สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

# เครื่องฟักไข่ควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์

Incubator Controlled By Microcontroller

T 050367

โดย

นาย จิระวัฒน์ วงศ์วานิช

นาย อลงกรณ์ มหาโสม

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2545

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 50367
วัน,เดือน,ปี 13 พ.ค. 2547

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# เครื่องฟักไข่ควบคุมด้วยไมโครคอนโทรเลอร์
# Incubator Controlled By Microcontroller


โดย

นาย จิระวัฒน์ วงศ์วานิช เลขประจำตัว 43015252

นาย อลงกรณ์ มหาโสม เลขประจำตัว 43015291

อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ.ดร.มนัส สังวรศิลป์


ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิตสาขา

วิชาอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2545


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2545

ภาควิชาอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง เครื่องฟักไข่ควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์

ผู้จัดทำ

1. นาย จิระวัฒน์ วงศ์วานิช เลขประจำตัว 43015252
2. นาย อลงกรณ์ มหาโสม เลขประจำตัว 43015291

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

( รศ.ดร.มนัส สังวรศิลป์ )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# เครื่องฟักไข่ควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์

นาย จิระวัฒน์ วงศ์วานิช
นาย อลงกรณ์ มหาโสม
รศ.ดร. มนัส สังวรศิลป์ อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2545

## บทคัดย่อ

เครื่องฟักไข่ควบคุมด้วยไมโครคอนโทรเลอร์นี้ เป็นการนำเอาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์มาประยุกต์ใช้งานในการควบคุมอุณหภูมิในตู้ฟักไข่ ให้มีค่าคงที่ตลอดเวลาโดยใช้ไมโครคอนเลอร์เป็นตัวควบคุมการทำงานทั้งหมดของระบบ ซึ่งการทำงานจะแบ่งส่วนควบคุมการออกเป็น 5 ส่วน คือ ส่วนการเซ็นเซอร์อุณหภูมิ ส่วนควบคุมขดลวดความร้อน ส่วนสร้างฐานเวลาจริง ส่วนควบคุมมอเตอร์ และส่วนป้อนข้อมูลและแสดงผล ในการตรวจจับอุณหภูมินั้นจะใช้ไอซี DS 1820 ซึ่งมีการส่งข้อมูลแบบอนุกรม ส่วนการสร้างฐานเวลาจริงเราจะใช้ไอซี DS 1307 เพื่อใช้เป็นตัวกำหนดเกี่ยวกับเวลาทั้งหมด และส่วนควบคุมขดลวดความร้อนนั้น จะใช้ Phase Control ICs ในการควบคุมเฟสของไตรแอก ส่วนควบคุมมอเตอร์จะใช้รีเลย์ทำงานร่วมกับมอเอตร์ดีซี ซึ่งทั้งหมดนี้จะรับข้อมูลจากคีย์แพด 4x4 และแสดงผลออกทางจอแอลซีดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# Incubator Controlled By Microcontroller

Jirawat Wongvanich

Alonggorn Mahasom

Assoc Prof. Manut Sungwaonsin Avisor

2002

## ABSTRACT

Incubator Controlled by Microcontroller is a project using microcontroller application. The temperature of the system is maintained during the incubation processes. The system includes 5 parts, temperature sensor, heater control, real clock timing base generator, motor control and data input with LCD display.

ICs DS 1820 is a temperature sensor, with serial data transfer, ICs DS 1307 generates real clock timing base and all timing signals and Phase control ICs controls thermal coil, through all information are displayed on LCD display.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ

หน้า


**บทคัดย่อ** I

Abstract II

**สารบัญ** III

**สารบัญรูป** VI

**สารบัญตาราง** VIII

**บทที่** 1 บทนำ 1

**บทที่** 2 การใช้งาน MCS – 51 2

2.1 จัดขาของไมโครคอนโทรลเลอร์ 8051 2

2.2 โครงสร้างหน่วยความจำของ 8051 4

2.3 TIMER 9

2.3.1 Timer Mode Register (TMOD) 11

2.3.2 Timer Control Register (TCON) 13

2.3.3 Timer Mode And Overflow Flag 14

2.3.4 Clocking Source 16

2.3.5 การเริ่ม , หยุด และการควบคุม Timer 17

2.3.6 Initializing And Accessing Timer Register 18

2.3.7 Short Intervals And Long Intervals 19

2.4 การอินเตอร์รัพท์ 20

2.4.1 ขบวนการเกิดอินเตอร์รัพท์ 20

2.4.2 สัญญาณอินเตอร์รัพท์ 21

2.4.3 การทำงานของระบบหลังถูกอินเตอร์รัพท์ 25


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

**บทที่ 3** ไอซีตรวจสอบอุณหภูมิ ไอซีสร้างฐานเวลาและวงจรสร้างสัญญาณกระตุ้น 26
3.1 ไอซีตรวจสอบอุณหภูมิ (Temperature Sensors IC: DS1820) 26
3.1.1 ระบบการสื่อสารข้อมูลอนุกรมแบบหนึ่งสาย 26
3.1.2 คุณสมบัติทางเทคนิคของระบบบัสหนึ่งสาย 26
3.1.3 รูปแบบการสื่อสารข้อมูลแบบหนึ่งสาย 27
3.1.4 คุณสมบัติของไทม์สล็อต 28
3.1.5 คุณสมบัติของไอซีตรวจสอบอุณหภูมิ DS-1820 32
3.1.6 คำสั่งควบคุมการทำงานของDS-1820 33
3.2 ไอซีสร้างฐานเวลาจริง (Real Time Clock: DS-1307) 34
3.2.1 คุณสมบัติทางด้านเทคนิคที่สำคัญ 35
3.2.2 รายละเอียดขาต่อใช้งานของ DS-1307 35
3.2.3 การทำงานของ DS-1307 36
3.2.4 การจัดสรรหน่วยความจำของ DS-1307 37
3.2.5 รีจีสเตอร์ควบคุม 37
3.2.6 โหมดการทำงานของ DS-1307 38
3.2.7 การเชื่อมต่อข้อมูล DS-1307 กับ ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 39
3.3 วงจรการสร้างสัญญาณกระตุ้น 40
3.3.1การสร้างสัญญาณทริกเกอร์ 40
3.3.2การต่อวงจรของ IC TCA 785 41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

**บทที่ 4** หลักการออกแบบ 43

4.1 ขอบเขตของโครงงาน 43

4.2 การออกแบบเครื่องฟักไข่ควบคุมด้วยไมโครคอนโทรเลอร์ 43

4.2.1 ส่วนควบคุมขดลวดความร้อน 44

4.2.2 ส่วนควบคุมมอเตอร์ 46

4.2.3 ส่วนวงจรการสร้างฐานเวลาจริง 46

4.2.4 ส่วนเซนเซอร์อุณหภูมิ 48

4.2.5 ส่วนประมวลผลและแสดงผล 48

**บทที่ 5** ผลการทดลองและสรุปผลการทดลอง 51

5.1 ผลการทดลอง 51

5.2 สรุปผลการทดลอง 56

**ภาคผนวก**

**กิตติมากรรมประกาศ**

**เอกสารอ้างอิง**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 2.1 การจัดขาของ 8051 4
รูปที่ 2.2 แสดงหน่วยความจำโปรแกรมของ 8051 5
รูปที่ 2.3 แสดงหน่วยความจำข้อมูลของ 8051 5
รูปที่ 2.4 แสดงหน่วยความจำข้อมูลภายใน 6
รูปที่ 2.5 แสดงรายละเอียดของ Special Function Register 7
รูปที่ 2.6 แสดงตำแหน่งการอ้างอิงระดับบิตของรีจีสเตอร์ SFR 9
รูปที่ 2.7 รีจีสเตอร์ที่ใช้เป็น Timer 10
รูปที่ 2.8 การทำงานของ Timer ในโหมดต่างๆ 14
รูปที่ 2.9 ความถี่ของสัญญาณนาฬิกาที่เข้าขา Timer 16
รูปที่ 2.10 การใช้บิตควบคุม TR 17
รูปที่ 2.11 ระบบทั้งหมดของ Timer 1 18
รูปที่ 2.12 ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมเมื่อถูกอินเตอร์รัพท์ 21
รูปที่ 2.13 รีจีสเตอร์ต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการอินเตอร์รัพท์ 23
รูปที่ 3.1 ไทม์สล็อตการรีเซตและการตอบสนองของอุปกรณ์บนระบบบัสหนึ่งสาย 29
รูปที่ 3.2 ไทม์สล็อตการรีเซตของการอ่านข้อมูลของอุปกรณ์มาสเตอร์ และไทม์สล็อตของการเขียนข้อมูลของอุปกรณ์สเลฟ 30
รูปที่ 3.3 แสดงไทม์สล็อตของการเขียนข้อมูล"1"ของอุปกรณ์มาสเตอร์ซึ่งตรงกับไทม์สล็อตการอ่านข้อมูลของอุปกรณ์สเลฟ 31
รูปที่ 3.4 แสดงไทม์สล็อตของการเขียนข้อมูล"0"ของอุปกรณ์มาสเตอร์ซึ่งตรงกับไทม์สล็อตการอ่านข้อมูลของอุปกรณ์สเลฟ 31
รูปที่ 3.5 แสดงลักษณะไอซีตรวจสอบอุณหภูมิ DS-1820 33
รูปที่ 3.6 แสดงการจัดขาของไอซี DS-1307 35
รูปที่ 3.7 แสดงโครงสร้างภายในของไอซีเรียลไทม์คล็อกเบอร์ DS-1307 36
รูปที่ 3.8 (ก) การจัดสรรหน่วยความจำแรมภายใน DS-1307 37
(ข) รายละเอียดของรีจีสเตอร์เก็บค่าเวลาและรีจีสเตอร์ควบคุมของ DS-1307 37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

รูปที่ 3.9 รูปแบบของข้อมูลสำหรับการติดต่อ DS-1307 ในโหมดการเขียนข้อมูล 38
รูปที่ 3.10 รูปแบบของข้อมูลสำหรับการติดต่อ DS-1307 ในโหมดการอ่านข้อมูล 39
รูปที่ 3.11 แสดงการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ร่วมกับ DS-1307 40
รูปที่ 3.12 บล็อกไดอะแกรมของ TCA785 41
รูปที่ 3.13 แสดงสัญญาณรูปต่างๆตามตำแหน่งขา IC TCA 785 42
รูปที่ 4.1 บล็อกไดอะแกรมแสดงการทำงานทั้งหมด 43
รูปที่ 4.2 วงจร Phase Control ICsและวงจรขยายแรงดัน 2.4 เท่ 45
รูปที่ 4.3 วงจรแยกกราวด์และวงจรควบคุมกำลังไฟฟ้าที่จ่ายให้กับขดลวดความร้อน 45
รูปที่ 4.4 วงจรสร้างสัญญาณเสียงเตือน 46
รูปที่ 4.5 วงจรควบคุมมอเตอร์ 47
รูปที่ 4.6 แสดงการใช้งานไอซี DS 1307 กับ Microcontroller 47
รูปที่ 4.7 แสดงการใช้งานไอซี DS 1820 กับ Microcontroller 48
รูปที่ 4.8 แสดงวงจรในส่วนควบคุม 49
รูปที่ 4.9 แสดงลำดับการทำงานของโปรแกรม 50
รูปที่ 5.1 กราฟแสดงการเปรียบเทียบระหว่างอุณหภูมิที่วัดได้กับเวลา 53
รูปที่ 5.2 แสดงสัญญาณที่ขา 5 ของไอซี TCA 785 53
รูปที่ 5.3 แสดงสัญญาณที่ขา 10 ของไอซี TCA 785 54
รูปที่ 5.4 แสดงสัญญาณที่ขา14 หรือขา 15 ของไอซี TCA 785 54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 หน้าที่พิเศษของขาต่างๆของ Port 3 3
ตารางที่ 2.2 รีจีสเตอร์ที่ใช้เป็น Timer 11
ตารางที่ 2.3 รีจีสเตอร์ TMOD (Timer Mode) 12
ตารางที่ 2.4 การใช้ Timer โหมดต่างๆ 12
ตารางที่ 2.5 แสดงความหมายแต่ละบิตของรีจีสเตอร์ TCON (Timer Control) 13
ตารางที่ 2.6 ค่าสูงสุดของการใช้ Timer โหมดต่างๆ 20
ตารางที่ 2.7 บิตต่างๆของรีจิสเตอร์ IE 22
ตารางที่ 2.8 บิตและหน้าที่ต่างๆของรีจีสเตอร์ IP 24
ตารางที่ 2.9 แฟลกที่จะทำงานเมื่อถูกอินเตอร์รัพท์ 24
ตารางที่ 2.10 อินเตอร์รัพท์เวกเตอร์ของอินเตอร์รัพท์ต่างๆ 25
ตารางที่ 3.1 ตำแหน่งขาต่างๆของ DS-1820 32
ตารางที่ 3.2 สรุปขั้นตอนการติดต่อกับ DS-1820โดยอุปกรณ์มาสเตอร์คือ MCS-51 34
ตารางที่ 3.3 การปรับค่าความกว้างของพัลซ์ 41
ตารางที่ 5.1 แสดงค่าการวัดอุณหภูมิระหว่างปรอทกับ DS-1820 51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 1
# บทนำ

ประเทศไทยนั้นเป็นประเทศที่กำลังพัฒนาไปสู่ความเจริญก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยี โดยเราสามารถสังเกตุได้จากการลงทุนด้านอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์มีการลงทุนเป็นอย่างมาก ซึ่งการลงทุนนั้นส่วนหนึ่งได้รับการส่งเสริมจากรัฐบาลอย่างจริงจัง แต่อย่างไรก็ตามอาชีพหลักและสินค้าส่งออกของประเทศไทยตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันก็ยังเป็นสินค้าทางด้านการเกษตร ดังนั้นการเลี้ยงไก่เพื่อการบริโภคก็เป็นอีกหนึ่งอาชีพที่เป็นที่นิยมอย่างสูง เนื่องจากสามารถสร้างรายได้ค่อนข้างสูงอีกทั้งยังมีตลาดรองรับผลผลิตทั้งภายในและต่างประเทศ ดังนั้นการเลี้ยงไก่ให้ได้คุณภาพที่ดี ก็ควรมีการดูแลไก่ตั้งแต่ตอนเป็นไข่ไปจนถึงเจริญเติบโต ในการเลี้ยงไก่นั้น เราต้องมีตู้ฟักไข่เพื่อที่จะฟักไข่ให้เป็นลูกไก่ที่สมบูรณ์แข็งแรง เพื่อที่จะได้ขายให้เกษตรกรหรือจะเอาไว้เลี้ยงเอง ถ้าเราให้แม่ไก่ฟักไข่เอง ก็อาจทำให้เสียเวลาที่จะให้แม่ไก่ออกไข่ได้อีก อีกทั้งยังเสี่ยงต่อการที่ทำให้ไข่ไก่แตกได้ เพราะฉะนั้นเกษตรกรหรือผู้เลี้ยงไก่ ควรมีตู้ฟักไข่ เพื่อที่จะทำให้การฟักไข่มีประสิทธิภาพมากขึ้น และการผลิตก็เพิ่มสูงขึ้น ซึ่งในการฟักไข่เราจะใช้ความร้อนในการฟักไข่ โดยจะอาศัยขดลวดความร้อนซึ่งจะมีอุณหภูมิประมาณ 35-40 องศาเซลเซียส และเวลาในการฟักไข่นั้นก็จะขึ้นอยู่กับชนิดของไข่ เช่น ไข่ไก่จะใช้ระยะเวลาในการฟักประมาณ 21 วัน ส่วนไข่ชนิดอื่นๆก็จะแตกต่างกันออกไป

ดังนั้นการควบคุมแบบอัตโนมัติจึงเป็นสิ่งจำเป็นต่อเกษตรกร เนื่องจากการใช้งานง่ายและมีความเที่ยงตรงสูง อีกทั้งยังมีประสิทธิภาพในการทำงานสูง ในการควบคุมอุณหภูมินั้นเราจะใช้วงจร Phase Control ICs ในการควบคุมขดลวดความร้อนและใช้พัดลมเป่าให้อุณหภูมิภายในตู้กระจายเท่าๆกัน และจะมีช่องระบายอากาศให้อากาศถ่ายเทตลอดเวลา อีกทั้งยังมีส่วนแสดงผลออกทาง LCD แสดงวัน เวลา เดือน ปี และจำนวนวัน การทำงานของระบบจะถูกควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ (MCS – 51) เพื่อให้เกษตรกรหรือผู้ใช้งานนั้น ใช้งานง่ายและสะดวกในการใช้ การประยุกต์ใช้งานเครื่องฟักไข่นั้นสามารถที่จะนำไปใช้ในฟาร์มเลี้ยงไก่ที่มีขนาดใหญ่ๆ เพื่อให้ผลผลิตที่ได้มีคุณภาพสูง และลดปัญหาอัตราการตายของไข่ไก่ได้อีกวิธีหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 2
# การใช้งาน MCS –51

## 2.1 จัดขาของไมโครคอนโทรลเลอร์ 8051

$V_{ec}$ : สำหรับแหล่งจ่ายไฟฟ้า (+5v.)

$V_{ss}$ : สำหรับต่อกราวด์

P0 : เป็นขาพอร์ต 0 ของ 8051 ที่มีขนาด 8 บิตชนิดสองทิศทาง ซึ่งแต่ละบิตสามารถกำหนดให้เป็นได้ทั้งอินพุตและเอาต์พุตสำหรับใช้งานทั่วไปหากต้องการให้เป็นอินพุตสามารถทำได้โดยการเขียนข้อมูล “1” ไปยังบิตนั้น โดยแต่ละบิตเมื่อเป็นเอาต์พุตจะสามารถต่อพ่วงกับอุปกรณ์ TTL แบบ LS ได้ 8 ตัว และยังเป็นขาให้สัญญาณ Multiplex ระหว่างสัญญาณข้อมูลกับสัญญาณ Address 8 บิตแรก ในกรณีที่ใช้หน่วยความจำภายนอก

P1 : เป็นขาพอร์ต 1 ของ 8051 ขนาด 8 บิตชนิดสองทิศทางแบบ Quasi bi-directional ซึ่งแต่ละบิตสามารถกำหนดให้เป็นได้ทั้งอินพุตและเอาต์พุตสำหรับใช้งานทั่วไปหากต้องการให้เป็นอินพุต สามารถทำได้โดยการเขียนข้อมูล “1” ไปยังบิตนั้น และสามารถต่อพ่วงกับอุปกรณ์ LS TTL ได้ 4 ตัว

P2 : เป็นขาพอร์ต 2 ของ 8051 ขนาด 8 บิต ชนิดสองทิศทางแบบ Quasi bi-directional เช่นเดียวกับพอร์ต 1 นอกจากนี้พอร์ต2นี้ยังทำหน้าที่ให้สัญญาณ Address 8 บิตบนในกรณีที่ใช้หน่วยความจำภายนอก ในกรณีอ้าง Address หน่วยความจำขนาด 16 บิต ดังนั้นขณะที่ใช้หน่วยความจำภายนอก จะต้องไม่มีการเขียนข้อมูลใด ๆ ไปที่พอร์ต 2 จะทำให้เกิดความผิดพลาดการทำงานได้

P3 : เป็นขาพอร์ต 3 ของ 8051 ขนาด 8 บิต ชนิดสองทิศทางแบบ Quasi bi-directional เช่นเดียวกับขาพอร์ต 1 และพอร์ต 2 แต่พอร์ต 3 นี้จะมีหน้าที่พิเศษดังตารางที่ 2.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| ขาพอร์ต | หน้าที่พิเศษ |
|---|---|
| P3.0 | R x D (สำหรับรับข้อมูลแบบอนุกรม) |
| P3.1 | T x D (สำหรับส่งข้อมูลแบบอนุกรม) |
| P3.2 | INT0 (ขาอินเตอร์รัพท์ภายนอก 0) |
| P3.3 | INT1 (ขาอินเตอร์รัพท์ภายนอก 1) |
| P3.4 | T0 (ขาอินพุตของ Timer 0) |
| P3.5 | T1 (ขาอินพุตของ Timer 1) |
| P3.6 | WR (สำหรับสัญญาณเขียนหน่วยความจำข้อมูลภายนอก) |
| P3.7 | RD (สำหรับสัญญาณอ่านหน่วยความจำข้อมูลภายนอก) |

**ตารางที่** 2.1 หน้าที่พิเศษของขาต่าง ๆ ของ PORT 3

ดังนั้น เมื่อมีการใช้สัญญาณดังกล่าว จึงไม่ควรเขียนข้อมูลไปที่พอร์ต 3 จะทำให้การทำงานของ 8051 ผิดพลาดได้

RST : เป็นขาสำหรับรีเซตการทำงานของ 8051 โดยการให้ลอจิกหนึ่งเป็นเวลาอย่างน้อย 2 ช่วง Machine Cycle

ALE : เป็นขาที่ใช้ในการควบคุมการแลตซ์ของขา พอร์ต 0 เมื่อมีการใช้งานหน่วยความจำภายนอก

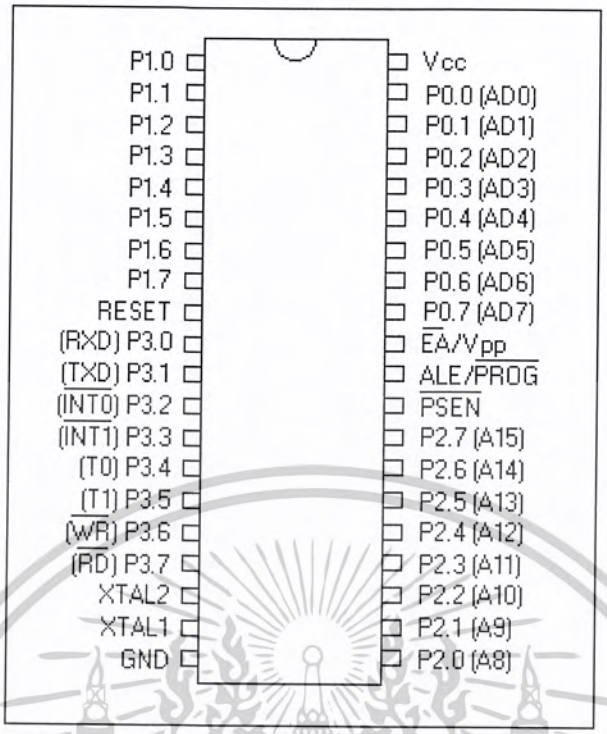
PSEN : เป็นขาสัญญาณเพื่อร้องขอติดต่อหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก เมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์ต้องการอ่านหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก

EA : เป็นขาใช้สำหรับเลือกการติดต่อหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกหรือภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยที่ให้ลอจิก 0 จะอ่านหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก และลอจิก 1 จะอ่านหน่วยความจำโปรแกรมภายใน

XTAL1 : ขาเข้าของวงจรกำเนิดความถี่อ้างอิงภายในของ 8051

XTAL2 : ขาออกของวงจรกำเนิดความถี่อ้างอิงภายในของ 8051

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

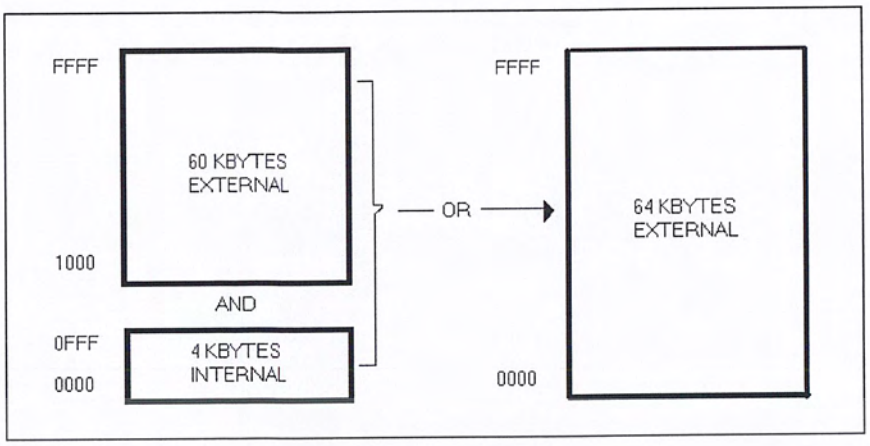



**รูปที่** 2.1 การจัดขาของ 8051

## 2.2 โครงสร้างหน่วยความจำของ 8051

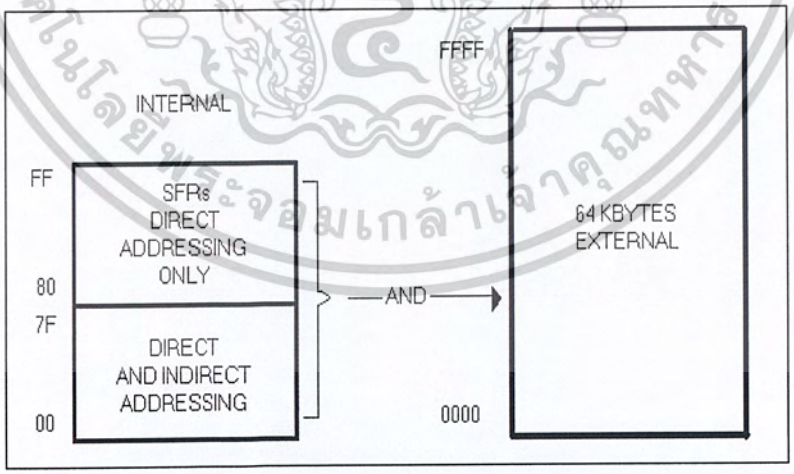
ดังที่กล่าวมาแล้ว 8051 จะแบ่งหน่วยความจำออกเป็นสองส่วน ได้แก่ หน่วยความจำสำหรับโปรแกรมและหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูล โดยมีขนาดของแต่ละส่วนเท่ากับ 64 กิโลไบต์ ในส่วนของหน่วยความจำโปรแกรมจะเป็นส่วนหน่วยความจำสำหรับอ่านอย่างเดียว โดยที่ 8051 จะใช้สัญญาณ PSEN ในการอ่านเท่านั้น แต่หน่วยความจำข้อมูลของ 8051 จะสามารถอ่านและเขียนได้โดยใช้สัญญาณ RD และ WR ตามลำดับ แต่อย่างไรก็ตาม ผู้ใช้สามารถรวมหน่วยความจำโปรแกรมและหน่วยความจำข้อมูลเข้าด้วยกันได้โดยนำสัญญาณ RD และ PSEN มาต่อเข้าวงจรแอนเกต สำหรับสร้างสัญญาณในการอ่านหน่วยความจำนอกจากนี้ หน่วยความจำโปรแกรมยังแบ่งออกเป็นภายนอกและภายในของ 8051 ดังแสดงในรูปที่ 2.2 รูปที่ 2.3 โดยรูปที่ 2.2 แสดงหน่วยความจำโปรแกรมในกรณีที่เลือกใช้หน่วยความจำภายนอกและภายใน ในด้านซ้ายมือเป็นส่วนหนึ่งของหน่วยความจำโปรแกรมภายในที่มีขนาด 4 กิโลไบต์ของ 8051 ส่วนที่เหลือจะเป็นหน่วยความจำภายนอก ส่วนด้านขวามือแสดงหน่วยความจำโปรแกรมเมื่อเลือกให้ติดต่อหน่วยความจำภายนอกทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่** 2.2 แสดงหน่วยความจำโปรแกรมของ 8051

สำหรับหน่วยความจำข้อมูลของ 8051 สามารถแบ่งออกเป็นภายนอกและภายใน โดยหน่วยความจำภายนอกแสดงไว้ด้านขวามือของรูปที่ 2.3 ซึ่งมีขนาด 64 กิโลไบต์ ส่วนหน่วยความจำข้อมูลภายในแสดงไว้ด้านซ้ายของรูปที่ 2.3 โดยหน่วยความจำภายในของ 8051 แบ่งออกเป็นสองส่วน ได้แก่ ส่วนของหน่วยความจำข้อมูลที่สามารถอ้างอิงแบบ Direct และ Indirect ซึ่งมีขนาด 128 ไบต์ กับหน่วยความจำที่อ้างอิงได้เฉพาะแบบ Direct หรือในส่วนนี้จะเรียกอีกแบบหนึ่งว่า SFR (Special Function Register) โดยจะแบ่งกล่าวได้ดังนี้

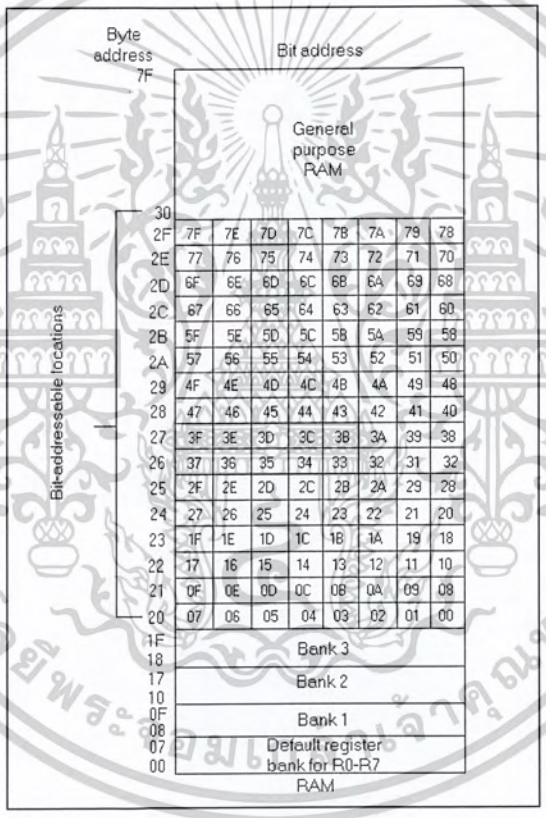



**รูปที่** 2.3 แสดงหน่วยความจำข้อมูลของ 8051

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในส่วนของหน่วยความจำข้อมูลภายในที่อ้างอิงแบบ Direct และ Indirect นั้นจะสามารถแบ่งออกได้ 3 ส่วน ดังแสดงในรูปที่ 2.4 โดยมีรายละเอียดดังนี้

- ส่วนที่ 1 เรียกว่า Register Banks 0-3 ซึ่งอยู่ที่ตำแหน่งความจำข้อมูลภายใน ตั้งแต่ 00H ถึง 1FH จำนวน 32 ไบต์ โดยจะแบ่งออกเป็นชุด ชุดละ 8 ไบต์จำนวน 4 ชุด ซึ่งแต่ละชุดจะมีชื่อเรียกเป็น R0 ถึง R7 จะเป็น Register ที่ใช้งาน โดยเมื่อ 8051 ถูกรีเซต Register Bank 0 จะถูกเลือกใช้
- ส่วนที่ 2 เรียกว่า Bit Addressable Area ซึ่งมีขนาด 16 ไบต์ที่ตำแหน่งหน่วยความจำข้อมูล 20H ถึง 2FH ในส่วนนี้สามารถที่จะอ้างอิงข้อมูลได้เป็นระดับบิตถึง 128 บิต โดยการอ้างอิงตำแหน่งโดยตรงในลักษณะบิต ตั้งแต่ตำแหน่ง 00H ถึง 7FH




**รูปที่** 2.4 แสดงหน่วยความจำข้อมูลภายใน

- ส่วนที่ 3 เรียกว่า Scratch Pad Area จะอยู่ที่ตำแหน่งตั้งแต่ 30H ถึง 7FH ซึ่งเป็นบริเวณหน่วยความจำข้อมูลภายในเอนกประสงค์ที่ผู้ใช้สามารถใช้ได้โดยตรง นอกจากนี้ยังสามารถใช้หน่วยความจำข้อมูลบริเวณนี้สำหรับการเก็บข้อมูลแบบ Stack ได้ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

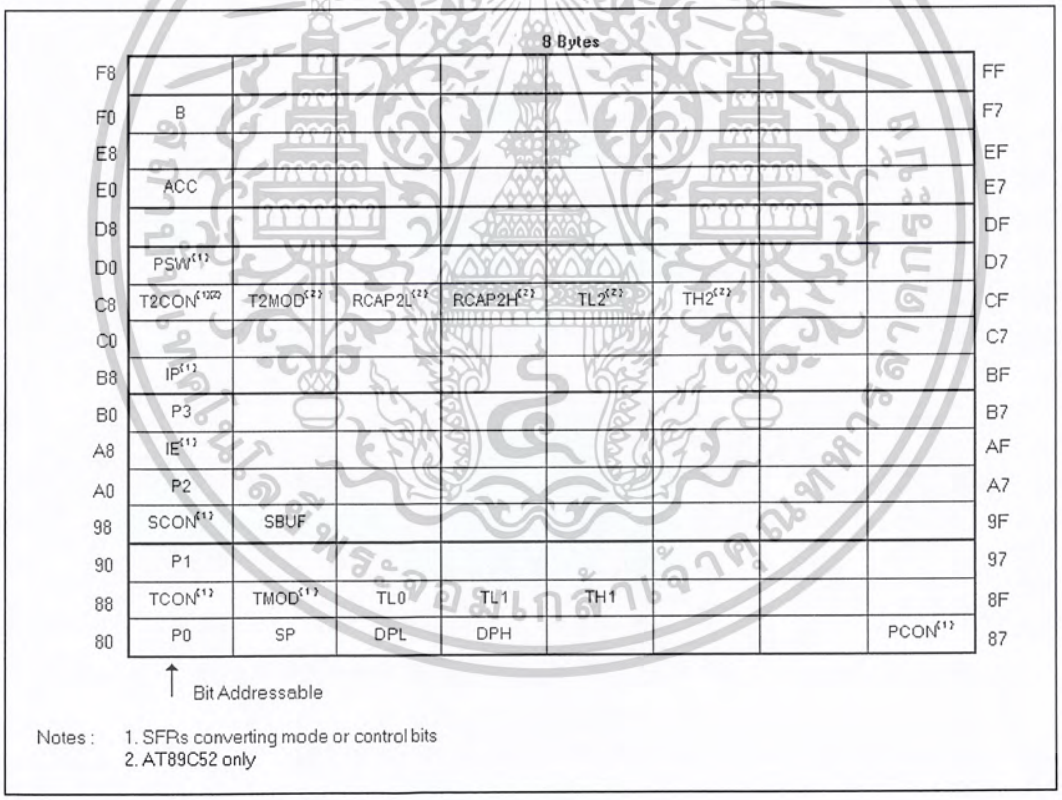
ในส่วนของหน่วยความจำข้อมูลภายในที่ใช้อ้างอิงแบบ Direct เพียงอย่างเดียวหรือที่เรียกว่า SFR ซึ่งเป็นส่วนสำหรับเก็บหรือกำหนดการทำงานภายในของ 8051 ดังแสดงในรูปที่ 2.5

ในส่วนของบริเวณนี้จะมีขนาด 128 ไบต์แต่ในการใช้งานนั้นใช้ได้เฉพาะตำแหน่งซึ่งแสดงไว้ในรูปที่ 2.5เท่านั้น หากผู้ใช้อ้างตำแหน่งนอกเหนือจากนี้นั้นจะได้ข้อมูลที่คาดเดาไม่ได้ โดยแต่ละตำแหน่งจะมีหน้าที่ดังนี้

ACC : เป็น Accumulator ซึ่งเป็นรีจีสเตอร์สำหรับการประมวลผลทางคณิตศาสตร์และลอจิก โดยผู้ใช้สามารถอ้างอิงได้ในรูปแบบของไบต์หรือระดับบิตได้

B : เป็นรีจีสเตอร์พิเศษสำหรับใช้กับคำสั่งในการคูณหรือหาร นอกจากนี้ยังใช้เป็นรีจีสเตอร์สำหรับเก็บพักข้อมูลได้

PSW : เป็นรีจีสเตอร์ Program Status Word หรือแฟลกจะแสดงสถานะการทำงานของ 8051 สำหรับการตรวจสอบซึ่งจะอธิบายรายละเอียดในภายหลัง




**รูปที่** 2.5 แสดงรายละเอียดของ Special Function Register

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SP : เป็นรีจีสเตอร์สำหรับชี้หน่วยความจำข้อมูลภายในสำหรับการเก็บแบบ Stack

DPTR : เป็นรีจีสเตอร์ขนาด 16 บิต โดยแบ่งเป็น 8 บิตบนและ 8 บิตล่าง ให้สำหรับชี้ตำแหน่งของหน่วยความจำข้อมูลภายนอกหรือสำหรับการอ่านตารางข้อมูลของหน่วยความจำโปรแกรม

P0 : เป็นรีจีสเตอร์สำหรับพอร์ต 0 ของ 8051

P1 : เป็นรีจีสเตอร์สำหรับพอร์ต 1 ของ 8051

P2 : เป็นรีจีสเตอร์สำหรับพอร์ต 2 ของ 8051

P3 : เป็นรีจีสเตอร์สำหรับพอร์ต 3 ของ 8051

IP : เป็นรีจีสเตอร์สำหรับกำหนดลำดับความสำคัญของการอินเตอร์รัพท์ของ 8051

IE : เป็นรีจีสเตอร์สำหรับกำหนดการรับหรือไม่รับการอินเตอร์รัพท์ของ 8051

TMOD : เป็นรีจีสเตอร์สำหรับควบคุมหน้าที่ของ Timer/Counter ของ 8051

TCON : เป็นรีจีสเตอร์สำหรับควบคุมการทำงานของ Timer/Counter ของ 8051

T2CON: เป็นรีจีสเตอร์สำหรับควบคุมการทำงานของ Timer/Counter 2 ของ 8052

TH0 : เป็นรีจีสเตอร์สำหรับเก็บข้อมูลของ Timer/Counter 0 8บิตบน

TL0 : เป็นรีจีสเตอร์สำหรับเก็บข้อมูลของ Timer/Counter 0 8บิตล่าง

TH1 : เป็นรีจีสเตอร์สำหรับเก็บข้อมูลของ Timer/Counter 1 8บิตบน

TL1 : เป็นรีจีสเตอร์สำหรับเก็บข้อมูลของ Timer/Counter 1 8บิตล่าง

TH2 : เป็นรีจีสเตอร์สำหรับเก็บข้อมูลของ Timer/Counter 2 8บิตบนของ 8052

TL2 : เป็นรีจีสเตอร์สำหรับเก็บข้อมูลของ Timer/Counter 2 8บิตล่างของ 8052

RCAP2H : เป็น Capture Register ของ Timer/Counter 2 8บิตบนของ 8052

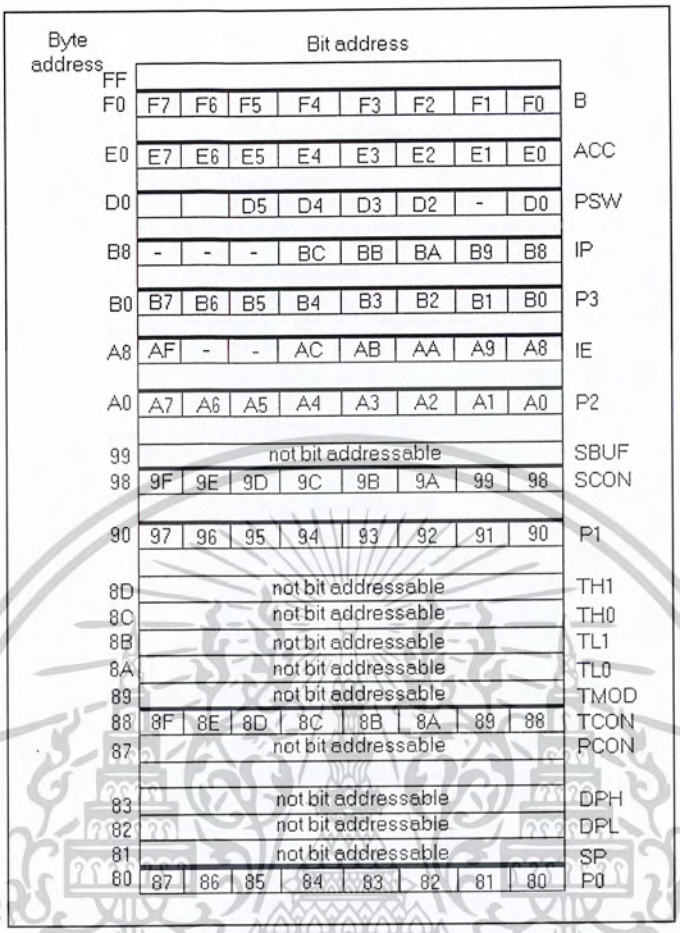
SCON : เป็นรีจีสเตอร์สำหรับควบคุมการรับส่งข้อมูลแบบอนุกรมของ 8051

SBUF : เป็นรีจีสเตอร์สำหรับเก็บพักข้อมูลที่ได้จากการรับส่งข้อมูลแบบอนุกรมของ 8051

PCON : เป็นรีจีสเตอร์สำหรับควบคุมการทำงานของ 8051 ด้านเกี่ยวกับการใช้กำลังไฟฟ้า

ในส่วนของรีจีสเตอร์ SFR นี้สามารถที่จะอ้างอิงในระดับบิตได้โดยตำแหน่งการอ้างอิงระดับบิตแสดงไว้ในตารางต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่** 2.6 แสดงตำแหน่งการอ้างอิงระดับบิตของรีจิสเตอร์ SFR

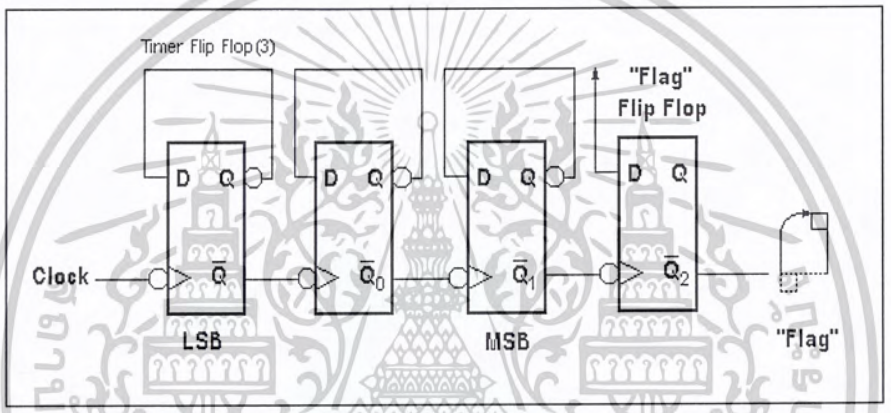
## 2.3 TIMER

ตัว Timer อาจพิจารณาได้ง่าย ๆ ว่าเป็นตัวฟลิปฟลอปมาต่อเรียงกันโดยมี Clock เป็นอินพุต สำหรับเอาต์พุตที่ออกมาจากฟลิปฟลอปแต่ละตัวจะถูกหารด้วย 2 พิจารณาการต่อฟลิปฟลอปตามรูปที่ 2.7 ถ้าใส่ Clock เข้าไปในฟลิปฟลอปตัวแรก ความถี่ของ Clock ที่ออกจากเอาต์พุตตัวแรกจะถูกหารด้วย 2 และเอาต์พุตนี้จะต่อกับฟลิปฟลอปตัวที่สอง และสัญญาณที่ออกมาจะถูกหารด้วย 2 อีก ดังนั้น ถ้ามีฟลิปฟลอปต่ออยู่ n Stages จะหารสัญญาณนาฬิกาได้ $2^n$ ถ้าให้เอาต์พุต Stage สุดท้ายของ Timer เป็น Overflow Flip-Flop หรือ Flag และจะให้เอาต์พุตออกมาเมื่อการนับเป็น Overflow เช่น ถ้าเป็นตัวนับแบบ 16 บิต (มีฟลิปฟลอปต่ออยู่ 16 ตัว) วงจรจะนับตั้งแต่ 0000H ถึง FFFFH เมื่อฟลิปฟลอปเปลี่ยนจาก FFFFH เป็น 0000H จะให้บิต Overflow ออกมา

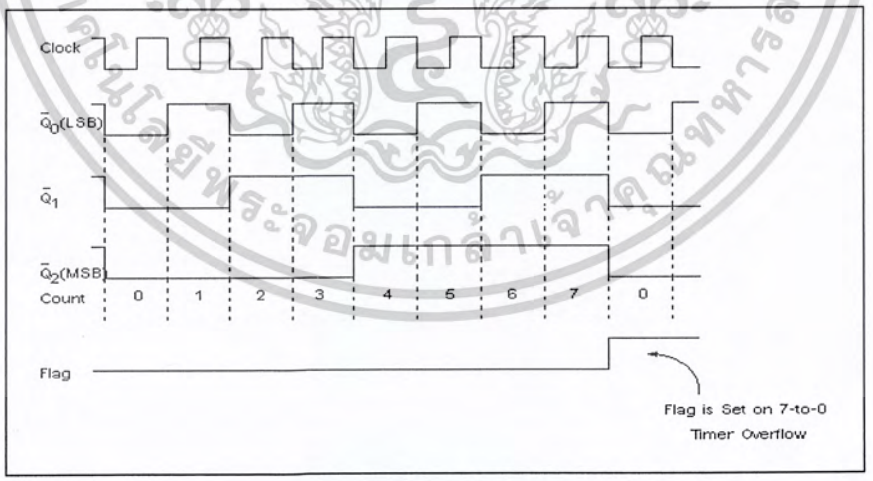
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พิจารณารูป 2.7(ก) เป็น 3-bit Timer โดยฟลิปฟลอปแต่ละตัวจะนำขา Q มาต่อกับ D ซึ่งอาจเรียกว่าเป็นการใช้ฟลิปฟลอปแบบ Divide-by-two Mode โดยความถี่ของสัญญาณที่ได้จากฟลิปฟลอปแต่ละตัวจะมีค่าหารสองจากสัญญาณนาฬิกาที่เข้ามา เมื่อนับไปถึงค่า 111 (หรือ $Q_2$ = 1, $Q_1$ = 1, $Q_0$ = 1) และเปลี่ยนกลับมาเป็น 000 จะให้บิต Flag ออกมา ดังแสดงในรูปที่ 2.7(ข)

ใน MCS – 51 จะมีตัวจับเวลาอยู่ภายในชิพ ถ้าเป็นเบอร์ 8051 หรือ 8031 จะมี 2 ตัว คือ Timer 0 และ Timer 1 แต่ถ้าเป็นเบอร์ 8052 จะมีเพิ่มอีกหนึ่งตัวคือ Timer 2 รีจีสเตอร์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการใช้ Timer แสดงได้ดังตารางที่ 2.2 ซึ่งจะเห็นว่ามีรีจีสเตอร์บางตัวสามารถเข้าถึงข้อมูลระดับบิตได้ด้วย นอกจากนี้ตัว Timer สามารถใช้เป็นตัวนับ (Counter) ได้อีกด้วย โดยการโปรแกรมในรีจีสเตอร์ TMOD




(ก)




(ข)

**รูปที่** 2.7 รีจีสเตอร์ที่ใช้เป็น Timer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| รีจีสเตอร์ | หน้าที่ | ตำแหน่ง | สามารถอ้างอิงตำแหน่งบิต |
|---|---|---|---|
| TCON | Control | 88H | Yes |
| TMOD | Mode | 89H | No |
| TL0 | Timer 0 Low-byte | 8AH | No |
| TL1 | Timer 1 Low-byte | 8BH | No |
| TH0 | Timer 0 High-byte | 8CH | No |
| TH1 | Timer 1 High-byte | 8DH | No |
| T2CON* | Timer 2 Control | C8H | Yes |
| RCAP2L* | Timer 2 Low-byte Capture | CAH | No |
| RCAP2H* | Timer 2 High-byte Capture | CBH | No |
| TL2* | Timer 2 Low-byte | CCH | No |
| TH2* | Timer 2 High-byte | CDH | No |

* มีในเบอร์ 8032 / 8052

**ตารางที่** 2.2 รีจีสเตอร์ที่ใช้เป็น Timer

### 2.3.1 Timer Mode Register (TMOD)

ตัวรีจีสเตอร์ TMOD เป็นรีจีสเตอร์ควบคุม Timer จะแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 4 บิต โดย 4 บิตบนจะเป็นการควบคุม Timer 1 ส่วน 4 บิตล่างจะเป็นการควบคุม Timer 0 ความหมายของแต่ละบิตดูในตารางที่ 2.3 ซึ่งตัวรีจีสเตอร์นี้เป็นตัวเลือกการทำงานว่าจะให้ตัว Time/Counter ทำงานในโหมดใด และเป็น Timer หรือ Counter รีจีสเตอร์ TCON ไม่สามารถจะโปรแกรมเข้าไปในระดับบิตได้ (Not Bit-Addressable) ซึ่งการใช้งานมักจะโปรแกรมเข้าไปครั้งเดียวในตำแหน่งเริ่มต้นของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| บิต | ชื่อ | Timer | ความหมาย |
|---|---|---|---|
| 7 | GATE | 1 | Gate bit ถ้าบิตนี้เซตวงจรจะทำงาน เมื่อ INT1 เป็น High |
| A | C/T | 1 | เป็นบิตเลือก Counter / Timer<br>1 = ใช้เป็น Counter<br>0 = ใช้เป็น Timer |
| 5 | M1 | 1 | Mode bit 1 (ดูตาราง 5-3) |
| 4 | M0 | 1 | Mode bit 0 (ดูตาราง 5-3) |
| 3 | GATE | 0 | บิต Gate ของ Timer 0 |
| 2 | C/T | 0 | บิตเลือก Counter / Timer ของ Timer 0 |
| 1 | M1 | 0 | Timer 0 M1 bit |
| 0 | M0 | 0 | Timer 0 M0 bit |

**ตารางที่** 2.3 รีจีสเตอร์ TMOD (Timer Mode)

| M1 | M0 | Mode | ความหมาย |
|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | ใช้เป็น Timer แบบ 13-bit (8048 Mode) |
| 0 | 1 | 1 | ใช้เป็น Timer แบบ 16-bit |
| 1 | 0 | 2 | ใช้เป็น Timer แบบ 8-bit Auto-reload Mode |
| 1 | 1 | 3 | Split Timer Mode : แยก Timer 0 ออกเป็น Timer 8 บิตสองตัวคือ TL0 และ TH0 โดยไม่ใช้ Timer 1 |

**ตารางที่** 2.4 การใช้ Timer โหมดต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

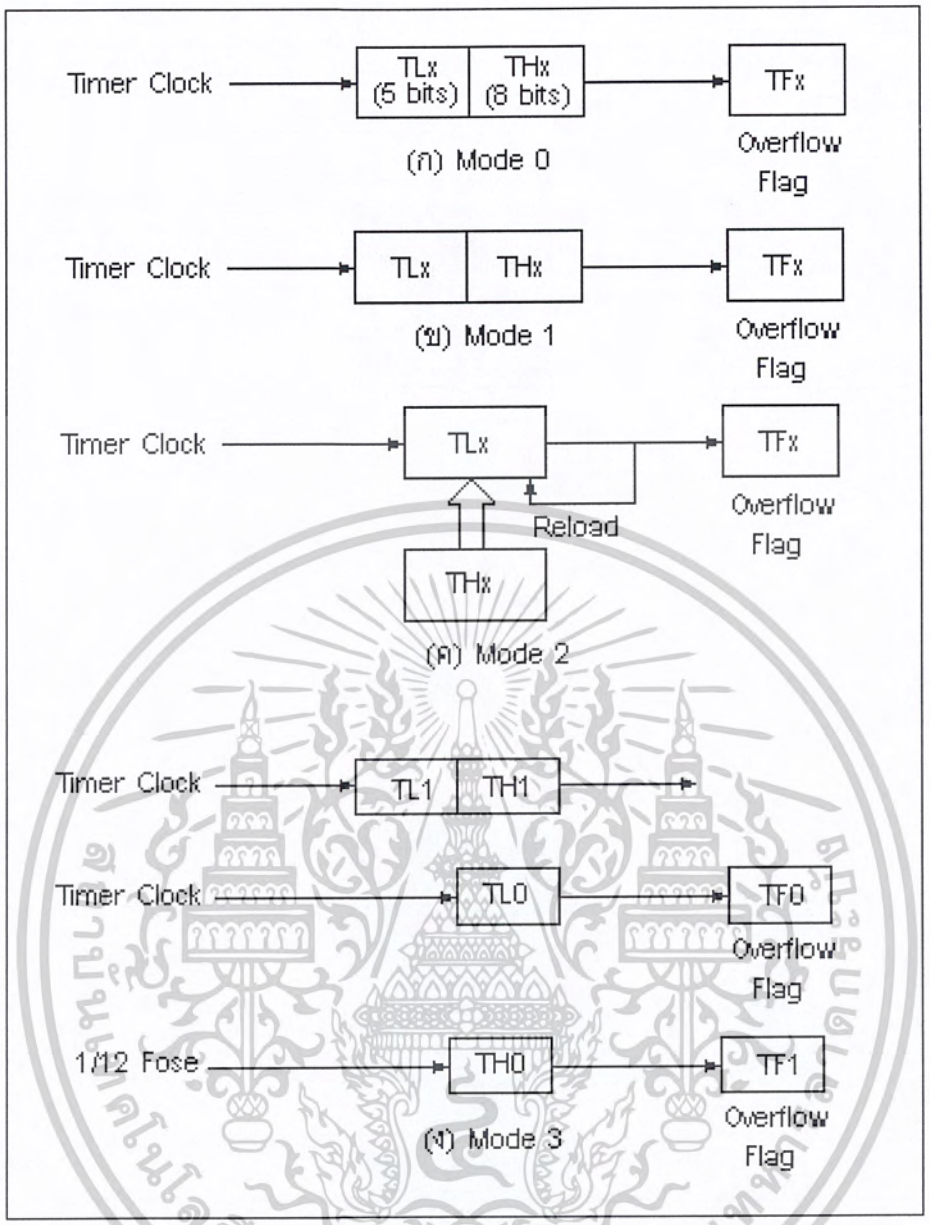
### 2.3.2 Timer Control Register (TCON)

รีจีสเตอร์ TCON เป็นรีจีสเตอร์ที่บอกสถานะและควบคุมบิต Timer 0 และ Timer 1 ซึ่งดูได้จากตารางที่ 2.5 รีจีสเตอร์นี้สามารถเข้าถึงข้อมูลระดับบิตได้

| บิต | ชื่อ | ตำแหน่งบิต | ความหมาย |
|---|---|---|---|
| TCON.7 | TF1 | 8FH | บิตแฟลกแสดงการโอเวอร์โฟลว์ของ Timer 1 จะ Set โดย Hardware และ Clear โดย Software |
| TCON.6 | TR1 | 8EH | บิตควบคุมการปิด-เปิด Timer 1 Set และ Clear โดย Software |
| TCON.5 | TF0 | 8DH | แฟลกแสดงการโอเวอร์โฟลว์ของ Timer 0 |
| TCON.4 | TR0 | 8CH | บิตควบคุมการปิด-เปิด Timer 0 |
| TCON.3 | IE1 | 8BH | บิตแฟลกแสดงการอินเทอร์รัพท์จาก INT1 จะ Set โดย Hardware และสามารถ Clear ได้ด้วย Software |
| TCON.2 | IT1 | 8AH | บิตเลือกชนิดของสัญญาณอินเทอร์รัพท์จากอินเทอร์รัพท์ภายนอก INT1 สามารถ Set และ Clear ได้ด้วย Software |
| TCON.1 | IE0 | 89H | บิตแฟลกแสดงการอินเทอร์รัพท์จาก INT0 |
| TCON.0 | IT0 | 88H | บิตเลือกชนิดของสัญญาณอินเทอร์รัพท์จากอินเทอร์รัพท์ภายนอก INT0 |

**ตารางที่** 2.5 แสดงความหมายแต่ละบิตของรีจีสเตอร์ TCON (Timer Control)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่** 2.8 การทำงานของ Timer ในโหมดต่าง

### 2.3.3 Timer Mode And Overflow Flag

เมื่อใช้ Timer 0 และ Timer 1 จะต้องใช้รีจีสเตอร์คู่ TLx และ THx โดยค่า x จะเป็นตัวบอกว่าเป็น Timer 0 หรือ Timer 1 การใช้ Timer สามารถใช้งานได้หลายโหมด ดังแสดงในรูปที่ 5.2 ซึ่งเราสามารถเซตค่าโหมดการทำงานได้ โดยการโปรแกรมในรีจีสเตอร์ TMOD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

13-Bit Timer Mode (Mode 0)

การทำงานในโหมด 0 นี้จะเป็นการใช้ Timer แบบ 13 บิต ดังแสดงในรูป 2.8(ก) ซึ่งจะใช้ 5 บิตล่างของ TLx โดยไม่สนใจ 3 บิตที่เหลือ และ 8 บิต ของ THx การทำงานในโหมดนี้ เมื่อบิตของ TLx นับไปจนเป็น "1" ทุกบิตจะส่ง Clock 1 ลูกให้ หนึ่งลูกให้ THx นับต่อและเมื่อนับเป็น "1" ทุกบิต และเปลี่ยนกลับเป็น "0" จะเกิด Overflow Flag เกิดขึ้น

16-Bit Timer Mode (Mode 1)

การทำงานในโหมดนี้จะเหมือนกับการทำงานในโหมด 0 แต่เป็น Timer แบบ 16 บิต ซึ่งการนับจะเริ่มตั้งแต่ 0000H,0001H,0002H ไปเรื่อย ๆ และจะเกิด Overflow ขึ้น เมื่อมีการเปลี่ยนจาก FFFFH เป็น 0000H ดังรูปที่ 2.8(ข) ซึ่งเป็นการเซต Overflow Flag และค่านี้จะเกิดขึ้นในบิต TFx ของรีจีสเตอร์ TCON ซึ่งสามารถอ่านและเขียนด้วยโปรแกรม

การใช้ตัว Timer นี้ค่าของบิตสูงสุด (MSB) คือค่าบิต 7 ของ THx ส่วนบิตต่ำสุด (LSB) คือ บิต 0 ของ TLx บิต LSB จะเป็น Toggles เมื่อมีสัญญาณอินพุตเข้ามา ถูกหารด้วย 2 ดังนั้นจะพบว่าบิต MSB จะ Toggles ด้วยค่าความถี่ของสัญญาณอินพุตหารด้วย 65,536 ($2^{16}$) และค่า Timer รีจีสเตอร์นี้ (TLx/THx) สามารถอ่านและเขียนได้ด้วยการโปรแกรม ดังนั้นสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้ตามต้องการ

8-Bit Auto – Reload Mode (Mode 2)

การทำงานในโหมด 2 เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า 8-bit Auto – reload Mode โดยใช้ Timer ไบต์ต่ำ (TLx) เป็น Timer แบบ 8 บิต เมื่อไบต์ต่ำเกิด Overflows หรือเกิดการเปลี่ยนแปลงจาก FFH เป็น 00H จะมีการโหลดค่าที่เก็บไว้ในไบต์สูง (THx) ไปเก็บไว้ในไบต์ต่ำ (TLx) ซึ่งจะเป็นค่าเริ่มต้นของการนับครั้งต่อไป นิยมใช้สร้างเป็นฐานเวลาที่สามารถโปรแกรมได้ การทำงานในโหมดนี้แสดงดังรูปที่ 2.8(ค)

Split Timer Mode (Mode 3)

การทำงานในโหมด 3 นี้ ตัว Timer 1 จะไม่ทำงาน ตัว Timer 0 จะแยกเป็น 2 ตัว ตัวละ 8 บิต คือ TL0 และ TH0 เมื่อ Timer เกิด Overflows จะมีการเซตบิต TF0 และ TF1 ดังแสดงในรูปที่ 2.8(ง)

การทำงานในโหมด 3 นี้ Timer 1 จะไม่ถูกใช้งานแต่เราสามารถสวิตช์ให้ Timer 1 ไปทำงานในโหมดอื่นได้ แต่การทำงานของ Timer 1 จะไม่มีการอินเทอร์รัพท์เกิดขึ้น เพราะบิต TF1 ถูกใช้ในการนับของ TH0 ในการทำงานของโหมด 3 ไปแล้ว เราอาจมองว่าถ้าให้ Timer ทำงานในโหมด 3 ทำให้เรามี Timer เพิ่มขึ้น คือ TH0 และTL0 ในTimer 0 โหมด 3 และโปรแกรมให้ Timer 1 ไปทำงานในโหมดอื่น ๆ

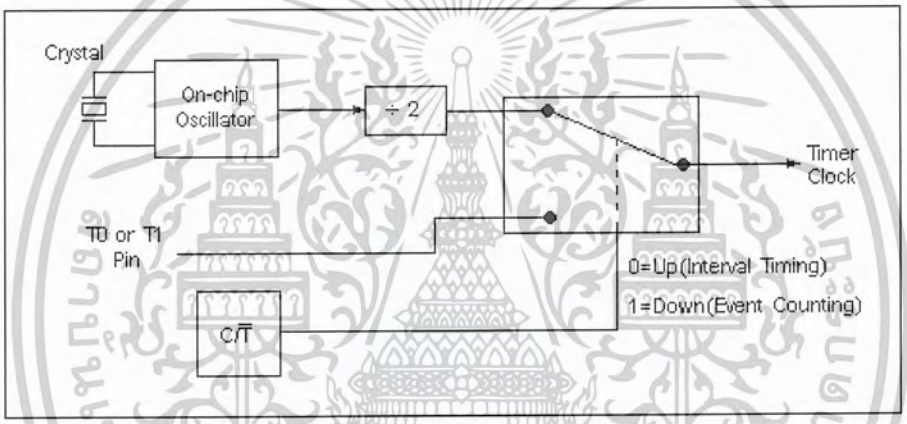
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.3.4 Clocking Source

ในรูปที่ 2.8 ไม่ได้แสดงว่า Timer Clock นำมาจากที่ใดซึ่งการใช้ Timer นี้สามารถใช้ได้ 2 หน้าที่ คือเป็นตัวจับเวลา (Timer) และเป็นตัวนับ (Counter) ซึ่งสามารถโปรแกรมได้โดยการเซตหรือรีเซตบิต C / Tในรีจีสเตอร์ TMOD

**การใช้เป็นตัวจับเวลา** (Timer)

ถ้าบิต C / Tใน TMOD เป็นลอจิก "0" จะเป็นการเลือกให้ Timer นำ Clock มาจากวงจร Oscillator ในชิพ ซึ่งสัญญาณนาฬิกาจะเข้ามาทุก ๆ Machine Cycle หรืออาจกล่าวได้ว่าค่าใน THx และ TLx จะมีค่าเพิ่มขึ้นด้วยอัตราการนับแต่ละครั้งใช้เวลาเท่ากับ 1/12 ของความถี่ของสัญญาณนาฬิกาที่ใช้บนชิพ ดังแสดงในรูปที่ 2.9 ถ้า MCS – 51 ใช้สัญญาณนาฬิกา 12 MHz การนับจะมีความถี่เท่ากับ 1 MHz




**รูปที่** 2.9 ความถี่ของสัญญาณนาฬิกาที่เข้าขา Timer

**การใช้เป็นตัวนับ** (Counter)

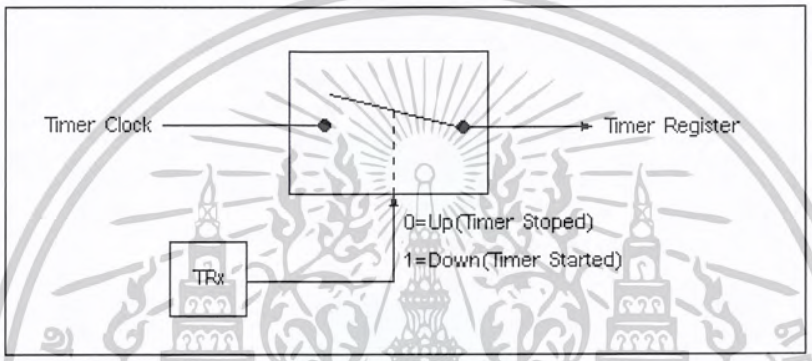
ถ้าบิต C / T เป็น "1" ตัว Timer จะนำ Clock มาจากภายนอกโดยใช้ขา P3.4 หรือ T0 เป็นขา Input Clock ให้กับ Timer 0 และใช้ขา P3.5 หรือ T1 เป็น Input Clock ให้กับ Timer 1 ดังรูปที่ 2.9 หรืออาจมองว่า ถ้าจะให้นับอะไรสัญญาณที่จะนับให้ต่อกับขา T0 และ T1 ในการใช้เป็น Counter สัญญาณที่เข้ามามีการเปลี่ยนแปลงจาก "1" เป็น "0" จะทำให้วงจรนับ TLx มีค่าเพิ่มขึ้น 1 ภายใน MCS – 51 นี้จะตรวจสอบขาอินพุต T0 และ T1 ในช่วงเวลาเฟส 2 ของ State 5 (S5P2) ถ้าพบว่ามีค่าเป็น "1" ต่อมาในอีกหนึ่ง Machine Cycle ที่เฟส 2 ของ State 5 (S5P2) ลอจิกอินพุดเปลี่ยนเป็น "0" จะทำให้ค่าใน Timer เพิ่มขึ้น 1 ดังนั้น จะเห็นได้ว่าการนับ 1 ครั้งจะต้องใช้เวลา 2 Machine Cycles ดังนั้นความถี่สูงสุดที่จะให้ Timer ทำงานเป็น Counter นับได้ จะมีค่ามากที่สุด 500 kHz ถ้า MCS – 51 ทำงานที่ความถี่สัญญาณนาฬิกา 12 MHz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง


### 2.3.5 การเริ่ม, หยุด และการควบคุม Timer

ในรูปที่ 2.8 จะแสดงลักษณะของ Timer Registers ซึ่งจะเห็นว่าประกอบด้วย TLx และ THx และเมื่อเกิด Overflow จะเกิดเอาต์พุตที่บิต TFx สำหรับสัญญาณนาฬิกาที่จะเข้าไปใน Time จะมาจาก 2 ส่วนดังแสดงในรูปที่ 2.9 ต่อไปจะกล่าวถึงว่าเราจะควบคุมให้เริ่ม , หยุดตัว Timer ได้อย่างไร วิธีเริ่มและหยุดตัว Timers สามารถควบคุมได้ที่บิต TRx ในรีจีสเตอร์ TCON โดยปกติแล้ว TRx จะเคลียร์หลังจากที่ระบบถูกรีเซต ซึ่งจะเป็นการให้ Timer ไม่นับและ TRx นี้จะเซตได้จากชุดคำสั่ง หรือการโปรแกรม พิจารณารูปที่ 2.10




**รูปที่** 2.10 การใช้บิตควบคุม TR

ตัวบิต TRx จะเป็นส่วนที่สามารถเข้าถึงข้อมูลในระดับบิตได้ (Bit Addressable)ใน รีจีสเตอร์ TCON ถ้าจะให้ TIMER 0 เริ่มทำงานจะเขียนคำสั่งได้ดังนี้

SETB TR0

ถ้าจะหยุดทำงานเขียนคำสั่งได้ดังนี้

CLR TR0

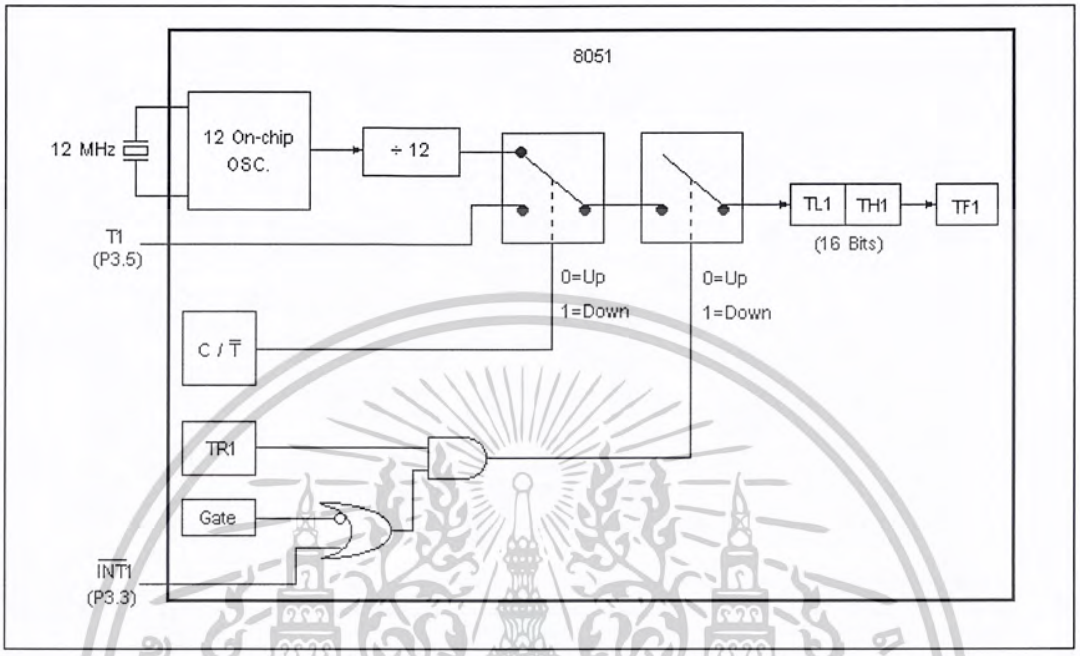
ในการเขียนโปรแกรมภาษาแอสแซมบลี สามารถใช้สัญลักษณ์ TR0 ในคำสั่ง SETB TR0 เลยได้ เพราะตัวแอสแซมบลีจะตีความ TR0 เป็น Bit Address ตำแหน่ง 8CH

วิธีควบคุม Timer สามารถควบคุมได้ที่บิต GATE ใน TMOD และขาอินเตอร์รัพท์จากภายนอก INTx ถ้า INT0 เป็นลอจิก "0" และโปรแกรมให้ Timer 0 ทำงานในโหมด 2 เมื่อ TL0/TH0 = 0000H, GATE = 1 และ TR0 = 1 เมื่อ INT0 ขึ้นเป็นลอจิก "1" ตัว Timer จะ "Gate On" และจะให้สัญญาณนาฬิกาความถี่ 1 MHz เมื่อ INT0 ลงเป็น "0" ตัว Timer " Gate Off " สัญญาณที่ได้จะมีความกว้างของสัญญาณนาฬิกา 1 μS ส่งเข้าไปใน TL0/TH0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

50367

รูปที่ 2.11 จะเป็นระบบที่สมบูรณ์ของ Timer 1 เมื่อทำงานในโหมด 1 ซึ่งเป็น 16-bit Timer โดยใช้รีจีสเตอร์ TL1 / TH1 และ Overflow Flag TF1 ในรูปจะเห็นถึงการควบคุมแหล่งกำเนิด Clock การเริ่มทำงาน และการหยุดทำงาน




รูปที่ 2.11 ระบบทั้งหมดของ Timer 1

### 2.3.6 Initializing And Accessing Timer Register

การใช้งาน Timer เริ่มแรกจะต้องโปรแกรมเพื่อเลือกโหมดการทำงานของ Timer ก่อนเมื่อเริ่มใช้งานก็โปรแกรมให้ เริ่มทำงาน, หยุดทำงาน, อ่าน และ เคลียร์ค่า Flag Bits อ่านค่า Timer Registers ตามลำดับ เพื่อนำไปประยุกต์การใช้งานต่อไป

TMOD คือ รีจีสเตอร์ที่ต้องโปรแกรม โดยเซตโหมดการทำงานก่อน ตัวอย่างเช่น ถ้าให้ Timer 1 เป็น 16-bits Timer (โหมด 1) นับสัญญาณนาฬิกาบนชิพ สามารถเขียนคำสั่งได้ดังนี้

MOV TMOD, #00010000B

ผลที่ได้จากคำสั่งข้างบนคือ เซตบิต M1 = 0 และ M0 = 1 ซึ่งเป็นการเลือกโหมด 1 และให้ C / T= 0 และ GATE = 0 ซึ่งเป็นการใช้สัญญาณนาฬิกาจากภายในหรือใช้เป็น Timer และตัว Timer นี้จะยังไม่ทำงาน ถ้าบิตควบคุม TR1 ยังไม่ได้เซต

ถ้าให้ Timer นี้นับขึ้นโดยใช้รีจีสเตอร์ TL1 / TH1 และจะเซตบิต Overflow Flag เมื่อรีจีสเตอร์เปลี่ยนจาก FFFFH เป็น 0000H โดยให้นับเวลาไป 100 μS หรือให้ TL1 / TH1 นับสัญญาณนาฬิกาได้ 100 ลูก ดังนั้นค่าเริ่มต้นของ TL1 / TH1 จะไม่เริ่มที่ 0000H จะต้องเริ่มที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FFFFH ลบด้วย 100 ลูก หรือ FF9CH เพื่อให้นับไปถึง FFFFH และเปลี่ยนเป็น 0000H ได้สัญญาณนาฬิกา 100 ลูกพอดี สามารถเขียนคำสั่งได้ดังนี้

```
MOV TL1 , # 9CH
MOV TH1 , # 0FFH
```

ถ้าให้ Timer เริ่มทำงานก็ให้บิตควบคุมดังนี้

```
SETB TR1
```

จากนั้นบิต Overflow Flag จะส่งออกมาหลังเวลาผ่านไป 100 μS ซึ่งเราสามารถเขียนโปรแกรมเป็นโปรแกรมวนลูป 100 μS ได้ โดยตรวจสอบบิต TF1 ว่าถูกเซตหรือไม่ ถ้าไม่เซตก็ให้วนลูปต่อไปดังนี้

```
CLR TR1
CLR TF1
```

**การใช้แบบ Reading a Timer "On the Fly"**

การใช้งานแบบประยุกต์บางงานจะต้องอ่านค่าจาก Timer Register เนื่องจากตัว Timer Register มีขนาด 2 ไบต์ ถ้าหากไบต์ต่ำเกิด Overflow จะทดเข้าไบต์สูง ถ้าหากเขียนโปรแกรมให้อ่านค่าจากไบต์ต่ำก่อน แล้วจึงอ่านไบต์สูงข้อมูลที่ได้อาจเกิดข้อผิดพลาดได้เนื่องจากไบต์ต่ำมีการเปลี่ยนแปลงเร็วกว่าไบต์สูง การอ่านข้อมูลควรอ่านจากไบต์สูงก่อน แล้วจึงกลับมาอ่านไบต์ต่ำ จากนั้นอ่านข้อมูลไบต์สูงอีกครั้ง ถ้าค่าไบต์สูงที่อ่านได้ไม่มีการเปลี่ยนแปลงให้ใช้ค่านั้นได้เลย แต่ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงให้อ่านอีกครั้ง ถ้าต้องการอ่านข้อมูลจาก TL1 / TH1 เข้าในรีจีสเตอร์ R6 / R7 อาจเขียนโปรแกรมได้ดังนี้

```
AGAIN :  MOV A, TH1
         MOV R6, TL1
         CJNE A, TH1, AGAIN
         MOV R7, A
```

### 2.3.7 Short Intervals And Long Intervals

ถ้า MCS – 51 ทำงานที่ความถี่สัญญาณนาฬิกา 12 MHz ถ้าให้ Timers ใช้วงจร Oscillator บนชิพ สัญญาณนาฬิกาจะถูกหารด้วย 12 และ Timer จะทำงานด้วยความถี่ 1 MHz ถ้าต้องการใช้โปรแกรมสร้างสัญญาณนาฬิกาออกมาอาจทำได้โดยง่าย ซึ่งพิจารณาจากการทำงานชุดคำสั่งต่าง ๆ ของ MCS – 51 ใน 1 Machine Cycle จะใช้เวลา 1μS ในตารางที่ 2.6 จะแสดงความกว้างของสัญญาณที่สร้างขึ้นจาก MCS – 51 ที่ทำงานด้วย Crystal ความถี่ 12 MHz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| Maximum Interval in Microseconps | Technique |
|---|---|
| ≈10 | Software Turning |
| 256 | 8 – bit Timer with Auto-reload |
| 65536 | 8 – bit Timer |
| No Limit | 16 – bit Timer Plus Software Loops |

**ตารางที่** 2.6 ค่าสูงสุดของการใช้ Timer โหมดต่าง ๆ

## 2.4 การอินเตอร์รัพท์

การทำงานของระบบคอมพิวเตอร์ โดยทั่วไปมักมีอุปกรณ์ภายนอกต่อร่วมอยู่ ถ้าคอมพิวเตอร์ต้องการทำงานกับอุปกรณ์ภายนอกจะต้องคอยตรวจสอบอุปกรณ์เหล่านั้นเสมอ ตัวอย่างเช่น ถ้าหากให้คอมพิวเตอร์พอร์ทหนึ่งต่ออยู่กับหลอด LED 7 ส่วน อีกพอร์ทหนึ่งต่อกับสวิตช์ ถ้าระบบของเราทำงานเป็นนาฬิกาเดินไปให้คอยตรวจสอบสวิตช์ด้วยว่ามีการกดหรือยัง การทำงานแบบนี้เรียกว่า Polling Method คือตัวไมโครโปรเซสเซอร์จะต้องคอยตรวจสอบอุปกรณ์อินพุตตลอดเวลาว่ามีข้อมูลเข้ามาหรือยัง การทำงานแบบนี้ ถ้ามีอุปกรณ์ภายนอกหลายตัวระบบต้องตรวจสอบอุปกรณ์ภายนอกหลายตัว ทำให้เสียเวลาในการทำงานหลักไป การทำงานอีกแบบหนึ่งจะให้ CPU ทำงานหลัก ถ้ามีการกดสวิตช์เมื่อไรให้นาฬิกาหยุดเดินทันที การทำงานในลักษณะนี้ CPU ไม่ต้องเสียเวลาในการตรวจอุปกรณ์ภายนอก ถ้าอุปกรณ์ภายนอกต้องการติดต่อกับ CPU อุปกรณ์ภายนอกจะส่งสัญญาณมาบอก CPUเอง ระบบนี้เรียกว่า การอินเทอร์รัพท์ (Interrupt)

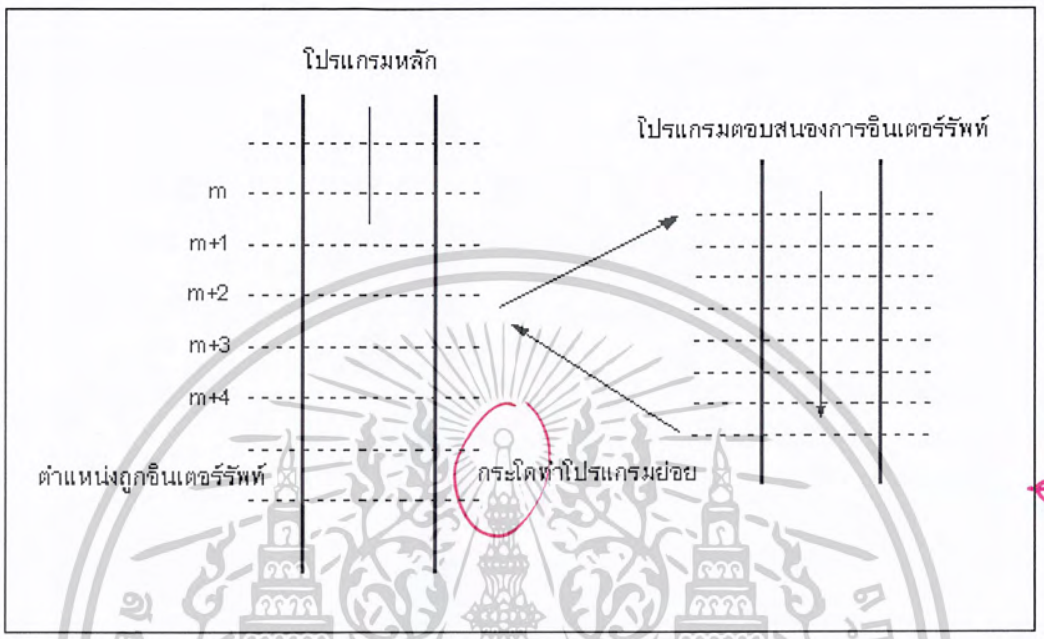
### 2.4.1 ขบวนการเกิดอินเตอร์รัพท์

ถ้าหากคอมพิวเตอร์กำลังทำงานโปรแกรมหลักอยู่เมื่อมีการอินเทอร์รัพท์เข้ามา คอมพิวเตอร์จะละทิ้งโปรแกรมหลัก แต่ไปทำงานโปรแกรมตอบสนองการอินเตอร์รัพท์ (Interrupt Service Routine) เมื่อทำโปรแกรมตอบสนองอินเตอร์รัพท์เสร็จ คอมพิวเตอร์จะกลับมาทำโปรแกรมเดิม พิจารณารูปที่ 2.12

ถ้า CPU กำลังทำงานโปรแกรมหลักอยู่ เช่นกำลังทำคำสั่งในตำแหน่งของหน่วยความจำที่ m, m+1, m+2 ไปเรื่อย ๆ โดย PC จะชี้ที่ตำแหน่งที่จะอ่านค่าคำสั่งถัดมา เมื่อโปรแกรมทำงานมาถึงตำแหน่งที่ m+3 แล้วเกิดการอินเตอร์รัพท์ขึ้น (ขณะนั้น PC อยู่ที่ m+4) โปรแกรมจะต้องทำงานโปรแกรมตอบสนองการอินเตอร์รัพท์ โดยย้าย PC ไปที่ตำแหน่งที่เก็บโปรแกรมตอบสนอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การ อินเตอร์รัพท์ จากนั้นจะเก็บค่า PC เดิมลงในหน่วยความจำสแตค เมื่อคอมพิวเตอร์ทำงานโปรแกรมตอบสนองการอินเตอร์รัพท์เสร็จสิ้นลง จะคืนค่าในสแตค (m+4) ให้กับ PC ทำโปรแกรมหลักต่อไป




รูปที่ 2.12 ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมเมื่อถูกอินเตอร์รัพท์

## 2.4.2 สัญญาณอินเตอร์รัพท์

แหล่งกำเนิดสัญญาณอินเตอร์รัพท์ที่ใช้กับ MCS – 51 มีสองชนิดคือ อินเตอร์รัพท์ภายในและภายนอก โดยอินเทอร์รัพท์ภายในจะเกิดขึ้นจากภายในตัว MCS – 51 เอง ได้แก่สัญญาณจาก ไทเมอร์แฟลก 0 (TF0) ไทเมอร์แฟลก 1 (TF1) และพอร์ทอนุกรม สำหรับอินเตอร์รัพท์ภายนอกเกิดจากสัญญาณที่กระตุ้นเข้ามาทางขา INT0 และ INT1 เมื่อมีสัญญาณอินเตอร์รัพท์จากแหล่งต่าง ๆ เข้ามา เราสามารถโปรแกรมได้ว่าจะให้ MCS – 51 ยอมให้มีการอินเตอร์รัพท์ได้หรือไม่ โดยการโปรแกรมไปที่ รีจีสเตอร์ IE (Interrupt Enable) และถ้ามีสัญญาณอินเตอร์รัพท์มากจากแหล่งต่าง ๆ หลายแหล่งพร้อมกันเราสามารถจัดลำดับได้ว่า จะให้อินเตอร์รัพท์ใดเกิดก่อนโดยการโปรแกรมไปที่ อินเตอร์รัพท์ไพออริตี้ IP (Interrupt Priority) รีจีสเตอร์ทั้งสองตัวมีรายละเอียดดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Interrupt Enables

เป็นรีจีสเตอร์ที่สามารถเข้าถึงข้อมูลระดับบิตได้ ใช้สำหรับกำหนดค่าว่าถ้าเกิดการอินเตอร์รัพท์จากแหล่งต่าง ๆ จะทำอินเตอร์รัพท์เหล่านั้นหรือไม่ โดยรายละเอียดของบิตต่าง ๆมีดังตารางที่ 2.7

บิต 7 บิต 0

| บิต | ชื่อบิต | ตำแหน่งบิต | รายละเอียด |
|---|---|---|---|
| IE.7 | EA | AFH | ถ้าเซตยอมให้มีการอินเตอร์รัพท์ |
| IE.6 | - | AEH | ไม่ใช้งาน |
| IE.5 | ET2 | ADH | Enable อินเตอร์รัพท์จาก Timer 2 (ใช้กับ 8052) |
| IE.4 | ES | ACH | Enable อินเตอร์รัพท์จากพอร์ทอนุกรม |
| IE.3 | ET1 | ABH | Enable อินเตอร์รัพท์จาก Timer 1 |
| IE.2 | EX1 | AAH | Enable อินเตอร์รัพท์จาก INT1 |
| IE.1 | ET0 | A9H | Enable อินเตอร์รัพท์จาก Timer 0 |
| IE.0 | EX0 | A8H | Enable อินเตอร์รัพท์จาก INT0 |

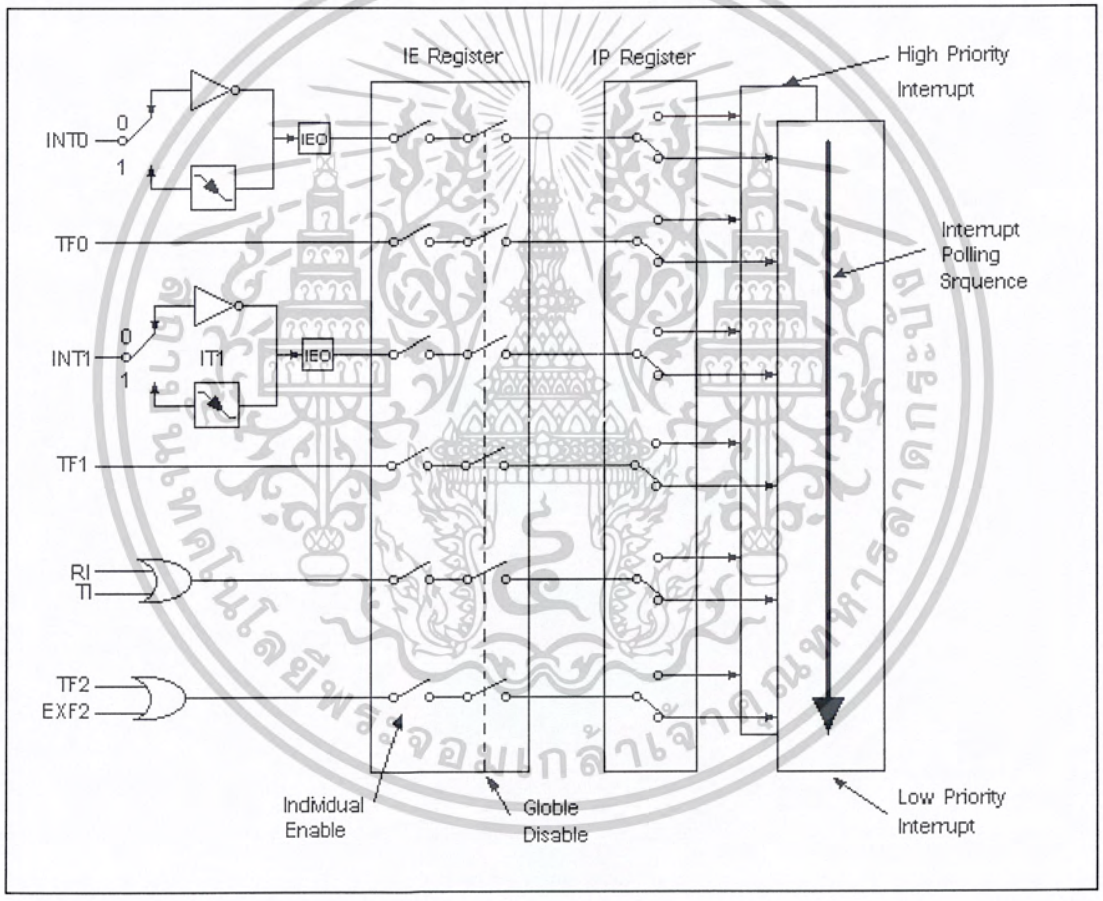
**ตารางที่** 2.7 บิตต่าง ๆ ของรีจีสเตอร์ IE

Interrupt Priority

เป็นรีจีสเตอร์ที่สามารถเข้าถึงข้อมูลระดับบิตได้ใช้ในการจัดลำดับความสำคัญของการอินเทอร์รัพท์ซึ่งสามารถจัดได้สองลำดับ ถ้าเป็น “1” หมายความว่ามีความสำคัญสูงสุด ถ้าเป็น “0” หมายความว่ามีลำดับความสำคัญต่ำสุด ความหมายของบิตต่าง ๆ แสดงได้ดังตารางที่ 2.8 ถ้าหากกำหนดให้มีความสำคัญเป็น “1” เหมือนกันหมด MCS – 51 จะจัดลำดับความสำคัญใหม่ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| ลำดับ | อินเตอร์รัพท์ |
|---|---|
| 1 (สูงสุด) | IE0 |
| 2 | TF0 |
| 3 | IE1 |
| 4 | TF1 |
| 5 (ต่ำสุด) | Serial Port |




**รูปที่** 2.13 รีจิสเตอร์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการอินเตอร์รัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| บิต | ชื่อบิต | ตำแหน่งบิต | รายละเอียด |
|---|---|---|---|
| IP.7 | - | - | ไม่ใช้งาน |
| IP.6 | - | - | ไม่ใช้งาน |
| IP.5 | PT2 | 0BDH | ใช้กับ Timer 2 (8052) |
| IP.4 | PS | 0BCH | ใช้กับพอร์ทอนุกรม |
| IP.3 | PT1 | 0BBH | ใช้กับ Timer 1 |
| IP.2 | PX1 | 0BAH | ใช้กับอินเทอร์รัพท์จาก INT1 |
| IP.1 | PT0 | 0B9H | ใช้กับ Timer 0 |
| IP.0 | PX0 | 0B8H | ใช้กับอินเทอร์รัพท์จาก INT0 |

**ตารางที่ 2.8** บิตและหน้าที่ต่าง ๆ ของรีจีสเตอร์ IP

จากรูปที่ 2.13 แสดงการอินเตอร์รัพท์จากแหล่งต่าง ๆ ที่มีผลกับ MCS – 51 ถ้าเป็นเบอร์ 8051 8031 จะถูกอินเตอร์รัพท์ได้ 5 แหล่ง ถ้าเป็นเบอร์ 8052,8032 จะถูกอินเตอร์รัพท์ได้ 6 แหล่ง โดยเพิ่มอินเตอร์รัพท์จาก Timer 2 ในรูปที่ 2.13 จะแสดงให้เห็นว่า ถ้า MCS – 51 จะถูกอินเตอร์รัพท์ได้จะต้องเซตค่า Global Enable ในรีจีสเตอร์ IE นอกจากนี้ยังกำหนดได้ว่าจะให้อินเตอร์รัพท์ใดเกิดได้ โดยการเซตค่า Interrupt Enable ของอินเตอร์รัพท์จากแหล่งต่าง ๆ ในรีจีสเตอร์ IE จากรูปยังแสดงให้เห็นอีกว่าเมื่อมีการอินเทอร์รัพท์เข้ามาจะมีผลต่อแฟลกใด เช่นถ้า INT0 เป็น "1" บิต IE0 จะเป็น "1" หมายความว่าถูกอินเตอร์รัพท์ โดยแฟลกต่าง ๆ ที่มีผลจากการถูกอินเตอร์รัพท์แสดงได้ดังตารางที่ 2.9

| อินเตอร์รัพท์ | แฟลก | ประกอบอยู่ในรีจีสเตอร์ |
|---|---|---|
| External 0 | IE0 | TCON.1 |
| External 1 | IE1 | TCON.3 |
| Timer 1 | TF1 | TCON.7 |
| Timer 0 | TF0 | TCON.5 |
| Serial port | T1 | SCON.1 |
| Serial port | RI | SCON.0 |
| Timer 2 | TF2 | T2CON.7 (8052) |
| Timer 2 | EXF2 | T2CON.6 (8052) |

**ตารางที่ 2.9** แฟลกที่จะทำงานเมื่อถูกอินเตอร์รัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางจะเห็นว่า ถ้ามีการอินเตอร์รัพท์จากภายนอกเข้ามา ตัวที่จะอินเตอร์รัพท์ MCS – 51 คือ บิตแฟลก IE0 ซึ่งอยู่ในรีจีสเตอร์ TCON ถ้ามีการสื่อสารแบบอนุกรม เมื่อข้อมูลถูกส่งไปหมดแล้วจะอินเตอร์รัพท์ MCS – 51 ทางบิตแฟลก TI ถ้ารับข้อมูลหมดแล้วจะอินเตอร์รัพท์ MCS – 51 ทางบิตแฟลก RI ซึ่งอยู่ในรีจีสเตอร์ SCON และถ้าใช้ Timer 0 ในการนับเมื่อเกิด Overflow สามารถอินเตอร์รัพท์ MCS – 51 ได้ทางบิต TF0

### 2.4.3 การทำงานของระบบหลังถูกอินเตอร์รัพท์

เมื่อ MCS – 51 ถูกอินเทอร์รัพท์จะต้องกระโดดไปทำโปรแกรมตอบสนองการอินเทอร์รัพท์ โดยตำแหน่งที่จะกระโดดไปเรียกว่า อินเตอร์รัพท์เวกเตอร์ (Interrupt Vectors) เมื่อทำโปรแกรมตอบสนองการอินเตอร์รัพท์เรียบร้อยแล้ว MCS – 51 จะกระโดดมาทำงานยังตำแหน่งเดิม โดยก่อนที่จะกระโดดไปทำโปรแกรมตอบสนองการอินเทอร์รัพท์จะต้องเก็บค่าตำแหน่งเดิมไว้ โดยเก็บค่า PC ลงหน่วยความจำสแตคซึ่งอยู่ที่หน่วยความจำที่ถูกชี้โดยรีจีสเตอร์ SP เมื่อทำโปรแกรมตอบสนองการอินเทอร์รัพท์เสร็จแล้วจะคืนค่าในหน่วยความจำสแตคให้ PC ตามเดิม ค่าอินเตอร์รัพท์เวกเตอร์ของ MCS – 51 แสดงได้ดังตารางที่ 2.10

| อินเตอร์รัพท์ | อินเตอร์รัพท์เวกเตอร์ |
|---|---|
| System Reset | 0000H |
| External 0 | 0003H |
| Timer 0 | 000BH |
| External 1 | 0013H |
| Timer 1 | 001BH |
| Serial Port | 0023H |
| Timer 2 | 002BH |

**ตารางที่** 2.10 อินเตอร์รัพท์เวกเตอร์ของอินเตอร์รัพท์ต่าง ๆ

จากตารางจะเห็นว่าถ้าระบบถูกอินเตอร์รัพท์จากภายนอกทาง INT0 ตัว MCS – 51 จะกระโดดไปทำงานที่ตำแหน่ง 0003H ถ้าระบบถูกอินเตอร์รัพท์จาก Timer 0 จะกระโดดไปทำงานตำแหน่ง 000BH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 3
# ไอซีตรวจสอบอุณหภูมิ ไอซีสร้างฐานเวลา และวงจรสร้างสัญญาณกระตุ้น

## 3.1 ไอซีตรวจสอบอุณหภูมิ (Temperature Sensors IC: DS-1820)

การตรวจสอบอุณหภูมิของสภาพแวดล้อมเราสามารถใช้อุปกรณ์ตรวจจับอุณหภูมิได้หลายชนิด เช่น การใช้งานเทอร์โมมิเตอร์แบบปรอท เทอร์โมคัปเปอร์(เทอร์โมพลาย), เทอร์โมมิสเตอร์ ไอซีตรวจสอบอุณหภูมิกึ่งสำเร็จรูป (LM-335) หรือไอซีตรวจสอบอุณหภูมิแบบสำเร็จรูป (DS-1820) สำหรับโครงงานนี้ผู้จัดทำเลือกใช้ไอซีตรวจสอบอุณหภูมิ(DS-1820)มาทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์ตรวจสอบอุณหภูมิ ทั้งนี้เนื่องมาจากคุณสมบัติที่โดดเด่นหลายประการซึ่งจะได้กล่าวถึงในหัวข้อ "คุณสมบัติของไอซีตรวจสอบอุณหภูมิ DS-1820" ต่อไป

### 3.1.1ระบบการสื่อสารข้อมูลอนุกรมแบบหนึ่งสาย (1-*Wire* ™ Serial Bus)

DS-1820 เป็นไอซีที่ทำหน้าที่ในการตรวจสอบอุณหภูมิ ซึ่งผลิตขึ้นโดยบริษัทดัลลัสเซมิคอนดัคเตอร์ DS–1820 จัดเป็นอุปกรณ์ที่อยู่ในระบบการสื่อสารข้อมูลอนุกรมแบบหนึ่งสาย ซึ่งเป็นระบบที่ถูกคิดค้นและพัฒนาขึ้นโดยบริษัทดัลลัสเซมิคอนดักเตอร์เช่นกัน ในบางครั้งเราเรียกระบบสื่อสารข้อมูลแบบนี้ว่า ระบบสื่อสารข้อมูลดัลลัสหนึ่งสาย ระบบการสื่อสารข้อมูลรูปแบบนี้เป็นระบบที่มีความชาญฉลาดใช้สายสัญญาณในการถ่ายทอดข้อมูลเพียง 1 เส้นเท่านั้น โดยที่ไม่ต้องมีสายสัญญาณนาฬิกามาทำการควบคุมจังหวะการทำงานดังเช่นกับระบบสื่อสารข้อมูลอนุกรมในรูปแบบอื่นๆ เนื่องจากสายข้อมูลเพียง 1 เส้นดังกล่าวสามารถทำหน้าที่เสมือนหนึ่งเป็นสายสัญญาณนาฬิกาในตัว ส่วนค่าของข้อมูลจะพิจารณาจากลักษณะของรูปสัญญาณที่ปรากฏบนสายสัญญาณในและช่องของเวลาหรือต่อไปนี้เราจะเรียกกันว่า "ไทม์สล็อต"(Time-Slot) โดยคาบเวลาต่ำสุดและสูงสุดของสถานะต่างๆ ในการสื่อสารข้อมูลในแต่ละไทม์สล็อตมีการกำหนดขอบเขตไว้อย่างชัดเจน การถ่ายทอดข้อมูลจะเกิดขึ้นได้ในแต่ละไทม์สล็อตนั้นรูปแบบการถ่ายทอดข้อมูลจะเป็นแบบอะซิงโครไนซ์ในระดับบิต ไม่มีการกำหนดความยาวของข้อมูลเป็นระดับไบต์

### 3.1.2 คุณสมบัติทางเทคนิคของระบบบัสหนึ่งสาย

สายสัญญาณบนระบบแบบบัสหนึ่งสายนี้จะเป็นสายสัญญาณแบบสองทิศทาง แต่ข้อมูลจะสามารถเดินทางได้ในทิศทางเดียวภายในช่วงเวลาหนึ่งๆ นั่นก็คือมีลักษณะคล้ายกับการสื่อสารแบบฮาล์ฟดูเพล็กซ์ (Half-Duplex) อุปกรณ์บนระบบบัสแบบหนึ่งสายนี้จะต้องมีการระบุอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชัดเจนว่าอุปกรณ์ตัวใดเป็นอุปกรณ์มาสเตอร์ และอุปกรณ์ตัวใดที่เป็นสเลฟ โดยส่วนใหญ่แล้วอุปกรณ์มาสเตอร์มักจะเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ ส่วนอุปกรณ์สเลฟได้แก่ไอซีตรวจสอบอุณหภูมิหน่วยความจำแรม เป็นต้น อุปกรณ์มาสเตอร์จะทำหน้าที่เป็นตัวจัดเตรียมความพร้อมของสายสัญญาณและควมคุมการถ่ายทอดข้อมูลลงบนสายสัญญาณนั้น ข้อมูลทั้งหมดไม่ว่าจะเป็นข้อมูลของคำสั่งควบคุมต่างๆหรือข้อมูลใช้งานทั่วๆไปจะถูกส่งลงบนสายสัญญาณที่มีเพียงเส้นเดียวนี้ทั้งหมด ในระหว่างการทำงานของอุปกรณ์มาสเตอร์หรืออุปกรณ์สเลฟสามารถเป็นได้ทั้งตัวส่งและตัวรับทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเงื่อนไขการทำงานในขณะนั้น ตัวอย่างเช่นหากมีการเขียนข้อมูลจากอุปกรณ์ มาสเตอร์ไปยังอุปกรณ์อุปกรณ์สเลฟ ตัวที่ทำหน้าที่ในการส่งข้อมูลก็คืออุปกรณ์มาสเตอร์ และตัวที่ทำหน้าที่เป็นตัวรับข้อมูลก็คืออุปกรณ์มาสเตอร์นั้นเอง แต่ถ้าหากเป็นการอ่านข้อมูลจากอุปกรณ์มาสเตอร์ตัวที่ทำหน้าที่ส่งข้อมูลคืออุปกรณ์สเลฟ และตัวที่ทำหน้าที่เป็นตัวรับข้อมูลก็คืออุปกรณ์มาสเตอร์นั้นเอง ในระบบการสื่อสารข้อมูลแบบหนึ่งสายนั้นจะต้องมีอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์มาสเตอร์เพียงตัวเดียวเท่านั้น

### 3.1.3 รูปแบบการสื่อสารข้อมูลแบบหนึ่งสาย (1-*Wire* ™ Communication Protocal)

การติดต่อสื่อสารข้อมูลในระบบบัสหนึ่งสายอุปกรณ์มาสเตอร์จะสามารถทำการติดต่อกับอุปกรณ์สเลฟได้เพียงครั้งละ 1 ตัวเท่านั้น ดังนั้นอุปกรณ์สเลฟแต่ละตัวจะต้องมีข้อมูลกำหนดแอดเดรสเฉพาะตัว โดยจะเก็บไว้ในหน่วยความจำรอมภายในอุปกรณ์สเลฟนั้นๆ โดยปกติอุปกรณ์บนบัสหนึ่งสายของบริษัทดัลลัสจะมีหน่วยความจำขนาด 64 บิต หรือ 8ไบต์สำหรับเก็บข้อมูลต่างๆที่สำคัญของตัวอุปกรณ์แต่ละตัว ซึ่งประกอบด้วย

1. รหัสประจำตระกูล จำนวน 8 บิต เช่น DS-1820 มีรหัสประจำตระกูล 10H
2. เลขหมายประจำตัว (Serial Number) จำนวน 48 บิต
3. รหัสตรวจสอบความผิดพลาด (CRC : Cyclical Check) 8 บิต

เราสามารถอ่านข้อมูลประจำตัวอุปกรณ์สเลฟได้ด้วยการใช้คำสั่งอ่านหน่อยความจำรอม (Read ROM) ในกรณีที่บนสายสัญญาณมีอุปกรณ์สเลฟเพียงตัวเดียวก็ไม่จำเป็นจะต้องอ้างแอดเดรสในการติดต่อ

รูปแบบการติดต่อบนระบบบัสหนึ่งสายจะเริ่มต้นขั้น เมื่ออุปกรณ์มาสเตอร์ทำการรีเซตและกำหนดแอดเดรสของอุปกรณ์ที่ทำการติดต่อ ถ้าหากมีอุปกรณ์สเลฟเพียงตัวเดียวสามารถข้ามขั้นตอนการติดต่อหน่วยความจำรอมในอุปกรณ์สเลฟ โดยการเรียนวิธีการดังกล่าวว่า "การไม่ติดต่อหน่วยความจำรอม หรือ สคริปรอม" จากนั้นก็จะรอการตอบรับจากอุปกรณ์สเลฟ เมื่อการตอบรับสมบูรณ์ก็จะสามารถเริ่มต้นขั้นตอนการอ่านหรือเขียนข้อมูลต่อไปได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.1.4คุณสมบัติของไทม์สล็อต

อุปกรณ์มาสเตอร์จะเป็นเพียงอุปกรณ์ตัวเดียวบนระบบบัสหนึ่งสายที่สามารถทำการอินนิเชียลสายสัญญาณได้ โดยอุปกรณ์มาสเตอร์จะกำเนิดจุดเริ่มต้นของไทม์สล็อตด้วยการทำให้สายสัญญาณเป็นลอจิกต่ำในช่วงเวลาหนึ่ง จากนั้นจะทำให้กลับเป็นลอจิกสูง ถ้าหากอุปกรณ์สเลฟต้องการทำการส่งข้อมูลมายังอุปกรณ์มาสเตอร์ อุปกรณ์สเลฟก็จะเป็นตัวควบคุมสถานะของสายสัญญาณต่อไปจนเสร็จสิ้นกระบวนการ แต่หากอุปกรณ์มาสเตอร์ต้องการทำการส่งข้อมูลก็จะสามารถดำเนินการต่อไปได้เลย

ฟังก์ชั่นของไทม์สล็อตที่กำหนดโดยอุปกรณ์มาสเตอร์มีด้วยกัน 4 ฟังก์ชั่นคือไทม์สล็อตของการรีเซต(Reset) การอ่านข้อมูล(Read Data) การเขียนข้อมูล"1" (Write One) และการเขียนข้อมูล"0" (Write Zero) ไทม์สล็อตของการรีเซตใช้ในการเริ่มต้นการติดต่อกับอุปกรณ์สเลฟ ส่วนไทม์สล็อตของการเขียนข้อมูล "1" และ "0" ใช้สำหรับการเขียนข้อมูลไปยังอุปกรณ์สเลฟผ่านทางสายสัญญาณของระบบ

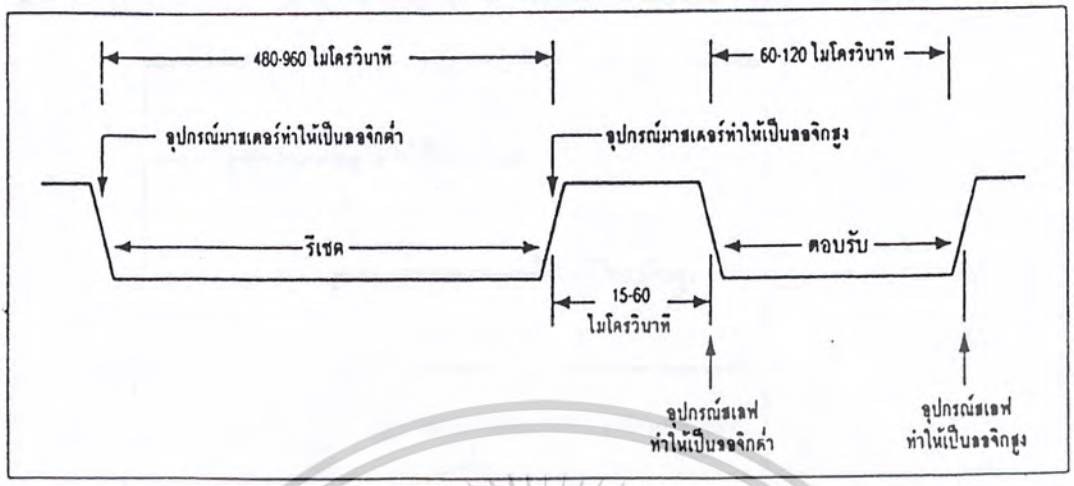
ทางด้านด้านอุปกรณ์สเลฟมีฟังก์ชั่นของไทม์สล็อตอยู่ทั้งสิ้น 3 ฟังก์ชั่นคือ ไทม์สล็อตของการตอบสนอง (Presence) เขียนข้อมูล "1" (Write Zero) ไทม์สล็อตของการตอบสนองการติดต่อจากอุปกรณ์มาสเตอร์ โดยอุปกรณ์สเลฟตัวที่ถูกเลือกจากอุปกรณ์มาสเตอร์จะต้องส่งสัญญาณการตอบสนองลงบนสายสัญญาณเพื่อแจ้งอุปกรณ์รับทราบว่าขณะนี้สามารถติดต่อกันได้แล้ว ส่วนไทม์สล็อตการเขียนข้อมูล "1" และ "0" ใช้สำหรับส่งข้อมูลไปยังอุปกรณ์มาสเตอร์ผ่านทางสัญญาณของระบบ ซึ่งจะสัมพันธ์กับไทม์สล็อตของการอ่านข้อมูลของอุปกรณ์มาสเตอร์

การแยกแยะแต่ละฟังก์ชั่นของไทม์สล็อตจะใช้ความยาวของคาบเวลาและลักษณะของรูปสัญญาณเป็นตัวกำหนด และทุกครั้งที่ทำการเปลี่ยนแปลงฟังก์ชั่นต้องทำให้สายสัญญาณอยู่ในสภาวะว่างเสมอ ซึ่งก็คือการทำให้สายสัญญาณเป็นลอจิกสูงเป็นเวลาอย่างน้อยเป็นเวลา 1ไมโคร–วินาที

- ไทม์สล็อตการรีเซตและตอบสนอง

อุปกรณ์มาสเตอร์ทำให้เกิดการรีเซตบนสายสัญญาณเพื่อแจ้งแก่อุปกรณ์สเลฟโดยการทำให้สายสัญญาณเป็นลอจิกจฃต่ำต่อเนื่องอย่างน้อย 480 ไมโครวินาทีจะต้องทำให้สายสัญญาณกลับมาเป็นลอจิกสูงภายใน 480 ไมโครวินาทีหลังจากนั้น ถ้าหากอุปกรณ์สเลฟต่ออยู่บนสายสัญญาณ จะมีการตอบสนองสัญญาณรีเซตนั้นด้วยการตอบสนอง (Presence) โดยจะทำให้สายสัญญาณเป็นลอจิกต่ำต่อเนื่องนานเป็นเวลาประมาณ 60-240 ไมโครวินาที หลังจากสัญญาณรีเซตปรากฏประมาณ 15-60 ไมโครวินาที ดังแสดงในรูปที่ 3.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

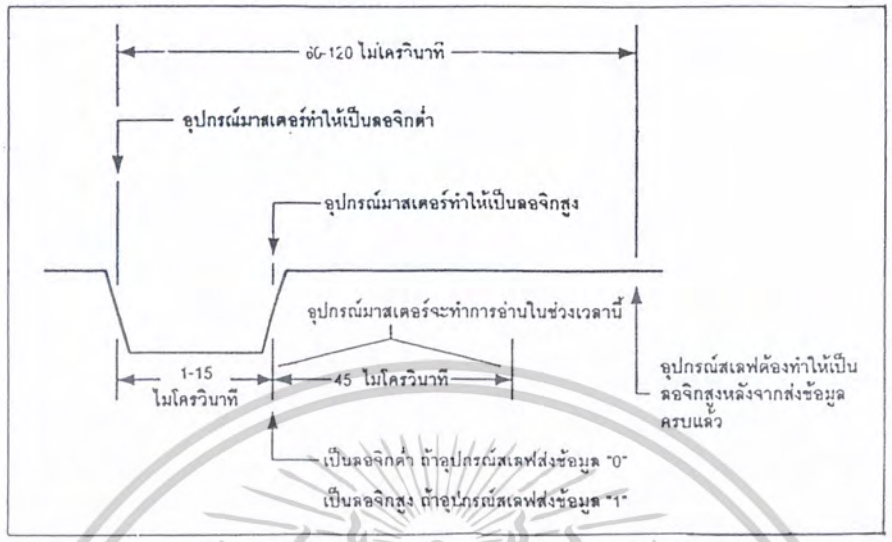



**รูปที่** 3.1 ไทม์สล็อตการรีเซตและการตอบสนองของอุปกรณ์บนระบบบัสหนึ่งสาย

- ไทม์สล็อตการอ่านข้อมูลของอุปกรณ์และการเขียนข้อมูลของอุปกรณ์สเลฟ

เมื่อต้องการอ่านข้อมูลจากอุปกรณ์สเลฟ อุปกรณ์มาสเตอร์จะทำให้สายสัญญาณเป็นลอจิกต่ำประมาณ 1 – 15 ไมโครวินาที จากนั้นต้องทำให้สายสัญญาณกลับมาเป็นลอจิกสูง อุปกรณ์ สเลฟจะส่งข้อมูลมาให้กับอุปกรณ์มาสเตอร์โดยถ้าหากข้อมูลเป็น “0” อุปกรณ์สเลฟจะทำให้สายสัญญาณเป็นลอจิกต่ำนานประมาณ 45 ไมโครวินาที แล้วทำให้สายสัญญาณเป็นลอจิกสูงอีกครั้ง แต่ถ้าหากข้อมูลเป็น “1” อุปกรณ์สเลฟจะทำให้สายสัญญาณเป็นลอจิกสูงต่อเนื่องไปอีก 45 ไมโครวินาที รวมเวลาทั้งหมดในไทม์สล็อตนี้ใช้เวลาทั้งหมดประมาณ 60-120 ไมโครวินาที นั่นคือในไทม์สล็อตนี้จะต้องใช้เวลารวมไม่เกิน 120 ไมโครวินาที ในขณธที่อุปกรณ์มาสเตอร์ใช้เวลาในการอ่านข้อมูลอยู่ระหว่าง 15 และ 60 ไมโครวินาทีหลังจากไทม์สล็อตนี้ ในรูปที่ 3.2 แสดงรูปสัญญาณของไทม์สล็อตการอ่านข้อมูลจากอุปกรณ์มาสเตอร์ ซึ่งจะมีลักษณะเช่นเดียวกับการเขียนข้อมูลของอุปกรณ์สเลฟ และไทม์สล็อตทั้งสองจะเกิดขึ้นในช่วงเวลาเดียวกัน กล่าวคือเมื่ออุปกรณ์มาสเตอร์อ่าน อุปกรณ์สเลฟก็จะทำการเขียนข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

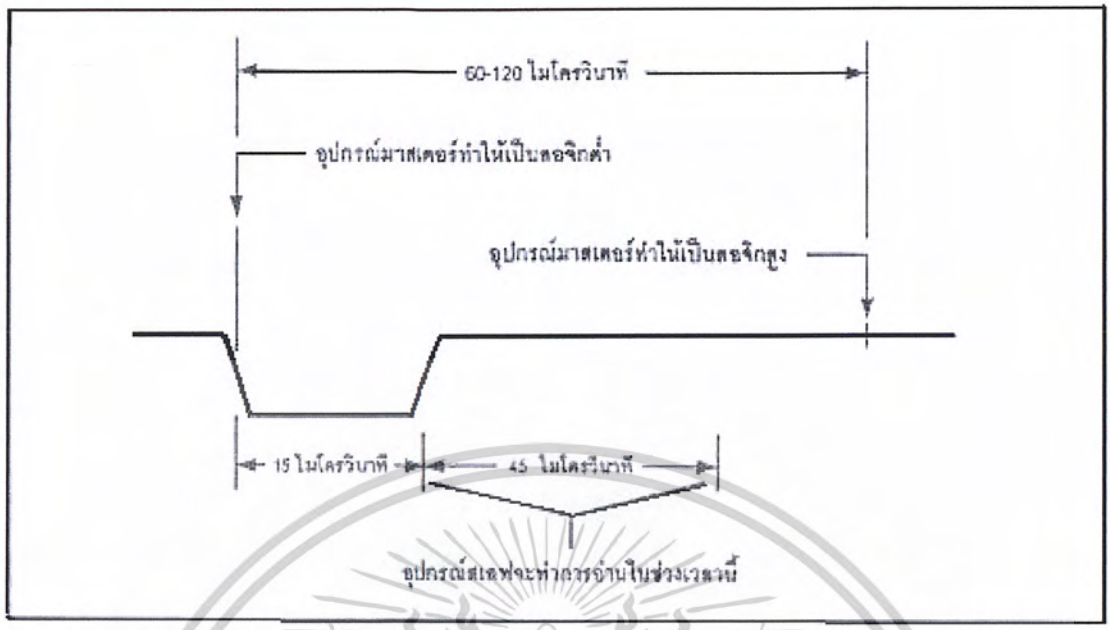



**รูปที่ 3.2 ไทม์สล็อตของการอ่านข้อมูลของอุปกรณ์มาสเตอร์**
**และไทม์สล็อตของการเขียนข้อมูลของอุปกรณ์สเลฟ**

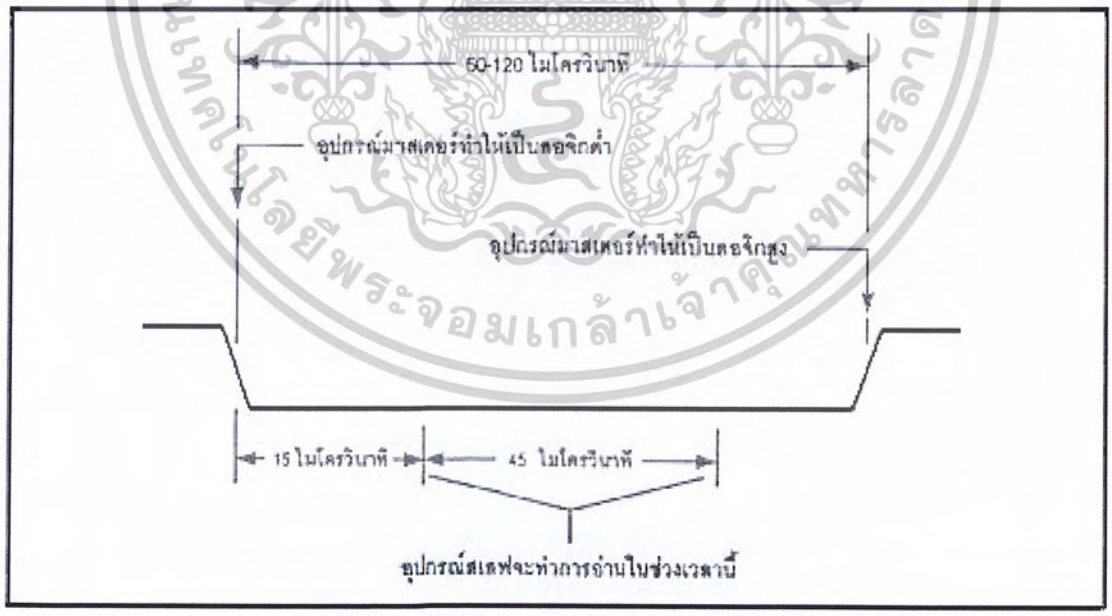
- ไทม์สล็อตการเขียนข้อมูลของอุปกรณ์มาสเตอร์

เมื่ออุปกรณ์มาสเตอร์ต้องการทำการเขียนข้อมูล อุปกรณ์มาสเตอร์จะทำให้สัญญาณเป็นลอจิกต่ำประมาณ 1- 15ไมโครวินาทีจากนั้นต้องทำให้สถานะของสายสัญญาณกลับมาเป็นสถานะลอจิกสูง แล้วดำเนินการเขียนข้อมูลได้ทันที ถ้าหากข้อมูลที่ต้องการเขียนไปยังอุปกรณ์สเลฟเป็น "0" อุปกรณ์มาสเตอร์จะทำให้สายสัญญาณเป็นลอจิกต่ำประมาณ 45 ไมโครวินาที แล้วทำให้สายสัญญาณกลับมาสู่สภาวะลอจิกสูงอีกครั้ง แต่ถ้าหากอุปกรณ์มาสเตอร์ต้องการเขียนข้อมูล "1" อุปกรณ์มาสเตอร์จะต้องทำให้สายสัญญาณมีสถานะเป็นลอจิกสูงเป็นเวลานาน 45 ไมโครวินาที รวมเวลาทั้งหมดแล้วในไทม์สล็อตนี้ประมาณ 60-120 ไมโครวินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่** 3.3 แสดงไทม์สล็อตของการเขียนข้อมูล"1"ของอุปกรณ์มาสเตอร์
ซึ่งตรงกับไทม์สล็อตการอ่านข้อมูลของอุปกรณ์สเลฟ




**รูปที่** 3.4 แสดงไทม์สล็อตของการเขียนข้อมูล "0"ของอุปกรณ์มาสเตอร์
ซึ่งตรงกับไทม์สล็อตการอ่านข้อมูลของอุปกรณ์สเลฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.1.5คุณสมบัติของไอซีตรวจสอบอุณหภูมิ DS-1820

-สามารถวัดอุณหภูมิสภาพแวดล้อมได้ตั้งแต่ –55 ถึง +125 องศาเซลเซียส ความละเอียด 0.5 องศาเซลเซียส หรือวัดอุณหภูมิตั้งแต่ –67 ถึง +257 องศาฟาเรนไฮน์

- สามารถอ่านข้อมูลของอุณหภูมิในรูปแบบของข้อมูลดิจิตอล ขนาด9 บิต

- ใช้เวลาในการแปลงอุณหภูมิเป็นข้อมูลดิจิตอลเพียง 200 มิลลิวินาที

- ต้องการสายสัญญาณหรือช่องทางการถ่ายทอดข้อมูลเพียง 1ช่องสัญญาณ (1บิต) เท่านั้นทำให้ระบบโดยรวมมีขนาดเล็ก

- สามารถต่อ DS -1820 และอุปกรณ์ชนิดอื่นมากกว่าหนึ่งตัวบนช่องสัญญาณเดียวกันก็ได้ โดยการทำงานจะเป็นอิสระไม่รบกวนซึ่งกันละกัน ทั้งนี้เนื่องจาก DS-1820 แต่ละตัวจะมีประจำตัว (Unique Silicon Serial Number) ที่ใช้ในการสื่อสารในระบบสื่อสารแบบหนึ่งสายฝังไว้ในตัวชิพแต่ละตัวนั่นเอง

- ไม่ต้องการอุปกรณ์ภายนอกเพิ่มเติม (นอกจากการต่อตัวตานทานเพื่อพูลอัพที่ขาข้อมูล) จึงทำให้ความคลาดเคลื่อนของระบบเนื่องจากอุปกรณ์ภายนอกและการต่อวงจรลดลงอย่างมาก

- ใช้พลังงานในโหมดสแตนซ์บายต่ำมาก

- DS -1820 เป็นอุปกรณ์ที่ถูกบรรจุในรูปแบบของไอซี จึงมีผลความผิดพลาดอันเนื่องจากสิ่งรบกวนภายนอกน้อยมาก

- ต้นทุนโดยรวมของระบบต่ำกว่าเมื่อนำไปเปรียบเทียบกับระบบที่ใช้อุปกรณ์ตรวจสอบอุณหภูมิชนิดอื่นต่อร่วมกับอุปกรณ์ภายนอก

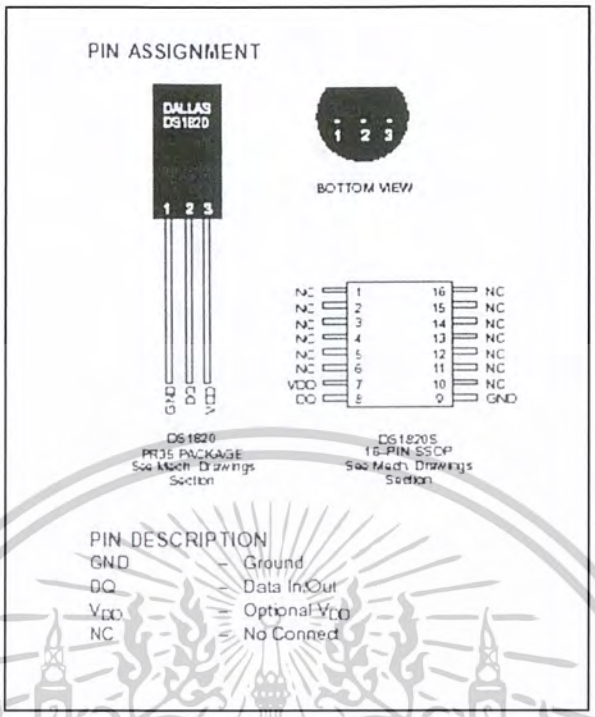
- มีขนาดที่เล็กกระทัดรัด ทำให้ระบบโดยรวมเล็กลง สะดวกการเคลื่อนย้าย

- เมื่อระบบมีปัญหาสามารถตรวจสอบหาปัญหาที่เกิดขึ้นได้ง่ายและรวดเร็ว

| ขาที่ แบบSSOP | ขาที่ แบบ PR35 | สัญลักษณ์ | รายละเอียด |
|---|---|---|---|
| 9 | 1 | GND | ต่อกราวด์ของระบบ |
| 8 | 2 | DQ | ใช้เป็นขารับ-ส่งข้อมูลที่เป็นคำสั่งและข้อมูลของอุณหภูมิ |
| 7 | 3 | VCC | ต่อกับไฟเลี้ยงของระบบ 5 โวลต์ |

**ตารางที่** 3.1 ตำแหน่งขาต่างๆของ DS-1820

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่** 3.5 แสดงลักษณะไอซีตรวจสอบอุณหภูมิ DS-1820

### 3.1.6 **คำสั่งควบคุมการทำงานของ**DS-1820

ในการติดต่อกับ DS-1820 จำมีคำสั่งที่ต้องส่งให้แก่ DS-1820 เพื่อกำหนดรูปแบบการทำงาน คำสั่งที่นิยมใช้มากที่สุดมีด้วยกัน 3 คำสั่งต่อไปนี้

-คำสั่งที่ไม่ติดต่อกับหน่อยความจำรอม หรือสคริปรอม (Skip ROM) เนื่องจากในการใช้งาน DS-1820 โดยปกติแล้วจะมี DS-1820 อยู่ในระบบเพียง 1ตัวเท่านั้นจึงไม่มีความจำเป็นจะต้องกำหนดแอดเดรสในการติดต่อ ดังนั้นในกรณีนี้สามารถข้ามการติดต่อกับรอมเพื่ออ่านข้อมูลได้ ข้อมูลของคำสั่งสคริปรอมที่ต้องการส่งให้ DS-1820 คือ 0CCH

-คำสั่งแปลงอุณหภูมิ (Convert Temperature) มีรหัสคำสั่งเป็น 044H เมื่อทำการส่งคำสั่งนี้ให้แก่ DS-1820 แล้วจะต้องทำการวนลูปเพื่อรอการแปลงอุณหภูมิอย่างน้อง 200 มิลลิวินาที เพื่อให้ DS-1820 ได้ใช้เวลาในการแปลงค่าอุณหภูมิเป็นข้อมูลดิจิตอลมาเก็บไว้ในหน่วยความจำสแครตซ์แพด

-คำสั่งอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำสแครตซ์แพด (Read Scratchpad) มีรหัสคำสั่งเท่ากับ OBEH หลังจาก DS-1820 ได้รับคำสั่งนี้ก็จะทยอยทำการส่งข้อมูลค่าอุณหภูมิออกมาทั้งหมด 9 ไบต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| ขั้นตอนที่ | สถานะของอุปกรณ์มาสเตอร์ | ข้อมูลหรือสภาวะ | รายละเอียด |
|---|---|---|---|
| 1 | ตัวส่ง | รีเซต | สร้างสัญญาณรีเซต |
| 2 | ตัวรับ | ตอบรับ | รอการตอบรับจาก DS-1820 |
| 3 | ตัวส่ง | 0CCH | ส่งคำสั่ง Skip ROM |
| 4 | ตัวส่ง | 044H | คำสั่งเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ |
| 5 | ตัวรับ | ข้อมูล 1 ไบต์ | อ่านแฟลก BUSY 8 ครั้ง |
| 6 | ตัวส่ง | รีเซต | สร้างสัญญาณรีเซต |
| 7 | ตัวรับ | ตอบรับ | รอการตอบรับจาก DS-1820 |
| 8 | ตัวส่ง | 0CCH | ส่งคำสั่ง Skip ROM |
| 9 | ตัวส่ง | 0BEH | คำสั่งอ่านค่าจากสแครตซ์แพด |
| 10 | ตัวรับ | ข้อมูล 9 ไบต์ | อ่านค่าอุณหภูมิจากสแครตซ์แพด |
| 11 | ตัวส่ง | รีเซต | สร้างสัญญาณรีเซต |
| 12 | ตัวรับ | ตอบรับ | รอการตอบรับจาก DS-1820 |

**ตารางที่** 3.2 สรุปขั้นตอนการติดต่อกับ DS-1820 โดยอุปกรณ์มาสเตอร์คือ MCS-51

## 3.2ไอซีสร้างฐานเวลาจริงหรือรีลไทม์คล็อก (Real Time Clock :RTC) DS-1307

ไอซีสร้างฐานเวลาจริงหรือรีลไทม์คล็อก (Real Time Clock: RTC) มีหน้าที่ในการสร้างฐานเวลาจริงให้แก่ระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ โดย DS-1307 จะให้ข้อมูลเกี่ยวกับเวลาทั้งหมด ตั้งแต่วินาที นาที ชั่วโมง วันที่ วันในสัปดาห์ เดือน ปี โดยสามารถปรับวัน เดือน และปี ให้ตรงตามปฏิทินได้อย่างถูกต้อง รวมถึงการกำหนดวันในปีอธิกสุทินได้ด้วย

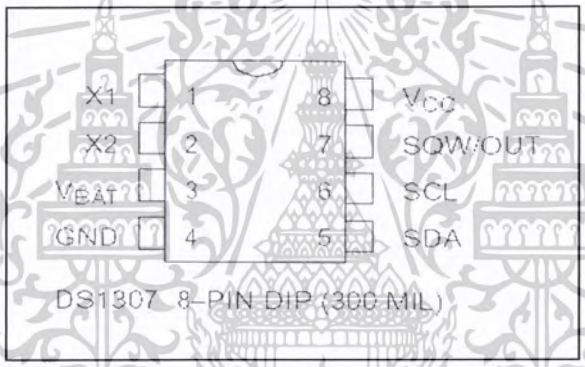
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.2.1 คุณสมบัติทางด้านเทคนิคที่สำคัญ

- เป็นรีลไทม์คล็อกที่ให้ข้อมูลตั้งแต่วินาทีจนถึงปี รวมถึงการปรับวัน เดือน และปีให้ตรงตามปฏิทินได้อย่างถูกต้องสามารถให้ข้อมูลของเวลาได้อย่างเที่ยงตรงปีคริสตศักราช 2100
- มีหน่วยความจำนอนโวลาไทม์แรม 56 ไบต์อยู่ภายในสามารถใช้เก็บข้อมูลทั่วไปได้
- ใช้การเชื่อมต่อแบบระบบบัส $I^2C$
- มีวงจรตรวจจับไฟเลี้ยงต่ำหรือหายไปอย่างอัตโนมัติสามารถรักษาข้อมูลเวลาได้ แม้ไม่มีไฟเลี้ยง(ต้องต่อแบตเตอรี่ไว้ในวงจร)

### 3.2.2 รายละเอียดขาต่อใช้งานของ DS-1307

จากรูปที่ 3.6 แสดงการจัดตำแหน่งขาของ DS-1307 โดยแต่ละขามีหน้าที่และการใช้งานดังต่อไปนี้




**รูปที่ 3.6** แสดงการจัดขาของไอซี DS-1307

Vcc (ขา8) ต่อกับไฟเลี้ยงของระบบ +5โวลท์

GND (ขา4) ต่อกับกราวด์ของระบบ

$V_{BAT}$ (ขา3) ต่อกับแบตเตอรี่ขนาด 3 โวลท์ เพื่อรักษาการทำงานของการสร้างวงจรสร้างฐานเวลาของ DS-1307 ให้คงอยู่ต่อไป แม้ว่าไม่มีเลี้ยงจ่ายให้แก่ DS-1307 ชนิดของแบตเตอรี่ ที่เหมาะสมคือ แบตเตอรี่แบบลิเธียม ซึ่งมีความจุ 40 mAhr หรือมากกว่า

SDA (ขา5) เป็นขาสำหรับรับ-ส่งข้อมูลระบบบัส $I^2C$

SCL (ขา6) เป็นขาสำหรับกำหนดจังหวะการรับ-ส่งข้อมูลระบบบัส $I^2C$

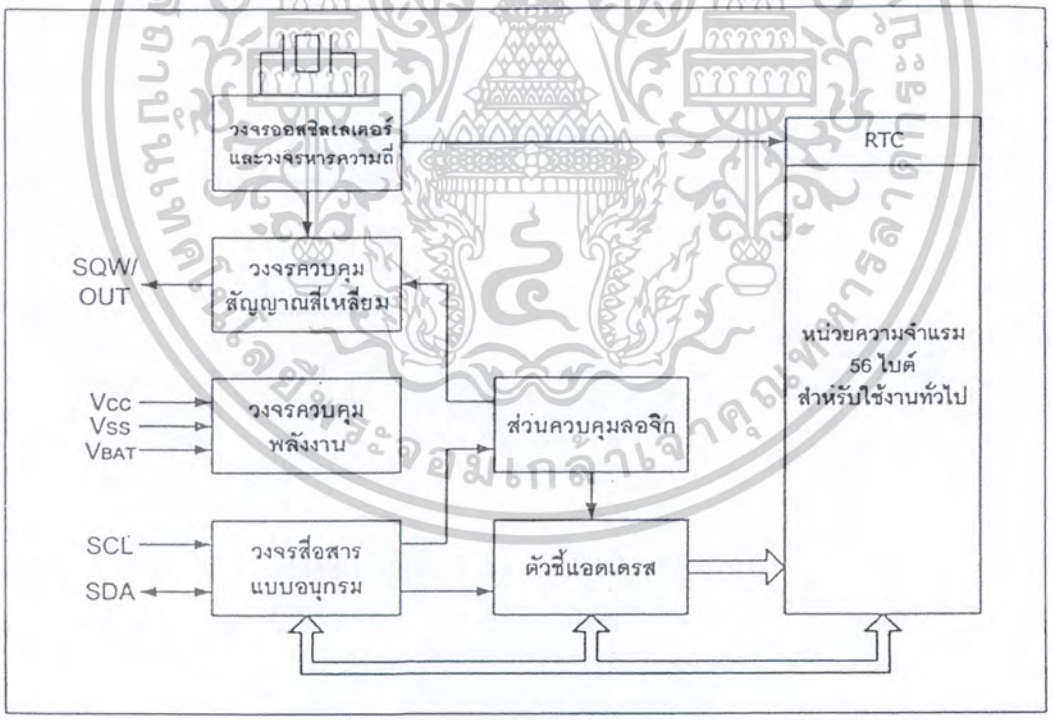
SQW/OUT (ขา7) ที่ขานี้จะมีสัญญาณรูปสี่เหลี่ยมส่งออกมา โดยสามารถเลือกความถี่ได้ 1 Hz , 4.096KHz , 8.192KHz และ 32 KHz ในการใช้งานต้องต่อตัวตานทาน 1 กิโลโอห์มพูลอัปที่ขานี้ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

X1,X2 (ขา12) ใช้ต่อกับคริสตอลความถี่มาตรฐาน 32.768 KHz เพื่อใช้เป็นฐานเวลาในการสร้างเวลาในการสร้างค่าเวลาจริง ในการใช้งานจะต้องต่อคริสตอลเข้ากับขาทั้งสองนี้และต้องต่อร่วมกับตัวเก็บประจุค่าต่ำๆประมาณ 15 pF คร่อมกับขากราวด์

### 3.2.3 การทำงานของ DS-1307

ไอซี DS-1307 จัดการเชื่อมต่อในรูปแบบบัส $I^2C$ โดยจะทำงานเป็นอุปกรณ์สเลฟเสมอ ดังนั้นการติดต่อเพื่อใช้งานจึงต้องกำหนดรูปแบบตามที่กำหนดไว้ในการติดต่อแบบ $I^2C$ ในรูปที่ 3.7 แสดงส่วนประกอบหลักที่สำคัญของ DS-1307 วงจรออสซิลเลเตอร์จัดเป็นหัวใจสำคัญหลักของไอซี เนื่องจากเป็นจุดเริ่มของการสร้างสัญญาณพัลส์สี่เหลี่ยมออกมาตลอกเวลาในกรณีที่มีการอีนาเบิลวงจรกำเนิดสัญญาณพัลส์ที่รีจีสเตอร์ควบคุม ค่าความถี่ของสัญญาณนาฬิกานี้สามารถเลือกได้ 4 ค่า คือ 1 Hz , 4.096KHz , 8.192KHz และ 32 KHz พร้อมกันนั้นก็จะทำการเก็บค่าของเวลาไว้ในหน่วยความจะแบบนอนโวลาไทม์แรมที่มีขนาด 64 ไบต์ แต่ถูกจัดเก็บไว้ให้เก็บข้อมูลเวลา 8 ไบต์ และสำหรับเป็นหน่วยความจำเก็บข้อมูลทั่วไปอีก 56 ไบต์




**รูปที่**3.7 แสดงโครงสร้างภายในของไอซีเรียลไทม์คล็อกเบอร์ DS-1307

วงจรสื่อสารอนุกรมภายใน DS-1307 ได้รับการกำหนดให้ทำงานตามรูปแบบของบัส $I^2C$ เป็นช่องการสื่อสารระหว่าง DS-1307 กับอุปกรณ์มาสเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.2.4 การจัดสรรหน่วยความจำของ DS-1307

ในรูปที่ 3.8(ก) แสดงการจัดสรรพื้นที่หน่วยความจะภายใน DS-1307 พื้นที่ 7 ไบต์แรก ตั้งแต่แอดเดรส 00H – 06H เป็นพื้นที่ของรีจิสเตอร์ค่าเวลาใช้เก็บข้อมูลเกี่ยวกับเวลา ไบต์ต่อมาที่แอดเดรส 07 H เป็นพื้นที่ของรีจีสเตอร์ควบคุมการทำงานของ DS-1307 ส่วนในรูปที่ 3.8 (ข) แสดงรายละเอียดของรีจีสเตอร์ค่าเวลาและรีจีสเตอร์ควบคุมของ DS-1307

ด้วยการจัดสรรพื้นที่หน่วยความจำรูปแบบนี้ทำให้ผู้ใช้งานสามารถเรียนดูข้อมูลของเวลาที่ออกมาได้ตามต้องการ โดยไม่จำเป็นจะต้องอ่านออกมาทั้งหมดก็ได้ ค่าของเวลาทั้งหมดจะถูกเก็บอยู่ในเลขฐานสิบ

**รูปที่ 3.8** (ก) การจัดสรรหน่วยความจำแรมภายใน DS 1307

(ข) รายละเอียดของรีจิสเตอร์เก็บค่าเวลาและรีจิสเตอร์ควบคุมของ DS 1307

### 3.2.5 รีจีสเตอร์ควบคุม

มีแอดเดรสอยู่ที่ 07 H โดยมีรายละเอียดในแต่ละบิตดังต่อไปนี้

- OUT (Output Control) ใช้ในการควบคุมระดับลอจิกที่ขา SQW/OUT ในกรณีที่ทำการดิสเอเบิลการกำเนิดสัญญาณสี่เหลี่ยม โดยถ้าบิตนี้เป็น “1” ที่ขา SQW/OUT ก็จะเป็น “1” โดยถ้าบิตนี้เป็น “0” ที่ขา SQW/OUT ก็จะเป็น “0”

- SQWE (Square Wave Enable) ใช้ในการอีนาเบิลวงจรกำเนิดสัญญาณที่ขา SQW/OUT ถ้าหากต้องการให้มีสัญญาณสี่เหลี่ยมออกมาให้กำหนดให้บิตนี้เป็น “1”

- RS1,RS0 (Rate Select) ใช้ในการเลือกความถี่ของสัญญาณสี่เหลี่ยมที่ออกจากขา SQW/OUT มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

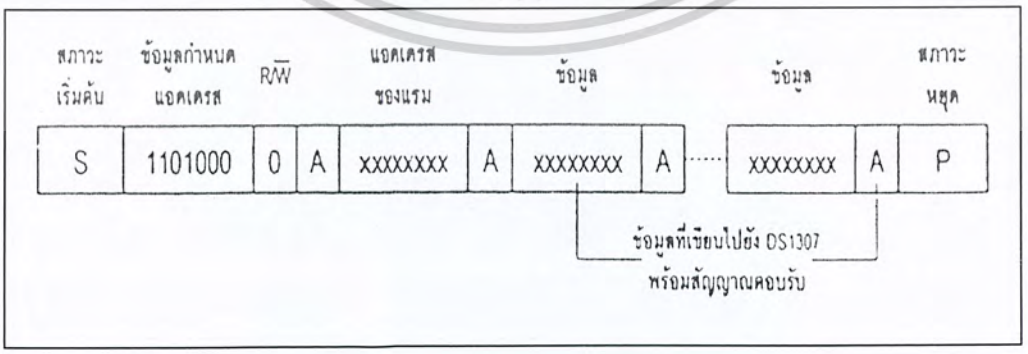
| RS1 | RS0 | ความถี่ของสัญญาณ |
|---|---|---|
| 0 | 0 | 1 Hz |
| 0 | 1 | 4.096 KHz |
| 1 | 0 | 8.192 KHz |
| 1 | 1 | 32.768 KHz |

### 3.2.6 โหมดการทำงานของ DS-1307

โหมดการทำงานของ DS-1307 มีด้วยกัน 2 โหมด คือ โหมดการเขียนข้อมูล และโหมดการอ่านข้อมูล ในการใช้งาน DS-1307 ตามปกติจะใช้งานในโหมดการอ่านข้อมูลเท่านั้น เนื่องจากไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำงานติดต่อกับ DS-1307 เพื่อทำการอ่านข้อมูลของเวลาไปใช้งาน โหมดการเขียนข้อมูลจะถูกใช้ก็ต่อเมื่อต้องการตั้งค่าเวลาใหม่และต้องการเขียนข้อมูลลงในหน่วยความจำใช้งานทั่วไป อย่างไรก็ตามเพื่อเริ่มต้นติดต้อกับ DS-1307 จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องเข้าสู่โหมดการเขียนข้อมูลก่อนเพื่อกำหนดแอดเดรสที่ต้องการอ่านขิอมูล จากนั้นจึงค่อยเปลี่ยนการทำงานมาสู่โหมดการอ่านข้อมูลต่อไป

**-โหมดการเขียนข้อมูล**

มีรูปแบบดังแสดงในรูปที่ 3.9 เริ่มต้นเมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์ทำการกำหนดสภาวะเริ่มต้น (START : S) จากนั้นทำการส่งข้อมูลกำหนดแอดเดรส 1101000 ตามด้วยข้อมูลเลือกการเขียน นั้นคือค่า "0" จากนั้นรอการตอบรับจาก DS-1307 ขั้นตอนต่อมาคือ ส่งข้อมูลเพื่อเลือกแอดเดรสที่ต้องการเขียน จากนั้นรอการตอบรับจาก DS-1307 เมื่อมีการตอบรับมาเป็นที่เรียบร้อยแล้ว จะหยุดรอการตอบรับจาก DS-1307 ทุกครั้งจึงสามารถเขียนข้อมูลต่อไปได้ เมื่อเขียนเรียนร้อยแล้วก็จะส่งสภาวะหยุด (STOP : P) เป็นอันว่าสิ้นสุดกระบวนการเขียนข้อมูลเข้าสู่ DS-1307

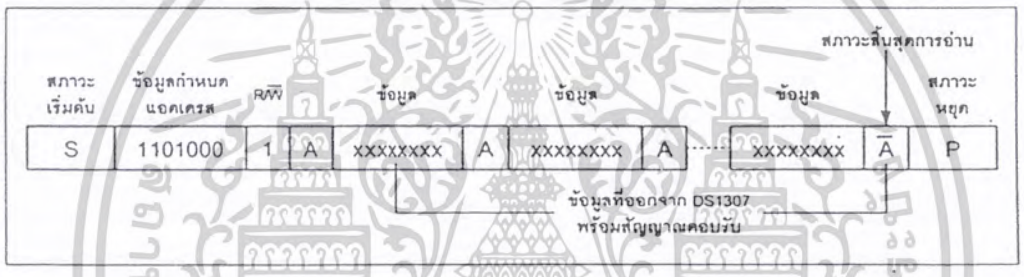



**รูปที่** 3.9 รูปแบบของข้อมูลสำหรับติดต่อกับ DS1307 ในโหมดการเขียนข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**-โหมดการอ่านข้อมูล**

มีรูปแบบดังแสดงไว้ในรูปที่ 3.10 เริ่มต้นการทำงานเหมือนกับโหมดการเขียนข้อมูล คือ ไมโครคอนโทรลเลอร์จะกำหนดสภาวะเริ่มต้นแล้วส่งข้อมูลกำหนดแอดเดรสและตามด้วยข้อมูลการอ่านซึ่งเท่ากับ 1 จากนั้นรอการตอบรับจาก DS-1307 เมื่อตอบรับเรียบร้อยแล้ว DS-1307 จะทยอยส่งข้อมูลออกมาให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์คราวละ 1 แอดเดรส หรือ 1 ไบต์ โดยแอดเดรสที่เลือกอ่านข้อมูลจะต้องมีการกำหนดมาก่อนล่วงหน้าด้วยโหมดการเขียนข้อมูลวิธีง่ายๆคือ เข้าสู่โหมดการเขียนข้อมูลก่อน แต่เมื่อถึงจังหวะการเขียนข้อมูลให้ทำการสร้างสภาวะการเริ่มต้นและส่งข้อมูลกำหนดแอดเดรสใหม่อีกครั้งตามด้วยโหมดการอ่านข้อมูล ข้อมูลที่อ่านออกมาจาก DS-1307 จะเป็นข้อมูล ณ แอดเดรสที่มีการกำหนดไว้ก่อนหน้านี้

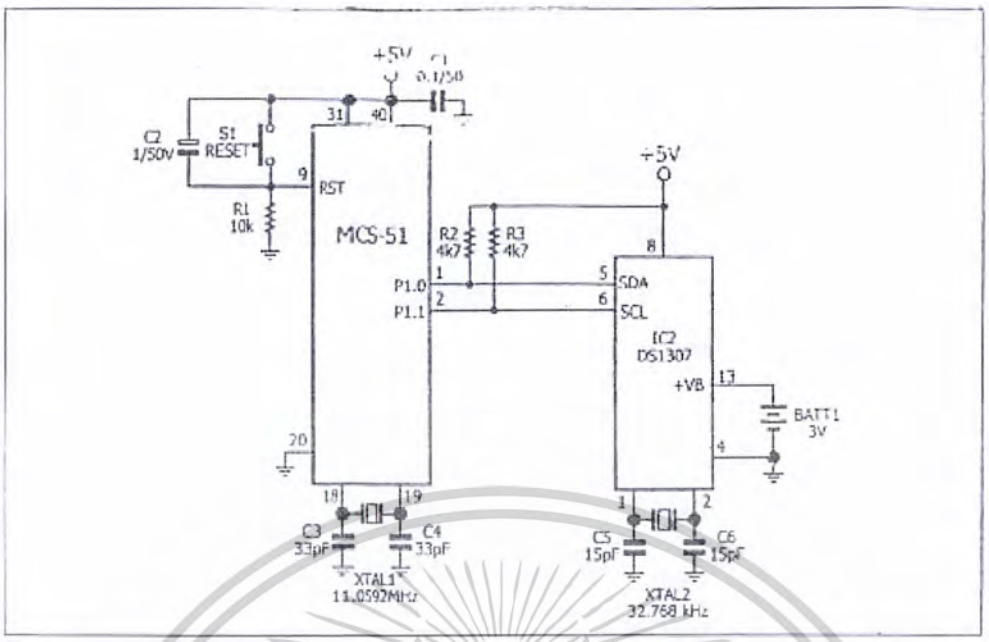



**รูปที่ 3.10 แสดงรูปแบบของข้อมูลสำหรับการติดต่อกับ DS-1307 ในโหมดการอ่านข้อมูล**

## 3.2.7 การเชื่อมต่อข้อมูล DS-1307 กับไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

วงจรตัวอย่างในรูปที่3.11 แสดงให้เห็นถึงการเชื่อมต่อ DS-1307 เข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งจะมีลักษณะเหมือนกับอุปกรณ์บนบัส $I^2C$ ทุกประการ และสามารถที่จะต่อไอซีร่วมกันบนสาย SDA และ SCL ได้โดยอุปกรณ์ที่ต่ออยู่บนระบบบัส $I^2C$ จะต้องเป็นอุปกรณ์ที่มีความแตกต่างทางหน้าที่การงาน จากวงจรในรูปที่ 3.11 ไอซี DS-1307 จำเป็นจะต้องต่อแบตเตอรี่ไว้ตลอดเวลาไม่ว่าจะใช้งานหรือไม่ก็ตาม ทั้งนี้เพื่อรักษาการทำงานของวงจรภายใน DS1307 ให้ยังคงทำงานต่อเนื่องไปเมื่อใดที่ไมโครคอนโทรลเลอร์ต้องการอ่านข้อมูล ก็จะได้ข้อมูลเวลาที่เป็นจริงตลอดเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่** 3.11 แสดงการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ร่วมกับ DS-1307

## 3.3 วงจรการสร้างสัญญาณกระตุ้น

### 3.3.1การสร้างสัญญาณทริกเกอร์

ไอซี TCA 785 ใช้ในการควบคุมลำดับของการทริกซึ่งมีวงจรหลัก คือวงจรการควบคุมแรงดันภายใน (Vref) ดังนั้นแหล่งจ่ายไฟที่จ่ายให้ TCA 785 สามารถรับแรงดันได้ในช่วง คือ 8 -18 V โดยขา 1 จะต่องกราวด์ และขา 16 ต่อ Supply 15 V เมื่อไม่มีโหลดจะกินกระแสประมาณ 10 mA ที่ขา 8 จะต่อ Capacitor และต่อกราวน์ เพื่อป้องกันสัญญาณรบกวนสัญญาณซิงโครไนซ์เซชั่น (Synchronization) ซึ่งจะนำแรงดันไฟสลับ จากเฟสภายนอกที่ต้องการควบคุม ที่ต่อผ่านตัวต้านทาน 220 KΩ เพื่อลดแรงดัน 220 V ต่อเข้ามาทางขา 5 สัญญาณจะผ่านซีโร่ดีเทคเตอร์ (Zero Detector) เพื่อส่งสัญญาณฟันเลื่อย (Saw Tooth) อีกส่วน คือ ตัวควบคุมแหล่งจ่ายกระแสตรงโดยตัวต้านทานภายนอกปรับค่าได้แบบเกือกม้าขนาด 100 KΩ ต่อเข้าที่ขา9เป็นตัวปรับกระแส และต่อตัวคาปาซิเตอร์กับขา 10 ขนาด 100 nF เป็นตัวชาร์จให้เป็นเชิงเส้น ตัวต่อต้านทาน และคาปาซิเตอร์ที่ขา 9,10 จะทำหน้าที่เป็น RC Network ใช้กำหนดความชันของสัญญาณฟันเลื่อน ซึ่งจะต้องใช้ในการเปรียบเทียบค่าแรงดันไฟตรงจากภายนอกที่มาจากวงจรควบคุมที่ขา11 นั่นคือแรงดันที่ขา 11 จะไปตัดกับสัญญาณสามเหลี่ยมที่ขา 10 ซึ่งสัญญาณเอาท์พุทที่ออกมาจะเป็นพัลส์ขนาดความกว้างเท่าขนาดช่วงตัดยอดสัญญาณสามเหลี่ยม ซึ่งเป็นสัญญาณทริกเกอร์ที่ขา 14 และขา 15 ซึ่งเราสามารถสร้างสัญญาณทริกตั้งแต่ 0-180 องศาโดยปรับแรงดันที่ขา 11 ซึ่งถ้าปรับ

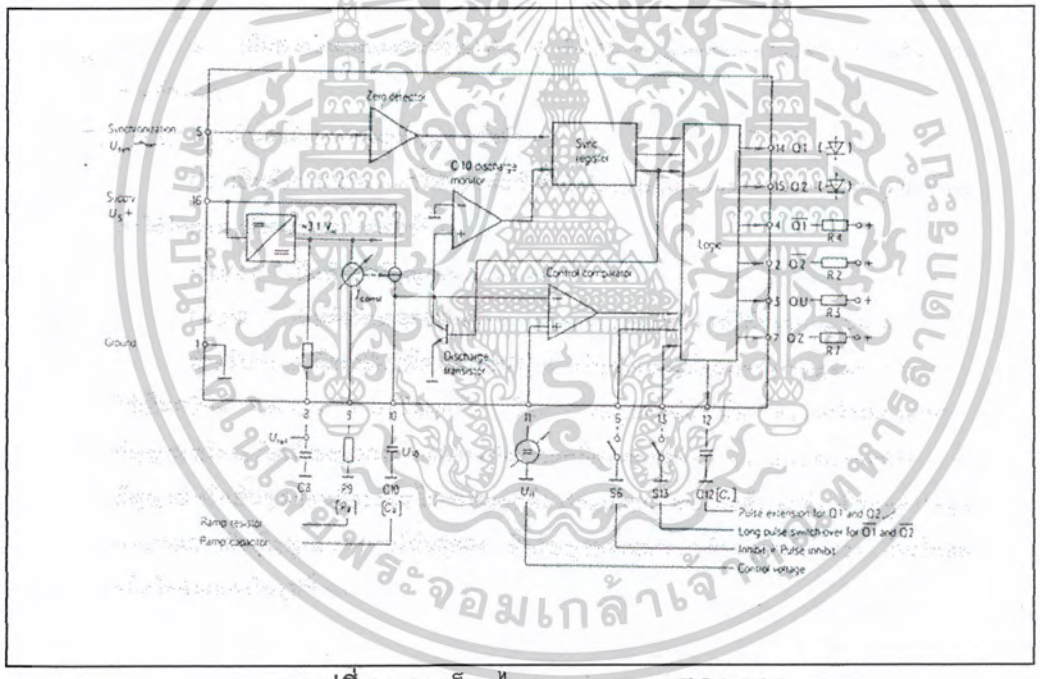
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แรงดันต่ำ พัลส์ที่ได้จะเริ่มต้นเข้าใกล้ 0 องศา หรือถ้าปรับแรงดันให้สูงโดยปรับเพียงปลายยอดของสัญญาณพัลส์ที่ได้จะเริ่มต้นเข้าใกล้ 180 องศา

จะเห็นว่าสัญญาณควบคุมแรงดัน (Control Voltage) ที่ขา 11ตัดกับสัญญาณฟันเลื่อย ที่ขา 10 พัลส์เอาท์พุทที่ได้จะมีความกว้างเท่ากับช่วงตัดสัญญาณ ซึ่งเราสามารถลดขนาดความกว้างของพัลส์ลงได้โดยค่ามุมทริกไม่เปลี่ยนแปลงซึ่งทำได้โดยปรับค่าคาปาซิเตอร์ที่ขา 12 ซึ่งขนาดพัลส์จะได้ขนาดตามตารางที่4.1

| C12(pf) | 0 | 150 | 220 | 330 | 500 | 1000 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Triger pulse width | 30us | 93us | 137us | 205us | 422us | 620us |

**ตารางที่ 3.3** การปรับค่าความกว้างของพัลซ์




**รูปที่** 3.12 บล็อกไดอะแกรมของ TCA 785

### 3.3.2 การต่อวงจรของ IC TCA 785

ขา 1 เป็นขาต่อลงกราวด์

ขา 5 เป็นขารับสัญญาณซิงโครไนซ์ไฟฟ้ากระแสสลับ 220 V

ขา 9 เป็นขารับไฟจากตัวต้านทานเพื่อปรับความชันของรูปคลื่นสัญญาณสามเหลี่ยมที่ออกจากขา 10

ขา 10 เป็นขาที่มีสัญญาณเป็นสามเหลี่ยม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขา 11 เป็นขารับไฟควบคุมจากตัวต้านทานตัวที่ 1 เพื่อใช้ควบคุมมุมทริก

ขา 14,15 เป็นขาสัญญาณพัลส์เอาท์พุท

ขา 16 เป็นขารับไฟเลี้ยงของ IC 785 ใช้แรงดัน 15 V

R1 เป็นตัวควบคุมแรงดันที่จ่ายให้ขา 11 เพื่อใช้ควบคุมมุมทริก

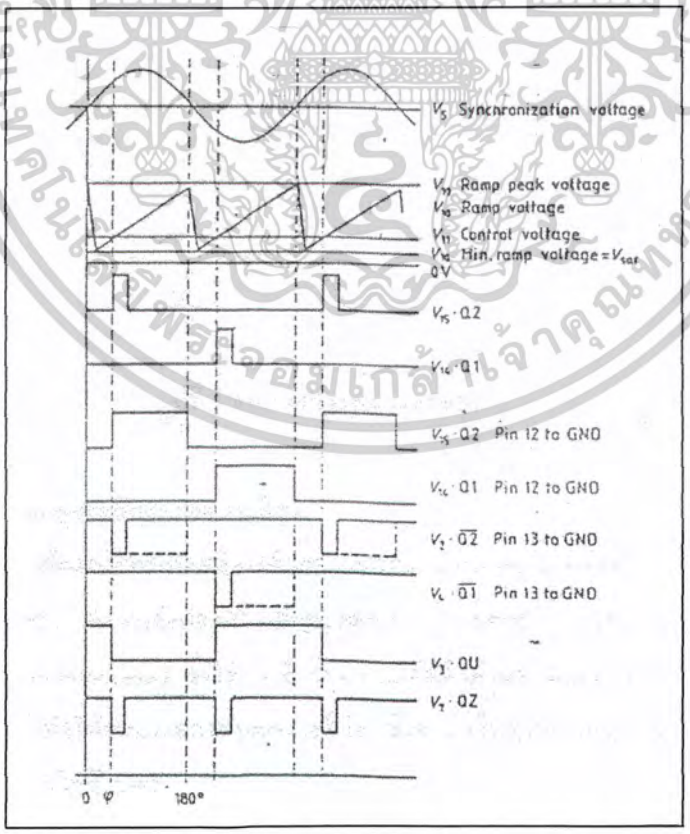
R2 เป็นตัวควบคุมแรงดันที่จ่ายให้ขา 9 เพื่อปรับสัญญาณสามเหลี่ยมที่ขา 10 มีความชันตามความต้องการ

C1 เป็นตัวกำหนดความกว้างของพัลส์ ซึ่งถ้าต้องการเปลี่ยนขนาดความกว้างของพัลส์ก็จะทำได้โดยการเปลี่ยนค่าคาปาซิเตอร์ที่1

C3,C4,C5 เป็นตัวลดสัญญาณการรบกวน

D1,D2 เป็นตัวรักษาระดับแรงดันระหว่างขา 1 และขา 5 ให้ได้ประมาณ 0.6V

สำหรับขา 6 คือขาอินหิบิท (INHIBIT) สำหรับกำหนดรูปแบบของสัญญาณเอาท์พุท และใช้เป็นสวิทช์ ON-OFFการทริกเกอร์ในการควบคุมเอสซีอาร์นั้น ความกว้างของพัลส์ในสัญญาณทริกจะต้องมีระยะเวลานานจนกระทั่งกระแสที่ผ่านเอสซีอาร์ มากกว่ากระแสค้าง ถ้าสัญญาณทริกสิ้นสุดก่อนที่กระแสไหลผ่านเอสซีอาร์จะน้อยกว่ากระแสค้างจะทำให้เอสซีอาร์หยุดนำกระแส เมื่อสัญญาณทริกสิ้นสุดลง ซึ่งสัญญาณที่เหมาะสมขึ้นอยู่กับโหลดว่าเป็นโหลดชนิดใดดังแสดงในรูปที่ 3.13




**รูปที่** 3.13 แสดงสัญญาณรูปต่างๆตามตำแหน่งขา IC TCA 785

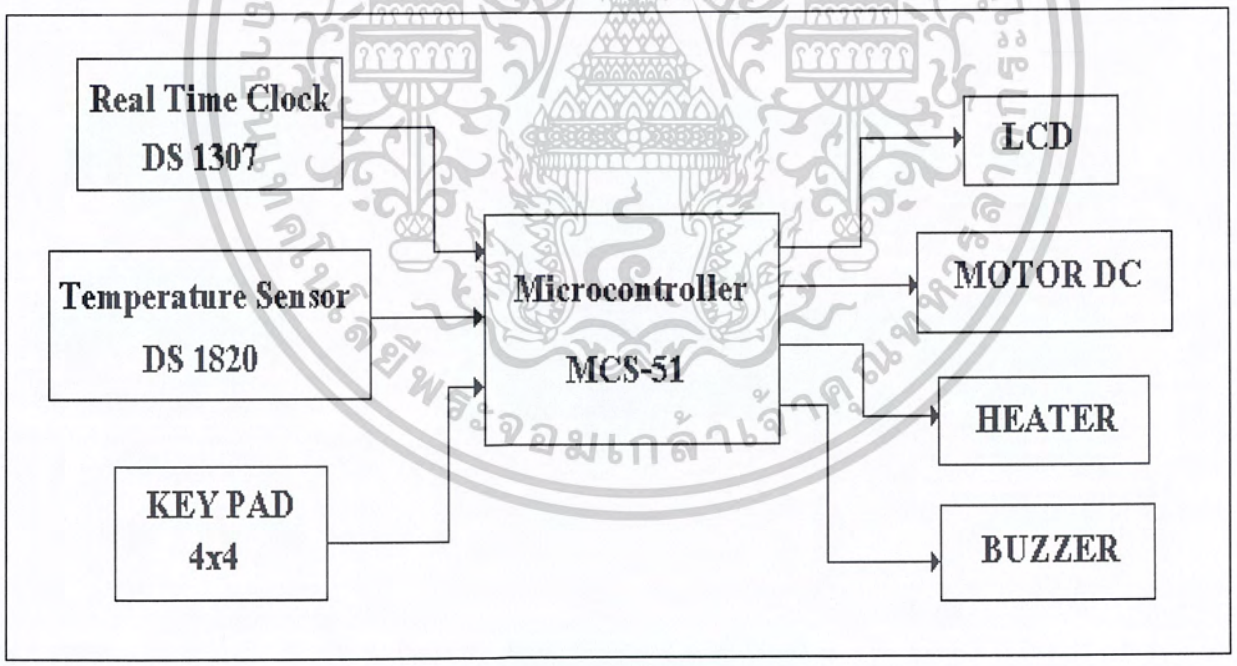
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 4
# หลักการออกแบบ

## 4.1 ขอบเขตโครงงาน

1. สามารถควบคุมขดลวดความร้อนให้มีอุณหภูมิที่คงที่
2. สามารถตั้งค่าเวลา วัน เดือน ปี
3. แสดงผลข้อมูลทางจอแอลซีดี 16x2
4. สามารถพลิกไข่ได้ทุกๆชั่วโมง
5. สามารถนับวันเวลาฟักได้
6. สามารถทำการตรวจเช็คอุณหภูมิได้
7. มีเสียงเตือนเมื่อครบกำหนด

## 4.2 การออกแบบเครื่องฟักไข่ควบคุมด้วยไมโครคอนโทรเลอร์




**รูปที่** 4.1 บล็อกไดอะแกรมแสดงการทำงานทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

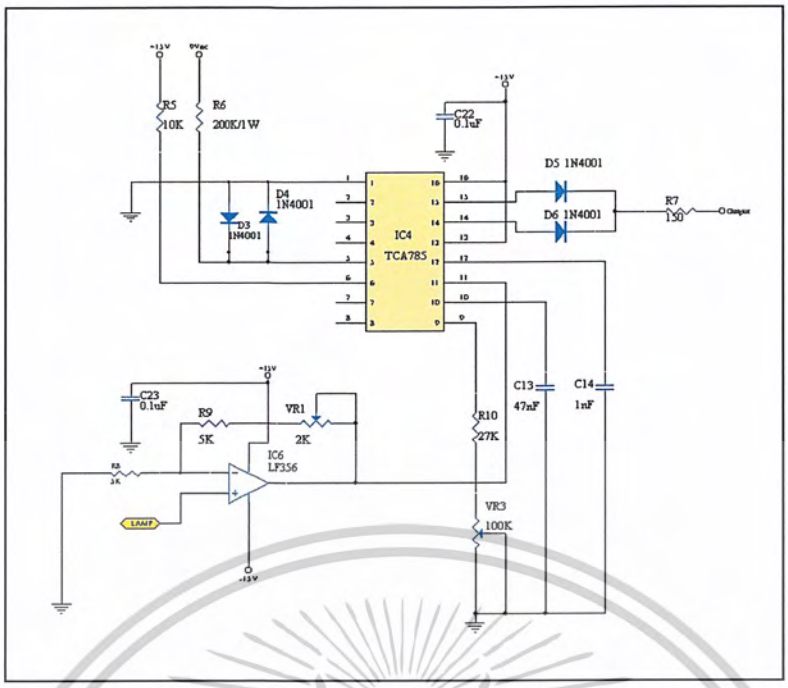
เพื่อความเข้าใจง่ายจะแบ่งระบบการทำงานทั้งหมด 5 ส่วน

- ส่วนเซนเซอร์อุณหภูมิ
- ส่วนวงจรการสร้างฐานเวลาจริง
- ส่วนควบคุมขดลวดความร้อน
- ส่วนควบคุมมอเตอร์
- ส่วนป้อนข้อมูลและแสดงผล

## 4.2.1ส่วนควบคุมขดลวดความร้อน

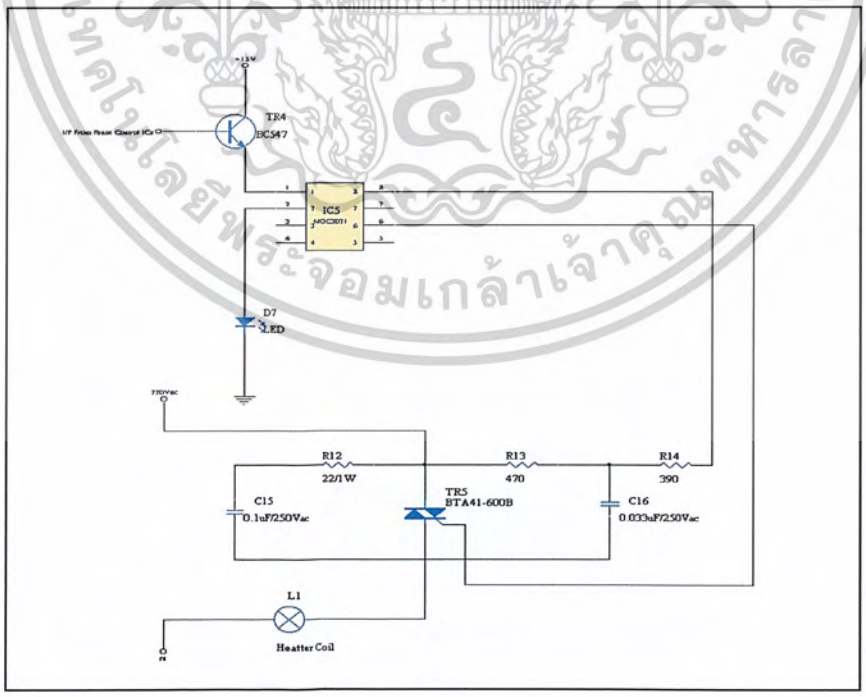
ส่วนควบคุมขดลวดความร้อนนี้เราจะใช้ไอซี TCA785 (Phase Control Ics) ซึ่งไอซี TCA 785 นี้ จะทำหน้าที่กำเนิดสัญญาณพัลส์ที่จะไปกระตุ้นอุปกรณ์ไทรีสเตอร์ (ไตรแอก : Triac) ซึ่งวงจรกำเนิดสัญญาณกระตุ้นนี้แสดงดังรูปที่ 4.2 ซึ่งมีหลักการทำงานดังนี้คือ นำสัญญาณไฟฟ้ากระแสสลับซึ่งได้มาจากหม้อแปลง ( 9 Vac) จะถูกป้อนเข้ามาที่ขา 5 เพื่อที่จะให้ไอซีนำสัญญาณนี้มา สร้างสัญญาณแรมพ์ (Ramp Signal) ซึ่งสัญญาณนี้จะแสดงออกมาที่ขา 10 ซึ่งสัญญาณที่ได้ออกมานี้จะถูกนำไปเปรียบเทียบกับศักดาไฟฟ้ากระแสตรงที่ขา 11 ซึ่งศักดาไฟฟ้านี้จะถูกเรียกว่า ศักดาไฟฟ้าควบคุม (Control Voltage) และจุดที่ศักดาไฟฟ้าควบคุมและสัญญาณแรมพ์ตัดกัน จะทำให้เกิดสัญญาณกระตุ้นออกมาที่ขา 14 และขา 15 โดยขา 15 นั้นสัญญาณกระตุ้นจะมีเฟสเดียวกับศักดาไฟฟ้ากระแสสลับที่ขา 5 และที่ขา 14 จะมีเฟสเลื่อนไปล้าหลัง 180 องศา ศักดาไฟฟ้าควบคุม (Control Voltage) ที่เข้าที่ขา 11 ต้องการแรงดัน 0-12 โวลท์ซึ่งอินพุทที่เข้ามาควบคุมไอซี TCA 785 นั้นได้มาจากสัญญาณที่ออกมาจาก ไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งมีแรงดัน 0 โวลท์และ5 โวลท์ แต่ไอซี TCA 785 ต้องการแรงดันไฟฟ้าควบคุมประมาณ 0-12 โวลท์ ดังนั้นเราจึงใช้Op-Amp (LF 356) มาต่อเป็นวงจร Noninverting ซึ่งจะทำหน้าที่ขยายแรงดัน 2.4 เท่า เพื่อให้สัญญาณอินพุทที่จะเข้าขา 11 ของไอซี TCA 785 นั้นมีแรงดัน 0-12 โวลท์ ดังแสดงดังรูปที่ 4.2 เราสามารถที่จะปรับสัญญาณแรมพ์นี้ได้โดยปรับความต้านทานที่ขา 9 ของไอซี TCA 785 เนื่องจากการควบคุมขดลวดความร้อนนี้เราใช้ไอซี TCA 785 ในการสร้างสัญญาณกระตุ้น ทำให้เมื่อนำไปต่อกับอุปกรณ์ไทรีสเตอร์โดยตรงอาจทำให้มีปัญหาเกี่ยวกับระบบกราวด์ร่วมกันของวงจรแรงดันต่ำกับแรงแรงดันสูง ซึ่งอาจจะทำให้วงจรสร้างสัญญาณกระตุ้นเกิดการเสียหายได้ ดังนั้นเพื่อเป็นการป้องกันเราจึงใช้วิธีแยกกราวด์ AC กับ DC ออกจากกันโดยใช้ออฟโตไอโซเลเตอร์ ซึ่งใช้ไอซี MOC 3021 แต่เนื่องจาก เมื่อเราใช้วิธีการแยกกราวด์แบบนี้จึงทำให้สัญญาณเอาท์พุทที่ออกมาจากไอซี TCA 785 นั้นไม่สามารถที่จะไปขับออฟโตไอโซเลเตอร์ได้เพียงพอ ดังนั้นเราจึงใช้ทรานซิสเตอร์ทำการขยายสัญญาณเพื่อที่จะไปขับออฟโตไอโซเลเตอร์ให้ทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่** 4.2 วงจร Phase Control ICsและวงจรขยาย 2.4 เท่า

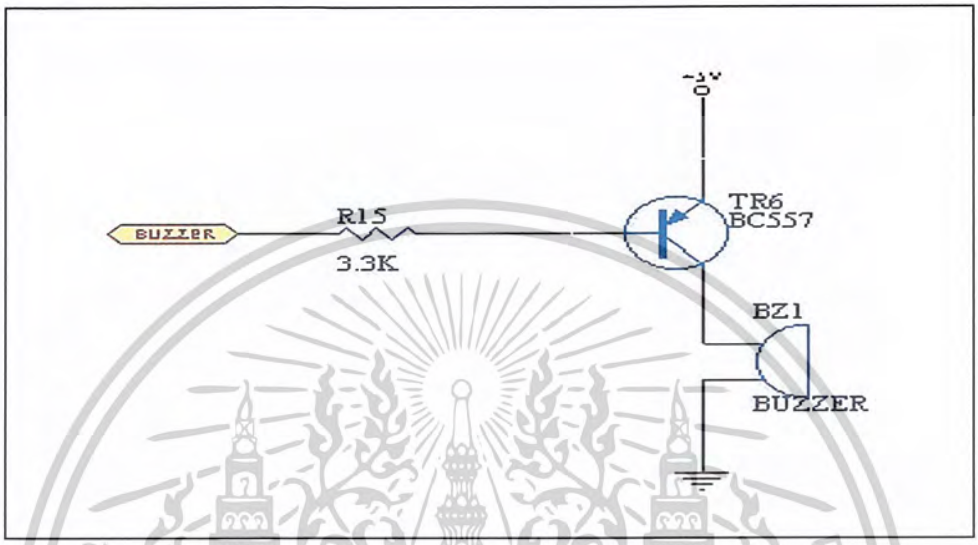
ทางด้านการควบคุมโหลดทางเอาท์พุทนั้น เราจะใช้ไตรแอกในการควบคุมการทำงานของขดลวดความร้อนโดยที่ไดแอก(Diac) ที่อยู่ภายในไอซี MOC 3021 นั้นจะเป็นตัวกระตุ้นกระแสที่ให้ไตรแอก โดยจะมี R13 และ R14 เป็นตัวกำหนดกระแสร่วมกับไดแอก(Diac) ส่วน R12 และC15 จะทำหน้าที่เป็นวงจรสนับเบอร์ (Snubber) ซึ่งจะช่วยให้ไตรแอก(Triac)เกิดการทำงานได้อย่างเหมาะสม ดังแสดงในรูปที่ 4.3




**รูปที่**4.3 วงจรแยกกราวด์และวงจรควบคุมกำลังไฟฟ้าที่จ่ายให้กับขดลวดความร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสร้างเสียงเตือนเราจะใช้ทรานซิสเตอร์ทำหน้าที่เป็นสวิทช์อิเล็กทรอนิกส์ โดยที่เราจะใช้หลักการ ONและOFF ของทรานซิสเตอร์ เมื่ออินพุทของทรานซิสเตอร์เป็นลอจิก “0” ทรานซิสเตอร์ก็จะ ON ทำให้เกิดเสียงดังออกมาจาก Buzzer แต่เมื่ออินพุทของทรานซิสเตอร์เป็นลอจิก “1”ทรานซิสเตอร์ก็จะ OFF ทำให้ทรานซิสเตอร์ไม่ทำงาน Buzzer ก็จะไม่ทำงานด้วยดัง แสดงในรูปที่ 4.4

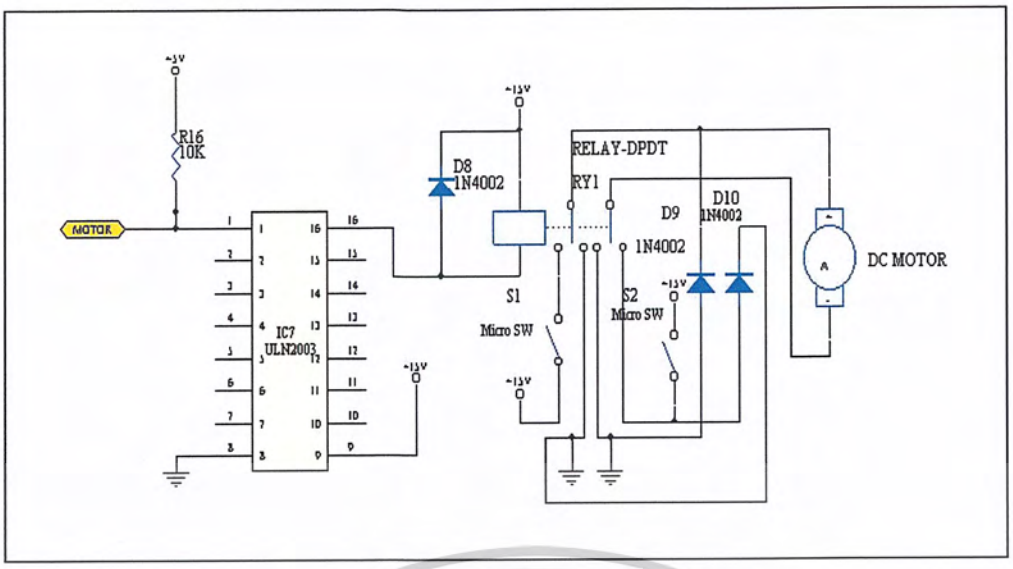



**รูปที่4.4** วงจรสร้างสัญญาณเสียงเตือน

### 4.2.2 ส่วนควบคุมมอเตอร์

ส่วนควบคุมมอเตอร์นี้ จะใช้มอเตอร์ดีซีในการพลิกไข่ ซึ่งจะใช้มอเตอร์ดีซีต่อเข้ากับรีเลย์เพื่อใช้เป็นสวิทช์การควบคุมหมุนซ้ายหรือหมุนขวาของมอเตอร์ โดยมอเตอร์ดีซีนี้จะถูกควบคุมโดยไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งไมโครคอนโทรลเลอร์นี้จะเป็นตัวส่งสัญญาณลอจิก”0” และ “1”เพื่อให้มอเตอร์หมุนซ้ายหรือหมุนขวาโดยจะอาศัยรีเลย์เป็นสวิทช์อีกทีหนึ่ง การจะทำให้มอเตอร์หยุดหมุนนั้นเราจะใช้ไมโครสวิทช์ในการทำให้มอเตอร์หยุดหมุนซ้ายหรือหยุดหมุนขวา ซึ่งสามารถจะเห็นได้จากรูปที่4.4

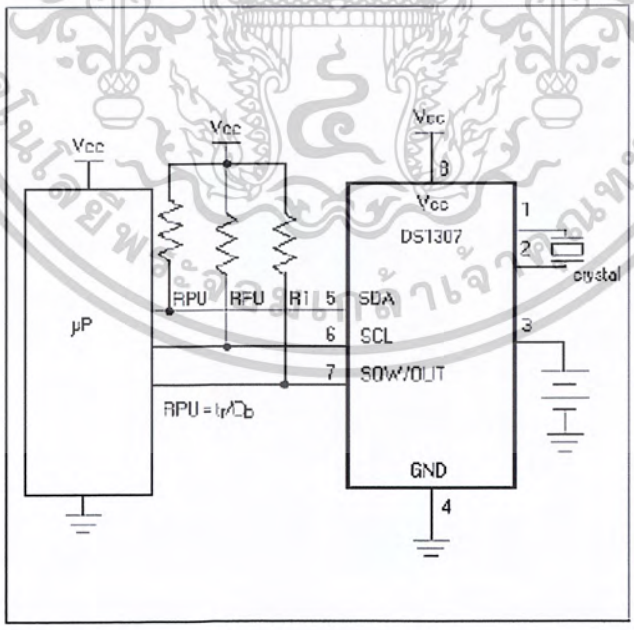
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่**4.5 วงจรควบคุมมอเตอร์

### 4.2.3 ส่วนวงจรการสร้างฐานเวลาจริง

เป็นส่วนที่ผลิตสัญญาณนาฬิกาเพื่อใช้ในการกำหนดเวลาและอ้างอิงการนับเวลา โดยใช้ไอซีสร้างฐานเวลาจริง (IC Real Time Clock: DS1307) ซึ่งเป็นไอซีที่ใช้ระบบการเชื่อมต่อแบบ $I^2C$ ตามทฤษฎีที่กล่าวไว้แล้ว โดยจะสามารถตั้งค่าวัน (วัน เดือน ปี) เวลา (ชั่วโมง นาที วินาที) และสามารถกำหนดจำนวนวันที่ต้องการพักได้ (วัน)

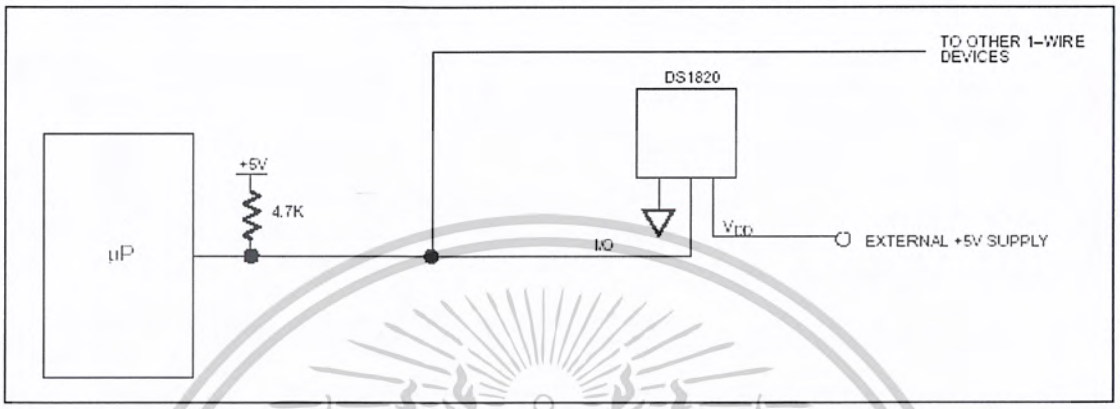



**รูปที่** 4.6 แสดงการใช้งานไอซี DS 1307 กับ Microcontroller

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 4.2.4 ส่วนเซนเซอร์อุณหภูมิ

เป็นส่วนตรวจวัดอุณหภูมิโดยใช้ไอซีตรวจจับอุณหภูมิ (IC1*Wire* ™ Digital Thermometer: DS1802) ซึ่งจะใช้ตัวถังของไอซีตรวจวัดอุณหภูมิ และส่งข้อมูลให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อควบคุมขดลวดความร้อนและแสดงผลทางหน้าจอ




รูปที่ 4.7 การใช้งานไอซี DS 1820 กับ Microcontroller

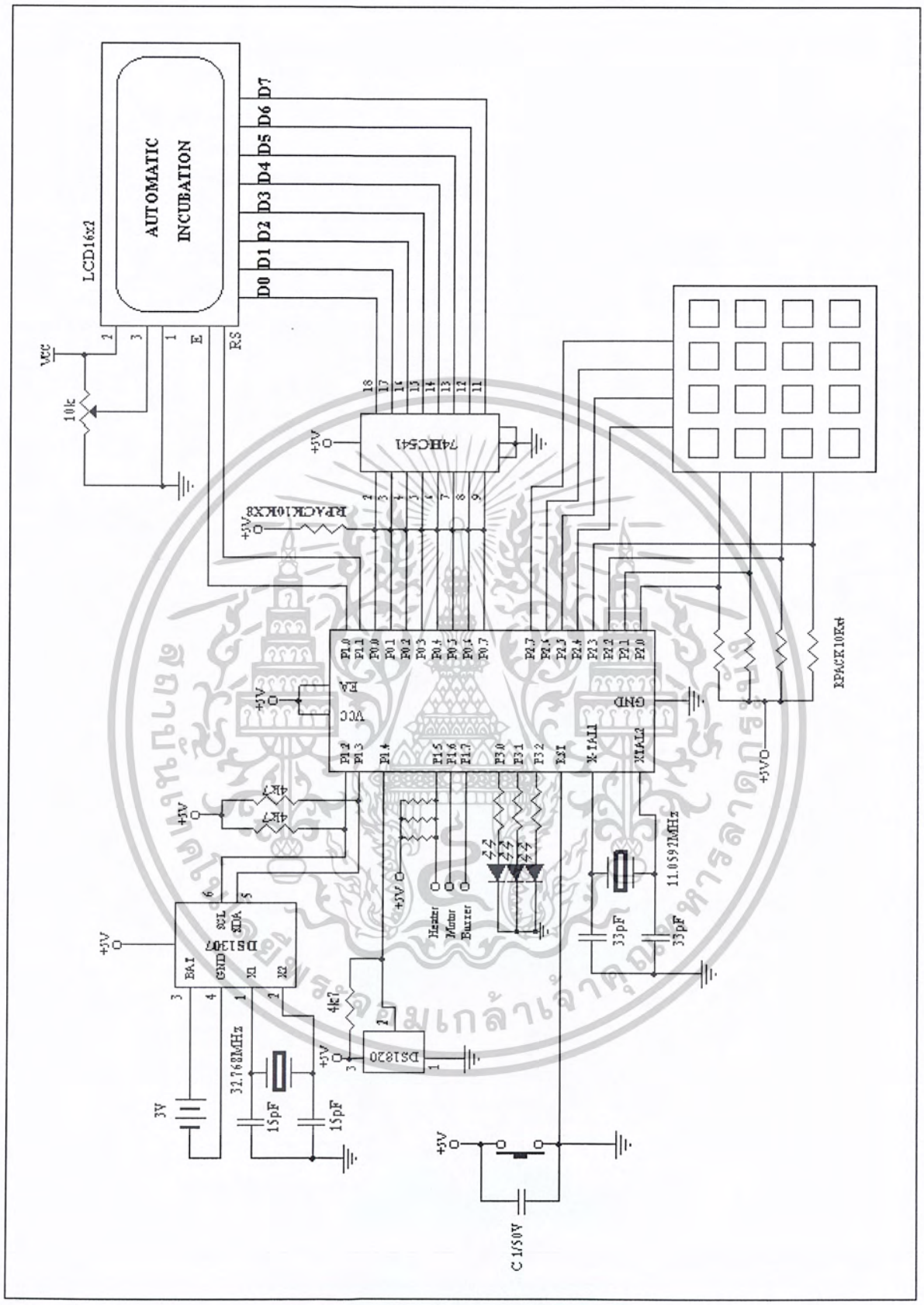
### 4.2.4 ส่วนประมวลผลและแสดงผล

เป็นส่วนที่ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 เพื่อนำค่าอุณหภูมิที่ตรวจวัดได้จาก ไอซีตรวจวัดอุณหภูมิ (DS1802)ไปควบคุมขดลวดความร้อนให้อุณหภูมิคงที่ตลอดเวลา และนำค่าเวลาจากไอซีสร้างฐานเวลาจริง (DS1307)มากำหนดการพลิกไข่ทุกหนึ่งชั่วโมงและนับวันเพื่อเตือนเมื่อถึงกำหนด วันที่ไก่จะออกจากไข่

ค่าต่างๆ ได้แก่ วัน เวลา และอุณหภูมิ รวมทั้งเมนูใช้งาน จะแสดงทางจอผลึกเหลว ซึ่งจะมีขั้นตอนการใช้งานดังนี้

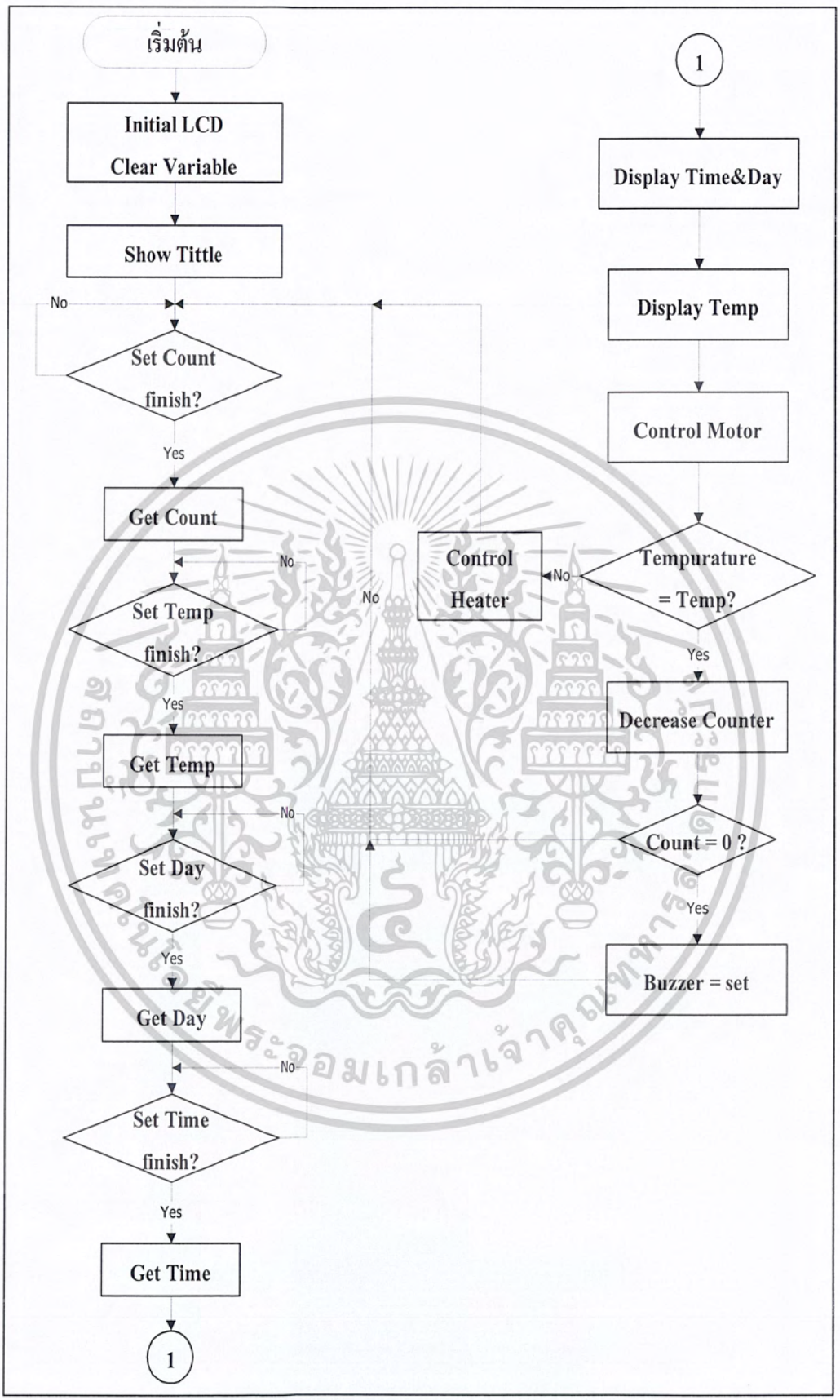
1. หน้าต่างแรกจะแสดง ชื่อ โครงงานนี้
2. การกำหนดค่าต่างๆจะมีหัวข้อให้เลือก 4 ข้อ ดังนี้
    1. SET TIME : ใช้ตั้งค่าเวลา(ชั่วโมง นาที วินาที)
    2. SET DAY : ใช้ตั้งค่าวัน(วัน เดือน ปี)
    3. SET TEMP : ใช้ตั้งค่าอุณหภูมิที่ใช้ในการควบคุม(00-99 องศาเซลเซียส)
    4. SET COUNT : ใช้ตั้งค่าระยะเวลาในการฟักไข่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 4.8** แสดงวงจรในส่วนควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่** 4.9 แสดงลำดับการทำงานของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่5
# ผลการทดลองและสรุปผลการทดลอง

ผลการทดลองในส่วนของอุณหภูมินั้น จะทำการทดลองโดยนำเอาเทอร์โมมิเตอร์มาวางไว้ใกล้ๆกับตัวตรวจจับอุณหภูมิ (DS-1820) หลังจากนั้นทำการอ่านค่าอุณหภูมิที่เทอร์โมมิเตอร์และอ่านค่าอุณหภูมิที่ไอซี DS-1820 และบันทึกค่าต่างๆที่ได้ลงในตาราง โดยการใช้ค่าเวลาจากไอซี DS-1307 เป็นฐานเวลา การทดลองนี้เราจะใช้ค่าอุณหภูมิของการฟักไก่ไข่ ซึ่งจะมีอุณหภูมิอยู่ในช่วง 36.9 -38 องศาเซลเซียส

-อุณหภูมิห้อง

เทอร์โมมิเตอร์วัดได้ 31 องศาเซลเซียส

ไอซี DS-1820วัดได้ 31 องศาเซลเซียส

-อุณหภูมิที่ตั้งไว้ในการฟักไข่ 37 องศาเซลเซียส

| ค่าที่วัดได้ | | |
|---|---|---|
| เวลา | เทอร์โมมิเตอร์ (องศาเซลเซียส) | DS-1820 (องศาเซลเซียส) |
| 0 นาที | 31 | 31 |
| 1 นาที | 34 | 37 |
| 2 นาที | 36 | 39.5 |
| 3 นาที | 35.5 | 37 |
| 4 นาที | 36.5 | 38.5 |
| 5 นาที | 36. | 37 |
| 10 นาที | 36 | 37 |
| 16 นาที | 36 | 36.5 |
| 17 นาที | 36.5 | 37.5 |
| 19 นาที | 36 | 37 |
| 20 นาที | 36 | 36.5 |
| 21 นาที | 36.5 | 38 |
| 23 นาที | 36 | 36.5 |
| 24 นาที | 36.5 | 38 |

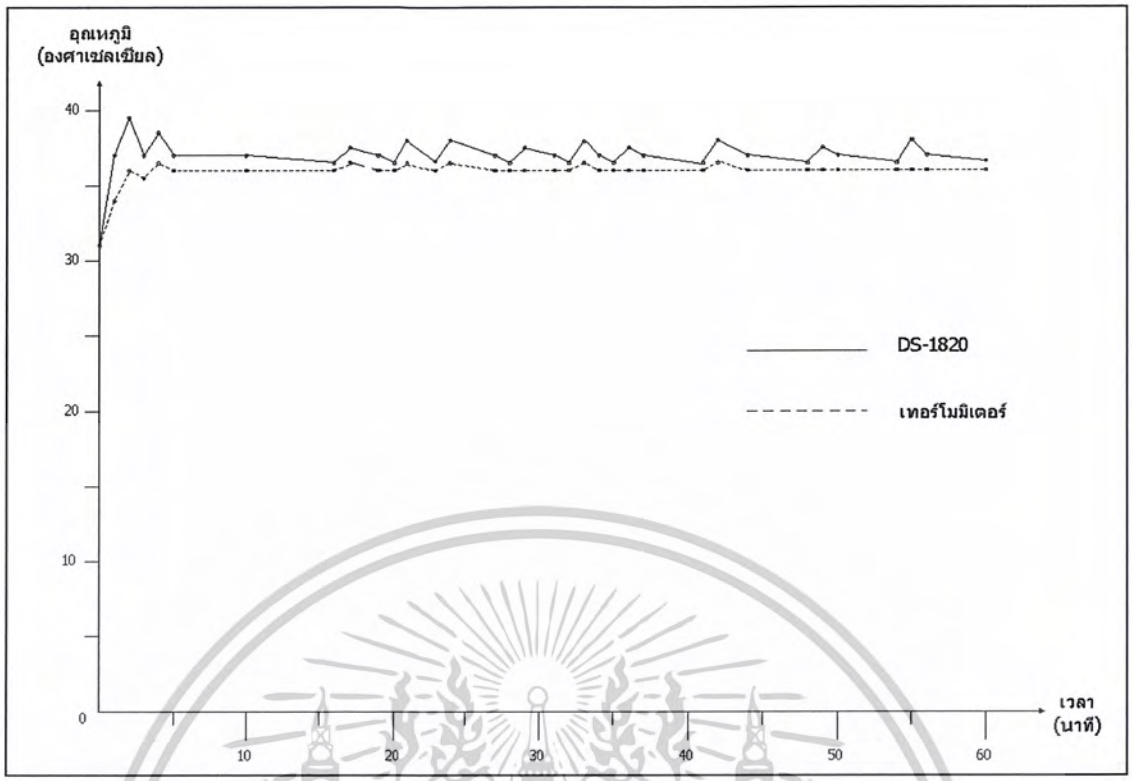
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| ค่าที่วัดได้ | | |
|---|---|---|
| เวลา | เทอร์โมมิเตอร์ (องศาเซลเซียส) | DS-1820 (องศาเซลเซียส) |
| 27 นาที | 36 | 37 |
| 28 นาที | 36 | 36.5 |
| 29 นาที | 36 | 37.5 |
| 31 นาที | 36 | 37 |
| 32 นาที | 36 | 36.5 |
| 33 นาที | 36.5 | 38 |
| 34 นาที | 36 | 37 |
| 35 นาที | 36 | 36.5 |
| 36 นาที | 36 | 37.5 |
| 37 นาที | 36 | 37 |
| 41 นาที | 36 | 36.5 |
| 42 นาที | 36.5 | 38 |
| 44 นาที | 36 | 37 |
| 48 นาที | 36 | 36.5 |
| 49 นาที | 36 | 37.5 |
| 50 นาที | 36 | 37 |
| 54 นาที | 36 | 36.5 |
| 55 นาที | 36 | 38 |
| 56 นาที | 36 | 37 |
| 60 นาที | 36 | 36.5 |

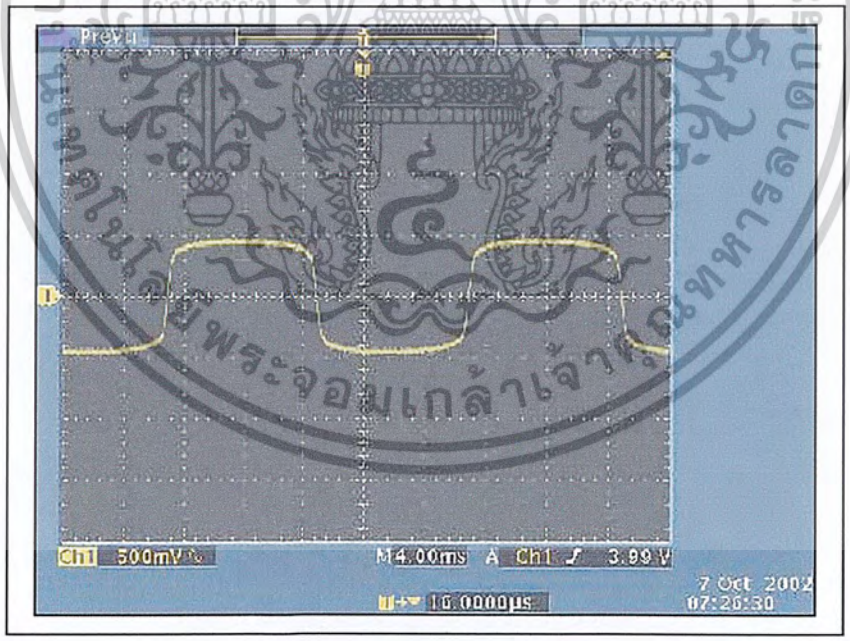
**ตารางที่** 5.1 แสดงค่าการวัดอุณหภูมิระหว่างปรอทกับ DS-1820

จากตารางที่ 5.1 เราสามารถนำมาพล็อตกราฟแสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิที่วัดได้จาก เทอร์โมมิเตอร์ และ แบบไอซี DS-1820 ได้ดังแสดงในรูปที่ 5.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

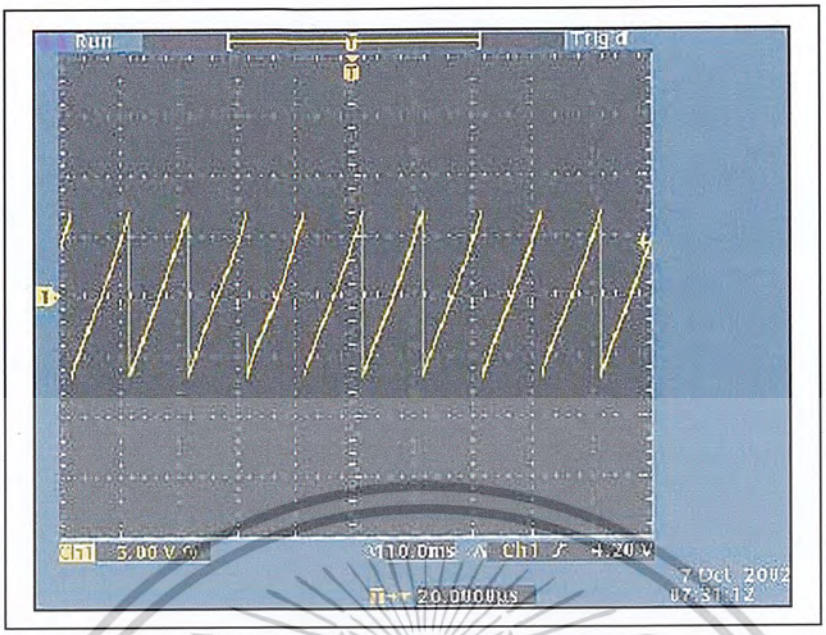



รูปที่ 5.1 กราฟแสดงการเปรียบเทียบระหว่างอุณหภูมิที่วัดได้กับเวลา

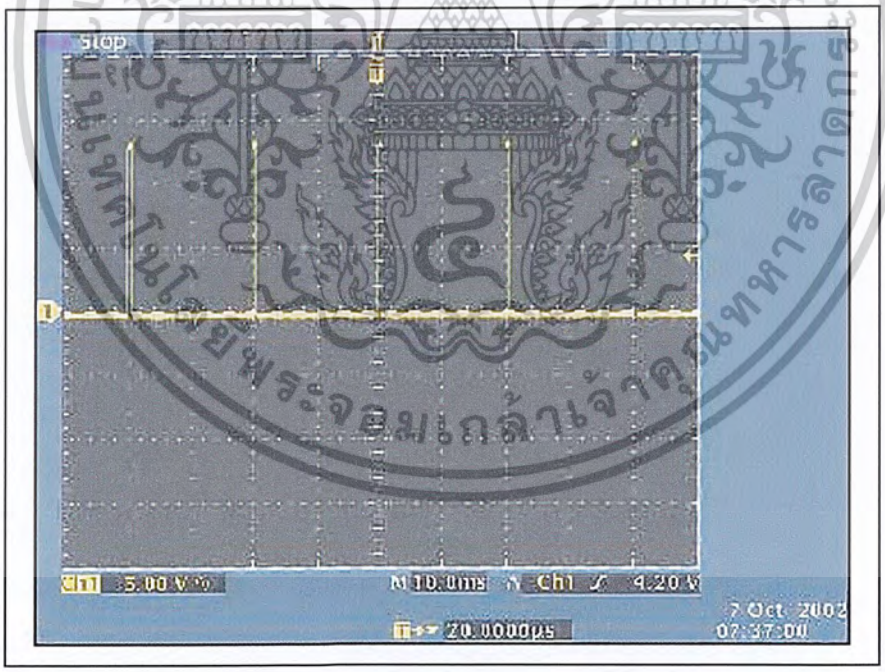



**รูปที่** 5.2 แสดงสัญญาณที่ขา 5 ของไอซี TCA 785

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่** 5.3 แสดงสัญญาณที่ขา 10 ของไอซี TCA 785




**รูปที่** 5.4 แสดงสัญญาณที่ขา14 หรือขา 15 ของไอซี TCA 785

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองโครงงาน "เครื่องฟักไข่ควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์" เราใช้อุณหภูมิในการฟัก 37 องศาเซลเซียส เนื่องจากในการทดลองนี้เราใช้อุณหภูมิในการฟักไก่ไข่ ซึ่งจากการศึกษาข้อมูลในการฟักนั้น ไก่ไข่นั้นจะใช้อุณหภูมิในการฟัก 36.9 – 38 องศาเซลเซียส ไข่ห่านใช้อุณหภูมิ 37.2 องศาเซลเซียส ส่วนไก่ฟ้าและนกกระทาใช้อุณหภูมิ 37.6 องศาเซลเซียส ในการทดลองเราสามารถวัดอุณหภูมิห้องได้จากเทอร์โมมิเตอร์ 31.0 องศาเซลเซียสและวัดได้จากไอซี DS-1820 31.0 องศาเซลเซียส ซึ่งอุณหภูมิที่วัดได้จากอุปกรณ์ทั้ง 2 นั้นมีค่าที่ตรงกัน จากผลการทดลองเราจะเห็นได้ว่าอุณหภูมิในช่วงแรกจะมีค่าเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนถึงอุณหภูมิที่เราตั้งไว้ไมโครคอนโทรลเลอร์ก็จะทำการตรวจเช็คค่าที่วัดออกมา เมื่อมีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิที่ตั้งไว้ ไมโครคอนโทรลเลอร์ก็จะส่งสัญญาณลอจิก "1" ออกมา ซึ่งทำให้ขา 11 (ขา Voltage Control) ของ TCA785 มีแรงดันประมาณ 12 โวลท์ ซึ่งทำให้วงจรกระตุ้นสัญญาณพัลส์หยุดทำงาน เป็นผลให้อุณหภูมิลดลงเรื่อยๆ จนมีอุณหภูมิคงที่ (ตามค่าที่ตั้งไว้)เช่นตั้งไว้ที่ 37องศาเซลเซียส เมื่ออุณหภูมิคงที่เราสามารถอ่านค่าได้จากเทอร์โมมิเตอร์ได้ 36 องศาเซลเซียส และอ่านค่าอุณหภูมิจากไอซี DS-1820ได้ 37 องศาเซลเซียส เมื่ออุณหภูมิต่ำกว่าที่ตั้งไว้ ไมโครคอนโทรลเลอร์ก็จะส่งสัญญาณลอจิก "0" ออกมา ทำให้แรงดันที่ขา 11 ของ TCA 785มีค่า 0 โวลท์ ทำให้วงจรกระตุ้นสัญญาณพัลส์ทำงานเป็นผลให้อุณหภูมิเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนถึงอุณหภูมิที่ตั้งไว้ วงจรกระตุ้นสัญญาณพัลส์ก็จะหยุดทำงาน และวงจรจะทำงานแบบนี้ไปเรื่อยๆตลอดระยะเวลาการฟักไข่ ซึ่งจากตารางผลการทดลองเราจะเห็นได้ว่าในช่วงแรกเมื่อเริ่มเปิดเครื่องอุณหภูมิจะยังไม่คงที่จึงยังไม่ควรนำไข่ใส่เข้าไปต้องรอให้อุณหภูมิอยู่ในช่วงคงที่ก่อน ซึ่งในช่วงอุณหภูมิคงที่นี้จะมีค่าของอุณหภูมิไม่ตรงกับค่าที่ตั้งไว้เนื่องจากหลายสาเหตุเช่น การกระจายความร้อนของขดลวดความร้อนขณะที่หยุดการทำงานแล้วและระยะห่างระหว่างตัวเซ็นเซอร์กับขดลวดความร้อน อุณหภูมิภายนอกและความสามารถในการกระจายความร้อนภายในตู้ก็มีผลทำให้อุณหภูมิไม่คงที่เช่นกัน

ส่วนในการควบคุมมอเตอร์นั้น มอเตอร์ดีซีสามารถทำงานได้ตามที่โปรแกรมไว้ กล่าวคือมอเตอร์ดีซีสามารถที่จะพลิกไข่ได้ทุกๆชั่วโมงตามที่โปรแกรมเอาไว้ โดยอาศัยฐานเวลาจากไอซี DS-1307 ซึ่งสามารถทำงานได้ตรงตามเวลามาตรฐาน และเมื่อครบกำหนดเวลาที่ตั้งเอาไว้ วงจรสร้างสัญญาณเสียงเตือนสามารถที่ทำงานได้ตรงตามโปรแกรมที่ตั้งเอาไว้

ปัญหาที่เกิดขึ้นในส่วนของไมโครคอนโทรลเลอร์ เกิดจากปัญหาการทำงานของสวิทช์ ซึ่งจะเกิดขึ้นเมื่อเรากดคีย์ค้างทำให้ไมโครคอนโทรเลอร์ทำงานซ้ำ เรียกว่าดีเบาซ์ (Debout) ซึ่งได้ทำการแก้ไขโดยใช้โปรแกรมแล้ว ปัญหาที่เกิดขึ้นอีกอย่างก็คือปัญหาของการใช้กราวด์ร่วมกันระหว่างกราวด์แรงดันไฟฟ้าสูงกับกราวด์แรงดันไฟฟ้าต่ำของวงจรควบคุมขดลวดความร้อน ซึ่งการใช้กราวด์ร่วมกันอาจทำให้เกิดความเสียหายกับวงจรได้ ดังนั้นในการแก้ไขเราจึงใช้ออฟโต้ไอโซเล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เตอร์ในการแยกกราวด์แรงดันไฟฟ้าสูงกับแรงดันไฟฟ้าต่ำออกจากกัน ปัญหาอีกอย่างนั้นก็คือ ปัญหาของสัญญาณรบกวนระหว่างส่วนอะนาลอกและส่วนดิจิตอลซึ่งสามารถแก้ไขได้โดยใช้ คาปาซิเตอร์ 0.1uF ต่อคร่อมระหว่างขั้วไฟฟ้ากับกราวด์ของวงจร ซึ่งสามารถลดสัญญาณรบกวนได้ระดับหนึ่ง ปัญหาที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งคืออุณหภูมิห้องมีค่าสูงเกินไปทำให้การควบคุมอุณหภูมิให้คงที่นั้นเป็นไปด้วยความยากลำบาก เนื่องจากตู้ฟักไข่นั้นจะอาศัยพัดลมในการกวนอากาศให้มีอุณหภูมิเท่าๆกัน เมื่ออุณหภูมิห้องมีค่าสูงทำให้พัดลมในตู้ฟักระบายอากาศไม่ทัน ดังนั้นวิธีการแก้ไขควรจะใช้พัดลมในตู้ฟักไข่เพิ่มขึ้น แต่พัดลมเหล่านี้ควรจะถูกควบคุมโดยไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งพัดลมแต่ละตัวควรจะ ON และ OFF ตามอุณหภูมิที่เกิดขึ้นภายในตู้ฟักไข่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# SIEMENS

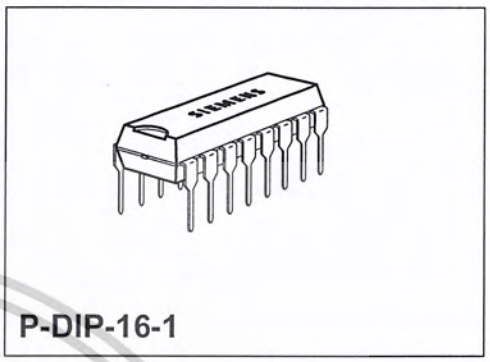
## Phase Control IC

## TCA 785

**Bipolar IC**

### Features

- Reliable recognition of zero passage
- Large application scope
- May be used as zero point switch
- LSL compatible
- Three-phase operation possible (3 ICs)
- Output current 250 mA
- Large ramp current range
- Wide temperature range

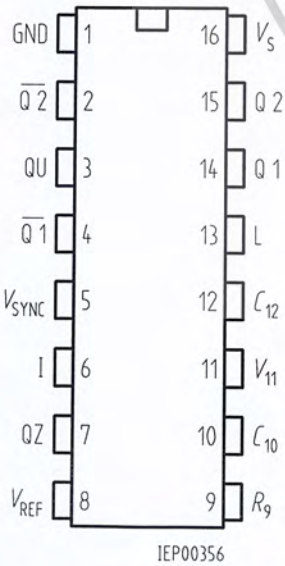


P-DIP-16-1

| Type | Ordering Code | Package |
|---|---|---|
| TCA 785 | Q67000-A2321 | P-DIP-16-1 |

This phase control IC is intended to control thyristors, triacs, and transistors. The trigger pulses can be shifted within a phase angle between 0 ° and 180 °. Typical applications include converter circuits, AC controllers and three-phase current controllers.

This IC replaces the previous types TCA 780 and TCA 780 D.




IEP00356

**Pin Configuration**
(top view)

**Pin Definitions and Functions**

| Pin | Symbol | Function |
|---|---|---|
| 1 | GND | Ground |
| 2 | $\overline{Q2}$ | Output 2 inverted |
| 3 | Q U | Output U |
| 4 | $\overline{Q2}$ | Output 1 inverted |
| 5 | $V_{SYNC}$ | Synchronous voltage |
| 6 | I | Inhibit |
| 7 | Q Z | Output Z |
| 8 | $V_{REF}$ | Stabilized voltage |
| 9 | $R_9$ | Ramp resistance |
| 10 | $C_{10}$ | Ramp capacitance |
| 11 | $V_{11}$ | Control voltage |
| 12 | $C_{12}$ | Pulse extension |
| 13 | L | Long pulse |
| 14 | Q 1 | Output 1 |
| 15 | Q 2 | Output 2 |
| 16 | $V_S$ | Supply voltage |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## Functional Description

The synchronization signal is obtained via a high-ohmic resistance from the line voltage (voltage $V_5$). A zero voltage detector evaluates the zero passages and transfers them to the synchronization register.

This synchronization register controls a ramp generator, the capacitor $C_{10}$ of which is charged by a constant current (determined by $R_9$). If the ramp voltage $V_{10}$ exceeds the control voltage $V_{11}$ (triggering angle $\varphi$), a signal is processed to the logic. Dependent on the magnitude of the control voltage $V_{11}$, the triggering angle $\varphi$ can be shifted within a phase angle of 0° to 180°.

For every half wave, a positive pulse of approx. 30 µs duration appears at the outputs Q 1 and Q 2. The pulse duration can be prolonged up to 180° via a capacitor $C_{12}$. If pin 12 is connected to ground, pulses with a duration between $\varphi$ and 180° will result.

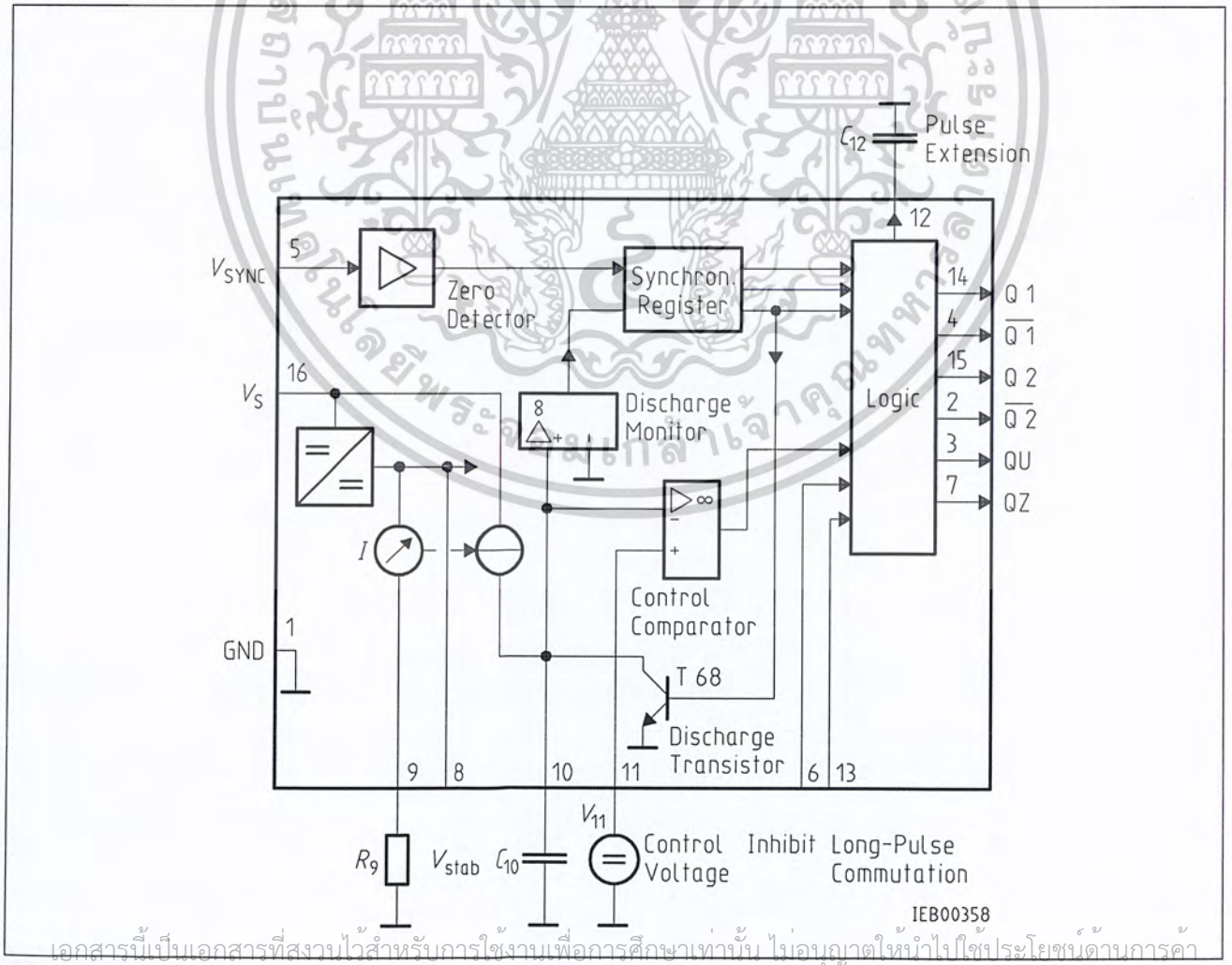
Outputs $\overline{Q1}$ and $\overline{Q2}$ supply the inverse signals of Q 1 and Q 2.

A signal of $\varphi$ +180° which can be used for controlling an external logic,is available at pin 3.

A signal which corresponds to the NOR link of Q 1 and Q 2 is available at output Q Z (pin 7).

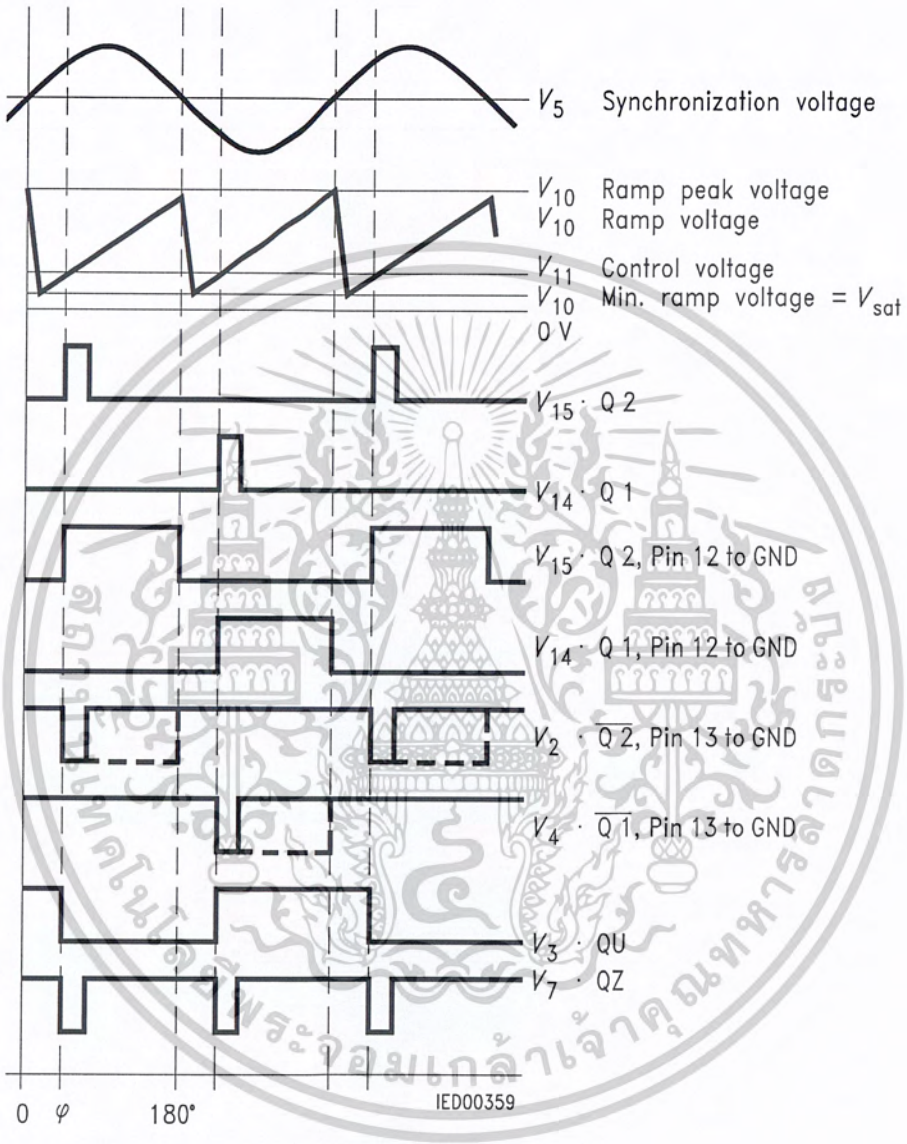
The inhibit input can be used to disable outputs Q1, Q2 and $\overline{Q1}$, $\overline{Q2}$.

Pin 13 can be used to extend the outputs $\overline{Q1}$ and $\overline{Q2}$ to full pulse length (180° – $\varphi$).




**Block Diagram**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**Pulse Diagram**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## Absolute Maximum Ratings

| Parameter | Symbol | Limit Values | | Unit |
|---|---|---|---|---|
| | | min. | max. | |
| Supply voltage | $V_S$ | – 0.5 | 18 | V |
| Output current at pin 14, 15 | $I_Q$ | – 10 | 400 | mA |
| Inhibit voltage<br>Control voltage<br>Voltage short-pulse circuit | $V_6$<br>$V_{11}$<br>$V_{13}$ | – 0.5<br>– 0.5<br>– 0.5 | $V_S$<br>$V_S$<br>$V_S$ | V<br>V<br>V |
| Synchronization input current | $V_5$ | – 200 | ± 200 | µA |
| Output voltage at pin 14, 15 | $V_Q$ | | $V_S$ | V |
| Output current at pin 2, 3, 4, 7 | $I_Q$ | | 10 | mA |
| Output voltage at pin 2, 3, 4, 7 | $V_Q$ | | $V_S$ | V |
| Junction temperature<br>Storage temperature | $T_j$<br>$T_{stg}$ | <br>– 55 | 150<br>125 | °C<br>°C |
| Thermal resistance system - air | $R_{th\ SA}$ | | 80 | K/W |

## Operating Range

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Supply voltage | $V_S$ | 8 | 18 | V |
| Operating frequency | $f$ | 10 | 500 | Hz |
| Ambient temperature | $T_A$ | – 25 | 85 | °C |

## Characteristics

$8 \le V_S \le 18$ V; $-25$ °C $\le T_A \le 85$ °C; $f = 50$ Hz

| Parameter | Symbol | Limit Values | | | Unit | Test Circuit |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | min. | typ. | max. | | |
| Supply current consumption<br>S1 … S6 open<br>$V_{11} = 0$ V<br>$C_{10} = 47$ nF; $R_9 = 100$ kΩ | $I_S$ | 4.5 | 6.5 | 10 | mA | 1 |
| Synchronization pin 5<br>Input current<br>$R_2$ varied<br>Offset voltage | $I_{5\,rms}$<br><br>$\Delta V_5$ | 30 | <br><br>30 | 200<br><br>75 | µA<br><br>mV | 1<br><br>4 |
| Control input pin 11<br>Control voltage range<br>Input resistance | $V_{11}$<br>$R_{11}$ | 0.2 | 15 | $V_{10\,peak}$ | V<br>kΩ | 1<br>5 |

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**Characteristics** (cont'd)
$8 \le V_S \le 18$ V; $-25$ °C $\le T_A \le 85$ °C; $f = 50$ Hz

| Parameter | Symbol | Limit Values | | | Unit | Test Circuit |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | min. | typ. | max. | | |
| Ramp generator | | | | | | |
| Charge current | $I_{10}$ | 10 | | 1000 | µA | |
| Max. ramp voltage | $V_{10}$ | | | $V_2 - 2$ | V | 1 |
| Saturation voltage at capacitor | $V_{10}$ | 100 | 225 | 350 | mV | 1.6 |
| Ramp resistance | $R_9$ | 3 | | 300 | kΩ | 1 |
| Sawtooth return time | $t_f$ | | 80 | | µs | 1 |
| Inhibit pin 6 switch-over of pin 7 | | | | | | |
| Outputs disabled | $V_{6\,L}$ | | 3.3 | 2.5 | V | 1 |
| Outputs enabled | $V_{6\,H}$ | 4 | 3.3 | | V | 1 |
| Signal transition time | $t_r$ | 1 | | 5 | µs | 1 |
| Input current $V_6 = 8$ V | $I_{6\,H}$ | | 500 | 800 | µA | 1 |
| Input current $V_6 = 1.7$ V | $-I_{6\,L}$ | 80 | 150 | 200 | µA | 1 |
| Deviation of $I_{10}$ $R_9$ = const. $V_S$ = 12 V; $C_{10}$ = 47 nF | $I_{10}$ | $-5$ | | 5 | % | 1 |
| Deviation of $I_{10}$ $R_9$ = const. $V_S$ = 8 V to 18 V | $I_{10}$ | $-20$ | | 20 | % | 1 |
| Deviation of the ramp voltage between 2 following half-waves, $V_S$ = const. | $\Delta V_{10\,max}$ | | ± 1 | | % | |
| Long pulse switch-over pin 13 switch-over of S8 | | | | | | |
| Short pulse at output | $V_{13\,H}$ | 3.5 | 2.5 | | V | 1 |
| Long pulse at output | $V_{13\,L}$ | | 2.5 | 2 | V | 1 |
| Input current $V_{13} = 8$ V | $I_{13\,H}$ | | | 10 | µA | 1 |
| Input current $V_{13} = 1.7$ V | $-I_{13\,L}$ | 45 | 65 | 100 | µA | 1 |
| Outputs pin 2, 3, 4, 7 Reverse current $V_Q = V_S$ | $I_{CEO}$ | | | 10 | µA | 2.6 |
| Saturation voltage $I_Q = 2$ mA | $V_{sat}$ | 0.1 | 0.4 | 2 | V | 2.6 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**Characteristics** (cont'd)
$8 \le V_S \le 18$ V; $-25$ °C $\le T_A \le 85$ °C; $f = 50$ Hz

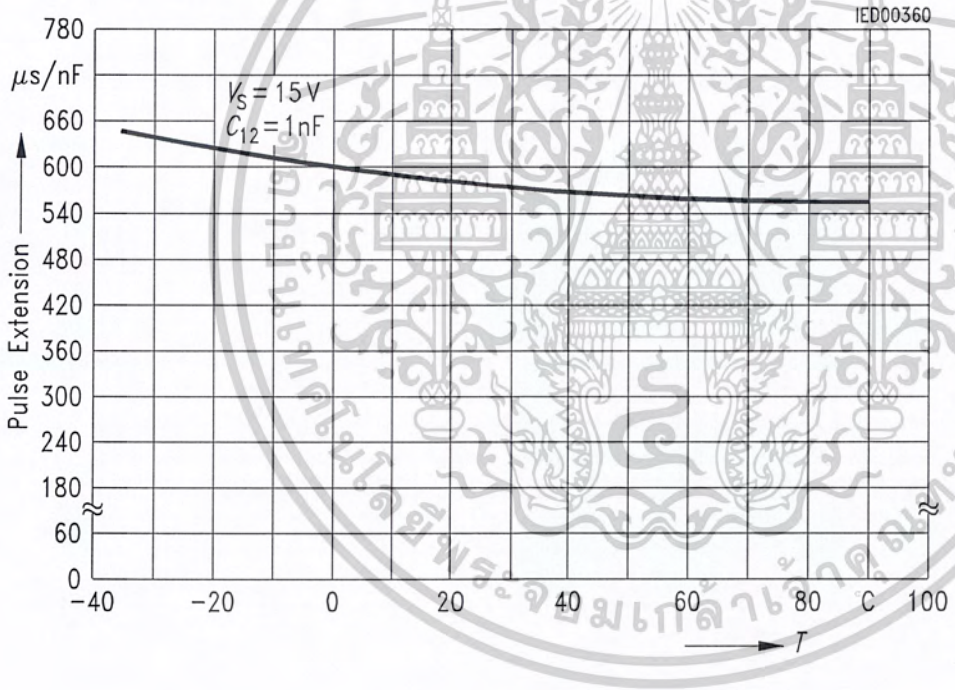
| Parameter | Symbol | Limit Values | | | Unit | Test Circuit |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | min. | typ. | max. | | |
| Outputs pin 14, 15 | | | | | | |
| H-output voltage<br>$-I_Q = 250$ mA | $V_{14/15\,H}$ | $V_S - 3$ | $V_S - 2.5$ | $V_S - 1.0$ | V | 3.6 |
| L-output voltage<br>$I_Q = 2$ mA | $V_{14/15\,L}$ | 0.3 | 0.8 | 2 | V | 2.6 |
| Pulse width (short pulse)<br>S9 open | $t_p$ | 20 | 30 | 40 | µs | 1 |
| Pulse width (short pulse)<br>with $C_{12}$ | $t_p$ | 530 | 620 | 760 | µs/<br>nF | 1 |
| Internal voltage control | | | | | | |
| Reference voltage<br>Parallel connection of<br>10 ICs possible | $V_{REF}$ | 2.8 | 3.1 | 3.4 | V | 1 |
| $TC$ of reference voltage | $\alpha_{REF}$ | | $2 \times 10^{-4}$ | $5 \times 10^{-4}$ | 1/K | 1 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## Application Hints for External Components

| | | min | max | |
|---|---|---|---|---|
| Ramp capacitance | $C_{10}$ | 500 pF | 1 µF[1] | The minimum and maximum values of $I_{10}$ are to be observed |
| Triggering point | $t_{Tr} = \frac{V_{11} \times R_9 \times C_{10}}{V_{REF} \times K}$ | | [2] | |
| Charge current | $I_{10} = \frac{V_{REF} \times K}{R_9}$ | | [2] | Ramp voltage $V_{10\,max} = V_S - 2\,V$ $V_{10} = \frac{V_{REF} \times K \times t}{R_9 \times C_{10}}$ [2] |

## Pulse Extension versus Temperature

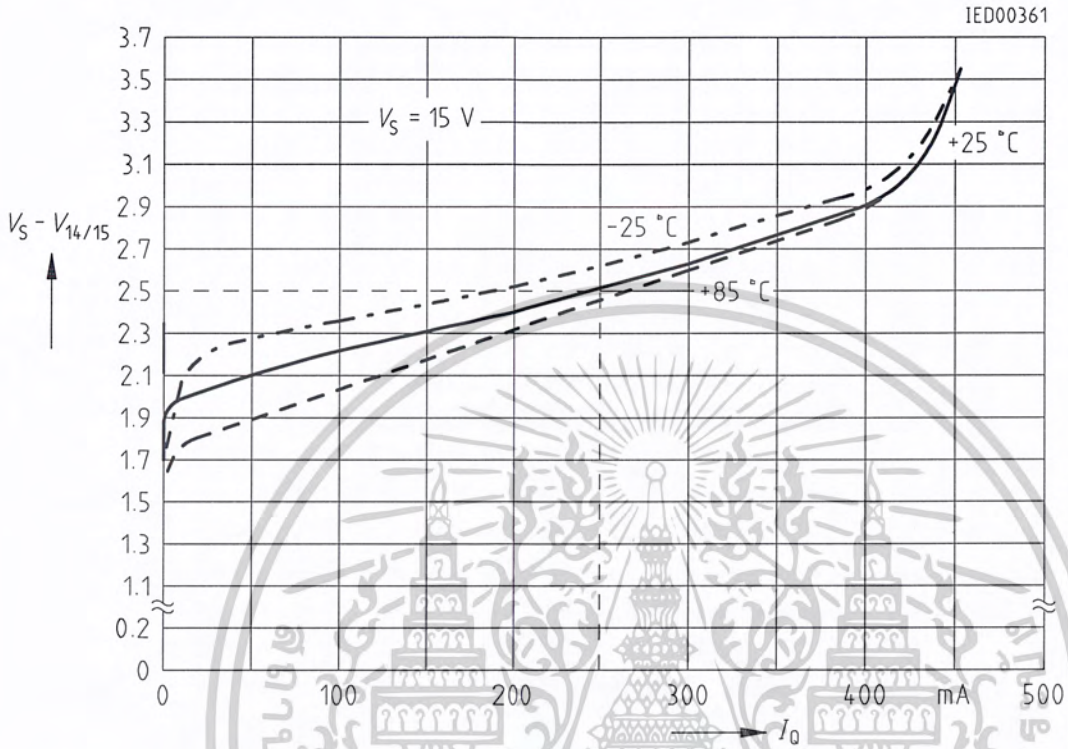



[1] Attention to flyback times

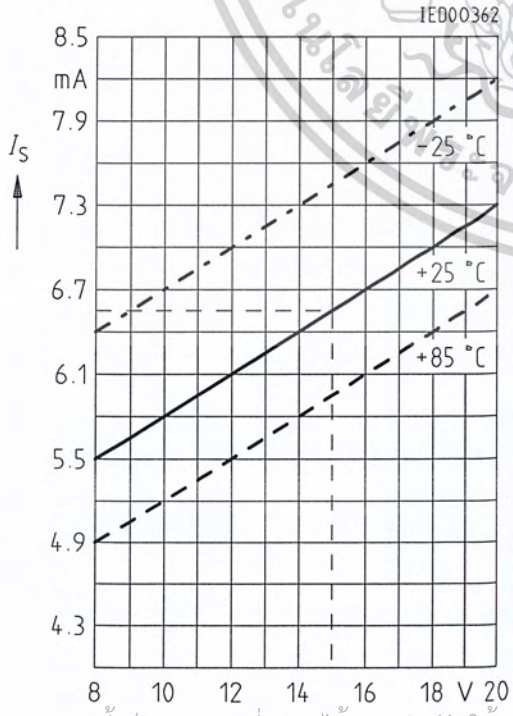
[2] $K$ = 1.10 ± 20 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

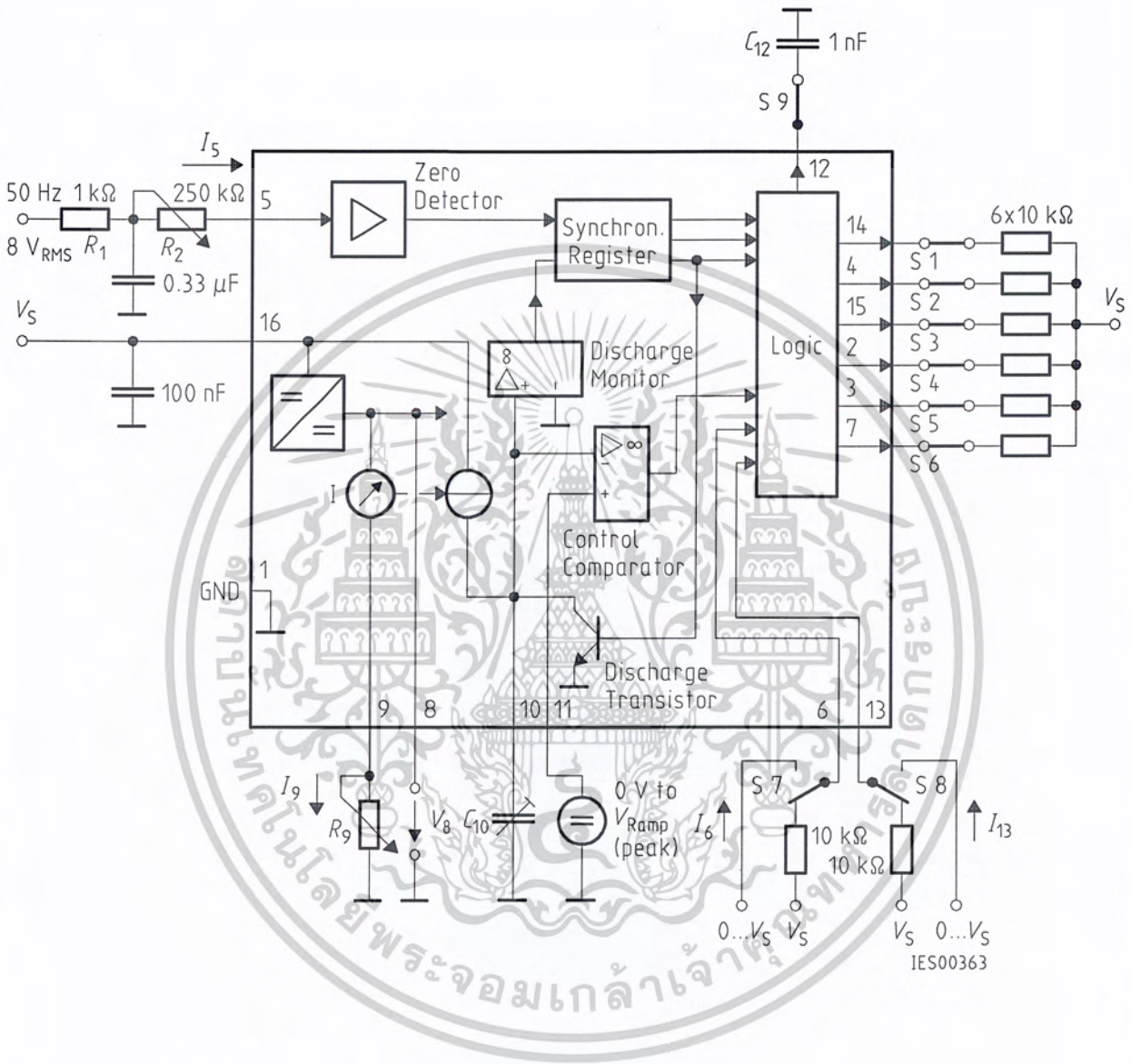
**Output Voltage measured to + $V_S$**




**Supply Current versus Supply Voltage**



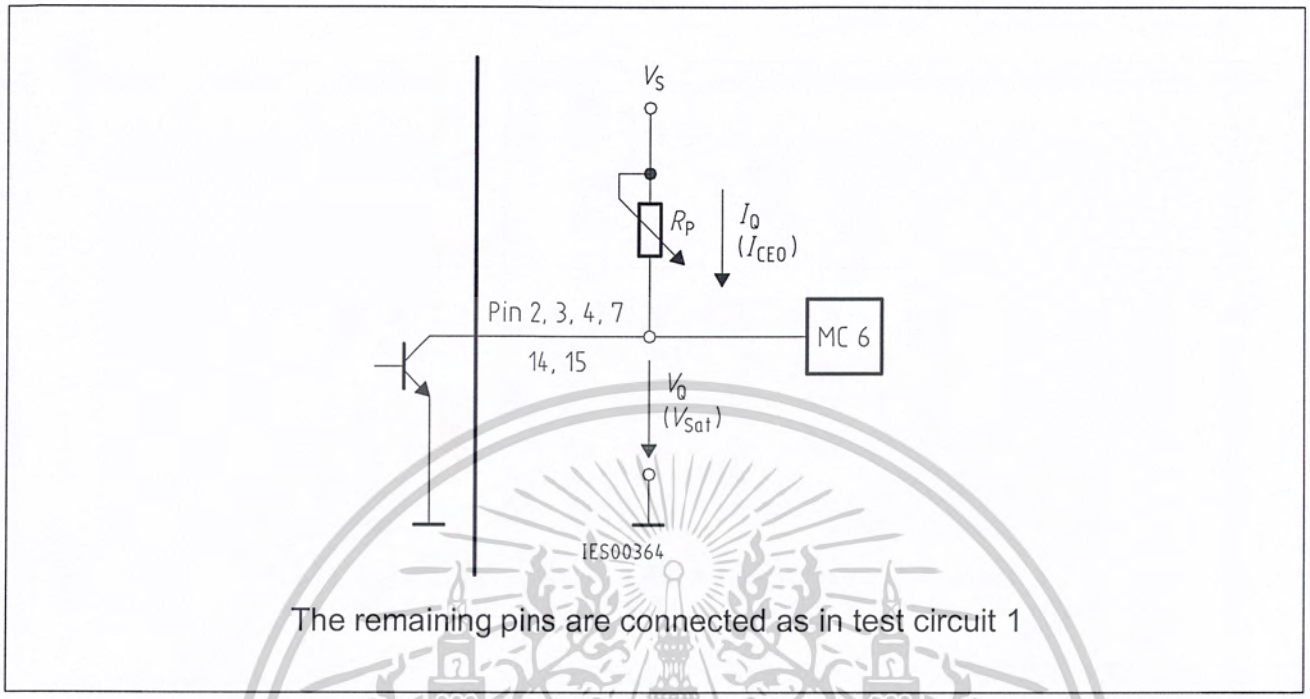

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




It is necessary for all measurements to adjust the ramp with the aid of $C_{10}$ and $R_9$ in the way that $3\,V \leq V_{ramp\,max} \leq V_S - 2\,V$
e.g. $C_{10}$ = 47 nF; 18 V: $R_9$ = 47 kΩ; 8 V: $R_9$ = 120 kΩ

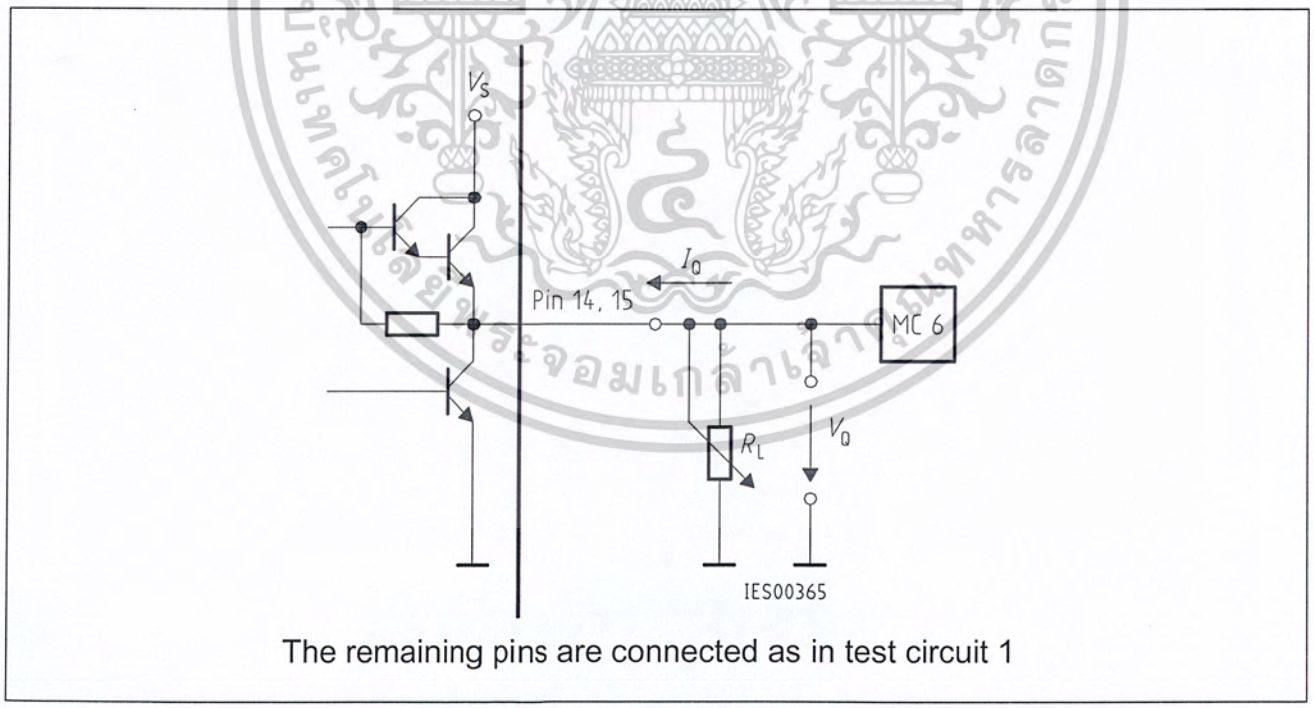
**Test Circuit 1**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




The remaining pins are connected as in test circuit 1

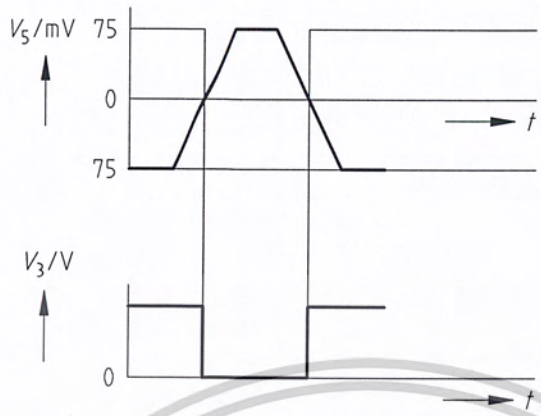
**Test Circuit 2**

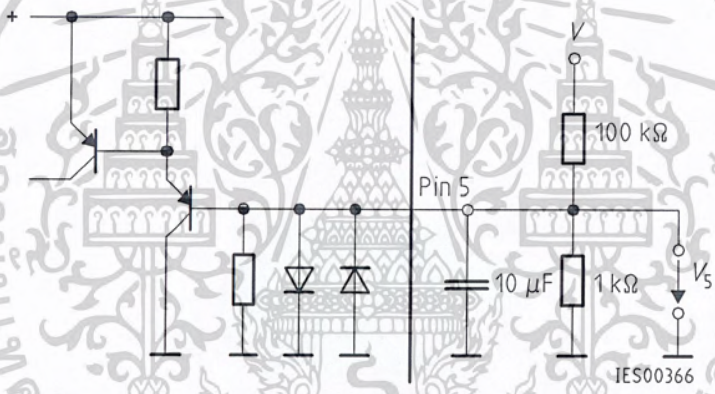



The remaining pins are connected as in test circuit 1

**Test Circuit 3**

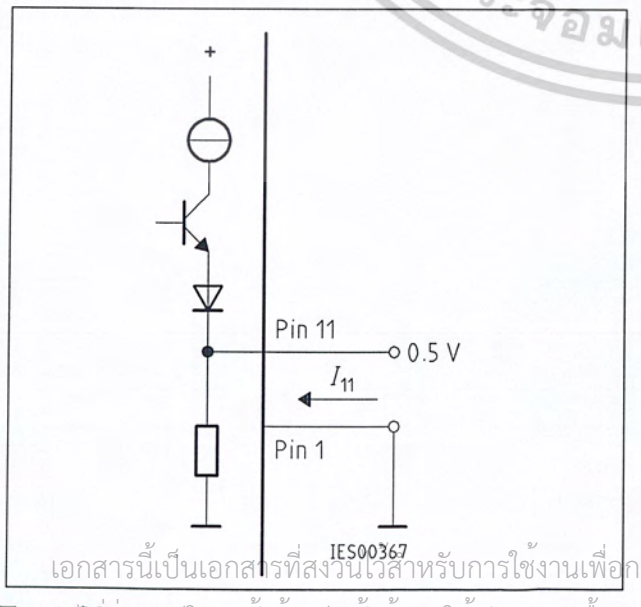
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



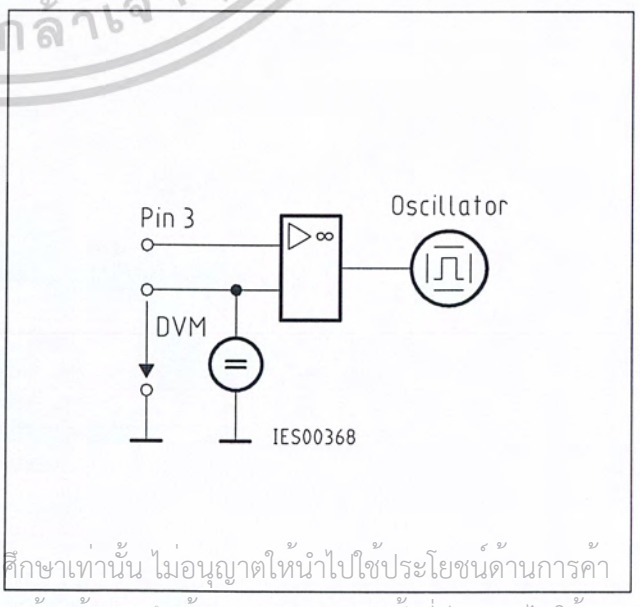




Remaining pins are connected as in test circuit 1
The 10 µF capacitor at pin 5 serves only for test purposes

**Test Circuit 4**

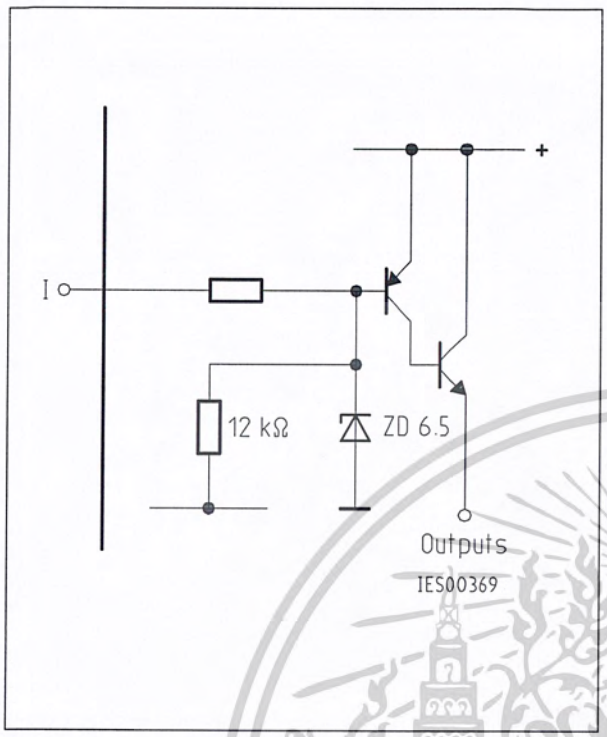



**Test Circuit 5**

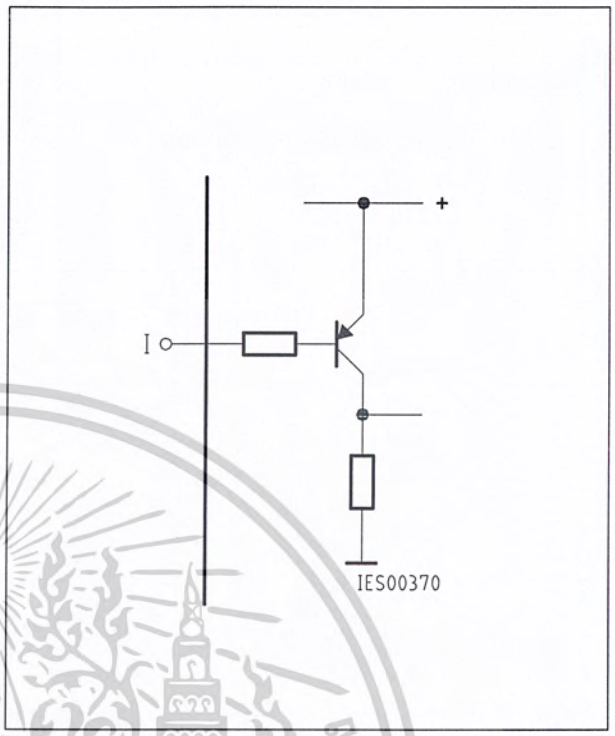



**Test Circuit 6**

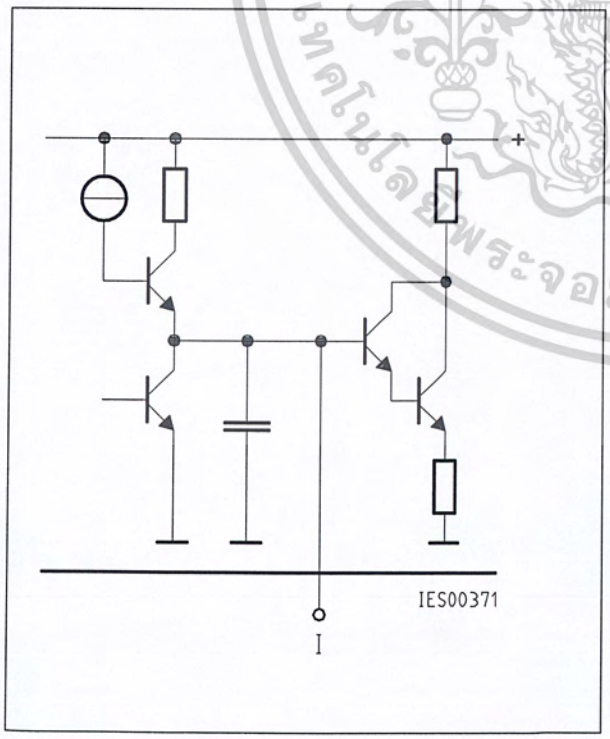
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



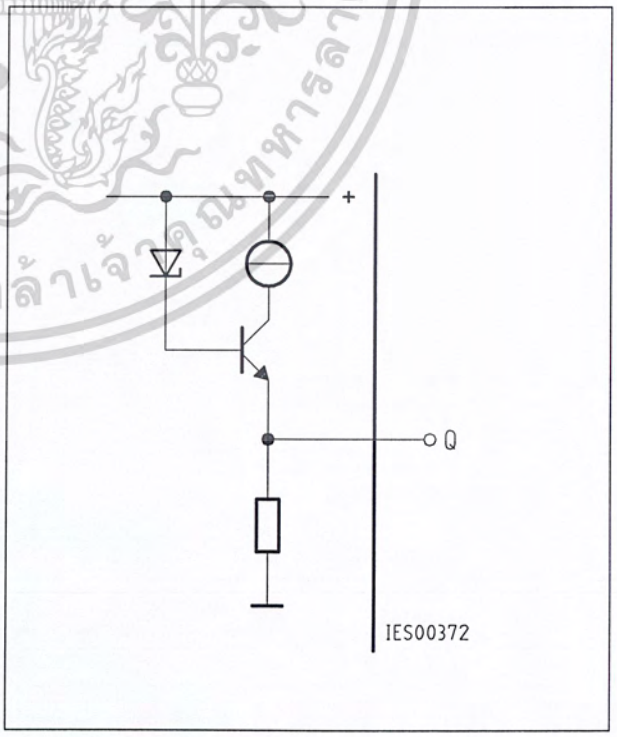

**Inhibit 6**




**Long Pulse 13**

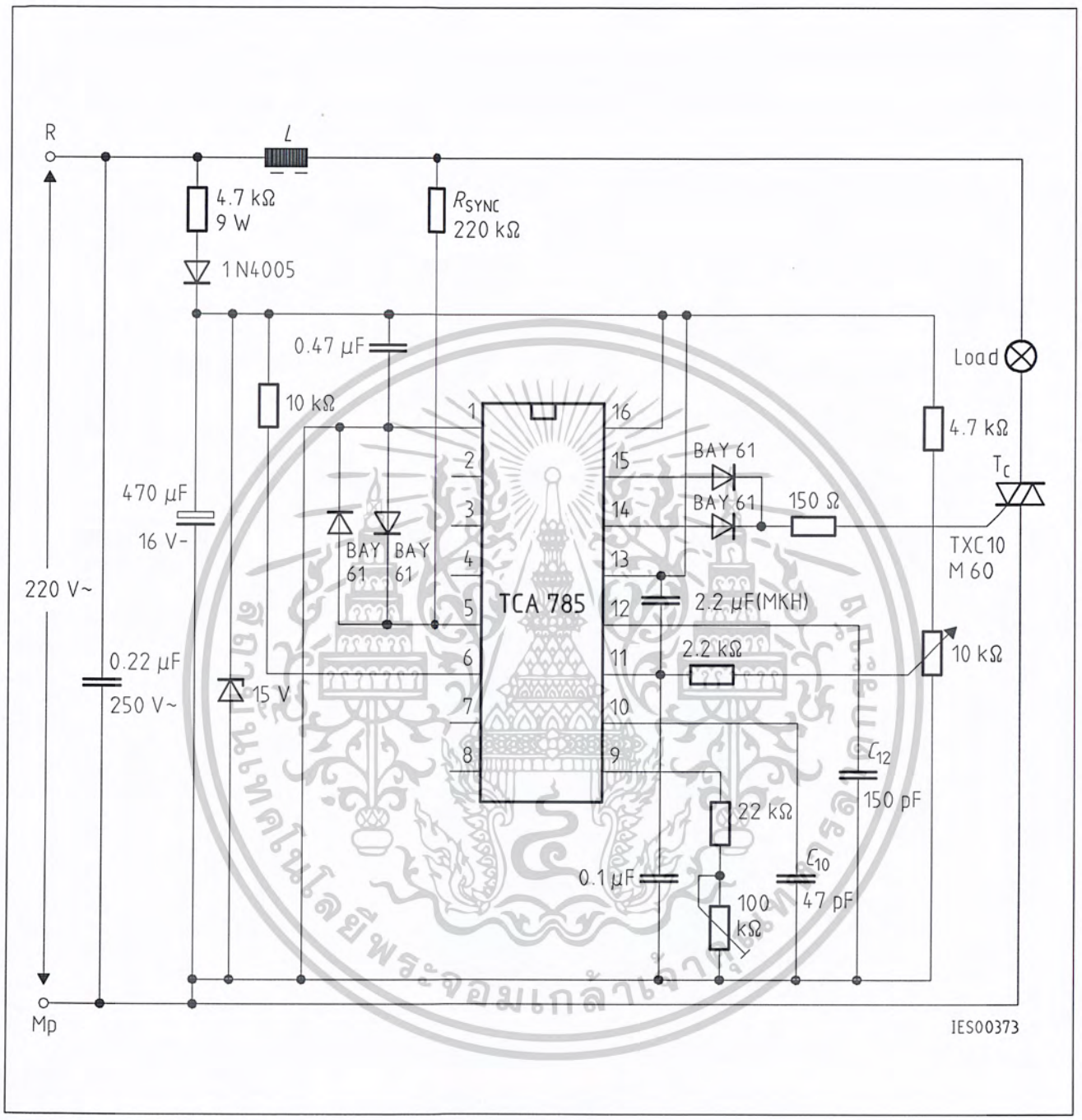



**Pulse Extension 12**




**Reference Voltage 8**

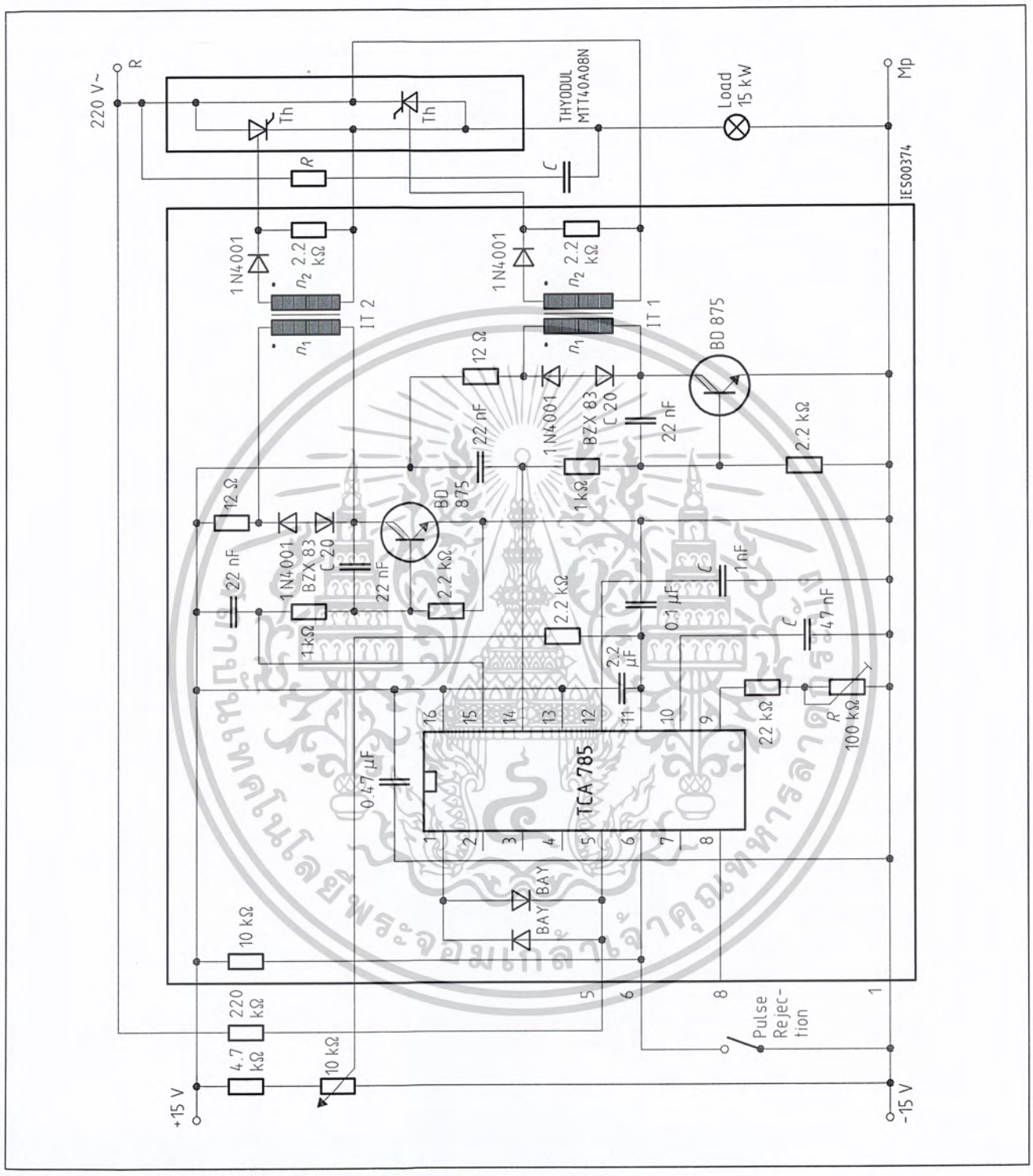
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**Application Examples**
**Triac Control for up to 50 mA Gate Trigger Current**

A phase control with a directly controlled triac is shown in the figure. The triggering angle of the triac can be adjusted continuously between 0° and 180° with the aid of an external potentiometer. During the positive half-wave of the line voltage, the triac receives a positive gate pulse from the IC output pin 15. During the negative half-wave, it also receives a positive trigger pulse from pin 14. The trigger pulse width is approx. 100 µs.

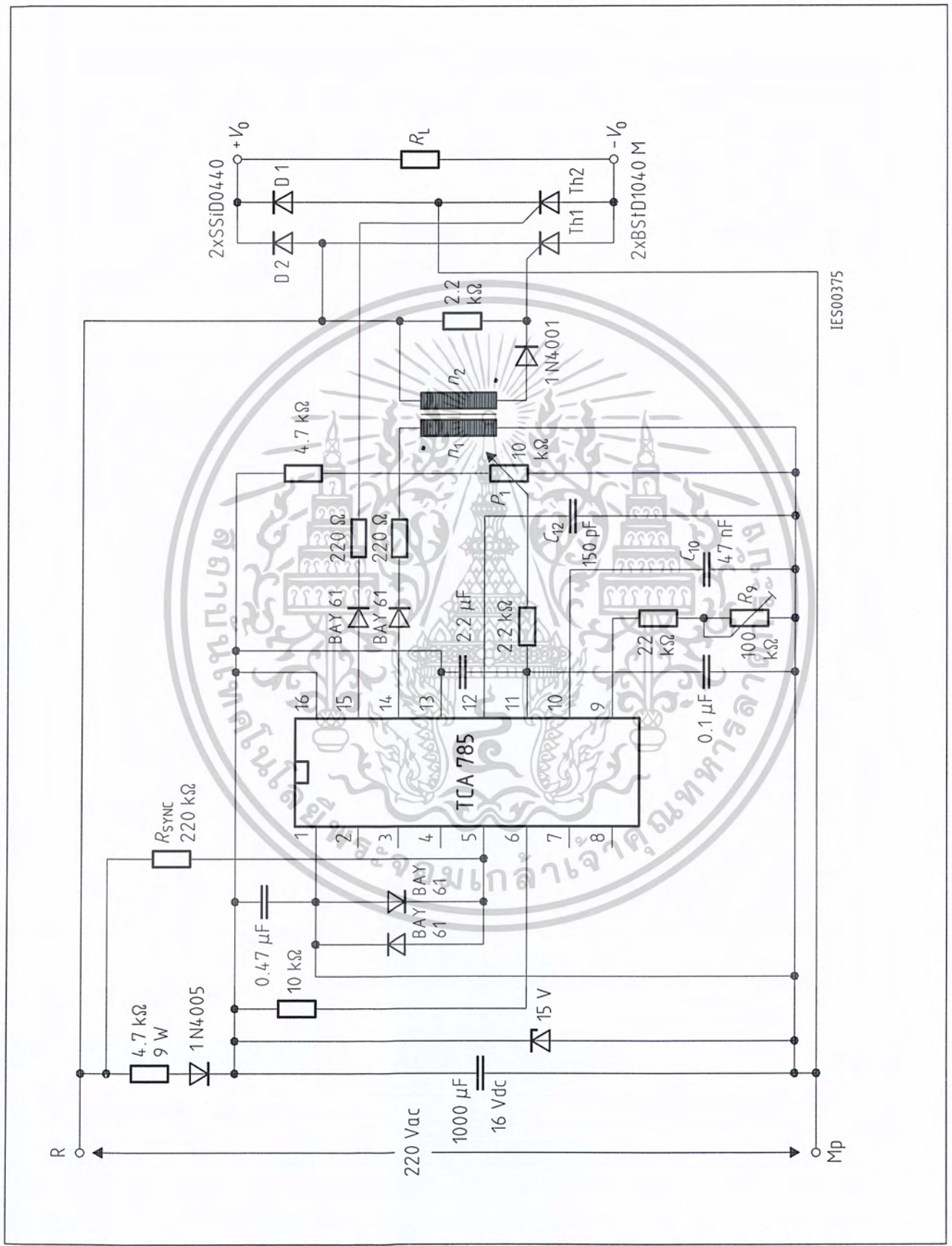
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**Fully Controlled AC Power Controller Circuit for Two High-Power Thyristors**

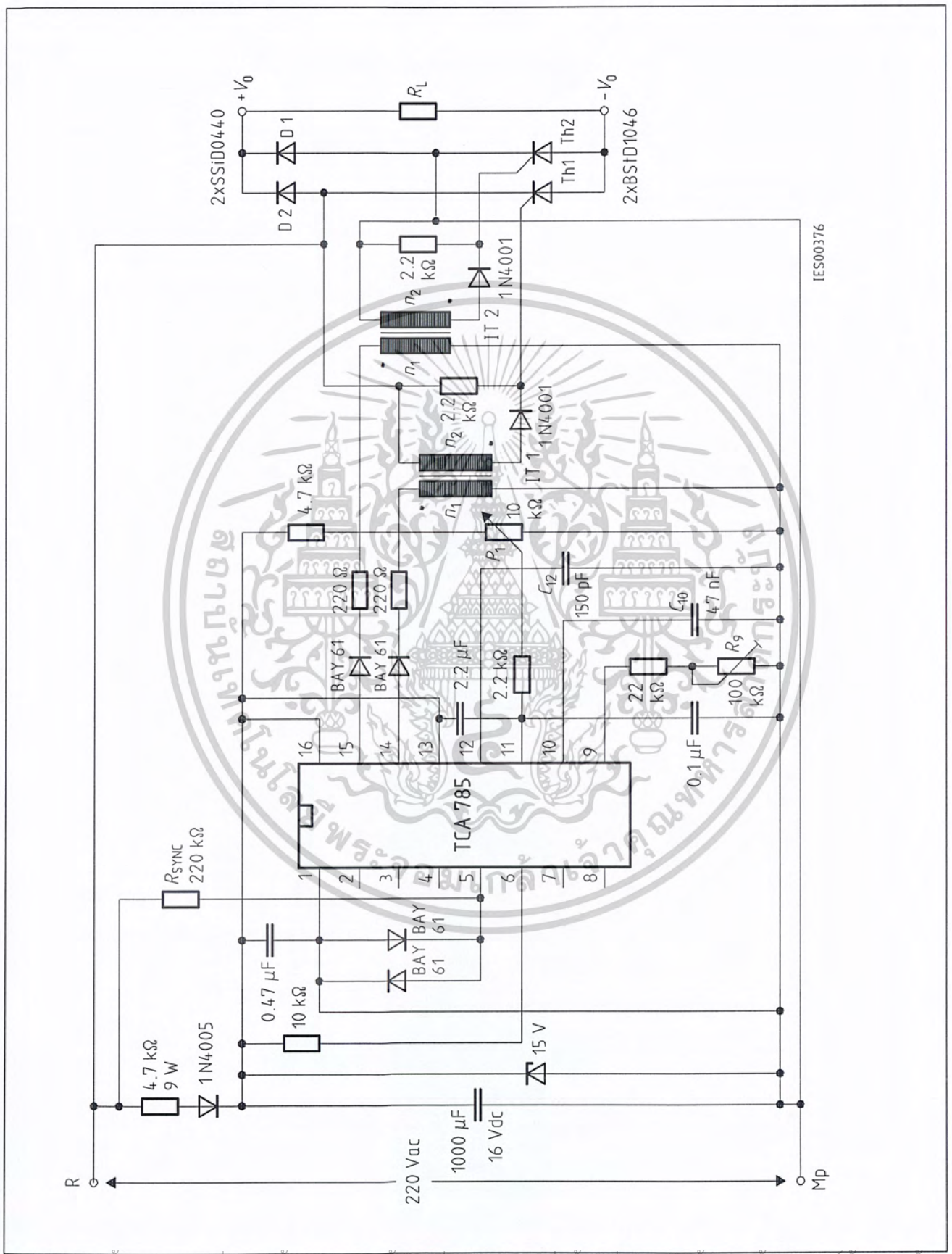
Shown is the possibility to trigger two antiparalleled thyristors with one IC TCA 785. The trigger pulse can be shifted continuously within a phase angle between 0° and 180° by means of a potentiometer. During the negative line half-wave the trigger pulse of pin 14 is fed to the relevant thyristor via a trigger pulse transformer. During the positive line half-wave, the gate of the second thyristor is triggered by a trigger pulse transformer at pin 15.

เอกสารนี้ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ห้ามนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า การแสวงหากำไร หรือการอื่นใดที่ส่งผลกระทบต่อเจ้าของลิขสิทธิ์ ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น การนำไปใช้ประโยชน์ดังกล่าว ต้องได้รับอนุญาตจากเจ้าของลิขสิทธิ์เท่านั้น




**Half-Controlled Single-Phase Bridge Circuit with Trigger Pulse Transformer and Direct Control for Low-Power Thyristors**

ไม่อนุญาตให้ทำซ้ำ | ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**Half-Controlled Single-Phase Bridge Circuit with Two Trigger Pulse Transformers for Low-Power Thyristors**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# กิตติมากรรมประกาศ

โครงงานเครื่องฟักไข่ควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ ครั้งนี้สามารถลุล่วงไปได้ด้วยดี ด้วยความกรุณาของท่านอาจารย์ที่ปรึกษา รศ.ดร. มนัส สังวรศิลป์ ที่ให้คำปรึกษาและคำแนะนำ ทำให้เกิดแนวความคิดและแนวทางแก้ปัญหาในการทำโครงงาน ตลอดจนเอื้ออำนวยเครื่องมือและอุปกรณ์ที่จำเป็นต้องใช้ระหว่างทำการทดลอง ตลอดจนพระคุณของ บิดา – มารดา ผู้ซึ่งให้โอกาสและทุกสิ่งทุกอย่างแก่ผู้จัดทำ และสุดท้ายนี้เป็นกลุ่มเพื่อนๆ และพี่ๆที่คอยให้กำลังใจ และแนวความคิดบางสิ่งบางอย่างแก่ผู้จัดทำ ผู้จัดทำขอขอบพระคุณทุกท่านเป็นอย่างสูงที่ให้ความช่วยเหลือไว้ ณ. โอกาสนี้ด้วย

นายจิระวัฒน์ วงศ์วานิช

นายอลงกรณ์ มหาโสม

ผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บรรณานุกรม


1. ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล ,"เรียนรู้และปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 Flash Microcontroller " , บริษัทอินโนเวตีฟเอ็กเพอริเม็นต์ จำกัด , 476 หน้า
2. วิโรจน์ อัสวังสี, ใช้ให้เป็นใช้ให้ดีไอซีเรกูเรเตอร์ เซมิคอนดัคเตอร์อิเล็กทรอนิกส์ ปีที่ 16 ฉบับที่ 100 ( มิถุนายน 2533) หน้า 286-294
3. อุดม จีนประดับ , "ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51", ศูนย์ผลิตตำรา สถาบันเทคโนโลยีพระจอม-เกล้าพระนครเหนือ , 256 หน้า
4. วรวิทย์ วณิชาภิชาติ ,"ไข่และการฟักไข่",ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.2531



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้