

Note: 1. The Lock Bits can only be erased with the Chip Erase operation.

Idle Mode

In idle mode, the CPU puts itself to sleep while all the on-chip peripherals remain active. The mode is invoked by software. The content of the on-chip RAM and all the special functions registers remain unchanged during this mode. The idle mode can be terminated by any enabled interrupt or by a hardware reset.

P1.0 and P1.1 should be set to '0' if no external pullups are used, or set to '1' if external pullups are used.

It should be noted that when idle is terminated by a hardware reset, the device normally resumes program execution, from where it left off, up to two machine cycles before the internal reset algorithm takes control. On-chip hardware inhibits access to internal RAM in this event, but access to the port pins is not inhibited. To eliminate the possibility of an unexpected write to a port pin when Idle is terminated by reset, the instruction following the one that invokes Idle should not be one that writes to a port pin or to external memory.

Power Down Mode

In the power down mode the oscillator is stopped, and the instruction that invokes power down is the last instruction executed. The on-chip RAM and Special Function Registers retain their values until the power down mode is terminated. The only exit from power down is a hardware reset. Reset redefines the SFRs but does not change the on-chip RAM. The reset should not be activated before V_{CC} is restored to its normal operating level and must be held active long enough to allow the oscillator to restart and stabilize.

P1.0 and P1.1 should be set to '0' if no external pullups are used, or set to '1' if external pullups are used.





Programming The Flash

The AT89C2051 is shipped with the 2K bytes of on-chip PEROM code memory array in the erased state (i.e., contents = FFH) and ready to be programmed. The code memory array is programmed one byte at a time. *Once the array is programmed, to re-program any non-blank byte, the entire memory array needs to be erased electrically.*

Internal Address Counter: The AT89C2051 contains an internal PEROM address counter which is always reset to 000H on the rising edge of RST and is advanced by applying a positive going pulse to pin XTAL1.

Programming Algorithm: To program the AT89C2051, the following sequence is recommended.

1. Power-up sequence:
Apply power between V_{CC} and GND pins
Set RST and XTAL1 to GND
2. Set pin RST to 'H'
Set pin P3.2 to 'H'
3. Apply the appropriate combination of 'H' or 'L' logic levels to pins P3.3, P3.4, P3.5, P3.7 to select one of the programming operations shown in the PEROM Programming Modes table.

To Program and Verify the Array:

4. Apply data for Code byte at location 000H to P1.0 to P1.7.
5. Raise RST to 12V to enable programming.
6. Pulse P3.2 once to program a byte in the PEROM array or the lock bits. The byte-write cycle is self-timed and typically takes 1.2 ms.
7. To verify the programmed data, lower RST from 12V to logic 'H' level and set pins P3.3 to P3.7 to the appropriate levels. Output data can be read at the port P1 pins.
8. To program a byte at the next address location, pulse XTAL1 pin once to advance the internal address counter. Apply new data to the port P1 pins.
9. Repeat steps 5 through 8, changing data and advancing the address counter for the entire 2K bytes array or until the end of the object file is reached.
10. Power-off sequence:
set XTAL1 to 'L'
set RST to 'L'
Turn V_{CC} power off

Data Polling: The AT89C2051 features Data Polling to indicate the end of a write cycle. During a write cycle, an attempted read of the last byte written will result in the complement of the written data on P1.7. Once the write cycle has been completed, true data is valid on all outputs, and the next cycle may begin. Data Polling may begin any time after a write cycle has been initiated.

Ready/Busy: The Progress of byte programming can also be monitored by the RDY/BSY output signal. Pin P3.1 is pulled low after P3.2 goes High during programming to indicate BUSY. P3.1 is pulled High again when programming is done to indicate READY.

Program Verify: If lock bits LB1 and LB2 have not been programmed code data can be read back via the data lines for verification:

1. Reset the internal address counter to 000H by bringing RST from 'L' to 'H'.
2. Apply the appropriate control signals for Read Code data and read the output data at the port P1 pins.
3. Pulse pin XTAL1 once to advance the internal address counter.
4. Read the next code data byte at the port P1 pins.
5. Repeat steps 3 and 4 until the entire array is read.

The lock bits cannot be verified directly. Verification of the lock bits is achieved by observing that their features are enabled.

Chip Erase: The entire PEROM array (2K bytes) and the two Lock Bits are erased electrically by using the proper combination of control signals and by holding P3.2 low for 10 ms. The code array is written with all "1"s in the Chip Erase operation and must be executed before any non-blank memory byte can be re-programmed.

Reading the Signature Bytes: The signature bytes are read by the same procedure as a normal verification of locations 000H, 001H, and 002H, except that P3.5 and P3.7 must be pulled to a logic low. The values returned are as follows.

(000H) = 1EH indicates manufactured by Atmel
(001H) = 21H indicates 89C2051

Programming Interface

Every code byte in the Flash array can be written and the entire array can be erased by using the appropriate combination of control signals. The write operation cycle is self-timed and once initiated, will automatically time itself to completion.

All major programming vendors offer worldwide support for the Atmel microcontroller series. Please contact your local programming vendor for the appropriate software revision.

AX34063AP / AX34063AS

DC-to-DC Converter Integrate Circuit Devices

Description

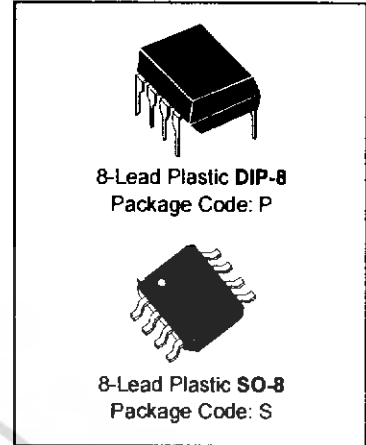
The AX34063A Series is a monolithic control circuit containing the primary functions required for DC-to-DC converters. These devices consist of an internal temperature compensated reference, comparator, controlled duty cycle oscillator with an active current limit circuit, driver and high current output switch. This series was specifically by Avantics Microelectronics Corp.

Features

- 3V to 40V Input Voltage Operation
- Internal 1.6A Peak Current Switch
- Internal $\pm 1.8\%$ Reference
- Low Quiescent Current at 1.6mA
- Frequency Operation from 100Hz~100KHz
- Output Voltage Adjustable
- Active Current Limiting
- Step-Up, Step-Down or Inverting Switching Regulators

Pin Connections

	Pin1: Switch Collector (SWC)	Pin5: Comparator Inverting Input (FB)
	Pin2: Switch Emitter (SWE)	Pin6: Voltage Supply (Vcc)
	Pin3: Timing Capacitor (TC)	Pin7: Ipk Sense (Ipk)
	Pin4: Ground (GND)	Pin8: Voltage Driver Collector (DRC)



Absolute Maxium Rating

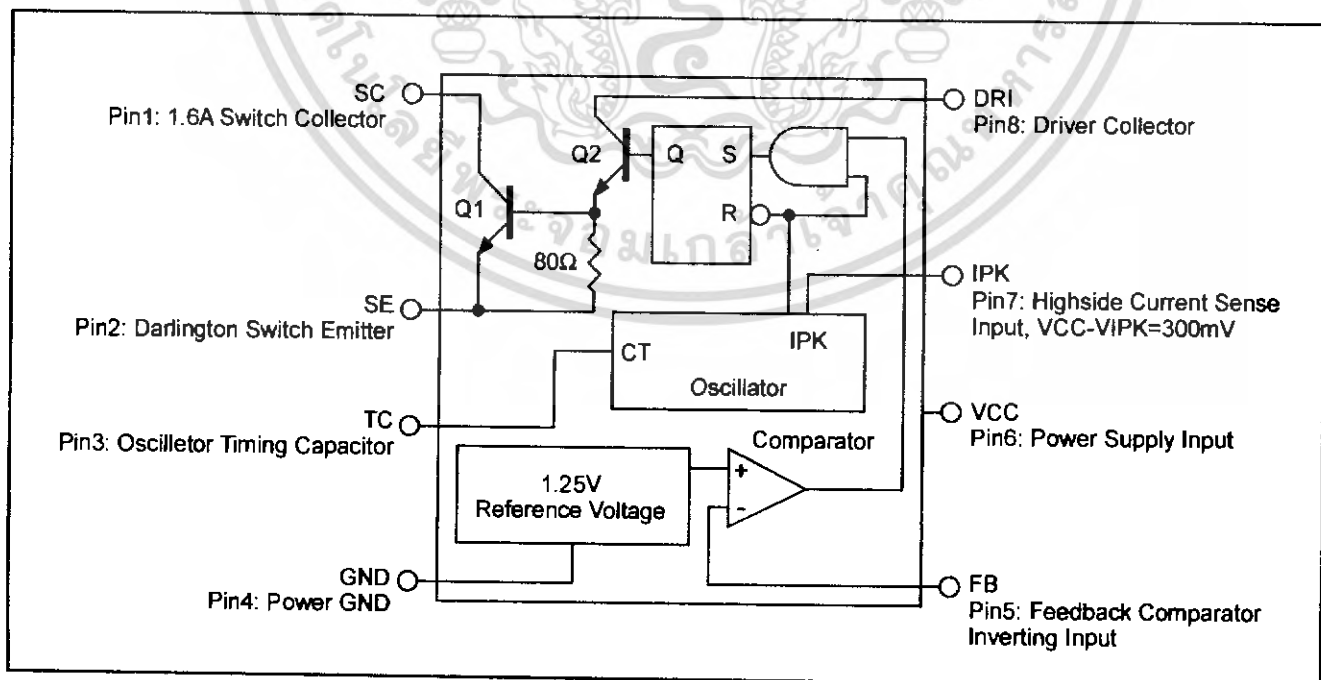
Parameter	Symbol	Value		Unit
Power Supply Voltage	V_{CC}	40		V
Comparator Input Voltage Range	V_{ir}	-0.3~+40		V
Switch Collector Voltage	$V_{C(SW)}$	40		V
Switch Emitter Voltage	V_{SWE}	40		V
Switch Emitter to Collector Voltage	V_{CE}	40		V
Driver Collector Voltage	$V_{C(DR)}$	40		V
Switch Current	I_{SW}	1.5		A
Power Dissipation at $T_J=20^\circ\text{C}$	P_D	DIP-8	1.25	W
		SO-8	0.625	
Operating Ambient Temperature Range	T_{opr}	0~+70		$^\circ\text{C}$
Storage Temperature Range	T_{stg}	-65~+150		$^\circ\text{C}$
Operating Junction Temperature	T_{opj}	120		$^\circ\text{C}$
Thermal Resistance Junction-ambient	θ_{JA}	125		$^\circ\text{C/W}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Electrical Characteristics ($V_{CC}=5V, T_A=0\sim 70^{\circ}C$, unless otherwise specified)

Parameter	Symbol	Test Condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
Oscillator						
Charging Current	I_{chg}	$V_{CC}=5\sim 40V, T_A=25^{\circ}C$	10	25	40	μA
Discharge Current	I_{dischg}	$V_{CC}=5\sim 40V, T_A=25^{\circ}C$	140	190	240	μA
Frequency	f_{OSC}	$V_{PIN5}=0, C_T=1nF, T_A=25^{\circ}C$	28	33	40	KHz
Discharge to Charge Current Ratio	I_{dischg}/I_{chg}	$V_{PIN7}=V_{CC}, T_A=25^{\circ}C$	5.2	6	7.5	
Current Limit Sense Voltage	V_{IPK}	$I_{dischg}=I_{chg}, T_A=25^{\circ}C$	250	300	350	mV
Output Switch						
Saturation Voltage, Darlington Connection	$V_{CE(sat)1}$	$I_{SW}=1A, V_{C(SW)}=V_{C(DR)}$	-	1	1.3	V
Saturation Voltage	$V_{CE(sat)2}$	$I_{SW}=1A, I_{C(DR)}=50mA$	-	0.4	0.7	V
DC Current Gain	h_{FE}	$I_{SW}=1A, V_{CE}=5V$	35	120	-	
Collector Off-State Current	$I_{CC(off)}$	$V_{CE}=40V, T_A=25^{\circ}C$	-	10	100	μA
Comparator						
Threshold Voltage	V_{FB}		1.23	1.25	1.27	V
Threshold Voltage Line Regulation	ΔV_{FB}	$V_{CC}=5\sim 40V$	-	1.5	6	mV
Input Bias Current	I_{IB}	$V_{IN}=0V$	-	40	400	nA
Total Device						
Supply Current	I_{CC}	$V_{CC}=5\sim 40V, V_{PIN7}=V_{CC}, V_{PIN5}>V_{FB}, C_T=0.001\mu F, Pin7=GND, Remaining pins open$	-	1.6	3	mA

Block Diagram



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Application Information

Design Formula Table

Calculation	Step-Down	Step-Up	Voltage-Inverting
t_{on}/t_{off}	$(V_{out}+V_F)/(V_{in(min)}-V_{sat}-V_{out})$	$(V_{out}+V_F-V_{in(min)})/(V_{in(min)}-V_{sat})$	$(V_{out} +V_F)/(V_{in(max)}-V_{sat})$
$(t_{on}+t_{off})_{max}$	$1/F_{min}$	$1/F_{min}$	$1/F_{min}$
C_T	$4*10^{-5}t_{on}$	$4*10^{-5}t_{on}$	$4*10^{-5}t_{on}$
$I_{C(sw)}$	$2*I_{out(max)}$	$2*I_{out(max)}(t_{on}+t_{off}/t_{on})$	$2*I_{out(max)}(t_{on}+t_{off}/t_{on})$
R_S	$0.3/I_{C(sw)}$	$0.3/I_{C(sw)}$	$0.3/I_{C(sw)}$
$L_{(min)}$	$(V_{in(min)}-V_{sat}/I_{pk(sw)})*t_{on(max)}$	$(V_{in(min)}-V_{sat}/I_{pk(sw)})*t_{on(max)}$	$(V_{in(min)}-V_{sat}/I_{pk(sw)})*t_{on(max)}$
C_O	$(I_{pk(sw)}*(t_{on}+t_{off}))/(\delta*V_{ripple(P-P)})$	$I_{out}*t_{on}/V_{ripple(P-P)}$	$I_{out}*t_{on}/V_{ripple(P-P)}$

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

V_F : Forward voltage drop of the ringback rectifier.

The following power supply characteristics must be chosen:

V_{in} : Nominal input voltage.

V_{out} : Desired output voltage. $|V_{out}|=1.25*(1+R_B/R_A)$

I_{out} : Desired output current

F_{min} : Minimum desired output switching frequency at the selected values for V_{in} and I_{out} .

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Application Information (Continuos)

Fig.2 Step-Up Converter

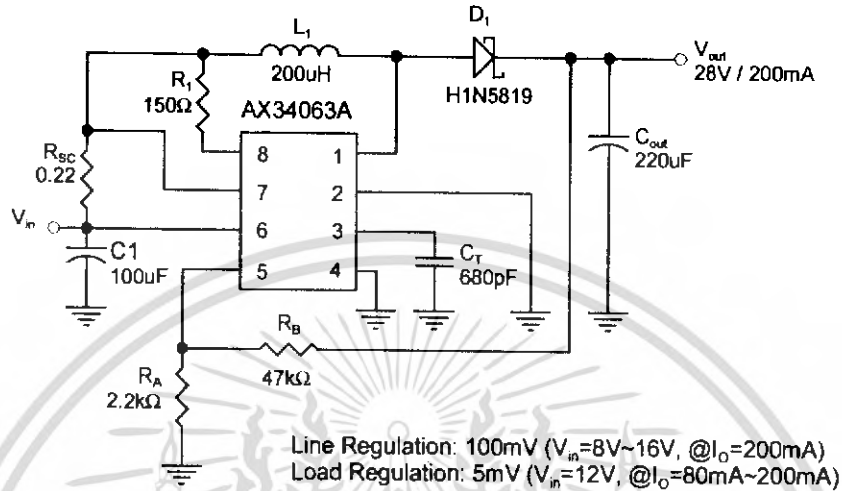


Fig.3 Step-Up Converter With External NPN Switch

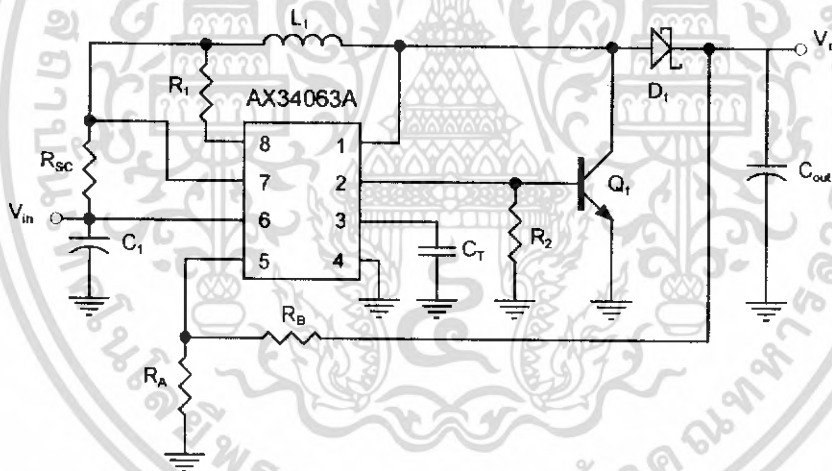
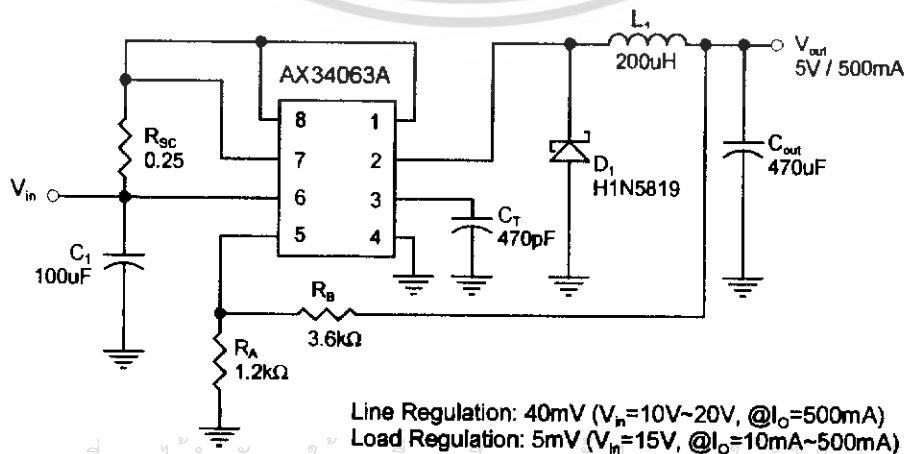


Fig.4 Step-Down Converter



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้
แม้ว่ากรณใดๆ ทั้งสิ้น ออกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงชื่อของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำเนื้อหา