สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ชุดอิเล็กทรอนิกส์สวิทช์และการตั้งเวลาสำหรับควบคุมพัดลม

ELECTRONIC SWITCH AND TIMER FOR FAN CONTROL

T061808

นายประการ ยอมิน

นายเอกรัตน์ ธำรงสิริรักษ์

นายสำราญ โต๊ะหมุด

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 61808
วัน,เดือน,ปี 21 ก.ค. 2549

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

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดคุม

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ELECTRONIC SWITCH AND TIMER FOR FAN CONTROL

PRAKARN YORMIN

AKARAT THAMRONGSIRIRAK

SUMRAN THOMUD

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

BACHELOR OF ENGINEERING IN INSTRUMENTATION ENGINEERING

DEPARTMENT OF INSTRUMENTATION ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2004

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดคุม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

หัวข้อปริญญานิพนธ์ ชุดอิเล็กทรอนิกส์สวิทช์และการตั้งเวลาสำหรับควบคุมพัดลม

ELECTRONIC SWITCH AND TIMER FOR FAN CONTROL

นักศึกษาผู้จัดทำ นายประการ ขอมิน **รหัสประจำตัว** 45015559

นายเอกรัตน์ ธำรงสิริรักษ์ **รหัสประจำตัว** 45015587

นายสำราญ โต๊ะหมุด **รหัสประจำตัว** 45015621

ปริญญา วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชา วิศวกรรมการวัดคุม

ปีการศึกษา 2547

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์	ลายมือชื่อ
ผศ. ไสว พงศ์สวัสดิ์	
รศ. ประภาษ อุดคกิมาพันธุ์	

วัน/เดือน/ปี ที่สอบ วันพุธที่ 20 เมษายน พ.ศ. 2548

สถานที่สอบ ณ ห้องสอบปริญญานิพนธ์ ภาควิชาวิศวกรรมการวัดคุม

ภาควิชารับรองแล้ว

(รศ. ประสิทธิ์ จุลเสรีวงศ์)

หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมการวัดคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	**ชุดอิเล็กทรอนิกส์สวิทช์และการตั้งเวลาสำหรับควบคุมพัดลม**
	ELECTRONIC SWITCH AND TIMER FOR FAN CONTROL
นักศึกษาผู้จัดทำ	นายประการ ขอมิน
	นายเอกรัตน์ ธำรงสิริรักษ์
	นายสำราญ โต๊ะหมุด
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ. ไสว พงศ์สวัสดิ์
	รศ. ประภาษ อุดคกิมาพันธุ์
ปีการศึกษา	2547

บทคัดย่อ

อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ ในปัจจุบันได้มีการใช้งานกันเพิ่มมากขึ้น จึงอาจจะกล่าวได้ว่าในปัจจุบันเครื่องใช้ไฟฟ้ามีส่วนเกี่ยวข้องในชีวิตประจำวันของมนุษย์เราเพิ่มมากขึ้น หากสามารถควบคุมพลังงานไฟฟ้า หรือช่วงเวลาที่ป้อนพลังงานให้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าแบบอัตโนมัติได้จะทำให้มีความสะดวกสบายในชีวิตประจำวันมีมากขึ้น เพราะไม่ต้องเสียเวลาที่จะต้องควบคุมดูแลอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าด้วยตัวเองอยู่ตลอดเวลา

โครงงานสวิทช์อิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Switch) และตั้งเวลาเป็นเครื่องควบคุมแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับแบบอัตโนมัติ โดยใช้หลักการควบคุมมุมเฟสด้วยวงจร AC–AC CONVERTER และควบคุมเวลาของชุดรีเลย์ด้วย Timer ในการควบคุมระบบฮาร์ดแวร์จะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในการติดต่อสื่อสารกับตัวอุปกรณ์ Electronic Switch ในการควบคุมโหลดที่เป็นมอเตอร์พัดลมให้มีความเร็วรอบที่เปลี่ยนแปลงตามค่าอุณหภูมิ โดยใช้การตรวจจับอุณหภูมิและแปลงสัญญาณผ่านไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อเปลี่ยนแปลงและควบคุมมุมจุดชนวนให้ชุด AC–AC CONVERTER จากการทดลองควบคุมด้วยตัวอุปกรณ์ Electronic Switch เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ โดยไม่ต้องมีคนคอยควบคุมดูแลและไม่เป็นการสิ้นเปลืองเวลา และชุดตั้งเวลาจะใช้รีเลย์เปิดสวิทช์เพื่อควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title Electronic Switch and Timer for Fan Control

Authors Mr. Prakarn Yormin

Mr. Akarat Thamrongsirirak

Mr. Sumran Thomud

Thesis Advisor Asst.Prof. Sawai Pongswatd

Assoc.Prof. Prapart Ukakimapurn

Year 2004

ABSTRACT

The Electric appliance in present time is has very work. The brave it talk is present time electric appliance have everyday is the person. If to control electric power or time pet power is auto electric appliance it have your happy in everyday. Because don't free time at control electric appliance your person this everytime.

In this project , The Electronic Switch and Timer is motor control auto AC voltage. It have control the phase firing angle circuit AC-AC Converter and time control option relay it timer in control hardware system microcontroller infectious equipment Electronic Switch in control load. If the Fan Motor has round speed to change on temperature to use check temperature and change wave to microcontroller for to change and control angle threshold for AC- AC Converter. It sample control is information equipment Electronic Switch this have good. And don't control person and don't free time. It time is to use relay are switch for control is on-off electric appliance.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีเพราะได้รับความเมตตาจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ไสว พงศ์สวัสดิ์ และ รองศาสตราจารย์ประภาษ อุดดกิมาพันธุ์ ที่ได้ให้คำแนะนำและส่งเสริมแก่ผู้วิจัยตลอดมา อีกทั้งยังเอื้อเฟื้ออุปกรณ์และเครื่องมือต่างๆ ในการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งและขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมการวัดคุมทุกท่าน ที่ให้คำแนะนำอันเป็นประโยชน์ต่อการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้

และที่ลืมเสียมิได้คือ ขอกราบขอบพระคุณคุณแม่ อันเป็นที่รักยิ่ง รุ่นพี่และเพื่อนทุกคนที่ให้การสนับสนุนและเป็นแรงบันดาลใจในการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

คณะผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....II

กิตติกรรมประกาศ.....III

สารบัญ.....IV

สารบัญตาราง.....VII

สารบัญภาพ.....VIII

บทที่ 1 บทนำ.....1

1.1 ความเป็นมาและเหตุจูงใจของการวิจัย.....1

1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์.....1

1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์.....1

บทที่ 2 ความรู้เบื้องต้น.....2

2.1 การใช้ไทรแอกควบคุมมุมเฟส.....2

2.1.1 การควบคุมมุมเฟสแบบครึ่งคลื่น.....5

2.1.2 การควบคุมมุมเฟสแบบเต็มคลื่น.....5

2.2 รีเลย์.....8

2.3 ไอซีตรวจจับอุณหภูมิ DS 1802.....9

2.3.1 ระบบการสื่อสารข้อมูลอนุกรมแบบหนึ่งสาย.....9

2.3.2 คุณสมบัติทางเทคนิคของระบบบัสหนึ่งสาย.....9

2.3.3 คุณสมบัติของไทม์สล็อต.....10

2.3.4 ไทม์สล็อตการอ่านข้อมูลอุปกรณ์มาสเตอร์และการเขียนข้อมูลอุปกรณ์สเลฟ.....11

2.3.5 ไทม์สล็อตการเขียนข้อมูลของอุปกรณ์มาสเตอร์.....12

2.3.6 รูปแบบการสื่อสารข้อมูลหนึ่งสาย.....13

2.3.7 ไอซีตรวจจับอุณหภูมิ DS 1820.....14

2.3.8 การเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51.....16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

2.4 ไอซีสร้างฐานเวลาจริงหรือรีลไทม์คล็อก (RTC).....16

2.4.1 รายละเอียดขาต่อใช้งานของ DS1307.....17

2.4.2 การทำงานของ DS1370.....18

2.4.3 การจัดสรรหน่วยความจำใน DS1307.....19

2.4.4 รีจิสเตอร์ควบคุม.....20

2.4.5 โหมดการทำงานของ DS1307.....21

2.4.6 โหมดการเขียนข้อมูล.....21

2.4.7 โหมดการอ่านข้อมูล.....22

2.4.8 การเชื่อมต่อ DS1307 กับไมโครคอนโทรลเลอร์.....22

2.5 การเชื่อมต่อกับสวิตช์คีย์แพด.....23

2.6 การใช้ MCS-51 ควบคุมการแสดงผลของแอลอีดี 7 ส่วน.....24

2.6.1 การขับแอลอีดี 7 ส่วนแบบมัลติเพล็กซ์.....26

2.7 นาฬิกาวัดอุณหภูมิและควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้า.....27

2.7.1 การเชื่อมต่อพอร์ตอนุกรมกับระบบบัส I^2C.....27

บทที่ 3 หลักการทำงานและการออกแบบ ELECTRONIC SWITCHS.....34

3.1 หลักการทำงานของ ELECTRONIC SWITCHS.....34

3.1.1 การทำงานและวงจรของบล็อก ELECTRONIC SWITCHS.....35

3.1.2 การทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์.....41

บทที่ 4 ผลการทดลองชุดอิเล็กทรอนิกส์สวิทช์.....48

บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและวิจารณ์.....57

5.1 ประโยชน์ที่ได้รับ.....57

5.2 ปัญหาและอุปสรรค.....57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

บรรณานุกรม.....58

ภาคผนวก.....59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 การเลือกความถี่ของสัญญาณสี่เหลี่ยมที่ออกจากขา SQW.....21

2.2 ข้อมูลการแสดงผล 0-9 ของเอลอีดี 7 ส่วน แบบแคโทดร่วม.....25

2.3 ตำแหน่งขาที่จะต่อกับพอร์ต.....26

4.1 แสดงค่าแรงดันเอาท์พุตที่มุมทริกต่างๆ.....56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

2.1 แสดงโครงสร้างสัญลักษณ์และวงจรสมมูลเปรียบเทียบระหว่างไทรแอกกับเอสซีอาร์.....2
2.2 แสดงกราฟลักษณะสมบัติของไทรแอก.....3
2.3 แสดงการนำกระแสได้ 2 ทางของไทรแอก เมื่อได้รับการจุดชนวนด้วยกระแสเกตบวก.....4
2.4 วงจรและสัญญาณการควบคุมแบบเต็มคลื่นที่โหลดเป็นตัวต้านทาน.....6
2.5 การเชื่อมต่อบนระบบบัสหนึ่งสาย.....10
2.6 ไทม์สล็อตการรีเซตและการตอบรับของอุปกรณ์บนระบบบัสหนึ่งสาย.....11
2.7 ไทม์สล็อตการอ่านข้อมูลของอุปกรณ์มาสเตอร์ซึ่งตรงกับไทม์สล็อตการเขียน
ข้อมูลของอุปกรณ์สเลฟ.....12
2.8 แสดงรูปสัญญาณของไทม์สล็อตการเขียนข้อมูลของอุปกรณ์มาสเตอร์.....13
2.9 การจัดขาของ DS 1820.....14
2.10 โครงสร้างการทำงานภายในของไอซีตรวจจับอุณหภูมิ DS 1820.....14
2.11 การจัดสรรพื้นที่ของสแครตช์แพดใน DS 1820.....15
2.12 การเชื่อมต่อ DS 1820 กับไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51.....16
2.13 การจัดขาของไอซี DS 1307 ไอซีสร้างฐานเวลาจริง (RTC).....17
2.14 โครงสร้างภายในของไอซีรีลไทม์คล็อกเบอร์ DS 1307.....19
2.15 (ก) การจัดสรรหน่วยความจำภายใน DS 1307.....20
2.15 (ข) รายละเอียดของรีจีสเตอร์เก็บค่าเวลาและรีจีสเตอร์ควบคุมของ DS 1307.....20
2.16 รูปแบบของข้อมูลสำหรับติดต่อกับ DS 1307 ในโหมดการเขียนข้อมูล.....22
2.17 รูปแบบของข้อมูลสำหรับติดต่อกับ DS 1307 ในโหมดการอ่านข้อมูล.....22
2.18 แสดงการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์กับไอซีรีลไทม์คล็อก DS 1307.....23
2.19 รูปวงจรสวิทช์แบบต่อเข้ากับไฟเลี้ยงและกราวด์.....24
2.20 (ก) รูปร่างและการกำหนดชื่อเซกเมนต์ต่างๆ ของแอลอีดี 7 ส่วน.....24
2.20 (ข) การต่อแบบแคโทดร่วม.....24
2.20 (ค) การต่อแบบแอโนดร่วม.....24
2.21 การขับแอลอีดี 7 ส่วนแบบมัลติเพล็กซ์ของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51.....27
2.22 การเชื่อมต่อบอร์ดวงจรแอลอีดี 7 ส่วนแบบหลักเดียวกับไมโครคอนโทรลเลอร์
MCS 51- AT89S52.....28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

2.23 การต่อตัวต้านทานเพื่อป้องกันแรงดันกระชากที่อาจปะปนเข้ามาในไฟเลี้ยงของอุปกรณ์ในระบบ I^2C บัส....29

2.24 ไดอะแกรมเวลาแสดงสภาวะต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นบนระบบบัส I^2C....31

2.25 รูปแบบของข้อมูลที่ใช้อ้างถึงอุปกรณ์บนระบบบัส I^2C....32

2.26 รูปแบบข้อมูลอนุกรมที่ใช้ในการติดต่อกับอุปกรณ์บนระบบบัส I^2C แบบ 7 บิต....32

2.27 รูปแบบข้อมูลอนุกรมที่ใช้ในการติดต่อกับอุปกรณ์บนระบบบัส I^2C แบบ 10 บิต....33

3.1 แสดงโครงสร้าง ELECTRONIC SWITCHS....34

3.2 วงจรการทำงานสวิทช์เลือกโหมดการทำงาน....35

3.3 วงจรการทำงานเลือกระดับแรงดันเริ่มต้น....36

3.4 วงจรการทำงานสวิทช์สำหรับตั้งเวลา....36

3.5 (ก) วงจรZero crossing....37

3.5 (ข) รูปคลื่นสัญญาณ Zero crossing....37

3.6 แสดงการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์กับไอซีรีล ไทม์คล็อก DS 1307....38

3.7 วงจรการทำงานของไทรแอก....39

3.8 วงจรการทำงานของรีเลย์....40

3.9 โฟร์ชาร์ทแสดงสวิทช์เลือกโหมดการทำงาน....41

3.10 โฟร์ชาร์ทแสดงสวิทช์เลือกระดับแรงดัน....42

3.11 โฟร์ชาร์ทแสดงสวิทช์เลือกระดับแรงดันที่ 1....43

3.12 โฟร์ชาร์ทแสดงสวิทช์เลือกระดับแรงดันที่ 2....44

3.13 โฟร์ชาร์ทแสดงสวิทช์เลือกระดับแรงดันที่ 3....45

3.14 โฟร์ชาร์ทแสดงสวิทช์เลือกระดับแรงดันที่ 4....46

3.15 โฟร์ชาร์ทแสดงการตั้งเวลา....47

4.1 แสดงผลรูปคลื่นที่อุณหภูมิที่ 34 °C....48

4.2 แสดงผลรูปคลื่นที่อุณหภูมิที่ 35 °C....49

4.3 แสดงผลรูปคลื่นที่อุณหภูมิที่ 36 °C....50

4.4 แสดงผลรูปคลื่นที่อุณหภูมิที่ 37 °C....51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่ หน้า

4.5 แสดงผลรูปคลื่นที่อุณหภูมิที่ 38 ℃.....52
4.6 แสดงผลรูปคลื่นที่อุณหภูมิที่ 39 ℃.....53
4.7 แสดงผลรูปคลื่นที่อุณหภูมิที่ 40 ℃.....54
4.8 แสดงผลรูปคลื่นที่อุณหภูมิที่ 41 ℃.....55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและเหตุจูงใจของการวิจัย

อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ ในปัจจุบันได้มีการใช้งานแทบทุกครอบครัว จึงอาจกล่าวได้ว่าปัจจุบันนี้เครื่องใช้ไฟฟ้ามีส่วนเกี่ยวข้องในชีวิตประจำวันของมนุษย์เราเพิ่มมากขึ้นทุกที ฉะนั้น หากเราสามารถที่จะควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าได้ด้วยระบบอัตโนมัติ พร้อมกับสามารถปรับขนาดแรงดันไฟฟ้าได้ตามต้องการ ความสะดวกสบายในชีวิตประจำวันของเราก็จะมีมากขึ้นด้วย การควบคุมที่กล่าวถึงนี้คือการตั้งเวลาการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าอัตโนมัติ และการตรวจรู้อุณหภูมิด้วยตัวเซนเซอร์เพื่อใช้ในการปรับค่าแรงดันที่ป้อนให้กับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ ฯลฯ ทั้งหมดนี้เป็นการตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งานที่ต้องการความสะดวกสบาย

1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นการศึกษา และออกแบบชุดควบคุมแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับแบบอัตโนมัติ โดยใช้หลักการควบคุมมุมเฟสด้วยวงจร AC–AC CONVERTER และชุดตั้งเวลาที่ใช้รีเลย์เป็นสวิทช์ซึ่งในการควบคุมระบบฮาร์ดแวร์ เราจะใช้ MCS–51 ในการติดต่อสื่อสารกับตัวอุปกรณ์ควบคุมการทำงานและการแสดงผล นอกจากนี้ยังจะเป็นการตอบสนองความต้องการของผู้ใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีความต้องการความง่ายต่อการใช้งานและมีความสะดวกสบายไม่ยุ่งยาก

1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์

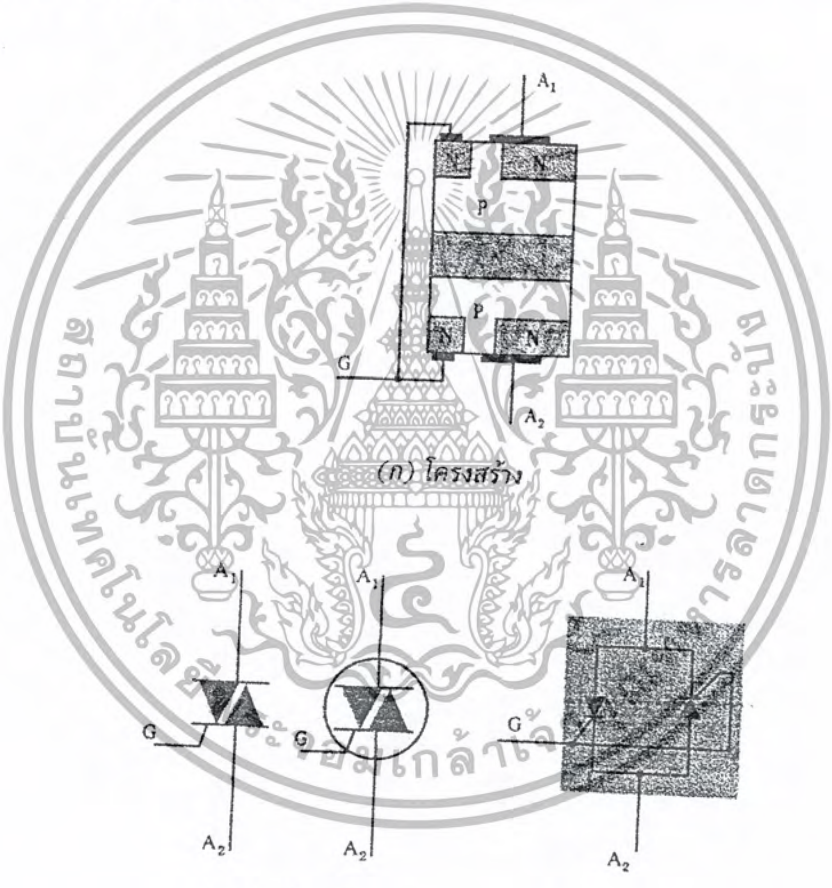
ปริญญานิพนธ์เล่มนี้จะกล่าวถึงการออกแบบ และการควบคุมโหลดที่เป็นมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับให้ทำงานอัตโนมัติตามการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิรอบๆข้าง(ภายในห้อง) และยังสามารถปรับตั้งเวลาเปิด– ปิดการใช้งานของเครื่องใช้ไฟฟ้าอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎี

2.1 การใช้ไทรแอกควบคุมแรงดันไฟฟ้า

ไทรแอกมีลักษณะโครงสร้างภายในเหมือนไดแอก แต่มีขาเกตเพิ่มขึ้นมาอีก 1 ขา ไทรแอกสามารถทำงานได้ทั้งไบแอสตรงและไบแอสกลับเหมือนไดแอก และต้องมีการจุดชนวนเกตของไทรแอกเหมือนกับการจุดชนวนเกตของ เอสซีอาร์ โครงสร้างของไทรแอกแสดงในภาพที่ 2.1 (ก) และสัญลักษณ์ของไทรแอกแสดงในภาพที่ 2.1

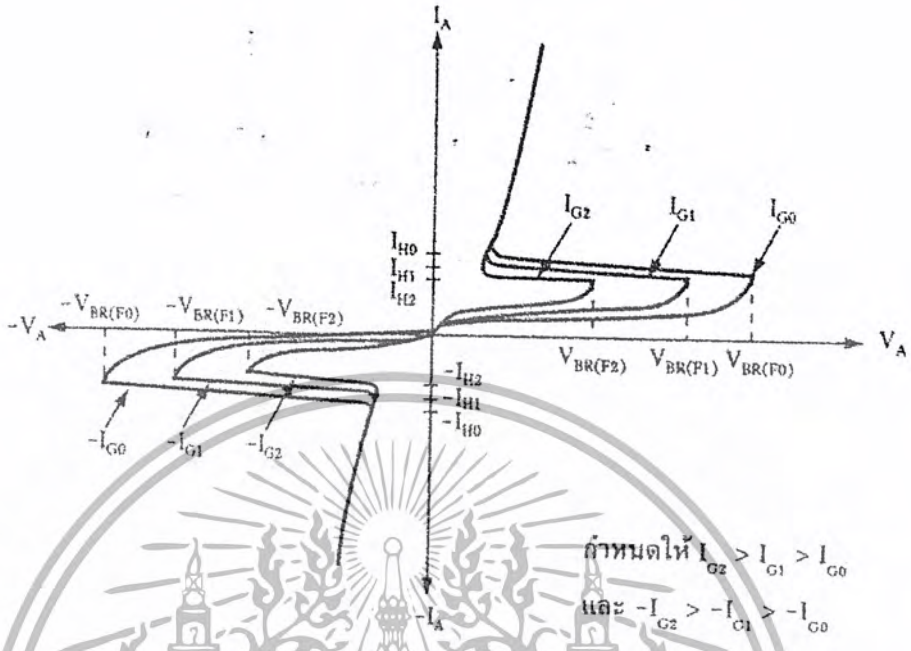


ภาพที่ 2.1 แสดงโครงสร้าง สัญลักษณ์และวงจรสมมูลเปรียบเทียบระหว่างไทรแอกกับเอสซีอาร์

เพื่อศึกษาไทรแอกให้เข้าใจง่ายขึ้น ไทรแอกเปรียบเทียบได้กับเอสซีอาร์สองตัวต่อกลับหัวกัน โดยต่อขาเกตของเอสซีอาร์ทั้งสองตัวร่วมกัน ดังแสดงในภาพที่ 2.1 (ค) นั้นแสดงว่าไทรแอกนั้นนำกระแสได้ 2 ทางเหมือนไดแอก และต้องมีสัญญาณจุดชนวนเหมือนเอสซีอาร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

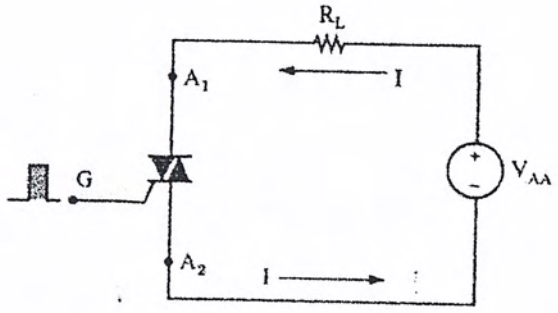
กราฟลักษณะสมบัติของไทรแอกแสดงให้เห็นในภาพที่ 2.2



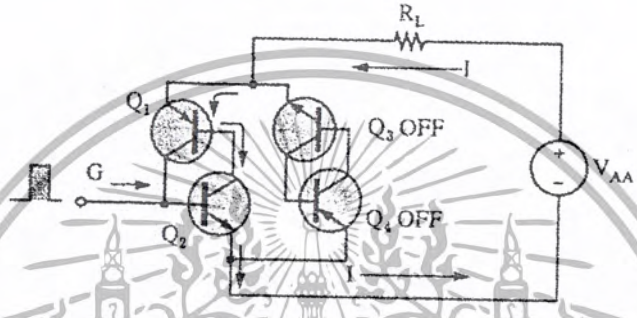
ภาพที่ 2.2 แสดงกราฟลักษณะสมบัติของไทรแอก

จากกราฟลักษณะสมบัติของไทรแอก จะเห็นว่าเมื่อให้แรงดันไบแอสตรงกับไทรแอก (V_{BR}) โดยไม่ให้เกินกว่าค่าแรงดันพังทลาย $V_{BR(F0)}$ และจ่ายกระแสเกตบวก (I_G) ให้กับเกตของไทรแอก จะทำให้ไทรแอกนำกระแสได้โดยกระแสจะไหลจากขั้ว A_1 ไปยังขั้ว A_2 และเมื่อป้อนแรงดันไบแอสกลับให้ไทรแอก ($-V_{BR}$) โดยไม่เกินกว่าแรงดันพังทลายจากกราฟคือ $-V_{BR(F0)}$ สามารถจ่ายกระแสเกตลบ ($-I_G$) เพื่อจุดชนวนไทรแอกให้นำกระแสได้เช่นกัน แต่กระแสจะไหลจากขั้ว A_2 ไปยังขั้ว A_1 การจุดชนวนไทรแอกไม่ว่าจะจุดชนวนเกตเมื่อไทรแอกได้รับแรงดันไบแอสตรงหรือไบแอสกลับก็ตาม สามารถจุดชนวนเกตได้ 2 วิธีคือจุดชนวนด้วยกระแสเกตบวกหรือกระแสเกตลบก็ได้ ดังเช่นในภาพที่ 2.3 (ก) ให้ไทรแอกได้รับแรงดันไบแอสตรงและจุดชนวนด้วยกระแสเกตบวก ไทรแอกก็ทำงานได้มีกระแสไหลจาก A_1 ไปยัง A_2 หรือจุดชนวนไทรแอกในภาพที่ 2.3 (ค) ให้ไบแอสไทรแอกตรงกันข้ามกับภาพที่ 2.3 (ก) แต่ใช้กระแสเกตบวกเหมือนกัน ก็สามารถจุดชนวนไทรแอกให้ทำงานได้ กระแสจะไหลจากขั้ว A_2 ไปยังขั้ว A_1 ดังภาพ

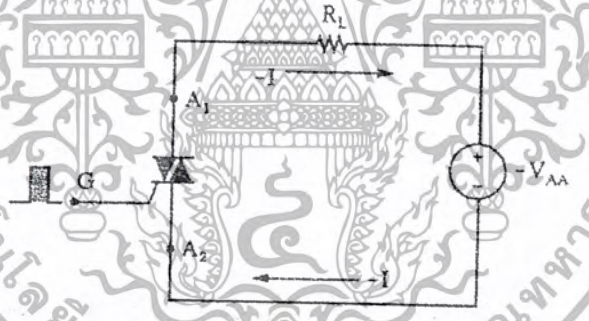
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



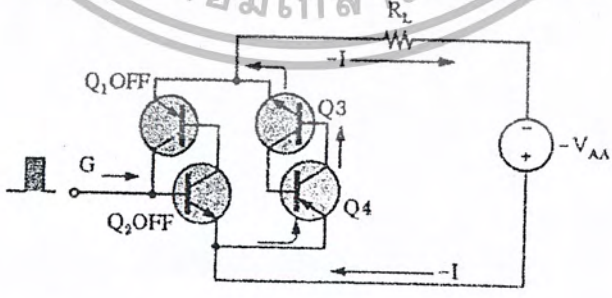
(ก) จุดชนวนด้วยพัลส์บวก เมื่อ A_1 เป็นบวก A_2 เป็นลบ



(ข) ทรานซิสเตอร์ภายใน Q_1 และ Q_2 ทำงาน Q_3 และ Q_4 ไม่ทำงาน



(ค) จุดชนวนด้วยพัลส์บวก เมื่อ A_1 เป็นลบ A_2 เป็นบวก



(ง) ทรานซิสเตอร์ภายใน Q_1 และ Q_2 ไม่ทำงาน Q_3 และ Q_4 ทำงาน

ภาพที่ 2.3 แสดงการนำกระแสได้ 2 ทางของไทรแอก เมื่อได้รับการจุดชนวนด้วยกระแสเกตบวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้กล่าวมาแล้วว่า โครงสร้างภายในวงจรไทรแอกนั้นคล้ายกับเอสซีอาร์สองตัวต่อกลับหัวกันและใช้ขาเกตร่วมกัน ให้พิจารณารูปที่ 2.3 (ก) และ 2.3 (ข) จะพบว่าเมื่อกระแสแอโนดไหลจากขั้ว A_1 ไปยัง A_2 โครงสร้างภายในของไทรแอกทรานซิสเตอร์ Q_1 และ Q_2 จะทำงาน แต่เมื่อควบคุมให้ไทรแอกมีกระแสแอโนดไหลกลับทางดังรูปที่ 2.3 (ค) การทำงานของโครงสร้างภายในจะเกิดจากการนำกระแสของทรานซิสเตอร์ Q_3 และ Q_4 แทน ส่วนทรานซิสเตอร์ Q_1 และ Q_2 จะหยุดนำกระแส

การควบคุมระบบไฟฟ้ากระแสสลับโดยการควบคุมมุมเฟส เป็นการควบคุมค่ามุมในการนำกระแสของอุปกรณ์ไทริสเตอร์ ในแต่ละคาบของสัญญาณไฟฟ้ากระแสสลับ ซึ่งสามารถได้ทั้งแบบครึ่งคลื่น (ทิศทางเดียว) และแบบเต็มคลื่น (สองทิศทาง)

2.1.1 การควบคุมมุมเฟสแบบครึ่งคลื่น

การควบคุมไฟฟ้ากระแสสลับครึ่งคลื่น หรือแบบทิศทางเดียวเป็นการควบคุมแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับเพียงครึ่งคลื่น ซึ่งอาจจะเป็นครึ่งซีกคลื่นบวก หรือครึ่งซีกคลื่นลบของสัญญาณไฟฟ้ากระแสสลับก็ได้

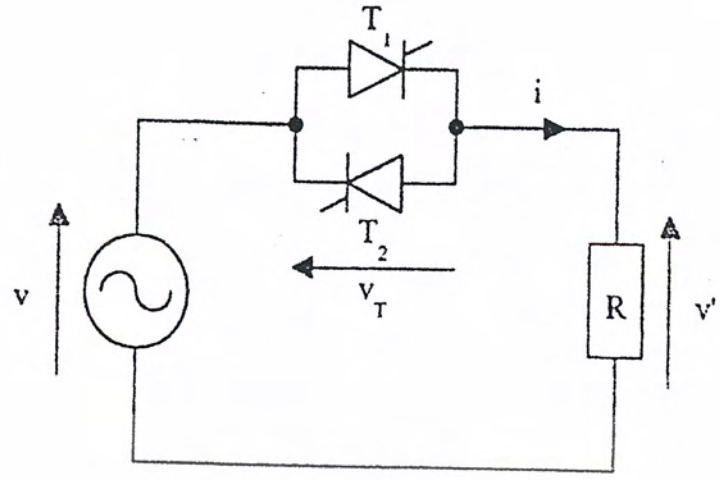
2.1.2 การควบคุมมุมเฟสแบบเต็มคลื่น

การควบคุมมุมเฟสแบบเต็มคลื่น หรือแบบสองทิศทางนั้นจะเป็นการควบคุมแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับทั้งครึ่งบวกและครึ่งลบ ซึ่งจะทำให้เอาท์พุตมีสัญญาณในครึ่งซีกบวก และครึ่งซีกลบสมมาตรกันและทำให้ไม่มีแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงเกิดขึ้นที่เอาท์พุต การควบคุมแบบเต็มคลื่น จะพิจารณาการทำงานของวงจรตามลักษณะของโหลด ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะคือ โหลดที่เป็นตัวต้านทานและโหลดที่เป็นตัวเหนี่ยวนำ

2.1.2.1 การควบคุมมุมเฟสแบบเต็มคลื่นที่มีโหลดเป็นตัวต้านทาน

การควบคุมมุมเฟสแบบเต็มคลื่นที่มีโหลดเป็นตัวต้านทาน ตามภาพที่ 2.4 จะใช้เอสซีอาร์ 2 ตัว เป็นตัวควบคุมแรงดันทางด้านเอาท์พุตโดยที่ เอสซีอาร์ T1 จะควบคุมสัญญาณในครึ่งบวกและเอสซีอาร์ T2 จะควบคุมสัญญาณในครึ่งลบ ซึ่งโหลดที่เป็นค่าความต้านทานจะทำให้กระแส และแรงดันที่เอาท์พุตมีเฟสตรงกัน และเมื่อค่าแรงดันเอาท์พุตลดลงมาอยู่ที่ศูนย์จะทำให้เอสซีอาร์หยุดนำกระแสที่จุดศูนย์ ตามธรรมชาติของสัญญาณไฟฟ้ากระแสสลับทางด้านอินพุต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) วงจรควบคุมเฟส

(ข) รูปคลื่นแรงดันคร่อมโหลด

ภาพที่ 2.4 วงจรและสัญญาณการควบคุมแบบเต็มคลื่นที่โหลดเป็นตัวต้านทาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าแรงดันประสิทธิผลที่เอาต์พุตสามารถคำนวณได้จากสมการ

$$V_o = \left[\frac{1}{2\pi}\left(\int_{\alpha}^{\pi} V_m^{\,2}\sin^2\omega t d\omega t + \int_{\pi+\alpha}^{2\pi} V_m^{\,2}\sin^2\omega t d\omega t\right)\right]^{1/2}$$

$$= V_s\left[\frac{1}{\pi}\left(\pi - \alpha + \frac{\sin 2\alpha}{2}\right)\right]^{1/2}$$

กำหนดให้

V_s แทนค่าแรงดันอินพุท

α แทนค่ามุมทริก

โดยที่มุมทริกเอสซีอาร์ (α) มีการเปลี่ยนแปลงตั้งแต่ π ถึง 0 ซึ่งจะทำให้แรงดันเอาต์พุตมีค่าเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วง 0 ถึง V_s

ส่วนกระแสประสิทธิผลที่ไหลผ่านเอสซีอาร์แต่ละตัว

$$I_R = \left[\frac{1}{2\pi}\int_{\alpha}^{\pi} I_m^{\,2}\sin^2\omega t d\omega t\right]^{1/2}$$

$$= \left[\frac{1}{2\pi}\int_{\alpha}^{\pi}\left(\frac{Vm}{R}\right)^2\sin^2\omega t d\omega t\right]^{1/2}$$

$$= \frac{Vm}{R}\left[\frac{1}{2\pi}\left(\pi - \alpha + \frac{\sin 2\alpha}{2}\right)\right]^{1/2}$$

2.1.2.2 การควบคุมมุมเฟสแบบเต็มคลื่นที่มีโหลดเป็นตัวเหนี่ยวนำ

การนำเอสซีอาร์ไปใช้ในวงจร โดยมีโหลดเป็นตัวเหนี่ยวนำ ซึ่งจะทำให้การหยุดทำงานของเอสซีอาร์ไม่เป็นไปตามธรรมชาติของสัญญาณไฟฟ้ากระแสสลับทางด้านอินพุต ดังนั้นในการทริกให้กับตัวเอสซีอาร์ทำงานจึงต้องพิจารณาถึงจุดการนำกระแสอย่างต่อเนื่องของเอสซีอาร์ว่ามีการนำกระแสต่อเนื่องไปเป็นค่ามุมเท่าใดจึงจะกำหนดค่ามุมทริกที่เหมาะสมให้กับเอสซีอาร์ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 รีเลย์

รีเลย์ หมายถึงสวิทช์ที่ทำงานโดยอาศัยอำนาจแม่เหล็กช่วยให้เกิดการตัดต่อวงจรควบคุม เช่น คอล์ยของคอนแทคเตอร์ รีเลย์ตัวอื่น ๆ โซลินอยด์ (Solinoids) แต่ก็ใช้เป็นตัวตัดต่อวงจรกำลังขนาดเล็กบ้างเหมือนกัน เช่นวงจรหลอดสัญญาณ หวูดสัญญาณ หรือมอเตอร์ขนาดเล็ก ฯลฯ

คอนแทคเตอร์ หมายถึงสวิทช์ที่ทำงานโดยอาศัยอำนาจแม่เหล็กช่วยให้เกิดการตัดต่อในวงจรกำลังที่ใช้กระแสค่อนข้างสูง คอนแทคเตอร์มีส่วนประกอบและโครงสร้างเหมือนกับรีเลย์ แต่มีขนาดที่ใหญ่กว่า และอาจมีอุปกรณ์ช่วยดับการอาร์คที่คอนแทคเพิ่มขึ้น

โครงสร้างและการทำงานของรีเลย์จะเหมือนกับคอนแทคเตอร์ กล่าวคือ จะมีแกนเหล็กรูปตัว E อัดซ้อนกันเป็นแท่งอยู่ 2 ชุด ชุดหนึ่งถูกยึดติดอยู่กับที่ที่ขากลางของแกนเหล็กชุดนี้จะมีขดลวดซึ่งพันอยู่บนบอบปิ้นสวมอยู่ ขดลวดชุดนี้จะเป็นตัวสร้างสนามแม่เหล็กขึ้นมา ส่วนที่ขาตัว E อีก 2 ข้าง จะมีลวดทองแดงเส้นใหญ่ต่อลัดวงจรไว้เป็นรูปวงแหวน และฝังอยู่ที่ผิวหน้าของแกนเพื่อช่วยลดการสั่นของแกนอันเนื่องมาจากกระแสสลับ เรียกวงแหวนนี้ว่า Shaded ring สำหรับแกนเหล็กอีกชุดหนึ่งจะเป็นส่วนที่เคลื่อนที่ได้ โดยมีตัวคอนแทคยึดติดอยู่กับแกนเหล็กทั้ง 2 ชุดนี้ ทำมาจากเหล็กแผ่นบางๆ ที่ผิวเคลือบด้วยฉนวน

ในสภาวะปกติ (off) แกนเหล็กทั้ง 2 ชุดนี้ จะถูกดันให้ห่างออกจากกันด้วยสปริงที่ขาทั้ง 2 ข้างของแกน ทำให้ตัวคอนแทคบางตัวต่อวงจรของจุดสัมผัสให้ถึงกัน เราเรียกคอนแทคชุดนี้ว่า "คอนแทคปกติปิด" ในขณะเดียวกันก็จะมีคอนแทคบางตัวที่ไม่ได้ต่ออยู่กับจุดสัมผัส เราเรียกคอนแทคชุดนี้ว่า "คอนแทคปกติเปิด"

ขดลวดที่ขากลางของแกนเหล็กจะสร้างสนามแม่เหล็กขึ้นมา เมื่อมันได้รับพลังงานไฟฟ้าแรงจากอำนาจแม่เหล็กจะชนะแรงสปริงดึงให้แกนเหล็กชุดที่เคลื่อนที่เคลื่อนที่ลงมา ในสภาวะนี้ (on) คอนแทคทั้ง 2 ชุดจะเปลี่ยนสภาวะการทำงาน คือคอนแทคปกติปิด จะเปิดวงจรของจุดสัมผัสออก และคอนแทคแบบปกติเปิดจะต่อวงจรของจุดสัมผัส คอนแทคทั้ง 2 ชุดนี้ จะกลับไปอยู่ในสภาวะเดิมอีกครั้งเมื่อหยุดการจ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับขดลวด

รีเลย์ช่วย (Auxiliary relay) บางทีเรียกว่ารีเลย์ควบคุม (Control Relay) ลักษณะการทำงานเหมือนกับคอนแทคเตอร์ทั่วๆไป จะต่างกันก็ตรงที่คอนแทคของรีเลย์ช่วยทนกระแสได้ต่ำ เพราะฉะนั้นจะนำไปต่อเข้ากับโหลดไม่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ไอซีตรวจจับอุณหภูมิ DS1802

2.3.1 ระบบการสื่อสารข้อมูลอนุกรมแบบหนึ่งสาย (1-Wire™ serial Bus)

ระบบการสื่อสารข้อมูลแบบนี้ผู้ค้นคิดคือ ดัลลัสเซมิคอนดักเตอร์ ดังนั้นในบางครั้งจึงเรียกระบบสื่อสารข้อมูลแบบนี้ว่า ระบบสื่อสารข้อมูลดัลลัสหนึ่งสาย (The Dallas 1- Wire Bus) ระบบสื่อสารข้อมูลแบบนี้เป็นระบบที่มีความชาญฉลาด และใช้จำนวนสายสัญญาณเพียง 1 เส้นเท่านั้น โดยไม่ต้องมีสายสัญญาณนาฬิกามาคอยควบคุมจังหวะการทำงานในการการถ่ายทอดข้อมูลเหมือนกับระบบสื่อสารข้อมูลอนุกรมในแบบอื่นๆ เนื่องจากสายข้อมูลนั้นจะทำหน้าที่เหมือนหนึ่งเป็นสายสัญญาณนาฬิกาในตัว ส่วนค่าของข้อมูลจะพิจารณาจากลักษณะของรูปสัญญาณที่ปรากฏบนสายสัญญาณในแต่ละช่องของเวลาหรือต่อไปนี้จะขอเรียกว่า ไทม์สล็อต (time slot) โดยคาบเวลาต่ำสุดและสูงสุดของสถานะต่างๆ ในการสื่อสารข้อมูลในแต่ละไทม์สล็อต มีการกำหนดขอบเขตไว้อย่างชัดเจน การถ่ายทอดข้อมูลจะเกิดขึ้นในแต่ละไทม์สล็อตนั้น รูปแบบการถ่ายทอดข้อมูลจะเป็นแบบอะซิงโครนัสในระดับบิต ไม่มีการกำหนดความยาวของข้อมูลเป็นระบบไบต์ ระบบสื่อสารแบบนี้เหมาะที่จะใช้ในการสื่อสารข้อมูลระหว่างไอซีบนแผนวงจรเดียวกัน หรือสร้างเป็นโครงข่ายสื่อสารแบบทวิสต์แพร์ก็ได้

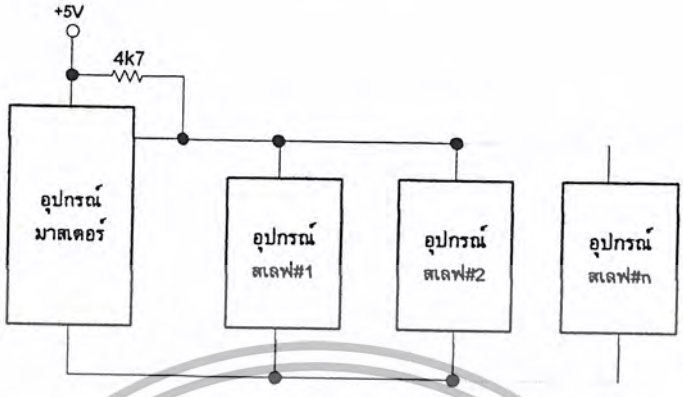
2.3.2 คุณสมบัติทางเทคนิคของระบบบัสหนึ่งสาย

สายสัญญาณบนระบบบัสแบบหนึ่งสายนี้จะเป็นสายสัญญาณแบบสองทิศทาง แต่ข้อมูลจะสามารถเดินทางได้ในทิศทางเดียวภายในช่วงเวลาหนึ่งๆ นั่นคือ มีลักษณะคล้ายกับระบบสื่อสารแบบฮาล์ฟดูเพล็กซ์ (half-duplex) ตัวอย่างที่เห็นได้ชัดคือ การใช้งานวิทยุสื่อสารหรือวิทยุสมัครเล่น อุปกรณ์บนระบบบัสต้องมีการระบุอย่างชัดเจนว่าตัวใดเป็นอุปกรณ์มาสเตอร์ ตัวใดเป็นอุปกรณ์สเลฟ โดยส่วนใหญ่อุปกรณ์มาสเตอร์คือไมโครคอนโทรลเลอร์ ส่วนอุปกรณ์สเลฟได้แก่ ไอซีตรวจจับอุณหภูมิ ไอซีหน่วยความจำแรม เป็นต้น อุปกรณ์มาสเตอร์จะเป็นตัวจัดเตรียมความพร้อมของสายสัญญาณและควบคุมการถ่ายทอดข้อมูลบนสายสัญญาณนั้น ข้อมูลทั้งหมดไม่ว่าจะเป็นข้อมูลควบคุมหรือข้อมูลใช้งานถูกส่งบนสายสัญญาณที่มีอยู่เพียงเส้นเดียวนี้ทั้งหมด ในระหว่างการทำงานอุปกรณ์มาสเตอร์และสเลฟสามารถเป็นได้ทั้งตัวส่งและตัวรับ ขึ้นอยู่กับเงื่อนไขของการทำงานในขณะนั้น ยกตัวอย่าง ถ้าหากมีการเขียนข้อมูลจากอุปกรณ์มาสเตอร์ไปยังอุปกรณ์สเลฟ ตัวส่งจะกลายเป็นอุกรณ์มาสเตอร์ ตัวรับคืออุปกรณ์สเลฟ ในทางตรงข้ามหากเป็นการอ่านข้อมูลจากอุปกรณ์สเลฟ ตัวส่งจะกลายเป็นอุปกรณ์สเลฟ และตัวรับจะคืออุปกรณ์มาสเตอร์ ในระบบบัส 1 ระบบต้องมีอุปกรณ์มาสเตอร์เพียงตัวเดียวเท่านั้น

สายสัญญาณของระบบบัสนี้ต้องกำหนดสภาวะปกติไว้ที่ลอจิกสูง สามารถทำได้โดยการต่อตัวต้านทานค่าประมาณ 4.7 kΩ พูลอัปกับไฟเลี้ยง +5 V ดังนั้นอุปกรณ์ที่นำเข้ามาต่อบนระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บัสนี้จึงต้องออกแบบให้ภาคเอาต์พุตที่ต้องต่อกับสายสัญญาณมีลักษณะเป็นคอลเล็กเตอร์เปิดหรือเดรนเปิด ในภาพที่ 2.5 แสดงไดอะแกรมการสื่อสารข้อมูลแบบ 1 สายเบื้องต้น



ภาพที่ 2.5 การเชื่อมต่อบนระบบบัสหนึ่งสาย

2.3.3 คุณสมบัติของไทม์สล็อต

อุปกรณ์มาสเตอร์ จะเป็นอุปกรณ์เพียงตัวเดียวบนระบบบัสหนึ่งสายนี้ ที่สามารถทำการอินนิเชียลสายสัญญาณได้ โดยอุปกรณ์มาสเตอร์จะกำเนิดจุดเริ่มต้นของไทม์สล็อตด้วยการทำให้สายสัญญาณเป็นลอจิกต่ำในช่วงเวลาหนึ่ง จากนั้นก็จะทำให้กลับมาเป็นลอจิกสูง ถ้าหากอุปกรณ์สเลฟต้องการส่งข้อมูลมายังอุปกรณ์มาสเตอร์ อุปกรณ์สเลฟจะเป็นตัวควบคุมสภาวะของสัญญาณต่อไป จนเสร็จสิ้นกระบวนการแต่ถ้าหากอุปกรณ์มาสเตอร์ต้องการส่งข้อมูลก็จะสามารถดำเนินการต่อไปได้เลย

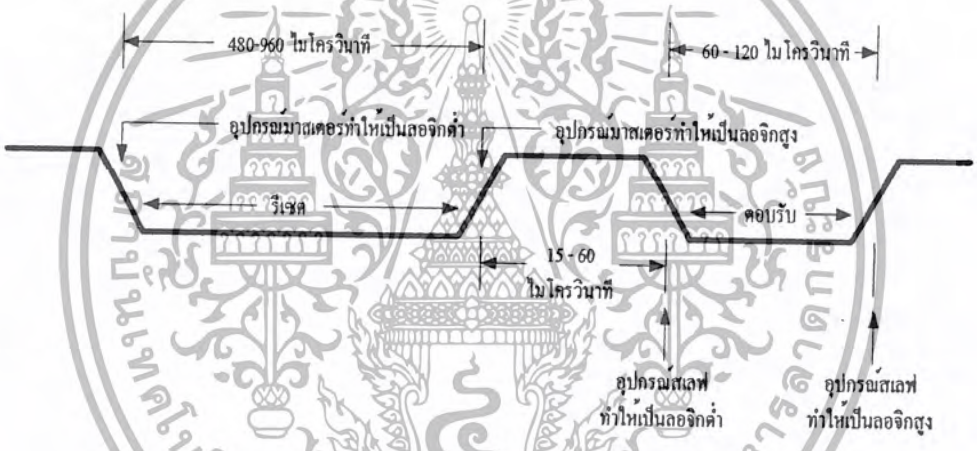
ฟังก์ชั่นของไทม์สล็อตที่กำหนดโดยอุปกรณ์มาสเตอร์มีด้วยกัน 4 ฟังก์ชันคือ ไทม์สล็อตของการรีเซต (RESET) ,การอ่านข้อมูล(READ DATA) การเขียนข้อมูล “1” (WRITE ONE) และการเขียนข้อมูล “0” (WRITE ZERO) ไทม์สล็อตรีเซตใช้ในการเริ่มต้นติดต่อกับอุปกรณ์สเลฟ ในขณะที่ไทม์สล็อตการอ่านจะสำหรับอ่านข้อมูลที่ส่งมาจากอุปกรณ์สเลฟ ส่วนไทม์สล็อตการเขียนข้อมูล “1” และ “0” ใช้สำหรับเขียนข้อมูลไปยังอุปกรณ์สเลฟผ่านสายสัญญาณของระบบ

ทางด้านอุปกรณ์สเลฟมีฟังก์ชั่นของไทม์สล็อตอยู่ทั้งสิ้น 3 ฟังก์ชั่นคือ ไทม์สล็อตของการตอบสนอง (PRESENCE) , การเขียนข้อมูล “1” (WRITE ONE) และการเขียนข้อมูล “0” (WRITE ZERO) ไทม์สล็อตของการตอบสนองใช้สำหรับตอบสนองการติดต่อจากอุปกรณ์มาสเตอร์ โดยอุปกรณ์สเลฟตัวที่ถูกเลือกจากอุปกรณ์มาสเตอร์ จะต้องส่งสัญญาณตอบสนองลงบนสายสัญญาณเพื่อแจ้งให้อุปกรณ์มาสเตอร์ทราบว่า ขณะนี้สามารถติดต่อกันได้แล้ว ส่วนไทม์สล็อตการเขียนข้อมูล “1” และ “0” ใช้สำหรับส่งข้อมูลไปยังอุปกรณ์มาสเตอร์ผ่านสายสัญญาณของระบบ ซึ่งจะสัมพันธ์กับไทม์สล็อตการอ่านข้อมูลของอุปกรณ์มาสเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การแยกแยะฟังก์ชั่นของแต่ละไทม์สล็อตนั้น จะใช้ความยาวของคาบเวลาและลักษณะของรูปสัญญาณเป็นตัวกำหนด และทุกครั้งที่มีการเปลี่ยนแปลงฟังก์ชั่นต้องทำให้สายสัญญาณอยู่ในสภาวะว่างเสมอ ซึ่งก็คือการทำให้สายสัญญาณเป็นลอจิกสูงอย่างน้อยเป็นเวลา 1 ไมโครวินาที ไทม์สล็อตของการรีเซตและตอบสนอง

อุปกรณ์มาสเตอร์จะทำให้เกิดการรีเซตบนสายสัญญาณเพื่อแจ้งแก่อุปกรณ์สเลฟ โดยการทำให้สายสัญญาณเป็นลอจิกต่ำต่อเนื่องอย่างน้อย 480 ไมโครวินาที และจะต้องทำให้สายสัญญาณกลับมาเป็นลอจิกสูงภายในเวลา 480 ไมโครวินาทีหลังจากนั้น ถ้าหากมีอุปกรณ์สเลฟต่ออยู่บนสายสัญญาณ จะมีการตอบสนองสัญญาณรีเซตนั้น ด้วยสัญญาตอบสนอง (PRESENCE) โดยการทำให้สายสัญญาณเป็นลอจิกต่ำต่อเนื่องนานประมาณ 60-240 ไมโครวินาที หลังจากสัญญาณรีเซตปรากฏประมาณ 15-60 ไมโครวินาที ในภาพที่ 2.6 แสดงไทม์สล็อตของการรีเซตและการตอบสนอง



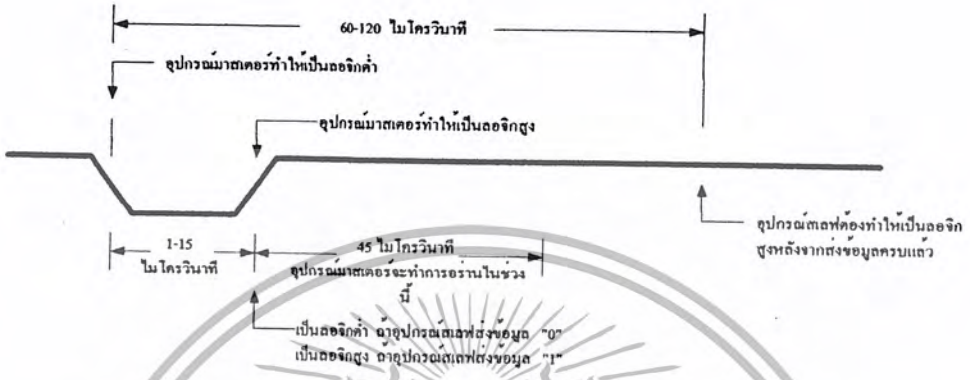
ภาพที่ 2.6 ไทม์สล็อตการรีเซตและการตอบรับของอุปกรณ์บนระบบบัสหนึ่งสาย

2.3.4 ไทม์สล็อตการอ่านข้อมูลอุปกรณ์มาสเตอร์และการเขียนข้อมูลอุปกรณ์สเลฟ

เมื่อต้องการอ่านข้อมูลจากอุปกรณ์สเลฟ อุปกรณ์มาสเตอร์จะทำให้สายสัญญาณเป็นลอจิกต่ำประมาณ 1-15 ไมโครวินาที จากนั้นต้องทำให้สถานะของสายกลับมาเป็นลอจิกสูง อุปกรณ์สเลฟจะส่งข้อมูลมาให้อุปกรณ์มาสเตอร์โดยถ้าข้อมูลเป็น "0" อุปกรณ์สเลฟจะทำให้สายสัญญาณเป็นลอจิกต่ำนานประมาณ 45 ไมโครวินาที แล้วทำให้สายสัญญาณกลับมาสู่สภาวะลอจิกสูงอีกครั้ง แต่ถ้าเป็นข้อมูล "1" อุปกรณ์สเลฟจะทำให้สายสัญญาณเป็นลอจิกสูงต่อเนื่องไปอีก 45ไมโครวินาที รวมเวลาทั้งหมดในไทม์สล็อตนี้ประมาณ 60-120 ไมโครวินาที นั่นคือในไทม์สล็อตนี้จะต้องใช้เวลารวมไม่เกิน 120 ไมโครวินาที ในขณะที่อุปกรณ์มาสเตอร์จะใช้เวลาในการอ่านข้อมูลอยู่ระหว่าง 15 และ 60 ไมโครวินาทีหลังจากเริ่มต้นไทม์สล็อตนี้ ในภาพที่ 2.7 แสดงรูปสัญญาณของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไทม์สล็อตการอ่านข้อมูลของอุปกรณ์มาสเตอร์ ซึ่งก็จะมีลักษณะเหมือนกับการเขียนข้อมูลของอุปกรณ์สเลฟ และไทม์สล็อตทั้งสองจะเกิดขึ้นในช่วงเวลาเดียวกัน กล่าวคือ เมื่ออุปกรณ์มาสเตอร์อ่าน อุปกรณ์สเลฟก็ต้องทำการเขียน

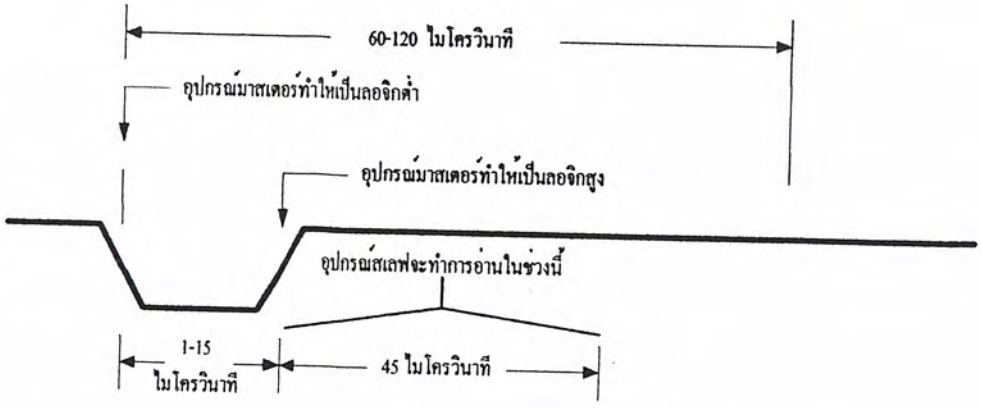


ภาพที่ 2.7 ไทม์สล็อตการอ่านข้อมูลของอุปกรณ์มาสเตอร์ซึ่งตรงกับไทม์สล็อตการเขียนข้อมูลของอุปกรณ์สเลฟ

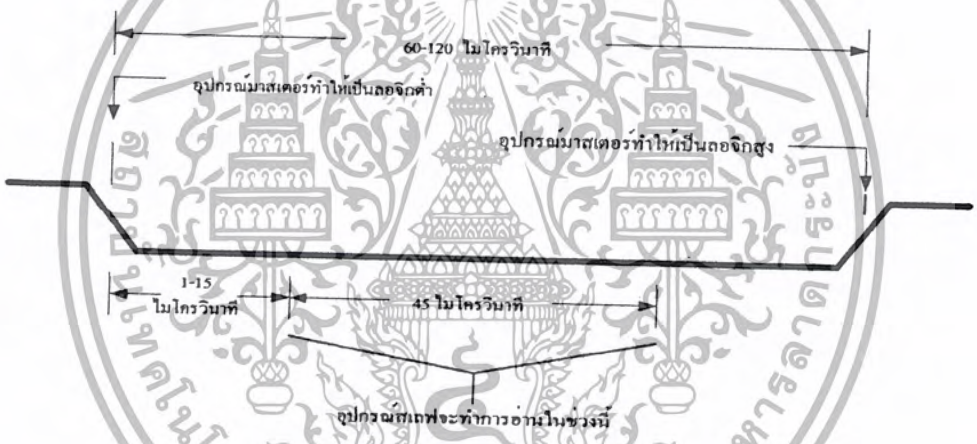
2.3.5 ไทม์สล็อตการเขียนข้อมูลของอุปกรณ์มาสเตอร์

เมื่ออุปกรณ์มาสเตอร์ต้องการเขียนข้อมูลนั้น อุปกรณ์มาสเตอร์จะทำให้สายสัญญาณเป็นลอจิกต่ำประมาณ 1-15 ไมโครวินาที จากนั้นต้องทำให้สถานะของสายกลับมาเป็นลอจิกสูง แล้วดำเนินการเขียนข้อมูลได้ในทันที ถ้าข้อมูลที่ต้องการเขียนไปยังอุปกรณ์สเลฟเป็น "0" อุปกรณ์มาสเตอร์จะทำให้สายสัญญาณเป็นลอจิกต่ำนานประมาณ 45 ไมโครวินาที แล้วทำให้สายสัญญาณกลับมาสู่สภาวะสูงอีกครั้ง แต่ถ้าต้องการเขียนข้อมูล "1" อุปกรณ์มาสเตอร์จะทำให้สายสัญญาณเป็นลอจิกสูงต่อเนื่องไปอีก 45 ไมโครวินาที รวมเวลาทั้งหมดในไทม์สล็อตนี้ประมาณ 60-120 ไมโครวินาที ในภาพที่ 2.8 แสดงรูปสัญญาณของไทม์สล็อตการเขียนข้อมูลของอุปกรณ์มาสเตอร์ ซึ่งก็จะมีลักษณะเหมือนกับการอ่านข้อมูลของอุปกรณ์สเลฟ และไทม์สล็อตทั้งสองจะเกิดขึ้นในช่วงเวลาเดียวกัน กล่าวคือ เมื่ออุปกรณ์มาสเตอร์เขียน อุปกรณ์สเลฟก็ต้องทำการอ่านข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) ไทม์สล็อตการเขียนข้อมูล "1" ของอุปกรณ์มาสเตอร์
ซึ่งตรงกับไทม์สล็อตการอ่านของอุปกรณ์สเลฟ



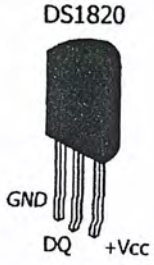
(ข) ไทม์สล็อตการเขียนข้อมูล "0" ของอุปกรณ์มาสเตอร์

ภาพที่ 2.8 แสดงรูปสัญญาณของไทม์สล็อตการเขียนข้อมูลของอุปกรณ์มาสเตอร์

2.3.6 รูปแบบของการสื่อสารข้อมูลหนึ่งสาย (1-Wire™ communication protocol)

ในการติดต่อสื่อสารข้อมูลในระบบบัสหนึ่งสายอุปกรณ์มาสเตอร์ จะสามารถติดต่อกับอุปกรณ์สเลฟได้ครั้งละ 1 ตัวเท่านั้น ดังนั้นอุปกรณ์สเลฟแต่ละตัวต้องมีข้อมูลกำหนดแอดเดรสเฉพาะตัว โดยจะเก็บไว้ในหน่วยความจำรอมภายในอุปกรณ์สเลฟตัวนั้นๆ โดยปกติอุปกรณ์สเลฟในระบบบัสหนึ่งสายของดัลลัสนี้จะมีหน่วยความจำขนาด 64 บิต หรือ 8 ไบต์ สำหรับเก็บข้อมูลต่างๆที่สำคัญของอุปกรณ์แต่ละตัวซึ่งประกอบด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



1. รหัสของตระกูล จำนวน 8 บิต
2. เลขหมายประจำตัว (serial number) จำนวน 48 บิต
3. รหัสตรวจสอบความผิดพลาด (CRC:Cyclical Redundancy Check) จำนวน 8บิต

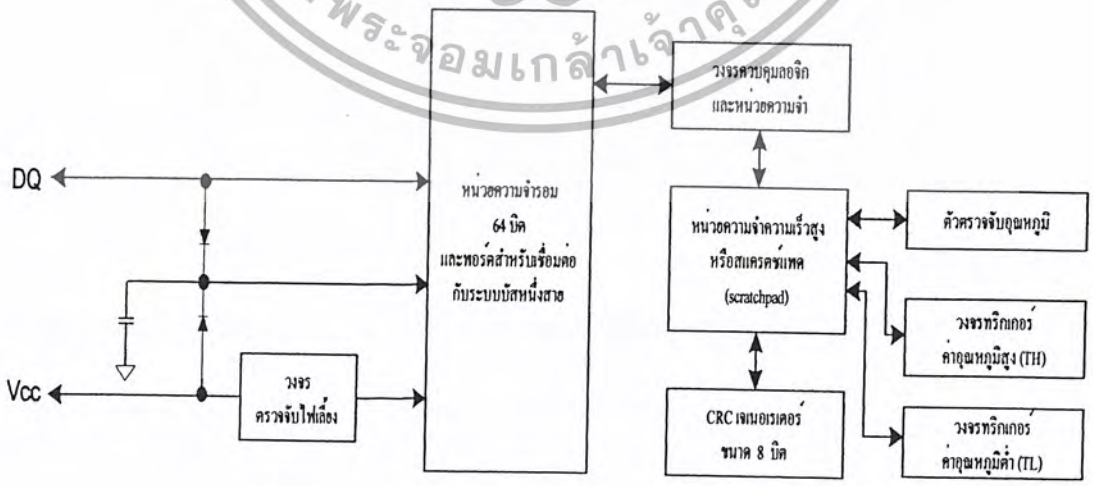
ภาพที่ 2.9 การจัดขาของไอซี DS1820

ผู้ใช้งานสามารถอ่านข้อมูลประจำตัวของอุปกรณ์สเลฟนั้น ได้ด้วยการใช้คำสั่งในการอ่านจากหน่วยความจำรอม (Read ROM) ในกรณีที่บนสายสัญญาณมีอุปกรณ์สเลฟเพียงตัวเดียวนั้นไม่จำเป็นต้องอ้างแอดเดรสในการติดต่อ

รูปแบบของการติดต่อบนระบบบัสหนึ่งสายจะเริ่มต้นขึ้น เมื่ออุปกรณ์มาสเตอร์ทำการรีเซต และกำหนดแอดเดรสของอุปกรณ์ที่ทำการติดต่อ ถ้าหากมีอุปกรณ์สเลฟเพียงตัวเดียวสามารถข้ามขั้นตอนการติดต่อกับหน่วยความจำรอมในอุปกรณ์สเลฟได้ จะเรียกวิธีการดังกล่าวว่า การไม่ติดต่อหน่วยความจำรอม หรือสคิปรอม(Skip ROM) จากนั้นรอการตอบรับจากอุปกรณ์สเลฟ เมื่อมีการตอบรับสมบูรณ์ก็จะสามารถเริ่มต้นขั้นตอนการอ่านหรือเขียนข้องมูลได้ต่อไป

2.3.7 ไอซีตรวจจับอุณหภูมิ DS1820

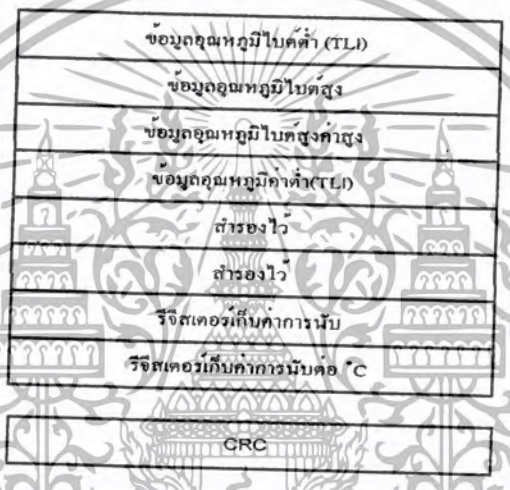
เป็นไอซีตรวจนับอุณหภูมิที่ใช้การติดต่อแบบระบบบัสหนึ่งสาย มีขาต่อใช้งานเพียง 3 ขา คือ DQ ซึ่งเป็นขาเชื่อมต่อกับระบบบัส ,ขาต่อไฟเลี้ยงภายนอก และขากราวด์ ดังแสดงการจัดขาของไอซี DS1820 ในภาพที่ 2.9 และมีโครงสร้างการทำงานภายในแสดงในภาพที่ 2.10



ภาพที่ 2.10 โครงสร้างการทำงานภายในของไอซีตรวจจับอุณหภูมิ DS1820

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวใจสำคัญของ DS1820 อยู่ที่ตัวตรวจจับอุณหภูมิและหน่วยความจำความเร็วสูง เรียกว่า สแครตช์แพด(scratnhpad) ซึ่งมีขนาด 9 ไบต์ มีการจัดสรรหน่วยความนำส่วนนี้แสดงในภาพที่ 2.11 เมื่อวัดอุณหภูมิได้ก็จะนำค่าที่วัดได้นี้มาเก็บไว้ในสแครตช์แพดที่ไบต์ 0 และ 1 ทั้งนี้เนื่องจากไอซี DS1820 สามารถให้ข้อมูลของอุณหภูมิได้และเอียดถึง 16 บิต เมื่อนำมาแปลงเป็นข้อมูลเลขฐานสิบ จึงสามารถแสดงความละเอียดของค่าอุณหภูมิได้ถึง 0.5 องศาเซลเซียสและ 0.9 องศาฟาเรนไฮต์ โดยมีย่านวัดอุณหภูมิ -55 ถึง +125 องศาเซลเซียส หรือ -67 ถึง +257 องศาฟาเรนไฮต์ โดยค่าขององศาฟาเรนไฮต์ ต้องใช้การแปลงหน่วยเข้ามาช่วยในการแปลงค่าอุณหภูมิเป็นข้อมูลทางดิจิตอล ประมาณ 200 มิลิวินาที สามารถกำหนดขอบเขตของอุณหภูมิที่ทำการวัดได้ และให้แจ้งเตือนเมื่อค่าของอุณหภูมิสูงขึ้นหรือลดต่ำลง ถึงค่าที่กำหนดนี้จะเก็บไว้ที่สแครตช์แพดในไบต์ 2 และ 3



ภาพที่ 2.11 การจัดสรรพื้นที่ของสแครตช์แพดในไอซี DS1820

ในการติดต่อกับไอซี DS1820 จะมีคำสั่งที่ต้องให้แก่ไอซี DS1820 เพื่อกำหนดรูปแบบการทำงาน คำสั่งที่ใช้มากที่สุดมีด้วยกัน 3 คำสั่งดังนี้

1. คำสั่งไม่ติดต่อกับหน่วยความจำรอมหรือสคิปรอม (Skip ROM) เนื่องจากในการใช้งานไอซี DS182 โดยปกติแล้วจะมีไอซี DS1820 อยู่บนสายสัญญาณเพียงตัวเดียว จึงไม่จำเป็นต้องใช้ข้อมูลในการกำหนดแอดเอรส ดังนั้นจึงไม่ต้องติดต่อกับหน่วยความจำรอมเพื่ออ่านข้อมูล ข้อมูลของคำสั่งสคิปรอมที่ต้องส่งให้ DS1820 คือ 0CCH

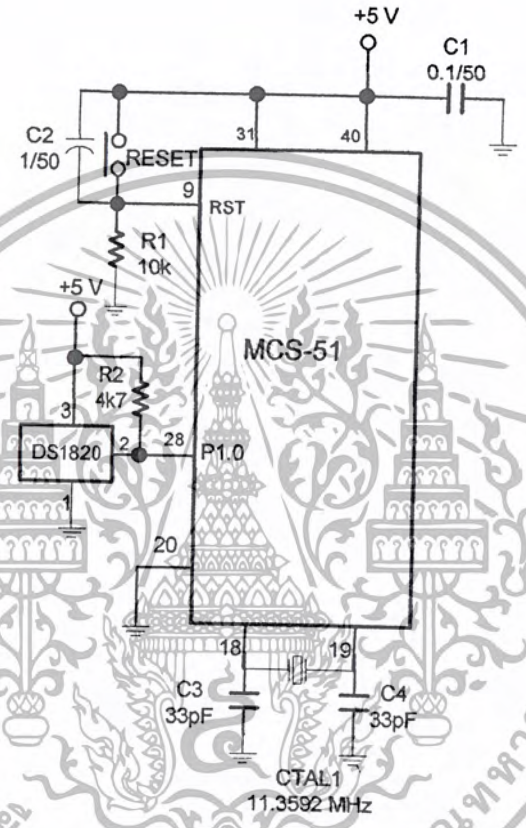
2. คำสั่งแปลงอุณหภูมิ (Convert T) มีค่าเท่ากับ 44H เมื่อส่งคำสั่งนี้ให้ไอซี DS1820 จะต้องทำการวนลูปรออย่าน้อย 200 มิลิวินาที เพื่อให้ไอซี DS1820 ได้ใช้เวลานี้ในการแปลงค่าอุณหภูมิเป็นข้อมูลดิจิตอลมาเก็บไว้ในสแครตช์แพด

3. คำสั่งอ่านข้อมูลจากสแครตช์แพด (Read Scratchpad) มีค่าเท่ากับ 0BEH เมื่อส่งคำสั่งนี้ไอซี DS1820 จะทยอยส่งข้อมูลค่าอุณหภูมิออกมาทั้งหมด 9 ไบต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.8 การเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

แสดงวงจรการเชื่อมต่อในภาพที่ 2.12 ใช้ขาพอร์ตเพียง 1 ขาเท่านั้นสำหรับการเชื่อมต่อกับไอซี DS1820 โดยต้องมีตัวต้านทานค่า 4.7 kΩ ต่อพูลอัปกับไฟเลี้ยง +5V จากนั้นจึงทำการเขียนโปรแกรมเพื่อติดต่อกัน โดยใช้รูปแบบการติดต่อตามมาตรฐานระบบบัสหนึ่งสายของดัลลัส



ภาพที่ 2.12 การเชื่อมต่อ DS1820 กับไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

2.4 ไอซีสร้างฐานเวลาจริงหรือรีลไทม์คล็อก (RTC)

ผู้ผลิต คือ ดัลลัสเซมิคอนดักเตอร์ (Dallas semiconductor) มีหน้าที่สร้างฐานเวลาจริงให้แก่ระบบไมโครคอนโทรลเลอร์โดย DS1307 จะให้ข้อมูลเกี่ยวกับเวลาทั้งหมด เนื่องจากว่าจะเป็นค่าของเวลาที่ละเอียดถึงหลักวินาที นาที ชั่วโมง วันที่ วันในสัปดาห์ เดือน และปี โดยสามารถปรับวันเดือนปีให้ตรงตามปฏิทินได้อย่างถูกต้อง รวมถึงการกำหนดวันในปีอธิกสุรทินด้วย

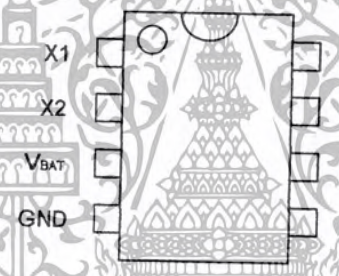
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณสมบัติทางเทคนิคที่สำคัญมีดังนี้

1. เป็นไอซีรีลไทม์คล็อกให้ข้อมูลตั้งแต่วินาทีจนถึงปี
2. รวมถึงการปรับวันในปีอธิกสุรทินด้วยสามารถให้ข้อมูลเวลาได้อย่างเที่ยงตรงถึงปีคริสตศักราช 2100
3. ใช้การเชื่อมต่อแบบระบบบัส I^2C
4. มีหน่วยความจำชนิดนอนโวลาไทล์แรม 56 ไบต์ สามารถใช้เก็บข้อมูลทั่วไปได้
5. มีวงจรตรวจจับไฟเลี้ยงต่ำหรือหายไปอย่างอัตโนมัติ และสามารถรักษาข้อมูลเวลาไว้ได้แม้ไม่มีไฟ

2.4.1 รายละเอียดขาต่อใช้งานของ DS1307

ในภาพที่ 2.13 แสดงการจัดขาของ DS1307 แต่ละขามีหน้าที่และการใช้งานดังนี้



ภาพที่ 2.13 การจัดขาของไอซี DS1307 ไอซีสร้างฐานเวลาจริง (RTC)

Vcc,GND (ขา 8,4) ต่อกับไฟเลี้ยง +5V

Vbat (ขา 3) ใช้ต่อกับแบตเตอรี่ 3V เพื่อรักษาการทำงานของวงจรสร้างฐานเวลาของ DS1370 ให้คงอยู่ต่อไปแม้ว่าไม่มีไฟเลี้ยงจ่ายให้แก่ DS1307 ชนิดของแบตเตอรี่ที่เหมาะสมคือแบตเตอรี่แบบลิเธียม ซึ่งมีความจุ 40 mAhr หรือมากกว่า จะสามารถรักษาข้อมูลได้นาน 10 ปีที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

SDA ,SCL (ขา5 และ 6) เป็นขาสำหรับเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์บนระบบบัส I2C

SQW OUT (ขา 7) ทีขานี้จะมีสัญญาณรูปสี่เหมลี่ยมส่งออกมา โดยสามารถเลือกความถี่ได้ 1Hz , 4.096Hz,8.192kHz, และ 32kHz ในการใช้งานต้องต่อตัวต้านทาน 1k พูลอัปที่ขานี้ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
61808

X1,X2 (ขา1 และ 2) ใช้ต่อกับคริสตอลความถี่มาตรฐาน 32.768kHz เพื่อใช้เป็นฐานเวลาในการสร้างค่าเวลาจริง ในการใช้งานต้องต่อคริสตอลเข้ากับขาทั้งสองนี้และที่แต่ละขาต้องต่อตัวเก็บประจุค่าต่ำ ๆ ประมาณ 15pf คร่อมกับขากราวด์ด้วย

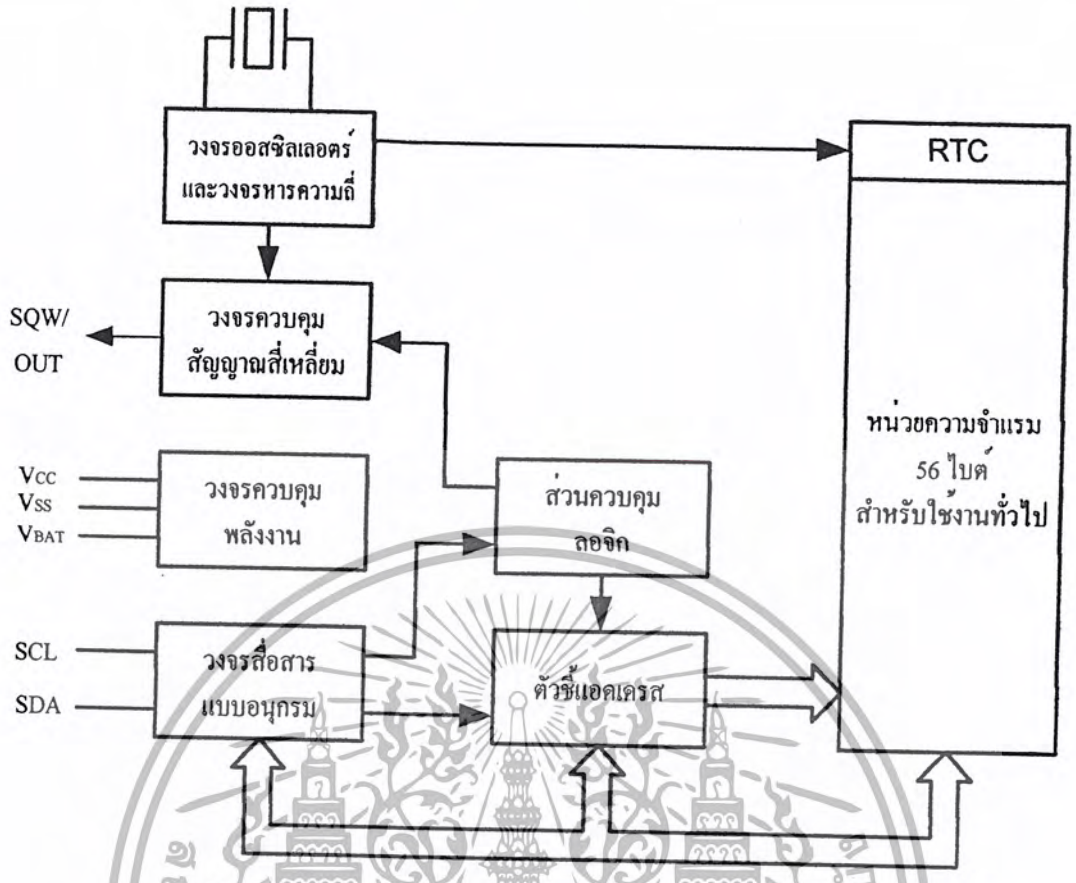
2.4.2 การทำงานของไอซี DS1370

ไอซี DS1370 จัดการเชื่อมต่อในแบบบัส I^2C โดยจะทำงานเป็นอุปกรณ์สเลฟเสมอ ดังนั้นการติดต่อเพื่อใช้งานจึงต้องกำหนดรูปแบบตามที่กำหนดไว้ในการติดต่อแบบ I^2C ในภาพที่ 2.14 แสดงส่วนประกอบหลักที่สำคัญและไดอะแกรมการทำงานของไอซี DS1307 วงจรออสซิลเลเตอร์ถือเป็นหัวใจหลักของไอซี DS1307เนื่องจากเป็นจุดเริ่มต้นของการสร้างฐานข้อมูลเวลาจริง ในขณะที่ไอซี DS1307 ทำงานที่ขา SQW/OUT จะมีสัญญาณพัลส์สี่เหลี่ยมส่งออกมาตลอดเวลาในกรณีที่มีการอีนาเบิลวงจรกำเนิดสัญญาณพัลส์ที่รีจิสเตอร์ควบคุม ค่าความถี่ของสัญญาณนี้สามารถเลือกได้ 4 ค่า คือ 1Hz,4.069Hz,8.192Hz และ 32kHz พร้อมกันนั้นก็จะมีการเก็บค่าของเวลาไว้ในหน่วยความจำนอนโวลาไทล์แรม ซึ่งมีขนาดรวม 64 ไบต์ แต่จัดสรรให้ใช้เก็บข้อมูลเวลา 8 ไบต์ และเป็นหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลทั่วไปสำหรับผู้ใช้งานอีก 56 ไบต์

วงจรควบคุมพลังงานไฟฟ้าจะคอยตรวจสอบสภาวะของไฟเลี้ยงไอซี หากไฟเลี้ยงต่ำกว่า $1.25xV_{BAT}$ ก็จะควบคุมให้ DS1307 หยุดการทำงาน รีเซตค่าตัวนับแอดเดรสภายในทำให้ไม่สามารถติดต่อกับไอซี DS1307ได้ ดังนั้นในการใช้งานไอซี DS1307 ต้องระมัดระวังอย่าให้ไฟเลี้ยงตกต่ำกว่า $1.25xV_{BAT}$ หรือประมาณ 3.75V ในกรณีที่ใช้ V_{BAT} เท่ากับ 3V ถ้าหากไฟเลี้ยงมีค่าต่ำกว่าค่าของ V_{BAT} ไอซี DS1307 จะเข้าสู่โหมดสำรองข้อมูลกระแสต่ำทันที จะไม่มีการส่งสัญญาณพัลส์ออกมาที่ขา SQW/OUT แต่วงจรสร้างฐานเวลายังคงทำงานเพื่อให้ค่าของเวลาเดินไปอย่างต่อเนื่องไม่ผิดพลาด เมื่อมีไฟเลี้ยงปรากฏขึ้นอีกครั้งไอซี DS1307 ก็จะสามารถให้ค่าของเวลาที่เป็นจริงแก่ผู้ใช้งานได้ต่อไป

วงจรสื่อสารอนุกรมภายในตัวไอซี DS1307 ได้รับการกำหนดให้ทำงานตามรูปแบบของบัส I^2C เป็นช่องทางการสื่อสารระหว่างไอซี DS1307 กับอุปกรณ์มาสเตอร์ ผู้ใช้งานสามารถเข้าถึงหน่วยความจำที่ใช้เก็บค่าเวลา และหน่วยความจำใช้งานทั่วไปได้โดยการเขียนข้อมูลตามรูปแบบที่กำหนดในระบบบัส I^2C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



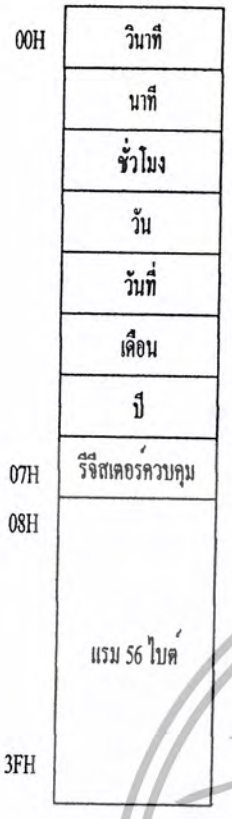
ภาพที่ 2.14 โครงสร้างภายในของไอซี รีลไทม์คล็อกเบอร์ DS1307

2.4.3 การจัดสรรหน่วยความจำใน DS1307

ในภาพที่ 2.15 (ก) แสดงการจัดสรรพื้นที่ของหน่วยความจำภายในไอซี DS1307 พื้นที่ 7 ไบต์แรกตั้งแต่แอดเดรส 00H-06H เป็นพื้นที่ของรีจิสเตอร์ค่าเวลาใช้ในเก็บข้อมูลเกี่ยวกับเวลา ไบต์ต่อมาที่แอดเดรส 07H เป็นพื้นที่ของรีจิสเตอร์ควบคุมการทำงานของไอซี DS1307 ในภาพที่ 2.15 (ข) แสดงรายละเอียดของรีจิสเตอร์ค่าเวลาและรีจิสเตอร์ควบคุมของไอซี DS1307

ด้วยการจัดสรรพื้นที่แบบนี้ทำให้ผู้ใช้งานสามารถเรียกข้อมูลเวลาออกมา ได้ตามที่ต้องการ โดยไม่จำเป็นต้องที่จะต้องอ่านออกมาทั้งหมดก็ได้ ค่าของเวลาทั้งหมดจะอยู่ในรูปของเลขฐานสิบหก สำหรับการแสดงเวลารูปของชั่วโมงสามารถเลือกได้ว่าต้องการแบบ 12 ชั่วโมงหรือ 24 ชั่วโมง โดยกำหนดที่บิต 6 ของแอดเดรส 02H และเมื่อเลือกแบบ 12 ชั่วโมงที่บิต 5 ในแอดเดรสเดียวกันจะใช้ในการแสดงค่า AM/PM โดยถ้าบิตนี้เป็น "1" หมายถึงค่าชั่วโมงในขณะนี้เป็นช่วงเวลาหลังเที่ยงวัน ในกรณีที่เป็นแบบ 24 ชั่วโมง บิตนี้จะใช้ในการแสดงค่า 2 หลักของหลักสิบในหน่วยชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก)

	บิต 7	บิต 6	บิต 5	บิต 4	บิต 3	บิต 2	บิต 1	บิต 0
CH	ข้อมูลวินาที (หลักหน่วย)				ข้อมูลวินาที (หลักสิบ)			
X	ข้อมูลนาที (หลักสิบ)				ข้อมูลนาที (หลักหน่วย)			
X	12 ชั่วโมง / 24 ชั่วโมง	ชั่วโมง (หลักสิบ) / AM/PM		ข้อมูลชั่วโมง (หลักสิบ)	ข้อมูลชั่วโมง (หลักหน่วย)			
X	X	X	X		X	ข้อมูลวันในสัปดาห์		
X	X	ข้อมูลวันที่ (หลักสิบ)			ข้อมูลวันที่ (หลักหน่วย)			
X	X	X	ข้อมูลเดือน หลักสิบ		ข้อมูลเดือน (หลักหน่วย)			
ข้อมูลปี (หลักสิบ)					ข้อมูลปี (หลักหน่วย)			
OUT	X	X	SQWE		X	X	RS1	RS0

(ข)

ภาพที่ 2.15 (ก) การจัดสรรหน่วยความจำภายในไอซี DS1307
(ข) รายละเอียดของรีจิสเตอร์เก็บค่าเวลาและรีจิสเตอร์ควบคุมของไอซี DS1307

2.4.4 รีจิสเตอร์ควบคุม

มีแอดเดรสอยู่ที่ 07H มีรายละเอียดของแต่ละบิตดังนี้

OUT (Output control) ใช้ในการควบคุมระดับลอจิกที่ขา SQW/OUT ในกรณีที่ดิสเอเบิลการกำเนิดสัญญาณสี่เหลี่ยมโดยถ้าบิตนี้เป็น "1" ที่ขา SWQ/OUT ก็จะเป็น "1" ถ้าบิตนี้เป็น "0" ที่ขา SQW OUT ก็จะเป็น "0"

SQWE (Square Wave Enable) ใช้ในการเอ็นเอเบิลของวงจรกำเนิดสัญญาณสี่เหลี่ยมที่ขา SQW/OUT ถ้าต้องการให้มีสัญญาณสี่เหลี่ยมออกให้กำหนดบิตนี้เป็น "1"

RS1,RS0 (Rate Select) จะใช้ในการเลือกความถี่ของสัญญาณสี่เหลี่ยมที่ออกมาจากขาของ SQW/OUT ดังมีรายละเอียดต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 การเลือกความถี่ของสัญญาณสี่เหลี่ยมที่ออกจากขา SQW/OUT

RS1	RS0	ค่าความถี่ของสัญญาณสี่เหลี่ยม
0	0	1Hz
0	1	4.096kHz
1	0	8.192kHz
1	1	32.768kHz

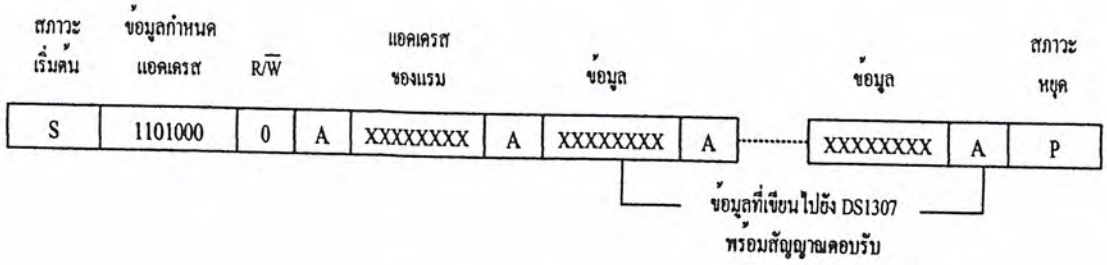
2.4.5 โหมดการทำงานของ DS1307

มีด้วยกัน 2 โหมดคือ โหมดการเขียนข้อมูลและโหมดอ่านข้อมูล ในการใช้งาน DS1307 ตามปกติจะใช้งานเฉพาะโหมดอ่านข้อมูลเท่านั้น เนื่องจากไมโครคอนโทรลเลอร์จะติดต่อกับ DS1307 เพื่ออ่านข้อมูลของเวลาไปใช้งาน โหมดการเขียนข้อมูลจะถูกใช้งานก็ต่อเมื่อต้องการตั้งค่าเวลาใหม่และต้องการเขียนข้อมูลลงในหน่วยความจำใช้งานทั่วไป อย่างไรก็ตามเมื่อเริ่มต้นติดต่อกับ DS1307 จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องเข้าโหมดการเขียนข้อมูลก่อนเพื่อกำหนดแอดเดรสที่ต้องการอ่านข้อมูล จากนั้นจึงเปลี่ยนโหมดการทำงานมาเป็นโหมดการอ่านข้อมูล

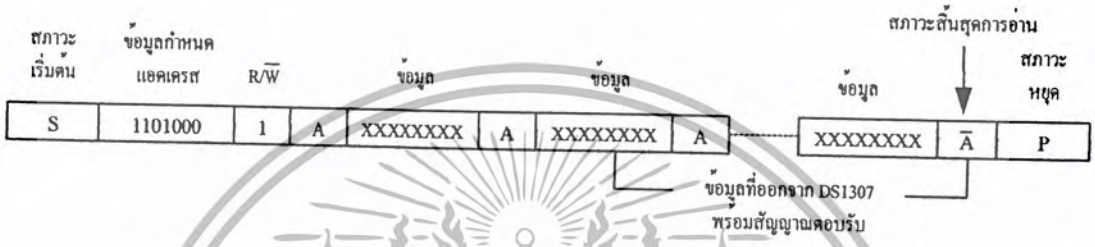
2.4.6 โหมดการเขียนข้อมูล

มีรูปแบบดังในภาพที่ 2.16 เริ่มต้นเมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์ทำการกำหนดสภาวะเริ่มต้น (START:S) จากนั้นส่งข้อมูลกำหนดแอดเดรส 1101000 ตามด้วยข้อมูลเลือกการเขียน นั่นคือค่า 0 จากนั้นจะรอการตอบรับจาก DS1307 ขั้นตอนต่อมา คือ ส่งข้อมูลเพื่อเลือกแอดเดรสที่ต้องการเขียน จากนั้นรอการตอบรับจาก DS1307 เมื่อมีการตอบรับมาเรียบร้อย ก็เริ่มทยอยเขียนข้อมูลลงไปครั้งละแอดเดรส หลังจากเขียนข้อมูลแต่ละแอดเดรส จะต้องหยุดรอการตอบรับจาก DS1307 ทุกครั้ง จึงจะสามารถเขียนข้อมูลต่อไปได้ เมื่อเขียนเรียบร้อยแล้ว ให้ส่งสภาวะหยุด (STOP:S) เป็นอันสิ้นสุดกระบวนการเขียนข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.16 รูปแบบของข้อมูลสำหรับติดต่อกับ DS1307 ในโหมดการเขียนข้อมูล



ภาพที่ 2.17 รูปแบบของข้อมูลสำหรับติดต่อกับ DS1307 ในโหมดการอ่านข้อมูล

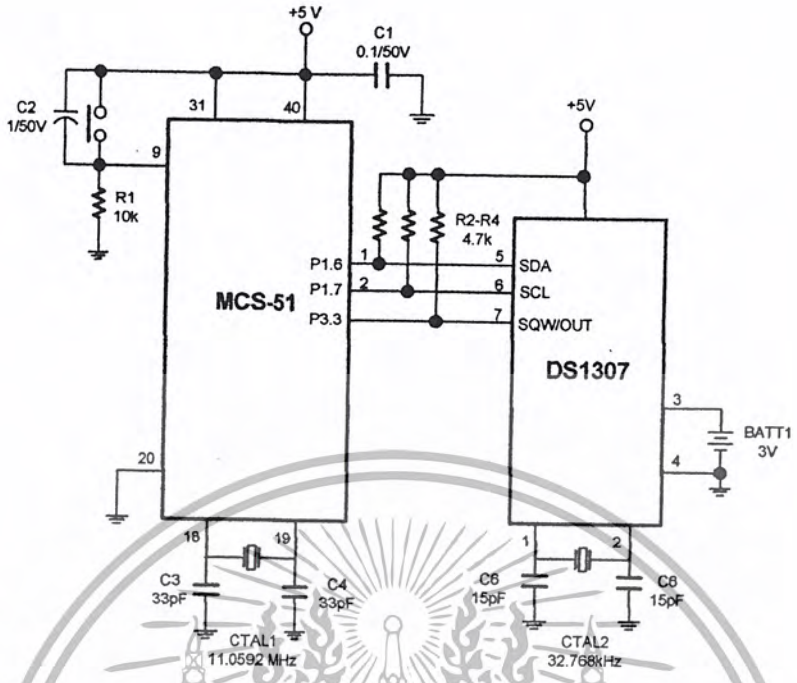
2.4.7 โหมดการอ่านข้อมูล

มีรูปแบบแสดงในภาพที่ 2.17 เริ่มต้นในการทำงานเหมือนกับโหมดในการเขียนข้อมูล คือ ไมโครคอนโทรลเลอร์กำหนดสภาวะเริ่มต้น แล้วส่งข้อมูลที่กำหนดแอดเดรสตามด้วยข้อมูลเลือกการอ่านซึ่งจะเท่ากับ 1 จากนั้นก็จะรอการตอบรับจากไอซี DS1307 ซึ่งจะทยอยส่งข้อมูลออกมาให้ไมโครคอนโทรเลอร์คราวละ 1 แอดเดรสหรือ 1 ไบต์ โดยแอดเดรสที่เลือกอ่านข้อมูลจะต้องมีการกำหนดมาก่อนล่วงหน้าด้วยโหมดการเขียนข้อมูล วิธีการง่ายๆ คือ เข้าสู่โหมดการเขียนข้อมูลก่อน เมื่อถึงจังหวะที่ต้องการเขียนข้อมูลนั้น ทำให้การสร้างสภาวะเริ่มต้นและส่งข้อมูลกำหนดแอดเดรสใหม่อีกครั้ง ตามด้วยเลือกโหมดการอ่านข้อมูล ข้อมูลที่ออกมาจากไอซี DS1307 ก็จะเป็นข้อมูลจากแอดเดรสที่กำหนดไว้ก่อนหน้านี้

2.4.8 การเชื่อมต่อ DS1307 กับไมโครคอนโทรลเลอร์

มีตัวอย่างวงจรแสดงในภาพที่ 2.18 จะเห็นได้ว่า มีลักษณะการต่อเหมือนกับอุปกรณ์บนระบบบัส I^2C ตัวอื่นๆ ทุกประการและสามารถที่จะต่อไอซีทั้งหมดร่วมกันบนสาย SDA และ SCL ได้เป็นการย้ำให้เห็นถึงความสามารถพิเศษของระบบบัสแบบ I^2C ที่ผู้ใช้งานสามารถเชื่อมต่ออุปกรณ์ที่มีความต่างกันในหน้าที่การทำงานบนสายสัญญาณเดียวกันได้ ถึงการทดลองนี้ผู้ใช้งานสามารถเชื่อมต่ออุปกรณ์ระบบบัส I^2C ได้ถึง 3 ตัว 3 ลักษณะการทำงานโดยใช้สายสัญญาณเพียง 2 เส้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



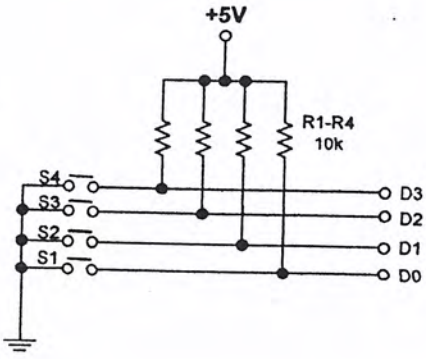
ภาพที่ 2.18 แสดงการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์กับไอซีรีลไทม์คล็อก DS1307

จากวงจรในภาพที่ 2.18 ไอซี DS1307 จำเป็นจะต้องต่อแบตเตอรี่ไว้ตลอดเวลาไม่ว่าจะใช้งานหรือไม่ ทั้งนี้เพื่อรักษาการทำงานของวงจรภายใน DS1307 ให้ยังคงทำงานต่อเนื่องไป เมื่อใดที่ไมโครคอนโทรลเลอร์ต้องการอ่านข้อมูล ก็จะได้ข้อมูลเวลาที่เป็นจริงตลอดเวลา

2.5 การเชื่อมต่อกับสวิตช์คีย์แพด

การอ่านค่าหรือการรับค่าการกดสวิตช์เป็นอีกงานหนึ่งที่ ไมโครคอนโทรเลอร์ต้องสามารถรองรับและเชื่อมต่อใช้งานร่วมได้ด้วยวงจรของสวิตช์มีด้วยกัน 2 ลักษณะใหญ่ๆ คือ ต่อเข้ากับไฟเลี้ยงหรือกราวด์โดยตรง เมื่อสวิตช์ตัวใดต่อวงจรสามารถอ่านค่าได้โดยตรง ดังในรูป วงจรในลักษณะนี้ไมมีความซับซ้อน สามารถอ่านค่าของสวิตช์ได้ง่ายและรวดเร็ว แต่มีข้อเสียคือ ถ้าหากจำนวนของสวิตช์มีมากๆ จำนวนของสายข้อมูลก็จะมากตาม ทำให้ระบบหรือวงจรโดยรวมมีขนาดใหญ่และสิ้นเปลือง

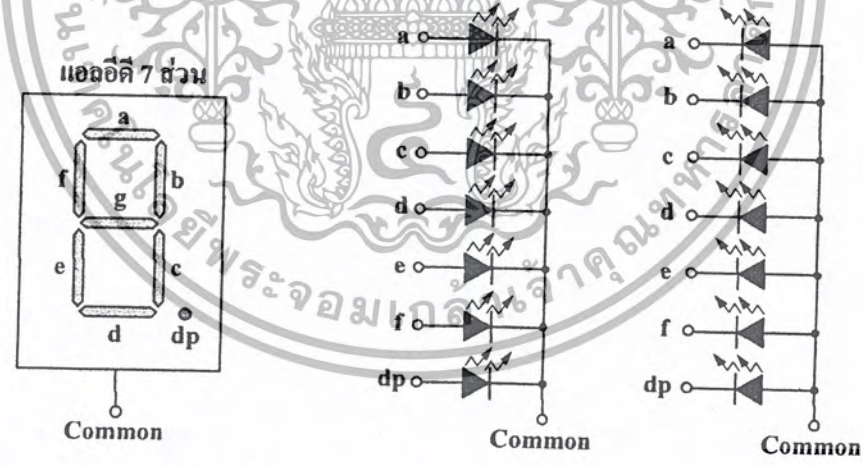
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.19 รูปวงจรสวิตช์แบบต่อเข้ากับไฟเลี้ยงและกราวด์

2.6 การใช้ MCS-51 ควบคุมการแสดงผลของแอลอีดี 7 ส่วน

แอลอีดี 7 ส่วน (7-Segment) ประกอบขึ้นจากแอลอีดีจำนวน 7 ตัวที่บรรจุอยู่ในถังเดียวกัน และได้รับการจัดเรียงเป็นรูปตัวเลข แอลอีดีแต่ละตัวจะถูกเรียกว่า ส่วนหรือเซกเมนต์ (Segment) แต่ละส่วนหรือเซกเมนต์มีชื่อเรียกต่างกันตามตำแหน่งที่ได้รับการจัดวางคือ a, b, c, d, e, f, g และ dp ซึ่งเป็นแอลอีดีอีก 1 ตัวที่บรรจุอยู่ในแอลอีดี 7 ส่วน ใช้เป็นตัวแสดงจุดทศนิยมในกรณีที่มีการแสดงผลในลักษณะตัวเลขที่มีทศนิยม ดังแสดงในภาพที่ 2.20 (ก)



(ก) รูปร่างและการกำหนดชื่อเซกเมนต์ต่างๆ ของ แอลอีดี 7 ส่วน

(ข) แคโทดร่วม

(ค) แอโนดร่วม

ภาพที่ 2.20 (ก) รูปร่างและการกำหนดชื่อเซกเมนต์ต่างๆ ของแอลอีดี 7 ส่วน
(ข) การต่อแบบแคโทดร่วม
(ค) การต่อแบบแอโนดร่วม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แอลอีดีทุกตัวที่บรรจุอยู่ในแอลอีดี 7 ส่วนนี้มีขาต่อร่วมกัน ซึ่งมีทั้งแบบต่อขาแคโทดร่วมกันเรียกว่า แบบแคโทดร่วม (Common Cathode) และแบบต่อขาแอโนดร่วมกันเรียกว่าแบบแอโนดร่วม (Common Anode) การขับให้แอลอีดี 7 ส่วน แบบแคโทดร่วมสว่างจะต้องจ่ายไฟลบเข้าที่ขาร่วมแล้วจ่ายไฟบวกเข้าที่ขาแอโนด ซึ่งก็คือ ขาของแต่ละเซกเมนต์นั่นเองดังแสดงในภาพที่ 2.20 (ข) ในขณะที่แอลอีดี 7 ส่วน แบบแอโนดร่วมจะต้องจ่ายไฟบวกเข้าที่ขาร่วมแล้วจ่ายไฟลบเข้าที่ขาแคโทด ซึ่งเป็นขาของแต่ละเซกเมนต์ดังแสดงในภาพที่ 2.20 (ค)

ตารางที่ 2.2 ข้อมูลการแสดงผล 0-9 ของแอลอีดี 7 ส่วน แบบแคโทดร่วม

ข้อมูลดิจิตอลเอาต์พุตสำหรับขับแอลอีดี 7 ส่วน								เลขฐานสิบหก	ค่าตัวเลขที่แสดงบนแอลอีดี 7 ส่วน
D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0		
dp	g	f	e	d	C	b	A		
0	0	1	1	1	1	1	1	3FH	0
0	0	0	0	0	1	1	0	06H	1
0	0	0	1	1	0	1	1	5BH	2
0	1	0	0	1	1	1	1	4FH	3
0	1	1	0	0	1	1	0	66H	4
0	1	1	0	1	1	0	1	6DH	5
0	1	1	1	1	1	0	1	7DH	6
0	0	0	0	0	1	1	1	07H	7
0	1	1	1	1	1	1	1	7FH	8
0	1	1	0	1	1	1	1	6FH	9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 ตำแหน่งขาที่จะต่อกับพอร์ต

ตำแหน่งบิต	ตำแหน่งเซกเมนต์
7	dp
6	g
5	f
4	e
3	d
2	c
1	b
0	a

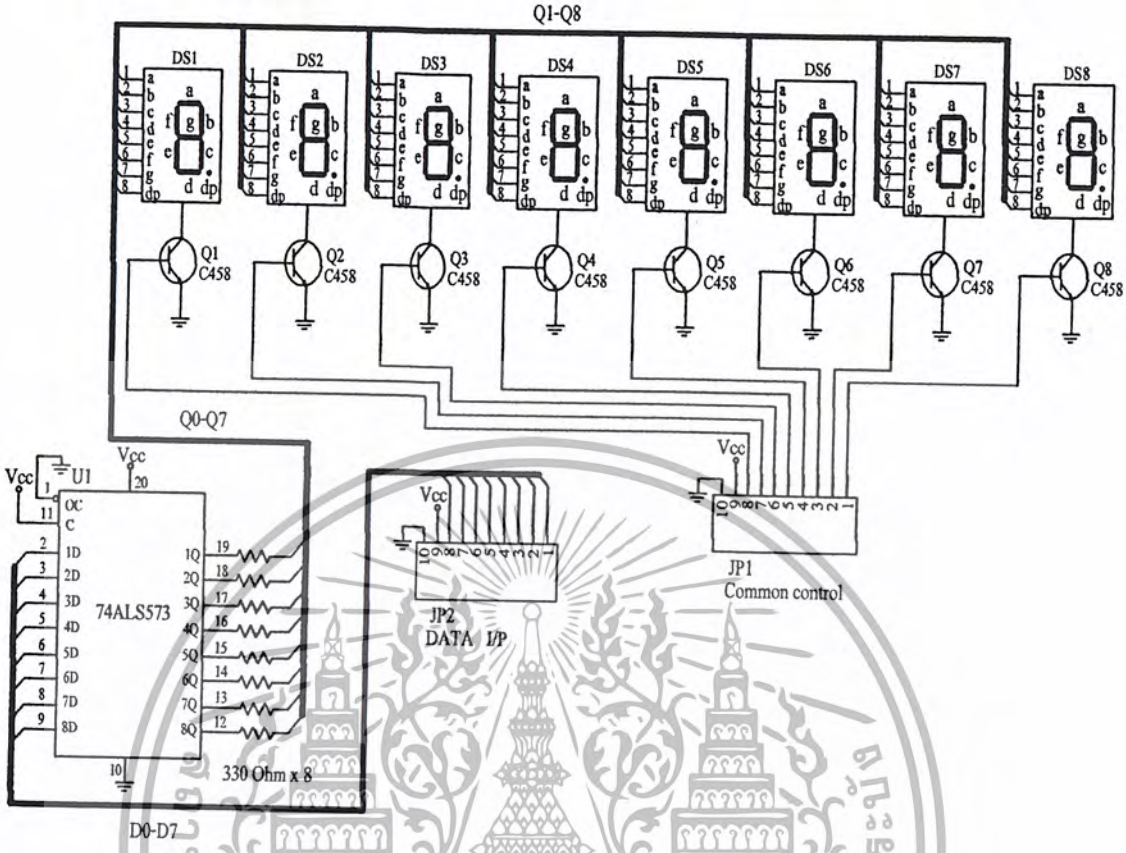
ในกรณีที่ต่อแบบแอโนดร่วมก็จะมีลักษณะคล้ายกับการต่อแบบแคโทดร่วมเพียงแต่การคิดค่าของข้อมูลในการส่งออกแบบแอโนดร่วมจะต้องป้อน 0 ให้หรือถ้าต้องการให้ส่วนไหนติดก็ส่งลอจิก 0 นั่นเองเช่น ต้องการให้ข้อมูลแสดงออกเป็นเลข 1 ค่าของข้อมูลจะเป็นดังนี้ 11111001B หรือ F9H นั่นเอง

2.6.1 การขับแอลอีดี 7 ส่วนแบบมัลติเพล็กซ์

การขับแอลอีดี 7 ส่วนแบบมัลติเพล็กซ์จะทำการต่อขาของแต่ละเซกเมนต์ร่วมกันคือเซกเมนต์ a ของทุกหลักจะต่อถึงกันไล่เรียงไปจนถึงเซกเมนต์ g ในบางงานที่ต้องใช้จุด dp ก็ต้องต่อขาของจุด dp ร่วมกันด้วย การควบคุมให้แอลอีดี 7 ส่วนหลักใดติดสว่างทำได้โดย การจ่ายไฟเข้าที่ขาร่วมของแอลอีดี 7 ส่วนหลักนั้นๆ ยกตัวอย่าง หากแอลอีดี 7 ส่วนที่ใช้เป็นแบบแคโทดร่วมหากต้องการให้แอลอีดี 7 ส่วนหลักที่ 3 ติดสว่างก็ให้ต่อขาร่วมของหลักที่ 3 ลงกราวด์หรือจ่ายไฟลบแอลอีดี 7 ส่วนหลักที่ 3 ก็จะติดสว่างตามข้อมูลที่ส่งเข้ามายังขาของแต่ละเซกเมนต์

การใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 เข้ามาควบคุมการแสดงผลในลักษณะนี้เป็นการเข้ามาควบคุมการจ่ายไฟเข้าที่ขาร่วมของแอลอีดี 7 ส่วนแต่ละหลักนั่นเอง โดยไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 จะจ่ายไฟให้แก่ขาร่วมของแอลอีดี 7 ส่วนทีละหลักไล่ไปตามลำดับความเร็วสูง โดยผ่านทรานซิสเตอร์ ทั้งนี้การต่อทรานซิสเตอร์เพื่อขับขาคอมมอนนั้นยังช่วยให้ภาระในการจ่ายกระแสของไมโครคอนโทรลเลอร์ลดลงด้วย ส่วนขาของแต่ละเซกเมนต์จะถูกต่อเข้ากับไอซีบัฟเฟอร์ผ่านตัวต้านทานจำกัดกระแสเช่นเดียวกับการขับแบบหลักเดียวในภาพที่ 2.21 แสดงการขับแอลอีดี 7 ส่วนแบบมัลติเพล็กซ์ของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.21 การขับแอลอีดี 7 ส่วนแบบมัลติเพล็กซ์ของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

ในการเขียนโปรแกรมในการควบคุมต้องเขียนควบคู่ไปกับการเปิดตารางข้อมูลแล้วใช้โปรแกรมหน่วงเวลาเพื่อให้แอลอีดีในเซกเมนต์ที่ถูกสั่งให้ทำงานนั้นติดสว่างนานพอให้ผู้ใช้งานเห็นข้อมูลที่นำมาแสดงผล

2.7 นาฬิกาวัดอุณหภูมิและควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้า

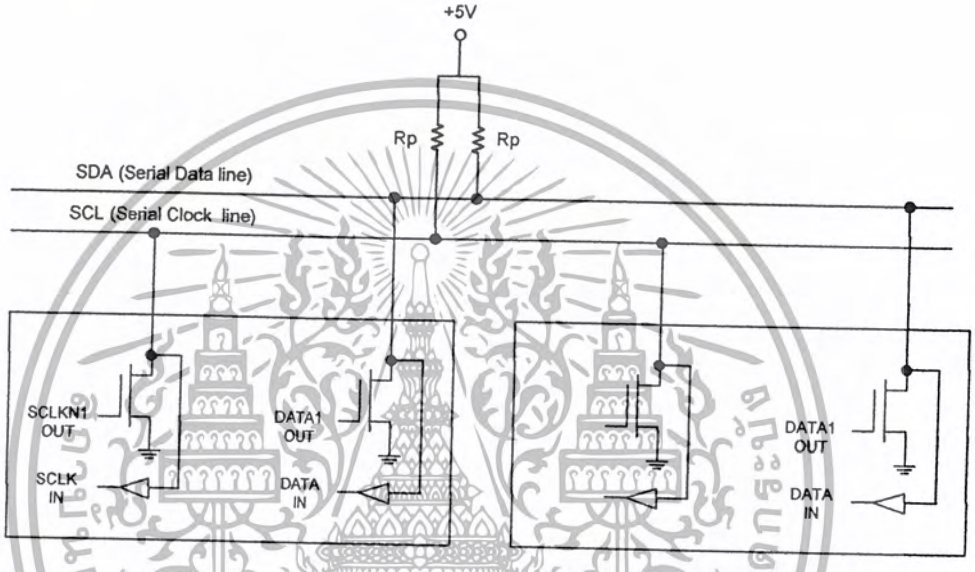
2.7.1 การเชื่อมต่อพอร์ตอนุกรมกับระบบบัส I^2C

I^2C ย่อมาจาก Inter-IC Communication หมายถึง การติดต่อสื่อสารระหว่างไอซี โดยบัส I^2C ได้รับการพัฒนาขึ้นโดยฟิลิปส์ (Philips) ด้วยจุดมุ่งหมายหลักคือ ต้องการให้ไอซีหรือโมดูลสามารถติดต่อ สั่งงาน และควบคุมภายใต้สายสัญญาณเพียง 2 เส้น เส้นหนึ่งคือ สายข้อมูล อีกเส้นหนึ่งคือ สายสัญญาณนาฬิกาที่ใช้ในการกำหนดจังหวะการทำงาน การต่อร่วมกันของอุปกรณ์แต่ละตัวขนานหรือพ่วงกันไป ส่วนการกำหนดแอดเดรสหรือตำแหน่งสำหรับติดต่ออุปกรณ์แต่ละตัวจะใช้รหัสข้อมูลและการกำหนดสภาวะลอจิกที่ขาแอดเดรสของอุปกรณ์แต่ละตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.1.1 คุณสมบัติโดยทั่วไปของบัส I^2C

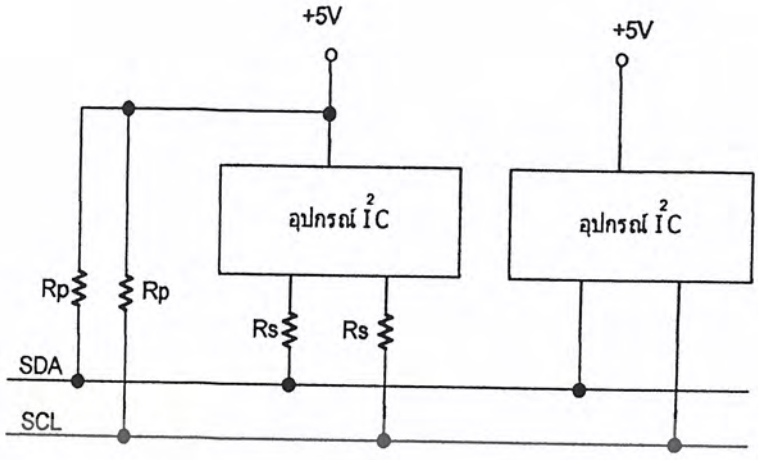
สาย SDA และ SCL เป็นสายสัญญาณ 2 ทิศทาง (Bi - Directional Linc) ต้องมีการต่อตัวต้านทานพูลอัพกับแรงดัน +5โวลต์ ไว้ตลอดเวลาเพื่อให้สายมีสถานะลอจิกสูงในขณะที่ไม่มีการติดต่อใช้งานทั้งยังช่วยในการป้องกันสัญญาณรบกวนที่อาจมีเข้ามาในสายสัญญาณทั้งสอง วงจรเอาต์พุตของอุปกรณ์ที่ต่ออยู่บนบัส I^2C ต้องมีลักษณะเป็นวงจรเดรนเปิด (Open - Drain) หรือ คอลเล็กเตอร์เปิด (open - collector) ดังแสดงรายละเอียดในภาพที่ 2.22



ภาพที่ 2.22 โครงสร้างวงจรเอาต์พุตของอุปกรณ์ที่ใช้การเชื่อมต่อบนระบบบัส I^2C

ในกรณีที่อาจมีแรงดันไฟกระชากขนาดใหญ่ปะปนเข้ามาในบัส I^2C ที่ขา SDA และSCL ของอุปกรณ์แต่ละตัวต้องต่อตัวต้านทานอนุกรมกับขา SDA และSCL เรียกว่า R_S ก่อนต่อเข้าสู่บัส I^2C ดังแสดงในภาพที่ 2.23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.23 การต่อตัวต้านทานเพื่อป้องกันแรงดันกระชากที่อาจปะปนเข้ามาในไฟเลี้ยงของอุปกรณ์ในระบบ I^2C บัส

2.7.1.2 หลักการของบัส I^2C

บัส I^2C ประกอบไปด้วยสายสัญญาณ 2 เส้น ดังที่ได้กล่าวมาแล้วคือ SDA และ SCL อุปกรณ์ที่ต่อพ่วงบนสายบัส หรือเรียกว่า โปรโตคอล (Protocol) เพื่อให้ผู้ใช้งานทราบว่าขณะนี้อุปกรณ์ตัวใดติดต่อกันอยู่และอุปกรณ์ตัวใดเป็นตัวรับหรือตัวส่ง สำหรับลักษณะหน้าที่ และนิยามของ I^2C เป็นดังนี้คือ

- อุปกรณ์ที่เป็นผู้สร้างข้อมูลหรือส่งข้อมูลเรียกว่า ตัวส่ง (Transmitter)
- อุปกรณ์ที่เป็นผู้รับข้อมูลเรียกว่า ตัวรับ (Receiver)
- ในอุปกรณ์บนบัส I^2C สามารถเป็นได้ทั้งตัวรับและตัวส่ง บางอุปกรณ์ทำหน้าที่เป็นตัวรับเพียงอย่างเดียวจะไม่มีอุปกรณ์ใดบนบัส I^2C ที่ทำหน้าที่เป็นตัวส่งเพียงอย่างเดียว
- อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ควบคุมจังหวะการทำงานหรือการติดต่อบนบัส I^2C เรียกว่า มาสเตอร์ (Master)
- อุปกรณ์ที่ถูกควบคุมหรืออุปกรณ์ที่ต่อพ่วงเข้าไปบนบัส I^2C เรียกว่า สเลฟ (Slave)

ข้อกำหนด 2 ประการสำคัญของการติดต่อบนบัส I^2C คือ

1) การถ่ายทอดข้อมูลจะเกิดขึ้นได้เมื่อบัสว่างเท่านั้น

2) ในระหว่างการถ่ายทอดข้อมูลเมื่อใดก็ตามที่สาย SCL มีสถานะเป็นลอจิกสูง สายข้อมูลต้องรักษาข้อมูลไว้อย่าให้เกิดการเปลี่ยนแปลงขึ้นเด็ดขาด มิฉะนั้นสัญญาณที่เกิดขึ้นจะได้รับการแปลความหมายเป็นสัญญาณควบคุมแทน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.1.3 สภาวะที่เกิดขึ้นบนบัส I^2C มีด้วยกัน 5 สภาวะ ดังนี้

1) บัสว่าง (Bus Not Busy) สภาวะนี้เกิดขึ้นเมื่อสถานะลอจิกบนสาย SDA และ SCL เป็นลอจิกสูงทั้งคู่นั่นหมายความว่าการถ่ายทอดข้อมูลสามารถเริ่มต้นได้

2) เริ่มต้นการถ่ายทอดข้อมูล (Start Data Transfer) เกิดขึ้นเมื่อสาย SDA เปลี่ยนระดับลอจิกจากสูงไปต่ำในขณะที่สาย SCL มีสถานะลอจิกสูงเรียกสภาวะที่เกิดขึ้นนี้ว่า สภาวะเริ่มต้น (Start)

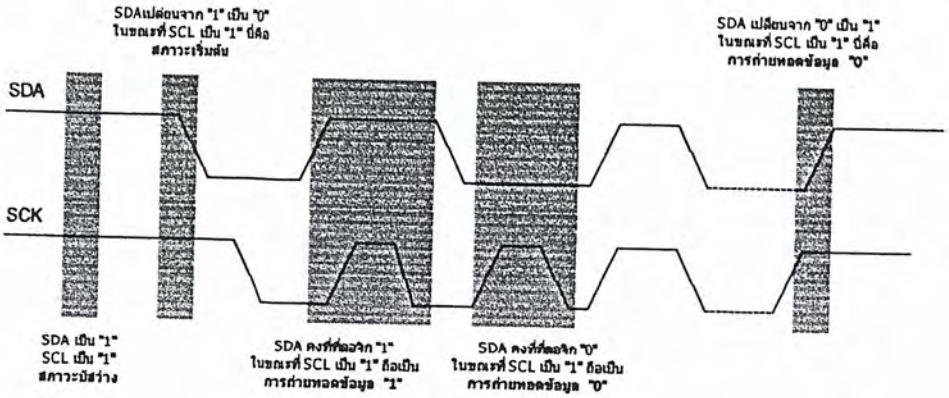
3) ข้อมูลคำรงอยู่บนบัส (Data Valid) สภาวะนี้เกิดขึ้นถัดจากสภาวะเริ่มต้น โดยสถานะลอจิกที่เกิดขึ้นบนสาย SDA ก็คือ ข้อมูลที่ทำการถ่ายทอดเมื่อสาย SCL เป็นลอจิกสูงสถานะที่สาย SDA ต้องคงที่เพื่อให้อุปกรณ์รับรู้ข้อมูลในจังหวะนั้นว่าเป็น "0" หรือ "1" ข้อมูลอาจเกิดการเปลี่ยนแปลงได้ในขณะที่สาย SCL เป็นลอจิกต่ำ แต่เมื่อใดก็ตามที่ต้องการให้เกิดการถ่ายทอดข้อมูลอย่างสมบูรณ์ สถานะลอจิกที่ขา SDA ต้องคงที่ตลอดช่วงเวลาที่สาย SCL มีสถานะลอจิกสูง หากเกิดการเปลี่ยนแปลงสถานะลอจิกในขณะที่สาย SCL มีลอจิกสูงอยู่นั้นอุปกรณ์มาสเตอร์ที่ทำการควบคุมการถ่ายทอดข้อมูลจะแปลความหมายเป็นสภาวะหยุดหรือสภาวะเริ่มต้นก็ได้ทำให้ข้อมูลที่ทำการถ่ายทอดนั้นเกิดความผิดพลาดขึ้น

4) รับรู้ข้อมูล (Acknowledge) เกิดขึ้นหลังจากที่การถ่ายทอดข้อมูลจากตัวส่งมายังตัวรับเกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์ โดยตัวส่งจะทำการส่งข้อมูลมา 1 บิตเรียกว่าบิตรับรู้ (Acknowledge Bit) มีสถานะเป็นลอจิกสูงหลังจากส่งข้อมูลมาครบถ้วน ส่วนอุปกรณ์มาสเตอร์จะทำการส่งสัญญาณรับรู้พิเศษซึ่งสัมพันธ์กับสัญญาณนาฬิกา อุปกรณ์สเลฟที่ถูกอ้างถึงในการติดต่อหรือกำลังติดต่ออยู่ในขณะนั้นก็จะกำเนิดบิตรับรู้ที่มีสถานะลอจิกต่ำเพื่อตอบสนองให้ทราบว่าได้รับข้อมูลเรียบร้อยแล้ว

5) หยุดการถ่ายทอดข้อมูล (Stop Data Transfer) เกิดขึ้นเมื่อสาย SDA มีการเปลี่ยนแปลงระดับลอจิกจากต่ำไปสูงในขณะที่สาย SCL มีสถานะลอจิกสูงเรียกสภาวะที่เกิดขึ้นว่า สภาวะหยุด (Stop)

ในภาพที่ 2.24 เป็นไดอะแกรมเวลาที่แสดงถึงการเกิดสภาวะต่างๆ บนบัส I^2C ไม่ว่าจะเป็นสภาวะบัสว่าง ถ่ายทอดข้อมูล รับรู้ และหยุดการถ่ายทอดข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.24 ไดอะแกรมเวลาแสดงสภาวะต่างๆ ที่เกิดขึ้นบนระบบบัส I^2C

2.7.1.4 การทำงานบนบัส I^2C

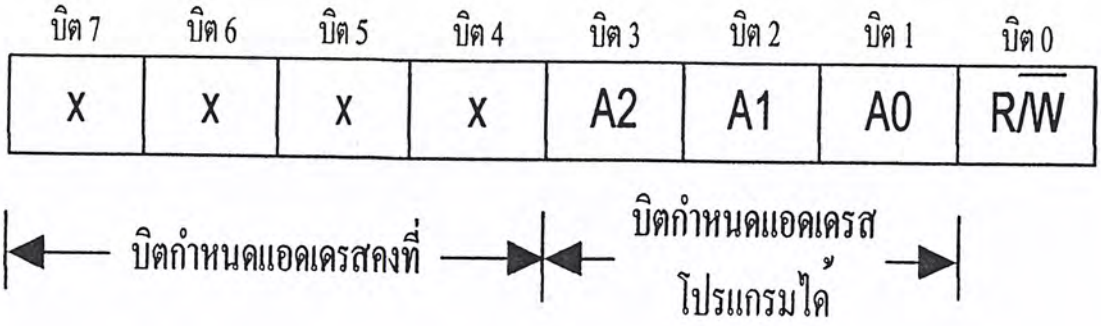
ก่อนที่จะเริ่มต้นการถ่ายทอดข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ต่างๆ ที่ต่ออยู่บนบัสต้องมีการอ้างถึงอุปกรณ์เสียก่อน โดยอ้างถึงอุปกรณ์บนบัส I^2C นั้นจะใช้การอ้างถึงแบบ 7 บิตหรือ 10 บิต ในกรณีที่มีอุปกรณ์ต่ออยู่บนบัสไม่มาก ใช้การอ้างถึงแบบ 7 บิตก็เพียงพอ แต่ถ้ามีอุปกรณ์ต่ออยู่บนบัสมากกว่า 127 แอดเดรส จำเป็นต้องใช้การอ้างถึงแบบ 10 บิต หลังจากที่ติดต่ออุปกรณ์ แต่ละตัวได้เรียบร้อยแล้วก็จะเริ่มต้นการถ่ายทอดข้อมูลกันต่อไป

ดังนั้นหัวใจสำคัญอันดับแรกของการทำงานบนบัส I^2C คือ การอ้างถึงอุปกรณ์แต่ละตัว ซึ่งรายละเอียดของการอ้างถึงทั้งสองรูปแบบเป็นดังนี้คือ

1) การอ้างถึงแบบ 7 บิต (7- Bit Addressing)

ข้อมูลไบต์แรกที่เกิดขึ้นหลังจากสภาวะเริ่มต้นคือ ข้อมูลที่ใช้ในการอ้างถึงอุปกรณ์ที่ต้องการติดต่อ โดยมีรูปแบบแสดงในภาพที่ 2.25 ใน 7 บิตบนรวมทั้งบิต MSB ด้วยจะเป็นข้อมูลแอดเดรสของอุปกรณ์สเลฟที่ต้องการติดต่อ โดยแบ่งเป็นบิตกำหนดแอดเดรสคงที่ (Fixed Address Bit) จำนวน 4 บิต ซึ่งข้อมูลนี้อุปกรณ์แต่ละตัวจะถูกกำหนดมาจากผู้ผลิต ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงแก้ไขได้ ถัดมาอีก 3 บิตเป็นบิตกำหนดแอดเดรสที่สามารถโปรแกรมได้ (Programmable Address Bit) โดยผู้ใช้งานต้องกำหนดสถานะลอจิกให้แก่ขา A0-A2 ของอุปกรณ์ที่มีการเชื่อมต่อแบบบัส I^2C ส่วนในบิต LSB เป็นบิตที่ใช้กำหนดการอ่านหรือเขียนข้อมูลกับอุปกรณ์สเลฟ ตัวนั้นๆ หากบิต LSB เป็น “0” หมายถึงต้องการเขียนข้อมูลไปยังอุปกรณ์นั้น ถ้าเป็น “1” จะเป็นการอ่านข้อมูลจากอุปกรณ์สเลฟ

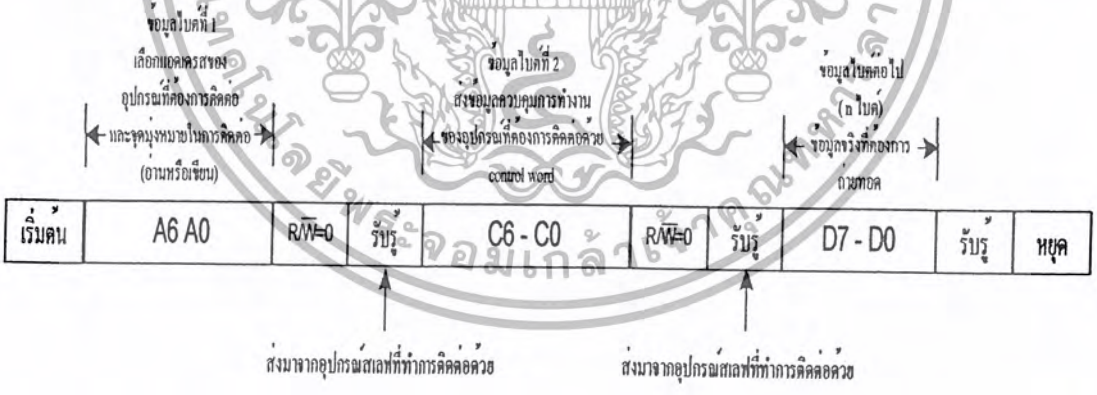
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.25 รูปแบบของข้อมูลที่ใช้ในการอ้างถึงอุปกรณ์บนระบบบัส I^2C

ข้อมูลในไบต์ต่อมาคือ ข้อมูลควบคุม (Control Byte) ในอุปกรณ์แต่ละตัวมีการกำหนดข้อมูลควบคุมที่แตกต่างกันไปยกตัวอย่าง ไอซีขยายพอร์ตมีข้อมูลควบคุมที่ใช้กำหนดว่าบิตใดเป็นอินพุตบิตใดเป็นเอาต์พุตในขณะไอซี ADC / DAC ต้องการข้อมูลควบคุมเพื่อกำหนดให้ทำงานเป็นวงจร ADC หรือ DAC เป็นต้น ข้อมูลในไบต์ต่อมาคือข้อมูลที่ทำการถ่ายทอดจริง (Data)

หลังจากที่มีการถ่ายทอดข้อมูลในแต่ละไบต์ อุปกรณ์สเลฟที่ได้รับการติดต่อต้องส่งสัญญาณรับรู้ตอบกลับมาด้วยทุกครั้ง เพื่อให้กระบวนการถ่ายทอดข้อมูลสามารถดำเนินต่อไปได้ ในภาพที่ 2.26 แสดงรูปแบบข้อมูลอนุกรมที่เกิดขึ้นในการติดต่อบนบัส I^2C ของการอ้างถึงแบบ 7 บิต



ภาพที่ 2.26 รูปแบบข้อมูลอนุกรมที่ใช้ในการติดต่อกับอุปกรณ์บนระบบบัส I^2C แบบ 7 บิต

2) การอ้างถึงแบบ 10 บิต

ในการอ้างถึงแบบนี้ยังคงใช้รูปแบบข้อมูลอนุกรมที่เหมือนกับแบบ 7 บิต หากแต่จะมีข้อมูลเพิ่มเติมขึ้นมาเล็กน้อย โดยในข้อมูลไบต์แรกหลังจากเกิดสภาวะเริ่มต้นต้องกำหนดให้ 5 บิตบนมีข้อมูลเป็น 11110 ส่วนอีก 2 บิตถัดมาเป็นบิตแอดเดรสของอุปกรณ์ที่ต้องการติดต่อ ในบิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LSB ของข้อมูลไบต์แรกยังคงเป็นการกำหนดว่าต้องการอ่านหรือเขียนข้อมูลกับอุปกรณ์สเลฟตัวที่ต้องการติดต่อด้วยข้อมูลไบต์ต่อมาเป็นข้อมูลแอดเดรสในไบต์ที่ 2 ของอุปกรณ์ที่ต้องการติดต่อด้วย ข้อมูลไบต์ถัดไปจึงเป็นข้อมูลควบคุมข้อมูลหลังจากนั้นก็จะเป็นข้อมูลจริงที่ใช้ในการติดต่อ

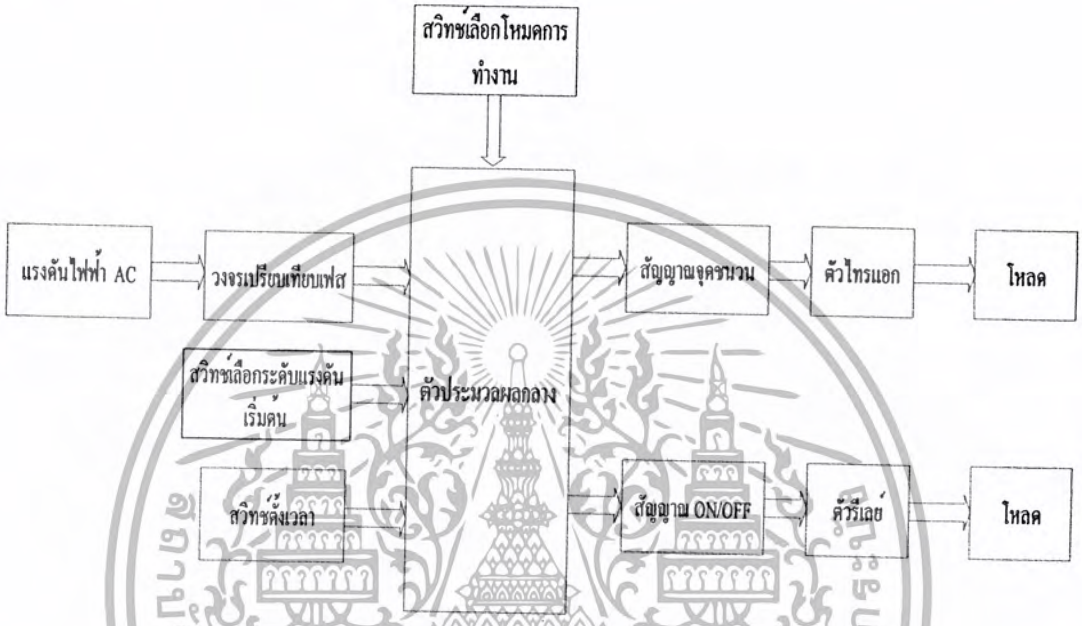
เช่นเดียวกับการอ้างถึงแบบ 7 บิต หลังการถ่ายทอดข้อมูลครบทุกไบต์ต้องมีสภาวะรับรู้เกิดขึ้นเพื่อให้กระบวนการถ่ายทอดข้อมูลสามารถดำเนินต่อไปได้ในภาพที่ 2-18 แสดงรูปแบบข้อมูลอนุกรม

ภาพที่ 2.27 รูปแบบข้อมูลอนุกรมที่ใช้ในการติดต่อกับอุปกรณ์บนระบบบัส I^2C แบบ 10 บิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
หลักการทำงานและการออกแบบ ELECTRONIC SWITCHS

โครงสร้างการทำงานทั้งหมดประกอบด้วยดังนี้



ภาพที่ 3.1 แสดงโครงสร้าง ELECTRONIC SWITCHS

3.1 หลักการทำงานของ ELECTRONIC SWITCHS

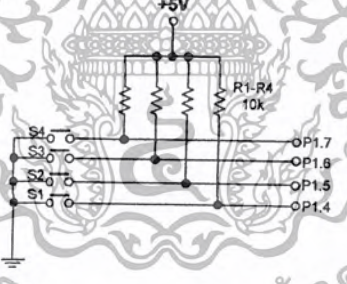
- ขั้นตอนแรกที่ สวิทช์เลือกโหมดการทำงาน จะมีหน้าที่เป็นตัวเลือกโหมดการทำงานว่าเราต้องการให้ ELECTRONIC SWITCHS ควบคุมพัดลม หรือเลือกให้ทำงานเป็นตัวตั้งเวลา
- บล็อกแรงดันไฟ AC ทำหน้าที่จ่ายไฟเลี้ยงให้กับ ELECTRONIC SWITCHS ซึ่งบางวงจรจะมีวงจรภายในทำหน้าที่แปลงเป็นแรงดันไฟ DC ก่อนที่เข้าวงจรต่อไป และอีกอย่างหนึ่งทำหน้าที่จ่ายสัญญาณไซน์ เพื่อไปให้วงจรเปรียบเทียบเฟสต่อไป
- เมื่อมีการเลือกโหมดการทำงานอยู่ในโหมดการทำงานเป็นตัวควบคุมพัดลม หลังจากนั้นจะต้องมีการเลือกสวิทช์เลือกระดับแรงดันเริ่มต้น ซึ่งสามารถเลือกความเร็วเริ่มต้นของพัดลมได้ 4 ระดับด้วยกัน ตามความรู้สึกสบายของร่างกายของผู้ใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เมื่อมีการเลือกสวิทซ์เลือกระดับแรงดันเริ่มต้น แล้วหลังจากนั้นตัวประมวลผลก็ทำหน้าที่ตรวจสอบแล้วนำผลที่ได้ไปควบคุมพัดลมให้ทำงานตามความเร็วที่เราต้องการตอนเริ่มต้น หลังจากนั้น ตัวประมวลผลก็จะทำหน้าที่เปลี่ยนแปลงความเร็วของพัดลมให้มีค่าแปรผันตามอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงไปโดยอัตโนมัติ
- เมื่อเลือกโหมดการทำงานอยู่ในโหมดเป็นตัวตั้งเวลา จะต้องทำการตั้งค่าสวิทซ์ตั้งเวลาเพื่อป้อนเวลาที่ต้องการให้โหลดหยุดทำงานว่ากี่นาที ซึ่งสามารถตั้งค่าเวลาได้สูงสุด 999 นาที หรือ 16 ชั่วโมง กับอีก 39 นาที ซึ่งเป็นค่าที่ถือว่ามาก ในการใช้งานโดยทั่วไป ซึ่งจะแสดงค่าออกใน seven segment
- เมื่อมีการตั้งเวลาเรียบร้อยแล้ว ตัวประมวลผลก็จะทำหน้าที่โดยมี TIMER เป็นตัวนับค่าเมื่อถึงค่าที่ตั้งไว้ตัวประมวลผลก็จะควบคุมสวิทซ์รีเลย์ให้ เปิดสวิทซ์ทำงานให้โหลดซึ่งต่อผ่านสวิทซ์รีเลย์ก็จะหยุดทำงานไปด้วย

3.1.1 การทำงานและรูปวงจรของแต่ละบล็อกในโครงสร้าง ELECTRONIC SWITCH

3.1.1.1 ชุดวงจร สวิทซ์เลือกโหมดการทำงาน

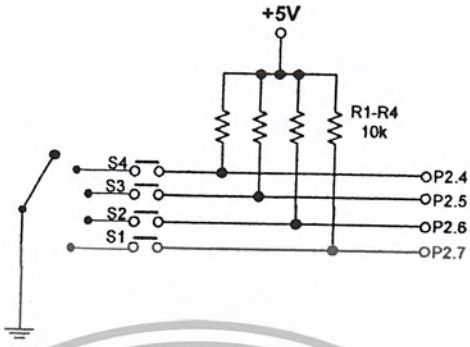


ภาพที่ 3.2 วงจรการทำงานสวิทซ์เลือกโหมดการทำงาน

จากรูปจะให้ S1 เป็นตัวเลือกโหมดการทำงานโดยถ้า S1 เปิดวงจรจะเป็นโหมดของการตั้งเวลาให้เครื่องใช้ไฟฟ้าหยุดทำงาน และถ้าหาก S1 ปิดวงจรก็จะเป็นโหมดการทำงานที่ให้ระดับแรงดันเอาท์พุตตามอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

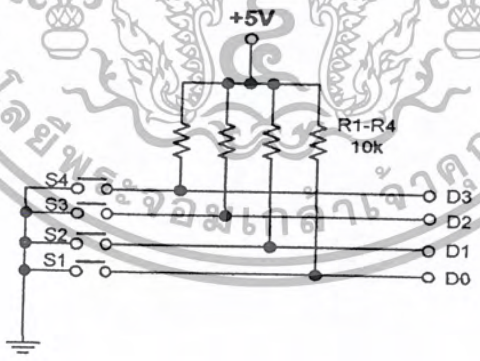
3.1.1.2 ชุดวงจรสวิทซ์เลือกระดับแรงดันเริ่มต้น



ภาพที่ 3.3 วงจรการทำงานเลือกระดับแรงดันเริ่มต้น

เมื่อ S1 ปิดวงจร ไมโครคอนโทรลเลอร์ จะประมวลผลให้ การทำงานจะอยู่ในโหมดของการควบคุมพัดลม ดังนั้นในวงจรจะมีสวิทซ์ถูกบิด ทำหน้าที่เลือกค่าความเร็วเริ่มต้นของพัดลมเพื่อส่งค่าไปให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ประมวลผลอีกครั้งหนึ่ง

3.1.1.3 ชุดวงจรสวิทซ์เลือกเวลา

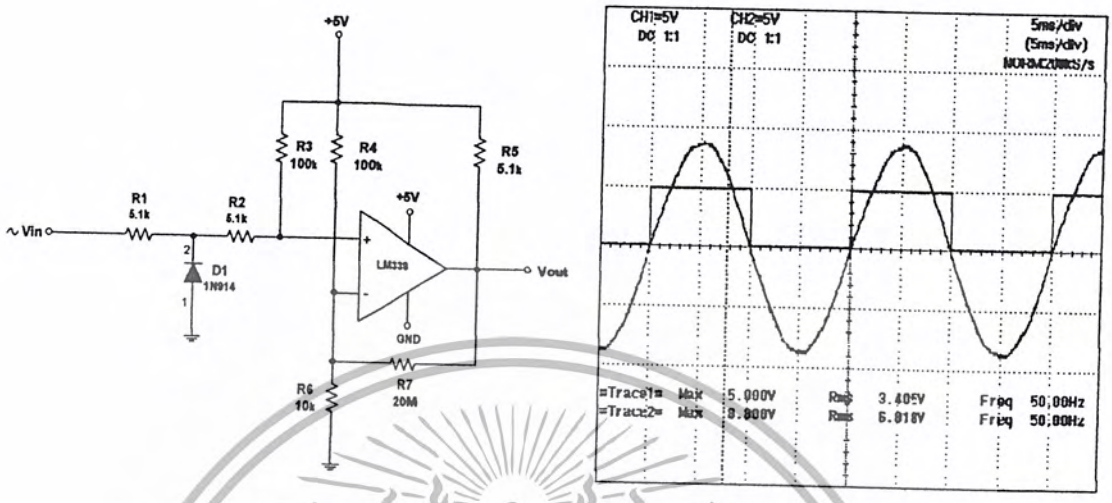


ภาพที่ 3.4 วงจรการทำงานสวิทซ์สำหรับตั้งเวลา

เมื่อ S1 เปิดวงจร เป็นโหมดการทำงานควบคุมจะเป็นการตั้งเวลา ส่วน S2,S3,S4 จะเป็นตัวปรับค่าเวลาตามที่เราต้องการ โดย S2 จะทำหน้าที่ในการเลือก รีเลย์ตัวที่ 1 หรือตัวที่ 2 S3และ S4 จะทำหน้าที่ในการป้อนค่าเวลาในหลักต่างๆ โดยการทำงานทั้งหมดจะมีตัวไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นตัวประมวลผล แล้วนำค่าออก SEVEN SEGMENT อีกครั้งหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.1.4 ชุดวงจรเปรียบเทียบเฟส



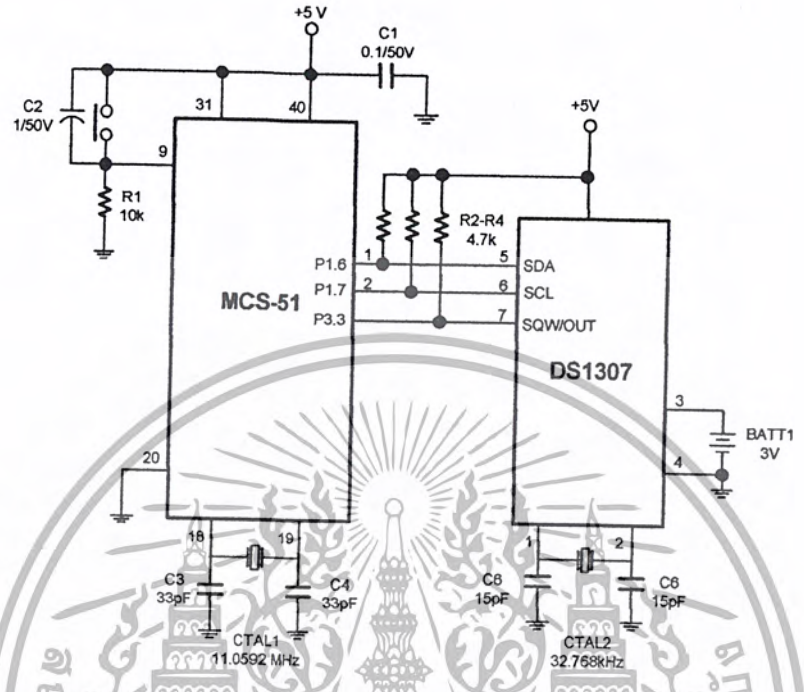
ก) วงจรZero crossing ข) รูปคลื่นสัญญาณ

ภาพที่ 3.5 วงจรและสัญญาณ Zero crossing

จากภาพที่ 3.5 ค่ารูปคลื่นสัญญาณพัลส์สี่เหลี่ยมที่ได้จะส่งเข้าไปยังไมโครคอนโทรเลอร์ ซึ่งไมโครคอนโทรเลอร์จะตรวจจับขอบขาลงของพัลส์ เพื่อที่จะกำหนดสภาวะการทำงานเริ่มต้นให้กับไมโครคอนโทรเลอร์ในการส่งสัญญาณมุมทริกออกไปที่ขาเอาท์พุตของไมโครคอนโทรเลอร์ โดยสามารถนำไปสั่งงานให้กับชุดวงจรขับไทรแอกได้ตามที่ต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.1.5 วงจรประมวลผลควบคุมการตั้งเวลา

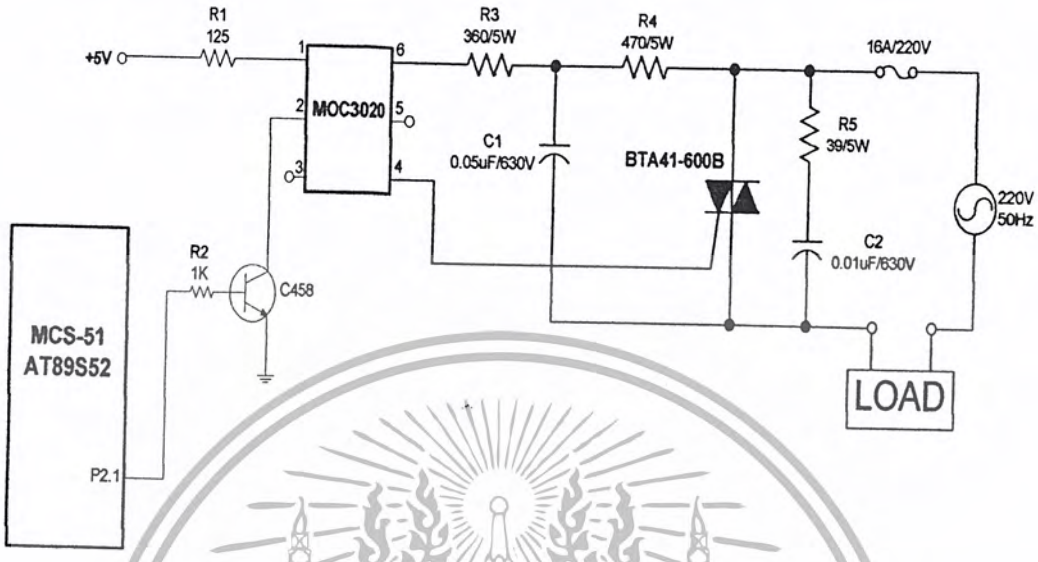


ภาพที่ 3.6 แสดงการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์กับไอซีรีลไทม์คล็อก DS1307

จากภาพที่ 3.6 หน้าที่ของไมโครคอนโทรลเลอร์ในการประมวลผลเพื่อการตั้งเวลาโดยไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำงานร่วมกับ DS 1307 เป็นไอซีฐานเวลา โดยมีโดยมีขา 5 SDA และขา 6 SCL เป็นตัวรีเซ็ตค่าเวลาที่ต้องการตั้ง ซึ่งตั้งได้สูงสุด 999 นาที และมีขา 7 SQW/OUT เป็นตัวรับสัญญานพัลซ์ แต่ละ 1 วินาทีเพื่อให้ TIMER นับค่าเวลาที่ตั้งไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.1.6 วงจรไทรแอก

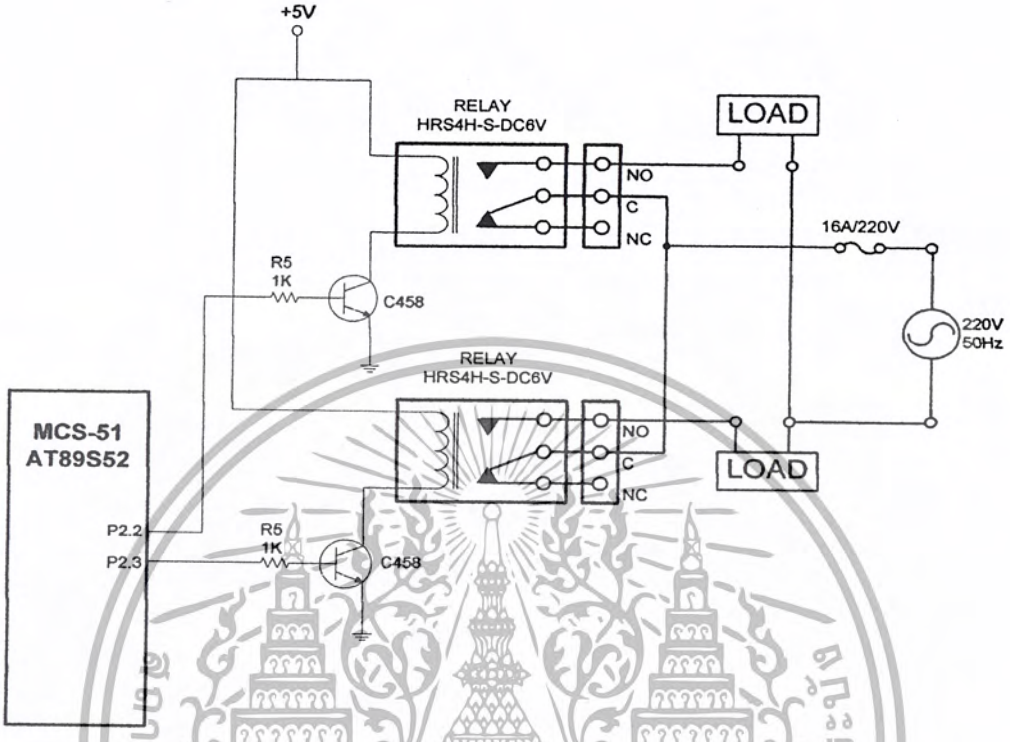


ภาพที่ 3.7 วงจรการทำงานของไทรแอก

จากวงจรการทำงานของไทรแอกจะมีตัวOptoisolators เป็นตัวเชื่อมการทำงานด้วยแสง เพื่อป้องกันการลัดวงจรทางด้านแรงดันไฟสูงที่จะส่งมายังแรงดันต่ำทำให้วงจรไฟทางด้านแรงดันต่ำไม่เสียหาย การทำงานของวงจรนี้จะเริ่มต้นเมื่อมีสัญญาณทริกที่ขาเอาท์พุตของไมโครคอนโทรเลอร์มาทริกที่ขาเบสของทรานซิสเตอร์ C458 ซึ่งทรานซิสเตอร์ตัวนี้เปรียบเสมือนสวิทช์ ในการต่อวงจรให้กระแสไหลผ่านOpto ซึ่งภายใน Opto จะมีLEDจะทำงานในช่วงกระแส 30-50 mA เปล่งแสงไปควบคุมตัวไดรแอกที่ทำงานเสมือนสวิทช์ต่อวงจรไฟทางด้านแรงดันไฟสูง ในการไปทริกขาเกทให้มีสัญญาณไฟไหลผ่านตัวไทรแอก โดยในวงจรนี้จะมีตัวต้านทาน R5 ที่ต่ออนุกรมกับตัวเก็บประจุ C2 จะเป็นตัวป้องกันกระแสกระชากให้กับตัวไทรแอกอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.1.7 ชุดขับรีเลย์

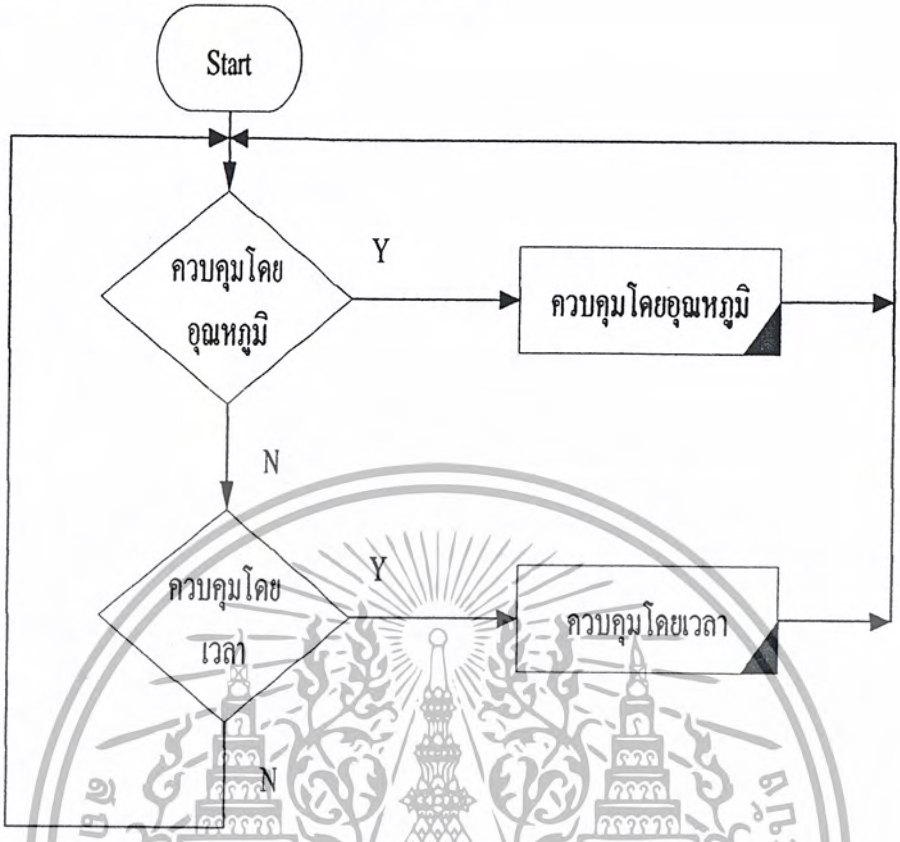


ภาพที่ 3.8 วงจรการทำงานของรีเลย์

การทำงานของวงจรรีเลย์ คือ เมื่อมีสัญญาณทางด้านเอาท์พุตของไมโครคอนโทรเลอร์มาที่ขาเบสของทรานซิสเตอร์ จะมีกระแสไฟไหลจากขาคอลเลกเตอร์ไปยังอิมิเตอร์ลงสู่กราวด์ ทำให้คอยล์รีเลย์ทำงานต่อหน้าสัมผัสของปกติเปิดให้เป็นแบบปิด จึงมีกระแสไฟไหลผ่านหน้าสัมผัสไปยังโหลด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

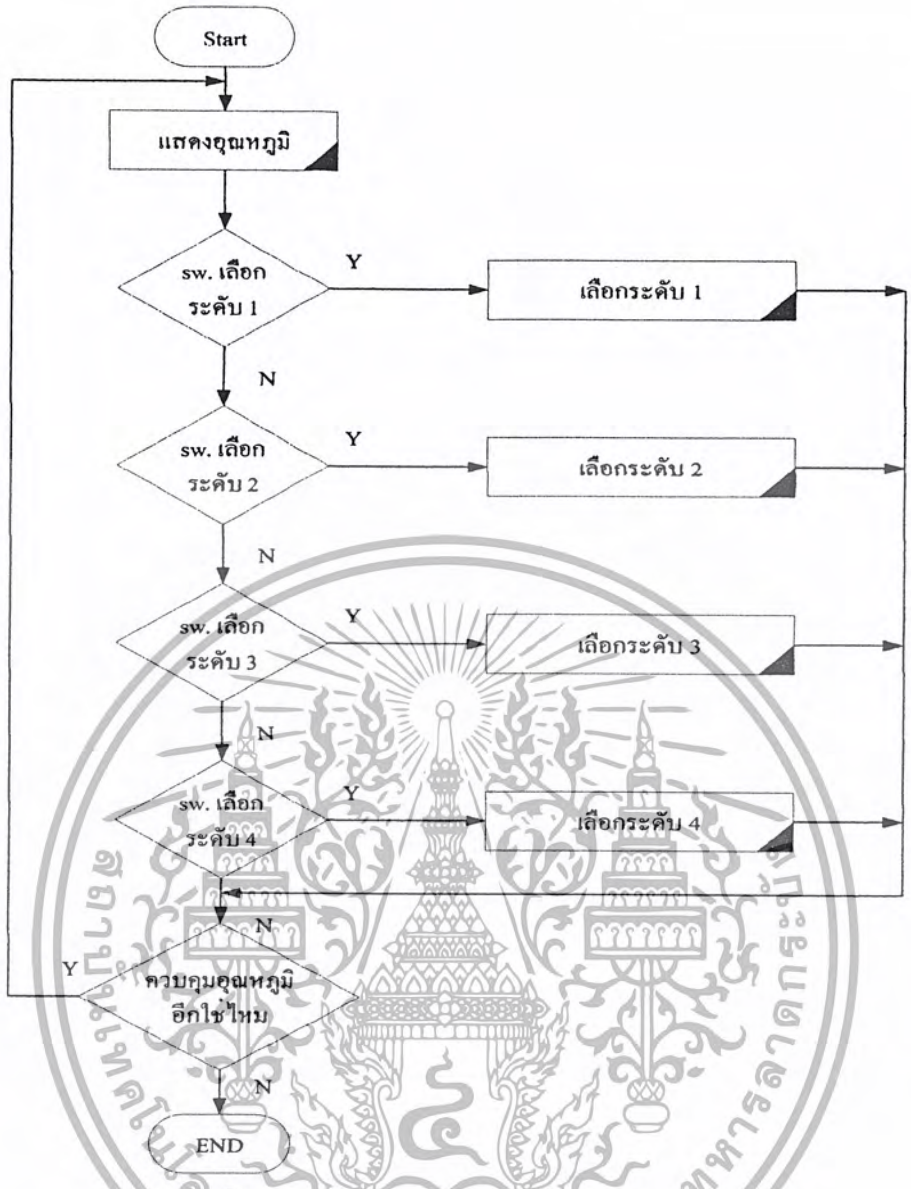
3.1.2 การทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์



ภาพที่ 3.9 แสดงสวิทช์เลือกโหมดการทำงาน

จากภาพที่ 3.9 เป็นโฟลชาร์จแสดงสวิทช์เลือกโหมดการทำงาน ซึ่งเป็นโปรแกรมหลักที่ใช้ในส่วนของการเลือกการทำงานของระบบ โดยจะใช้ขาพอร์ต P1.4 ของไมโครคอนโทรเลอร์เป็นตัวเปรียบเทียบ เพื่อเลือกการทำงานของระบบว่าจะเลือกการควบคุมโดยเวลา หรือเลือกการควบคุมโดยอุณหภูมิ ถ้าไมโครคอนโทรเลอร์ส่งข้อมูลออกมาที่ขาพอร์ต P1.4 เป็นข้อมูล "1" จะเป็นการเลือกการทำงานโดยการควบคุมด้วยเวลา แต่ถ้าหากพอร์ต P1.4 เป็นข้อมูล "0" จะเป็นการเลือกการควบคุมด้วยอุณหภูมิ

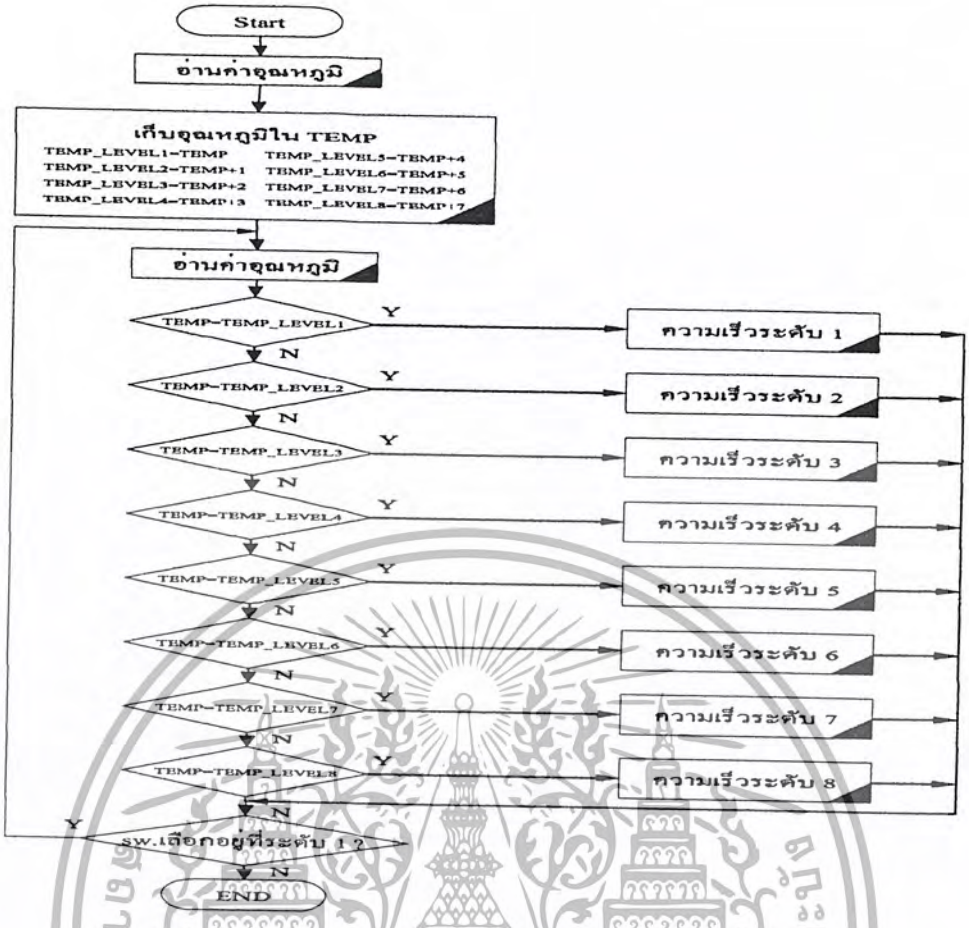
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.10 แสดงสวิทช์เลือกระดับแรงดัน

จากภาพที่ 3.10 เป็นโฟลชาร์จแสดงการทำงานของสวิทช์เลือกระดับแรงดัน **ซึ่งเป็นโปรแกรมย่อยที่ได้รับมาจากโปรแกรมหลักที่ใช้ในการเลือกโหมดการทำงาน โปรแกรมนี้ใช้ในการควบคุมอุณหภูมิ ซึ่งจะใช้สวิทช์ 4 สวิทช์ต่ออยู่กับพอร์ต P2.4,P2.5,P2.6 และP2.7 ของไมโครคอนโทรเลอร์ในการควบคุมระดับแรงแรงดันในขณะเริ่มต้น โดยไมโครคอนโทรเลอร์จะส่งลอจิกออกมาที่ขาพอร์ต ถ้าพอร์ต P2.4 เป็นลอจิก "0" ออกมาจะเป็นการเลือกระดับความเร็วที่ 1 ถ้าพอร์ต P2.5 เป็นลอจิก "0" จะเป็นการเลือกระดับความเร็วที่ 2 ถ้าพอร์ต P2.6 เป็นลอจิก "0" จะเป็นการเลือกระดับความเร็วที่ 3 และ ถ้าพอร์ต P2.7 เป็นลอจิก "0" จะเป็นการเลือกระดับความเร็วที่ 4 ซึ่งสวิตช์ที่ใช้เป็นสวิตช์ที่เลือกได้อย่างใดอย่างหนึ่ง ถ้าหากพอร์ต P2.4 เป็นลอจิก "0" แสดงว่าที่พอร์ต P2.5,P2.6 และP2.7 เป็นข้อมูล "1" ทั้งหมด**

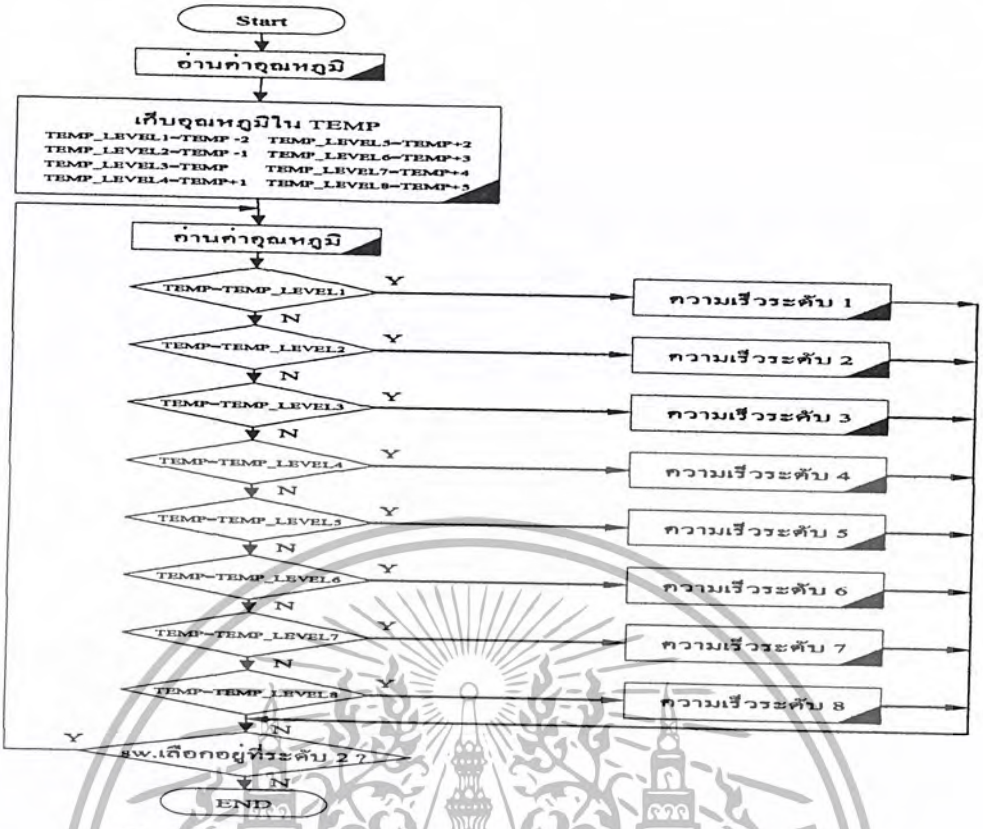
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.11 แสดงสวิทช์เลือกระดับแรงดันที่ 1

จากภาพที่ 3.11 เป็นโฟลชาร์จแสดงสวิทช์เลือกระดับแรงดันที่1 ซึ่งเป็นโปรแกรมย่อยที่เริ่มต้นการทำงานที่ระดับความเร็วที่1 เมื่อเข้ามาในส่วนของโปรแกรมย่อยนี้ ไมโครคอนโทรเลอร์ก็จะเริ่มทำการอ่านค่าอุณหภูมิเข้ามาเก็บไว้ในแอดเดรสที่มีชื่อว่า TEMP ต่อจากนั้นจะนำค่าอุณหภูมิจาก TEMP มาเก็บไว้ในแอดเดรสที่ชื่อ TEMP_LEVEL1 ซึ่งเป็นค่าอุณหภูมิตั้งต้นในการทำงานของโปรแกรม หลังจากนั้นไมโครคอนโทรเลอร์จะนำค่าอุณหภูมิใน TEMP มาบวกเพิ่มอีก1 แล้วนำค่าอุณหภูมิที่ได้มาเก็บไว้ใน TEMP_LEVEL ต่างๆ ซึ่งมีถึง 8 ระดับ ซึ่งในโปรแกรมจะทำการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิที่อ่านได้ว่าตรงกับระดับความเร็วใด ไมโครคอนโทรเลอร์ก็ส่งมุมทริกให้วงจรไทรแอก เพื่อควบคุมแรงดันที่เอาท์พุทตามค่าอุณหภูมิที่อ่านได้ ในระดับแต่ละแรงดันก็จะให้ระดับความเร็วของพัดลมที่ต่างกัน เมื่อไมโครคอนโทรเลอร์เลือกระดับความเร็วที่จ่ายให้กับโหลดแล้ว ก็จะวนมาตรวจสอบที่สวิทช์เลือกระดับสวิทช์ว่าอยู่ที่ระดับที่1 หรือไม่ ถ้าใช่ก็จะวนไปรับค่าอุณหภูมิใหม่แล้วเก็บค่าอุณหภูมิไว้ใน TEMP จากนั้นก็นำค่ามาเปรียบเทียบกับ TEMP_LEVEL ที่ระดับต่างๆ ไมโครคอนโทรเลอร์จะทำงานเช่นนี้ไปเรื่อยๆ จนกระทั่งมีการเปลี่ยนแปลงที่สวิทช์เลือกระดับไปที่ตำแหน่งอื่น

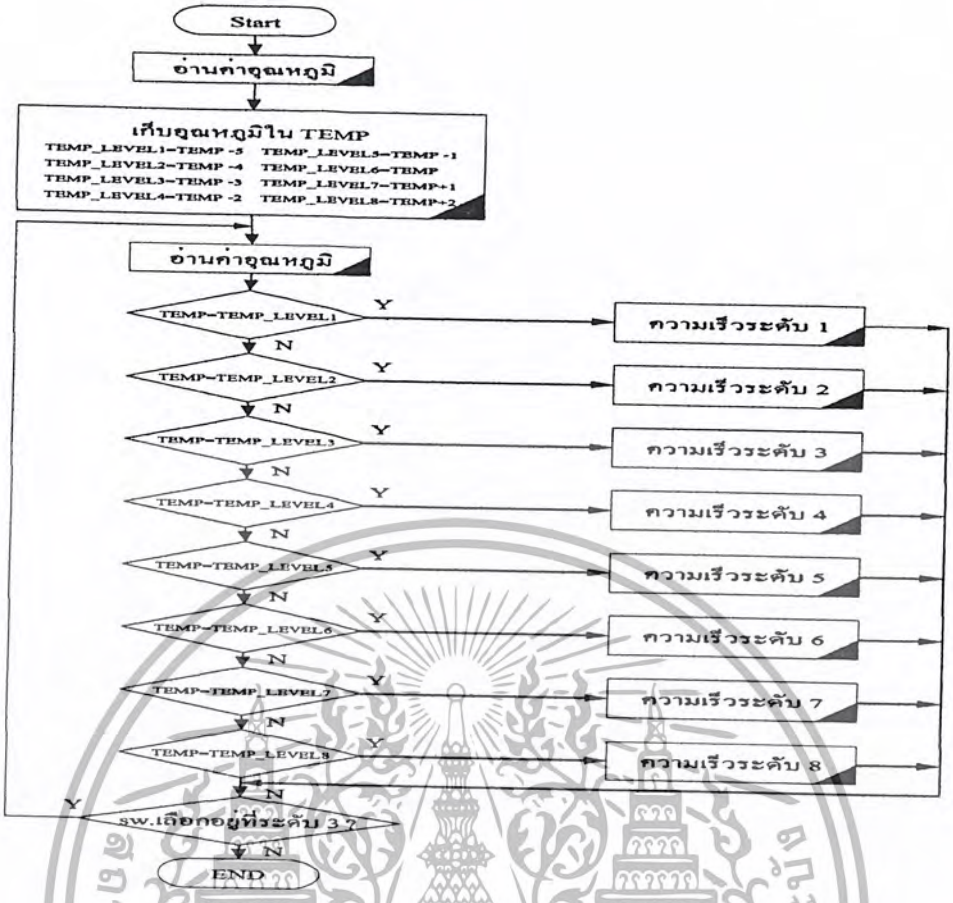
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.12 แสดงสวิทช์เลือกระดับแรงดันที่ 2

จากภาพที่ 3.12 เป็นโฟลชาร์จแสดงสวิทช์เลือกระดับแรงดันที่ 2 เมื่อเข้ามาในส่วนของโปรแกรมย่อยนี้ ไมโครคอนโทรเลอร์ก็จะเริ่มทำการอ่านค่าอุณหภูมิเข้ามาเก็บไว้ในแอดแดรสที่มีชื่อว่า TEMP ต่อจากนั้นจะนำค่าอุณหภูมิจาก TEMP มาเก็บไว้ในแอดแดรสที่ชื่อ TEMP_LEVEL3 ซึ่งเป็นค่าอุณหภูมิตั้งต้นและจะเริ่มการทำงานในความเร็วระดับที่ 3 จากนั้นไมโครคอนโทรเลอร์จะนำค่าอุณหภูมิใน TEMP มาทำการบวกหรือลบ แล้วนำค่าอุณหภูมิที่ได้มาเก็บไว้ใน TEMP_LEVEL ต่างๆ ที่มี 8 ระดับ ซึ่งจะแตกต่างกับสวิทช์เลือกระดับแรงดันที่ 1 ตรงที่ว่า สวิทช์เลือกระดับแรงดันที่ 2 จะสามารถรับค่าอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นได้ถึง 5 ระดับและรับค่าอุณหภูมิที่ลดลงได้ 2 ระดับ เมื่อเทียบกับจุดอุณหภูมิตั้งต้น หลังจากนั้น โปรแกรมจะทำการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิที่อ่านได้ว่าตรงกับระดับความเร็วใด ไมโครคอนโทรเลอร์ก็ส่งมุมทริกให้วงจรไทรแอก เพื่อควบคุมแรงดันที่เอาท์พุทตามค่าอุณหภูมิที่อ่านได้ในระดับ แต่ละแรงดันก็จะให้ระดับความเร็วของพัดลมที่ต่างกัน หลังจากนั้นไมโครคอนโทรเลอร์จะเลือกระดับความเร็วที่จ่ายให้กับโหลด แล้วก็จะวนมาตรวจสอบที่สวิทช์เลือกระดับแรงดันว่าสวิทช์อยู่ที่ระดับที่2 หรือไม่ ถ้าใช่ก็จะวนไปรับค่าอุณหภูมิใหม่แล้วเก็บค่าอุณหภูมิไว้ใน TEMP จากนั้นก็นำค่ามาเปรียบเทียบกับ TEMP_LEVEL ที่ระดับต่างๆ ไมโครคอนโทรเลอร์จะทำงานเช่นนี้ไปเรื่อยๆ จนกระทั่งมีการเปลี่ยนแปลงที่สวิทช์เลือกระดับไปที่ตำแหน่งอื่น

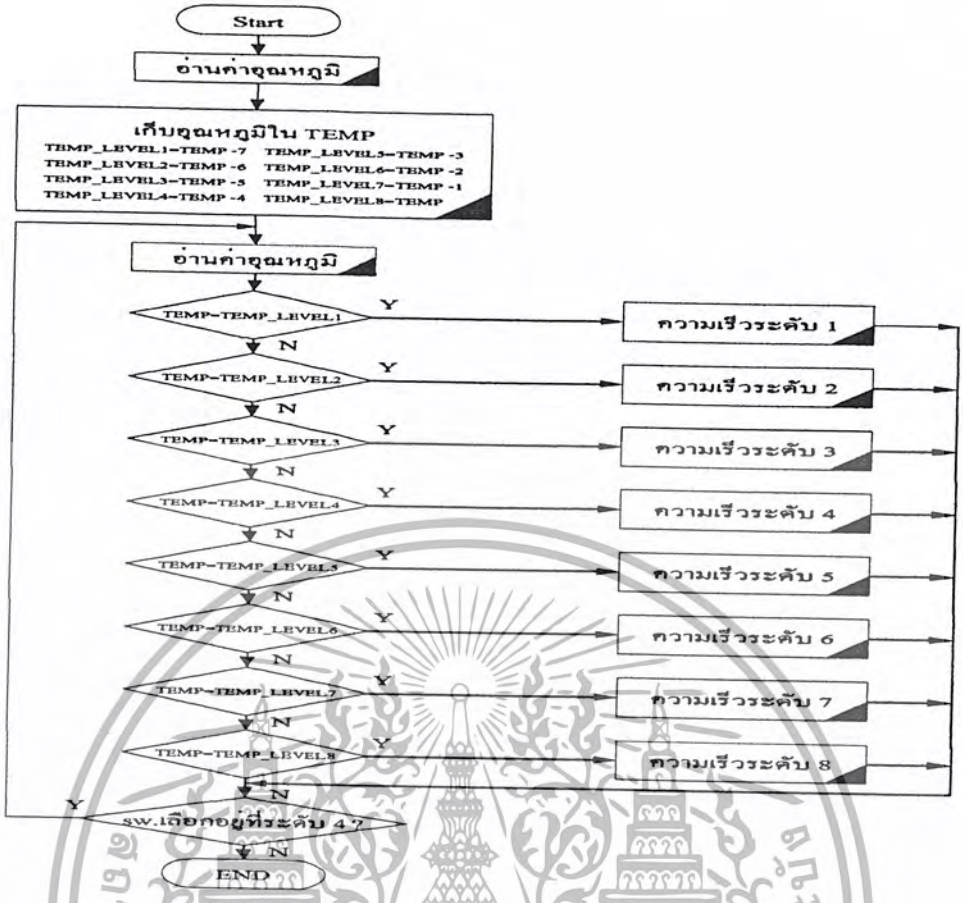
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.13 แสดงสวิทช์เลือกระดับแรงดันที่ 3

จากภาพที่ 3.13 เป็นโฟลชาร์จแสดงสวิทช์เลือกระดับแรงดันที่ 3 เมื่อเข้ามาในส่วนของโปรแกรมย่อยนี้ ไมโครคอนโทรเลอร์ก็จะเริ่มทำการอ่านค่าอุณหภูมิเข้ามาเก็บไว้ในแอดแดรสที่มีชื่อว่า TEMP ต่อจากนั้นจะนำค่าอุณหภูมิจาก TEMP มาเก็บไว้ในแอดแดรสที่ชื่อ TEMP_LEVEL5 ซึ่งเป็นค่าอุณหภูมิตั้งต้นและจะเริ่มการทำงานในความเร็วระดับที่ 5 จากนั้นไมโครคอนโทรเลอร์จะนำค่าอุณหภูมิใน TEMP มาทำการบวกหรือลบ แล้วนำค่าอุณหภูมิที่ได้มาเก็บไว้ใน TEMP_LEVEL ต่างๆ ที่มี 8 ระดับ ซึ่งสามารถรับค่าอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นได้ถึง 2 ระดับและรับค่าอุณหภูมิที่ลดลงได้ 5 ระดับ เมื่อเทียบกับจุดอุณหภูมิตั้งต้น หลังจากนั้น โปรแกรมจะทำการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิที่อ่านได้ว่าตรงกับระดับความเร็วใด ไมโครคอนโทรเลอร์ก็ส่งมุมทริกให้วงจรไทรแอก เพื่อควบคุมแรงดันที่เอาท์พุทตามค่าอุณหภูมิที่อ่านได้ในระดับแต่ละแรงดันก็จะให้ระดับความเร็วของพัดลมที่ต่างกัน หลังจากนั้นไมโครคอนโทรเลอร์จะเลือกระดับความเร็วที่จ่ายให้กับโหลด แล้วก็จะวนมาตรวจสอบที่สวิทช์เลือกระดับแรงดันว่าสวิทช์อยู่ที่ระดับที่3 หรือไม่ ถ้าใช่ก็จะวนไปรับค่าอุณหภูมิใหม่แล้วเก็บค่าอุณหภูมิไว้ใน TEMP จากนั้นก็นำค่ามาเปรียบเทียบกับ TEMP_LEVEL ที่ระดับต่างๆ ไมโครคอนโทรเลอร์จะทำงานเช่นนี้ไปเรื่อยๆ จนกระทั่งมีการเปลี่ยนแปลงที่สวิทช์เลือกระดับไปที่ตำแหน่งอื่น

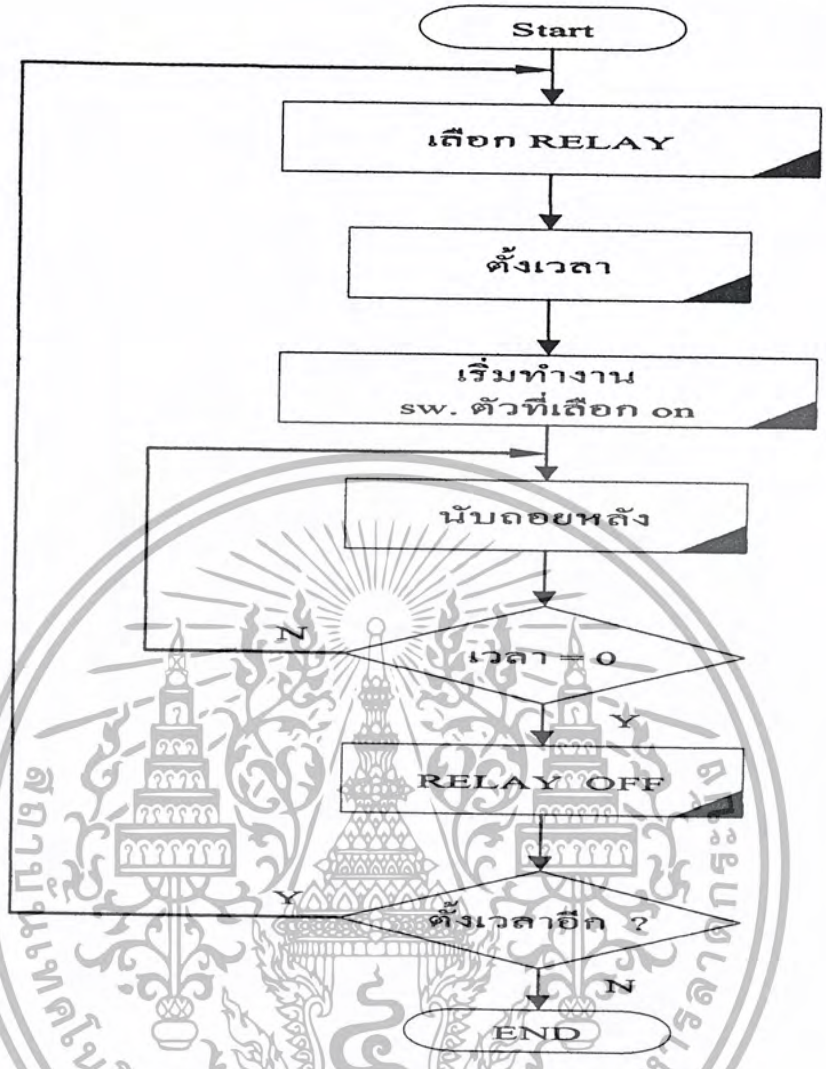
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.14 แสดงสวิทช์เลือกระดับแรงดันที่ 4

จากภาพที่ 3.14 เป็นโฟลชาร์จแสดงสวิทช์เลือกระดับแรงดันที่ 4 เมื่อเข้ามาในส่วนของโปรแกรมย่อยนี้ ไมโครคอนโทรเลอร์ก็จะเริ่มทำการอ่านค่าอุณหภูมิเข้ามาเก็บไว้ในแอดแดรสที่มีชื่อว่า TEMP ต่อจากนั้นจะนำค่าอุณหภูมิจาก TEMP มาเก็บไว้ในแอดแดรสที่ชื่อ TEMP_LEVEL8 ซึ่งเป็นค่าอุณหภูมิตั้งต้นและจะเริ่มการทำงานในความเร็วระดับที่ 8 จากนั้นไมโครคอนโทรเลอร์จะนำค่าอุณหภูมิใน TEMP มาทำการลบ แล้วนำค่าอุณหภูมิที่ได้มาเก็บไว้ใน TEMP_LEVEL ต่างๆ ที่มี 8 ระดับ ซึ่งสามารถรับค่าอุณหภูมิที่ลดลงได้ 7 ระดับ แต่ถ้าอุณหภูมิเพิ่มขึ้น ก็จะทำงานในระดับที่ความเร็วระดับ 8 หรือความเร็วที่ระดับสูงสุด หลังจากนั้น โปรแกรมจะทำการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิที่อ่านได้ว่าตรงกับระดับความเร็วใด ไมโครคอนโทรเลอร์ก็ส่งมุมทริกให้วงจรไทรแอก เพื่อควบคุมแรงดันที่เอาท์พุทตามค่าอุณหภูมิที่อ่านได้ในระดับแต่ละแรงดันก็จะให้ระดับความเร็วของพัดลมที่ต่างกัน หลังจากนั้นไมโครคอนโทรเลอร์จะเลือกระดับความเร็วที่จ่ายให้กับโหลด แล้วก็จะวนมาตรวจสอบที่สวิทช์เลือกระดับแรงดันว่าสวิทช์อยู่ที่ระดับที่4 หรือไม่ ถ้าใช่ก็จะวนไปรับค่าอุณหภูมิใหม่แล้วเก็บค่าอุณหภูมิไว้ใน TEMP จากนั้นก็นำค่ามาเปรียบเทียบกับ TEMP_LEVEL ที่ระดับต่างๆ ไมโครคอนโทรเลอร์จะทำงานเช่นนี้ไปเรื่อยๆ จนกระทั่งมีการเปลี่ยนแปลงที่สวิทช์เลือกระดับไปที่ตำแหน่งอื่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.15 แสดงการตั้งเวลา

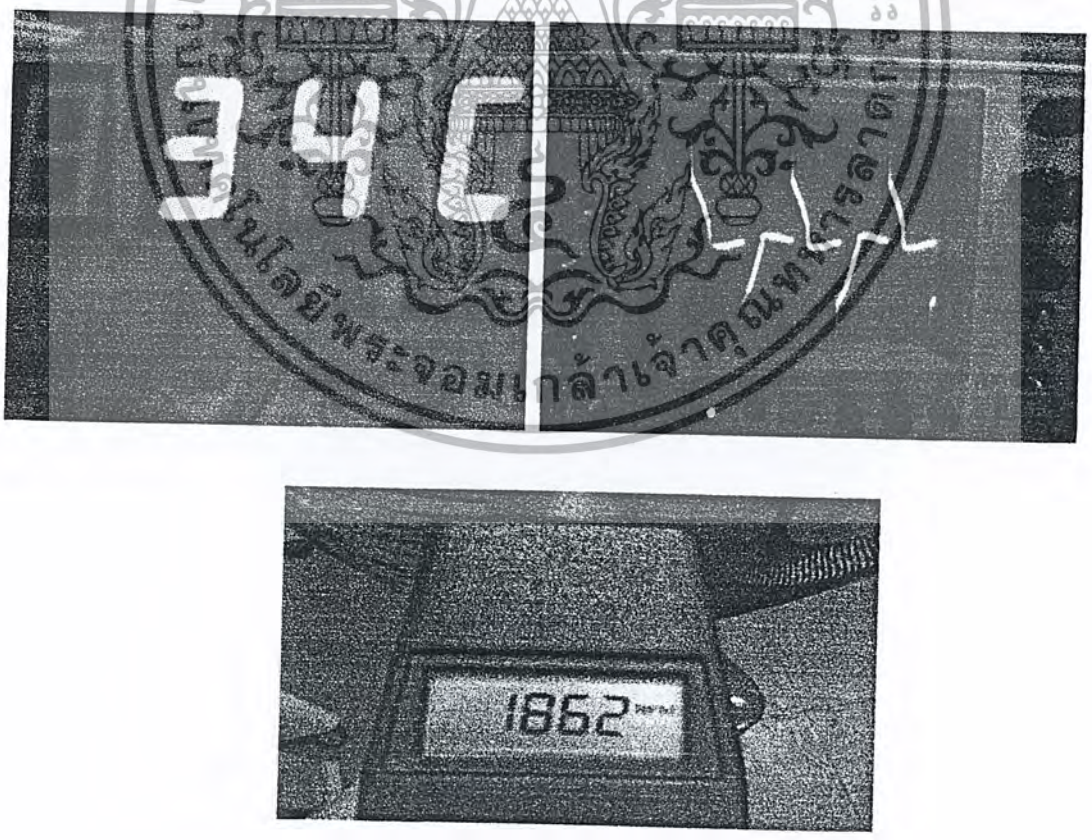
จากภาพที่ 3.15 เป็นโฟลชาร์จแสดงการทำงานในการตั้งเวลา เมื่อเข้ามาในโปรแกรมย่อยควบคุมด้วยเวลา อันดับแรกก็ทำการเลือกว่าจะให้รีเลย์ตัวใดทำงาน โดยเก็บค่าไว้ในแอดแดรสที่มีชื่อว่า CHANAL ถ้าหากเป็น "1" ก็ทำการเลือกรีเลย์ตัวที่ 1 ถ้าหากเป็น "2" เป็นการเลือกรีเลย์ตัวที่ 2 เมื่อทำการเลือกรีเลย์เสร็จแล้วก็ เป็นการตั้งค่าเวลาที่ต้องการ โดยค่าเวลาที่บอกจะบอกเป็นนาที การตั้งค่าจะเริ่มตั้งที่หลักหน่วย, หลักสิบ และหนักร้อย โดยหลักหน่วยเก็บไว้ในแอดแดรส DPS1 หลักสิบ เก็บไว้ในแอดแดรส DPS2 และหลักร้อยเก็บไว้ในแอดแดรส DPS3 เมื่อทำการตั้งค่าเสร็จแล้ว โปรแกรมจะทำการ ON หน้าสัมผัสของรีเลย์และทำการนับถอยหลังเมื่อทำการนับถอยหลังจนค่าในแอดแดรส DPS1, DPS2 และDPS3 เป็น "0" ทั้งหมดก็จะทำการ OFF หน้าสัมผัสของรีเลย์ ในโปรแกรมย่อยนี้จะทำการตรวจสอบพอร์ต P1.4 ตลอดเวลา ถ้าหากมีการตรวจจับได้ว่าพอร์ต P1.4 เป็น "0" ก็จะออกจากโปรแกรมย่อยนี้ทันที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดลองชุดอิเล็กทรอนิกส์สวิทช์

การทดลองของโครงงานนี้จะทำการทดลองในส่วนของวงจรไทรแอก ซึ่งเป็นการควบคุมไฟฟ้ากระแสสลับโดยการควบคุมมุมเฟส เป็นการควบคุมค่ามุมในการนำกระแสของอุปกรณ์ไทรแอก ในแต่ละคาบสัญญาณไฟฟ้ากระแสสลับ ซึ่งเป็นการควบคุมแบบเต็มคลื่น (สองทิศทาง) โดยจะแสดงผลออกมาเป็นรูปกราฟ ที่ตรวจจับสัญญาณด้วยออสซิลโลสโคปสามารถบ่งบอกถึงการควบคุมสัญญาณในครึ่งบวกและสัญญาณครึ่งลบของแรงดันเอาท์พุตในขณะนั้น

การทดลองครั้งนี้เราจะปรับสวิทช์แรงดันไว้ที่ระดับ 1 ในขณะที่มีอุณหภูมิห้อง 34 °C ซึ่งสวิทช์แรงดันระดับที่ 1 จะให้ขนาดของแรงดันเอาท์พุตในระดับที่ต่ำที่สุด ซึ่งแรงดันเอาท์พุตไม่สามารถลดลงได้ต่ำกว่านี้แล้วถึงแม้ว่าอุณหภูมิในขณะนั้นกำลังลดลง แต่เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นจากสภาวะแรก แรงดันเอาท์พุตในขณะนั้นก็จะเพิ่มขึ้นตามด้วยจนถึงระดับแรงดันสูงสุด(220 V) ซึ่งสามารถเพิ่มขึ้นได้ถึง 8 ระดับของอุณหภูมิ ในขณะทดลองเราจะเพิ่มความร้อนให้กับไอซีวัดอุณหภูมิจนถึง 8 ระดับ แล้วเก็บผลการทดลองด้วยรูปกราฟด้วยออสซิลโลสโคป



ภาพที่ 4.1 แสดงผลรูปคลื่นที่อุณหภูมิที่ 34 °C

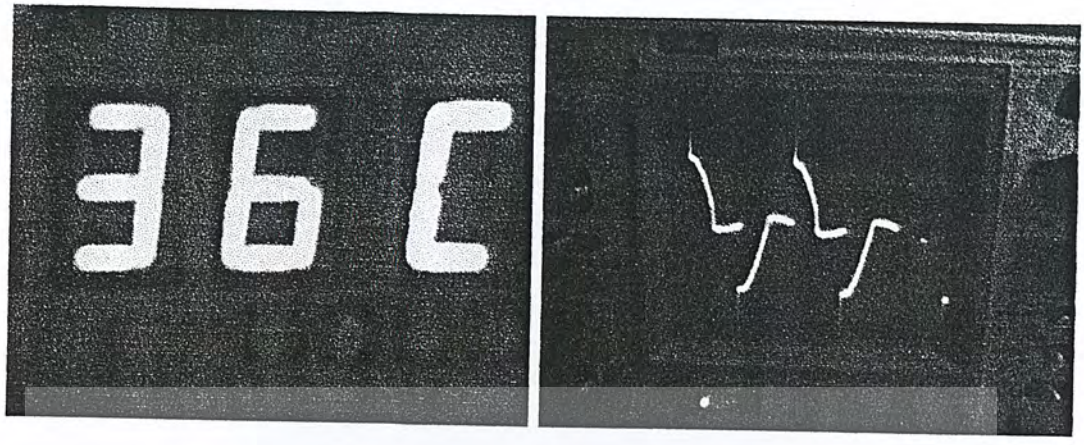
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากภาพที่อุณหภูมิ 34 ℃ จะเป็นการทริกที่มุม 125 องศา เพราะฉะนั้นจะได้แรงดันที่เอาท์พุตของไทรแอกเท่ากับ 88 V. ซึ่งเป็นแรงดันที่ต่ำที่สุดที่สามารถจ่ายให้กับโหลดได้ และในขณะที่อุณหภูมิเท่ากับ 34 ℃ สามารถวัดความเร็วรอบของมอเตอร์ได้เท่ากับ 1862 RPM.

ภาพที่ 4.2 แสดงผลรูปคลื่นที่อุณหภูมิที่ 35 ℃

จากภาพที่อุณหภูมิ 35 ℃ จะเป็นการทริกที่มุม 115 องศา เพราะฉะนั้นจะได้แรงดันที่เอาท์พุตของไทรแอกเท่ากับ 110 V. และในขณะที่อุณหภูมิเท่ากับ 35 ℃ ทำการตรวจวัดความเร็วรอบของมอเตอร์ได้เท่ากับ 2089 RPM.

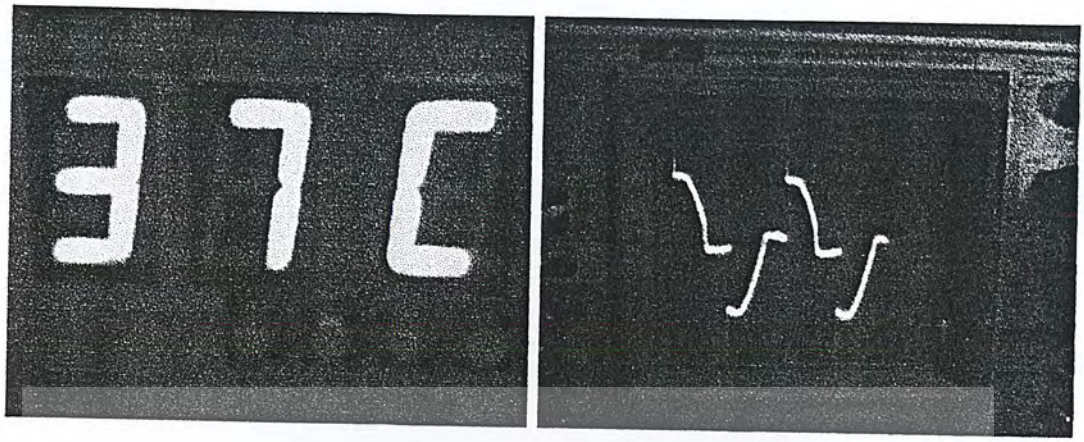
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.3 แสดงผลรูปคลื่นที่อุณหภูมิที่ 36 °C

จากภาพที่อุณหภูมิ 36 °C จะเป็นการทริกที่มุม 105 องศา เพราะฉะนั้นจะได้แรงดันที่เอาท์พุตของไทรแอกเท่ากับ 128 V. และในขณะที่อุณหภูมิเท่ากับ 36 °C สามารถวัดความเร็วรอบของมอเตอร์ได้เท่ากับ 2490 RPM.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.4 แสดงผลรูปคลื่นที่อุณหภูมิที่ 37 °C

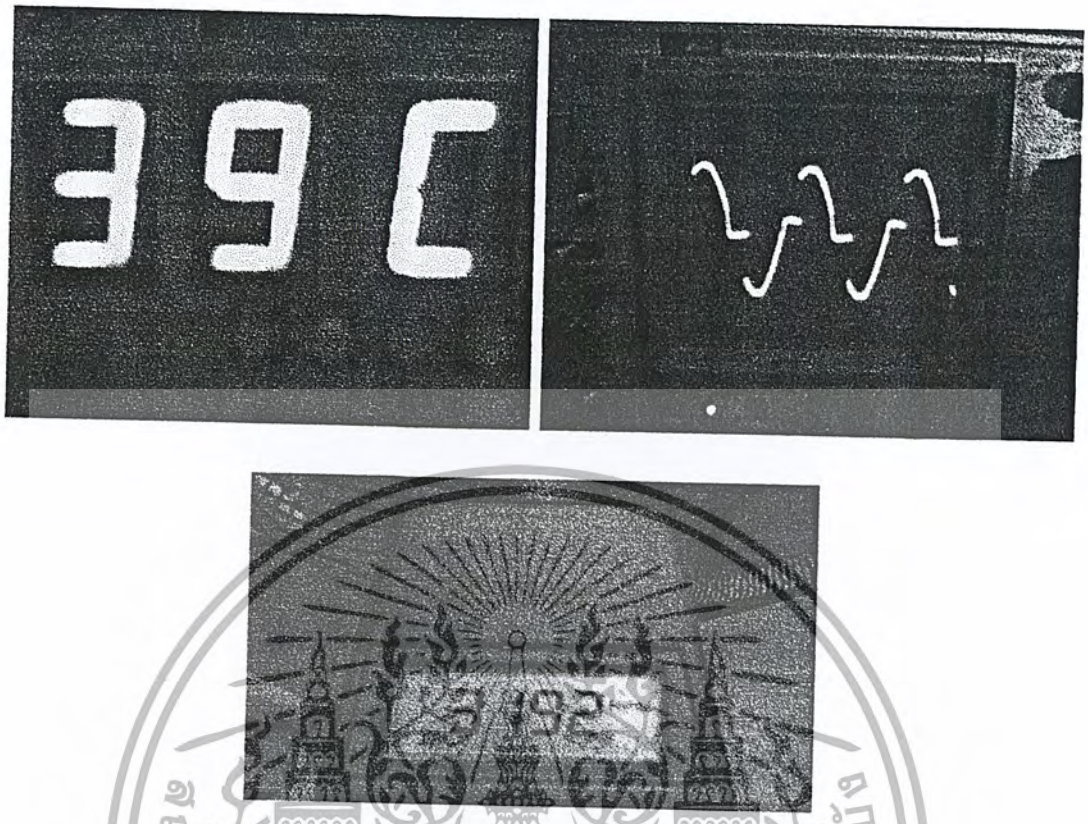
จากภาพที่อุณหภูมิ 37 °C จะเป็นการทริกที่มุม 95 องศา เพราะฉะนั้นจะได้แรงดันที่เอาท์พุตของไทรแอคเท่ากับ 146 V. และในขณะที่อุณหภูมิเท่ากับ 37 °C ทำการตรวจวัดความเร็วรอบของมอเตอร์ได้เท่ากับ 2727 RPM.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 4.5 แสดงผลรูปคลื่นที่อุณหภูมิที่ 38 °C

จากภาพที่อุณหภูมิ 38 °C จะเป็นการทริกที่มุม 75 องศา เพราะฉะนั้นจะได้แรงดันที่เอาท์พุตของไทรแอกเท่ากับ 160 V. และในขณะที่อุณหภูมิเท่ากับ 38 °C สามารถวัดความเร็วรอบของมอเตอร์ได้เท่ากับ 2978 RPM.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.6 แสดงผลรูปคลื่นที่อุณหภูมิที่ 39 °C

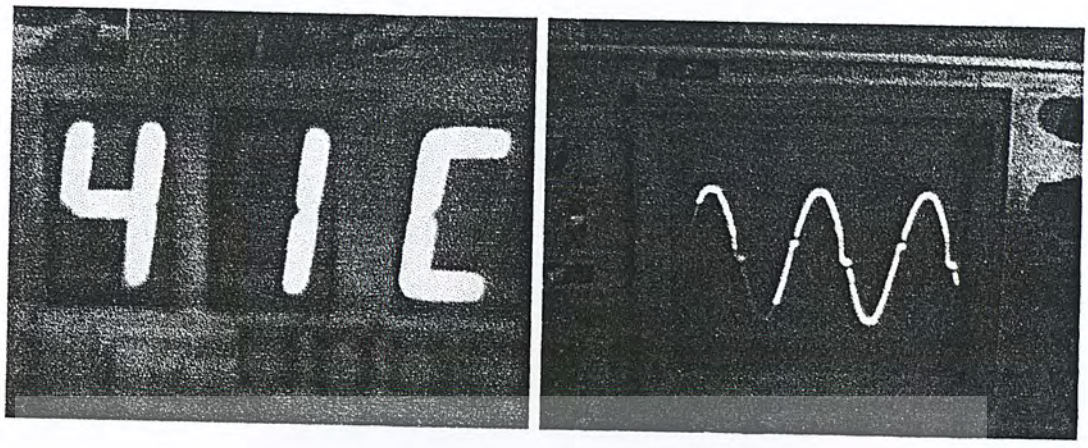
จากภาพที่อุณหภูมิ 39 °C จะเป็นการทริกที่มุม 60 องศา เพราะฉะนั้นจะได้แรงดันที่เอาท์พุตของไทรแอกเท่ากับ 180 V. และในขณะที่อุณหภูมิเท่ากับ 39 °C จะมีความเร็วรอบของมอเตอร์เท่ากับ 3192 RPM.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 4.7 แสดงผลรูปคลื่นที่อุณหภูมิที่ 40 °C

จากภาพที่อุณหภูมิ 40 °C จะเป็นการทริกที่มุม 50 องศา เพราะฉะนั้นจะได้แรงดันที่เอาท์พุตของไทรแอกเท่ากับ 191 V. และในขณะที่อุณหภูมิเท่ากับ 40 °C ความเร็วรอบของมอเตอร์ที่วัดได้เท่ากับ 3388 RPM.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.8 แสดงผลรูปคลื่นที่อุณหภูมิที่ 41 °C

จากภาพที่อุณหภูมิ 41 °C จะเป็นการทริกที่มุม 10 องศา เพราะฉะนั้นจะได้แรงดันที่เอาท์พุตของไทรแอกเท่ากับ 220 V. ซึ่งเป็นแรงดันที่สูงที่สุดที่สามารถจ่ายให้กับโหลดได้ และในขณะที่อุณหภูมิเท่ากับ 41 °C ได้ทำการตรวจสอบวัดความเร็วรอบของมอเตอร์ได้เท่ากับ 3657 RPM.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 แสดงค่าแรงดันเอาท์พุตที่ขนาดมุมทริกต่างๆ

ขนาดมุมเฟสที่ทริก(องศา)	แรงดันเอาท์พุต (V)			
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย
180	7.36	7.36	7.35	7.357
162	20	21	19	20
144	60	55	58	57.67
126	92	98	93	94.33
108	121	122	120	121
90	141	141	141	141
72	163	163	163	163
54	187	193	190	190
36	210	212	209	210.33
18	216	217	216	216.33
0	220	220	220	220

จากการทดลองจะได้ว่าถ้าเราทำการทริกมุมเฟสที่ 180 องศาค่าแรงดันเอาท์พุตที่ออกจะมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.357 V ถ้าทริกที่มุมเฟสที่ 162 องศาค่าแรงดันเอาท์พุตที่ออกจะมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 20 V และถ้าทริกที่มุมเฟสที่ 0 องศาค่าแรงดันเอาท์พุตที่ออกจะมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 220 V ดังนั้นจะสังเกตุได้ว่าหากทำการทริกมุมเฟสที่ 180 องศาเอาท์พุตที่ออกจะมีค่าน้อย(โวลท์ต่ำ) เมื่อนำโหลดที่เป็นพัดลมมาต่อก็จะไม่หมุน มุมทริกที่ทำการทดลองแล้วทำให้พัดลมเริ่มหมุนคือ 126 องศา ซึ่งมีค่าเอาท์พุตเฉลี่ย 98 V พัดลมจะหมุนเร็วขึ้นเรื่อยๆ เมื่อทริกที่ขนาดมุมเฟสน้อยลงและเมื่อถึงมุมทริกที่ 0 องศาพัดลมจะหมุนเร็วที่สุดเนื่องจากขนาดแรงดันเอาท์พุตที่จ่ายให้มีค่าเท่ากับ 220 V

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลองและวิจารณ์

จากการทดลองนี้ เราจะเห็นได้ว่าเมื่อค่าของอุณหภูมิเพิ่มขึ้น ทำให้มุมในการนำกระแสลดลง แต่ค่าแรงดันทางด้านเอาท์พุตกลับเพิ่มขึ้น ดังนั้นทำให้เรารู้ได้ว่า การควบคุมค่าแรงดันไฟทางด้านเอาท์พุตนั้นขึ้นอยู่กับ การควบคุมค่ามุมในการนำกระแสของอุปกรณ์ไทรแอกในแต่ละคาบของสัญญาณไฟฟ้ากระแสสลับ ซึ่งถ้าเราต้องการให้แรงดันไฟทางด้านเอาท์พุตสูงสุด ค่ามุมที่ไปทริกขาเกทจะต้องเป็นค่ามุมที่ต่ำที่สุด นั่นก็คือที่ 0 องศา ในทางกลับกันถ้าเราต้องการให้แรงดันไฟทางด้านเอาท์พุตมีค่าน้อย ค่ามุมที่ไปทริกขาเกทก็จะต้องเป็นค่ามุมที่มากตามไปด้วย

5.1 ประโยชน์ที่ได้รับ

1. รู้จักหลักการทำงานของตัว ไทรแอก ได้มากขึ้น
2. สามารถเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงาน MCS-51 ได้
3. สามารถนำ ไทรแอก ไปประยุกต์ใช้งานได้หลากหลายเช่น ควบคุมมอเตอร์กระแสสลับ

5.2 ปัญหาและอุปสรรค

1. การเขียนโปรแกรม MCS-51 หากไม่มีผู้ที่ชำนาญให้คำปรึกษาแนะนำจะทำให้การเขียนโปรแกรมทำได้ลำบาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

1. วรพจน์ กรแก้ววัฒนกุลและชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล,"เรียนรู้และปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS – 51 แบบแฟลช", กรุงเทพฯ:บริษัท อินโนเวตีฟ เอ็กเพอริเมนต์ จำกัด.

2. มงคล ทองสงคราม, "ล็กทรอนิกส์เบื้องต้น", กรุงเทพฯ:ห้างหุ้นส่วนจำกัด วี.เจ.พริ้นติ้ง., 2535.

3. ไสว พงศ์สวัสดิ์, "อิเล็กทรอนิกส์กำลัง", กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง., 2544.

4. อำนาจ ทองผาสุกและวิทยา ประยงค์พันธุ์, "การควบคุมมอเตอร์", กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

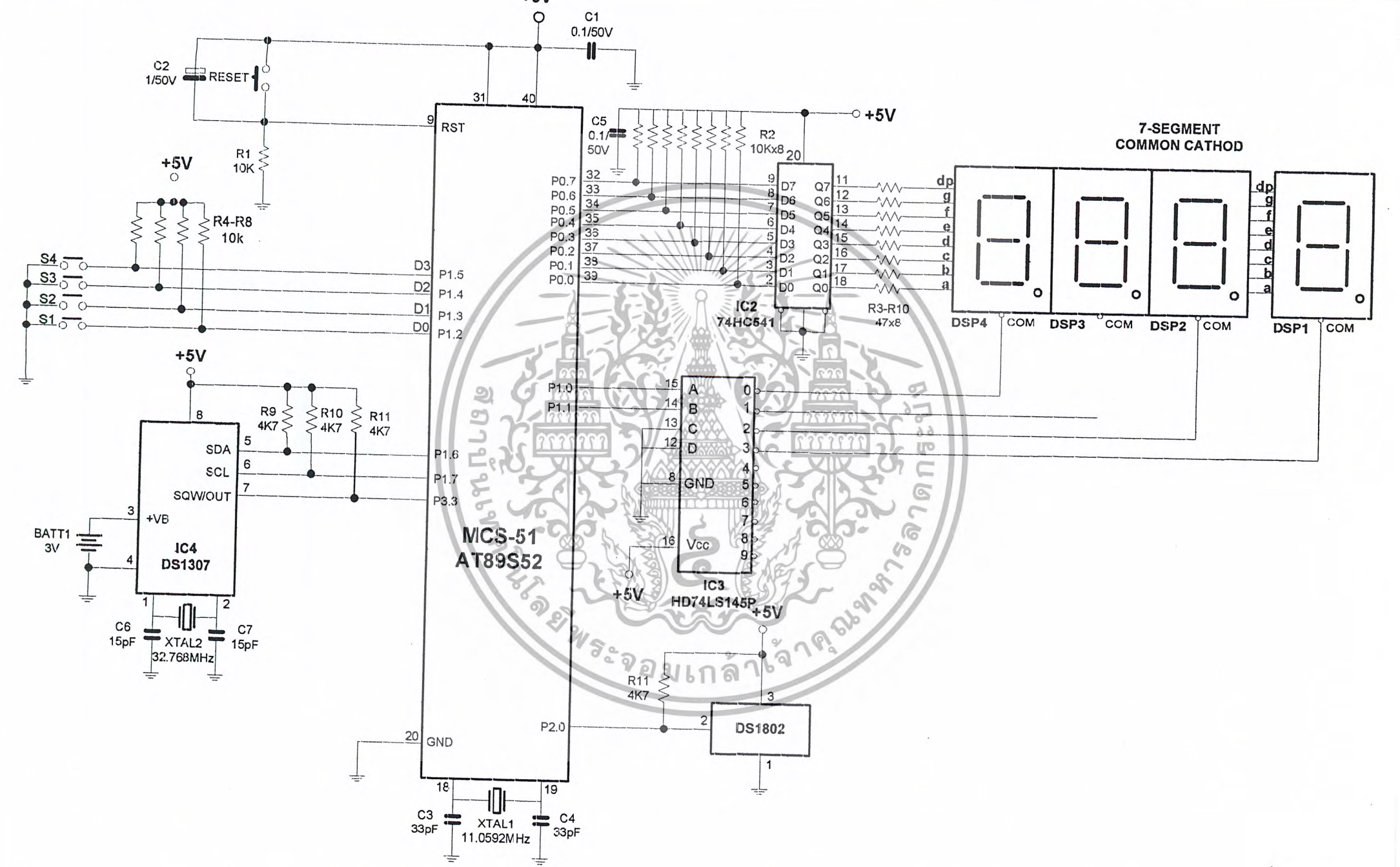
5. ธีรวัฒน์ ประกอบผล, "การประยุกต์ใช้ไมโครคอนโทรเลอร์", สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น)., 2537.

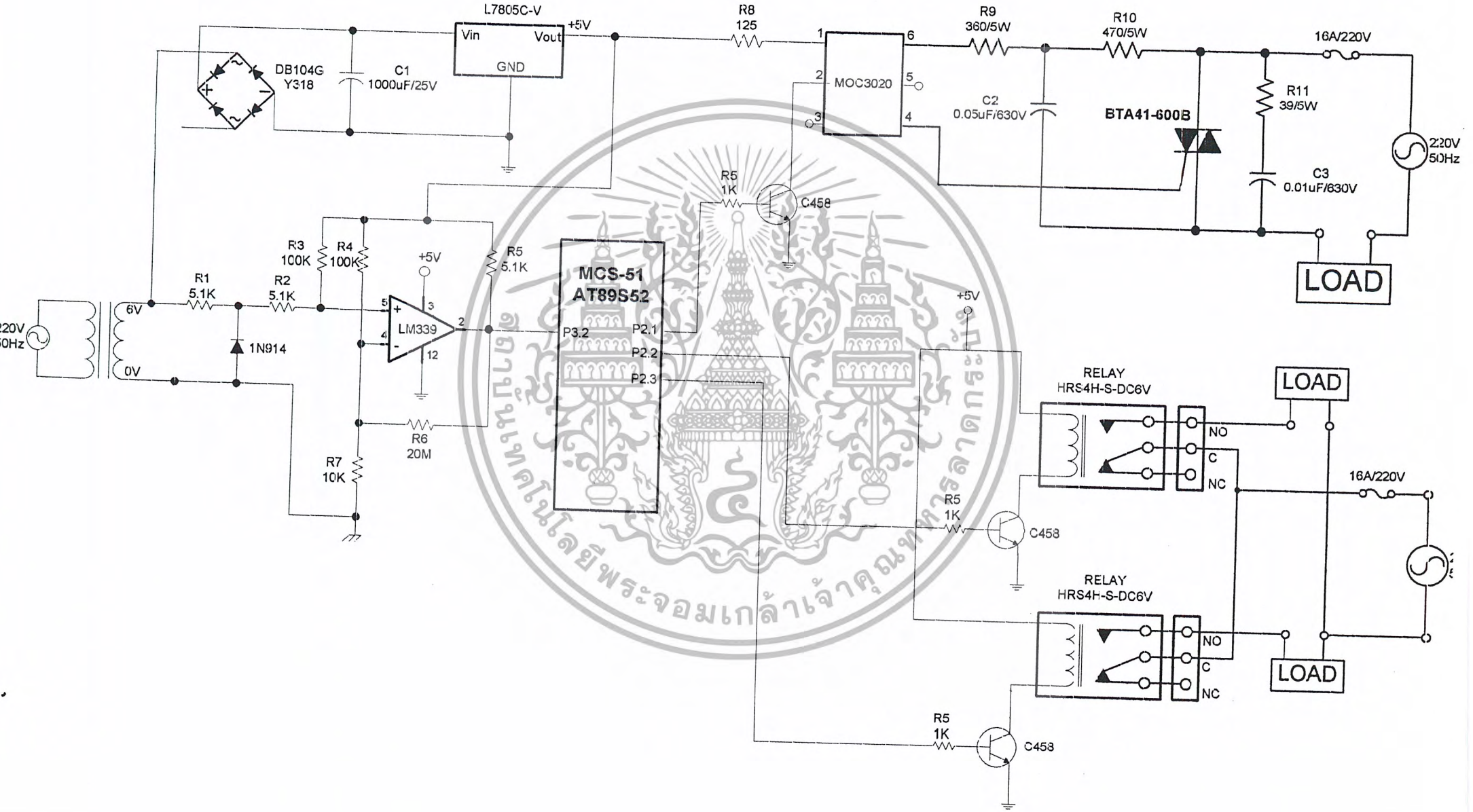
6. รศ.สมยศ จุณณะปิยะ, "การประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรเลอร์ตระกูล MCS-51", สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง., 2541.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้


C1
0.1/50V
C2
1/50V
RESET
R1
10K
+5V
R4-R8
10k
S4
S3
S2
S1
RST
P1.5
P1.4
P1.3
P1.2
D3
D2
D1
D0
P0.7
P0.6
P0.5
P0.4
P0.3
P0.2
P0.1
P0.0
C5
0.1/
50V
R2
10Kx8
IC2
74HC541
R3-R10
47x8
7-SEGMENT
COMMON CATHOD
DSP4
DSP3
DSP2
DSP1
COM
dp
g
f
e
d
c
b
a
P1.0
P1.1
IC3
HD74LS145P
R9
4K7
R10
4K7
R11
4K7
SDA
SCL
SQW/OUT
P1.6
P1.7
P3.3
+VB
BATT1
3V
IC4
DS1307
C6
15pF
XTAL2
32.768MHz
C7
15pF
MCS-51
AT89S52
GND
P2.0
DS1802
C3
33pF
XTAL1
11.0592MHz
C4
33pF


L7805C-V
Vin
Vout
GND
+5V
DB104G
Y318
C1
1000uF/25V
R8
125
MOC3020
R9
360/5W
R10
470/5W
16A/220V
C2
0.05uF/630V
BTA41-600B
R11
39/5W
220V
50Hz
C3
0.01uF/630V
LOAD
R5
1K
C458
R3
100K
R4
100K
R5
5.1K
R1
5.1K
R2
5.1K
6V
0V
1N914
LM339
MCS-51
AT89S52
P3.2
P2.1
P2.2
P2.3
R6
20M
R7
10K
RELAY
HRS4H-S-DC6V
NO
C
NC

```
1:
2:    ;***********************************************
3:    ;  DEFINE   TIME
4:    ;***********************************************
5:    DPS1              EQU     30H
6:    DPS2              EQU     31H
7:    DPS3              EQU     32H
8:    CHANAL            EQU     33H
9:    WAITDISPLAY       EQU     34H
10:   SECONDS           EQU     35H
11:
12:   ;***********************************************
13:   ;  DEFINE   TEM
14:   ;***********************************************
15:   ONEWIRE           BIT     P2.0
16:   FLAG              EQU     02EH
17:   BUSY              BIT     FLAG.0
18:   ONEWIRE_DATA      EQU     36H
19:   TEMP              EQU     37H
20:   TEMP_LEVEL1       EQU     38H
21:   TEMP_LEVEL2       EQU     39H
22:   TEMP_LEVEL3       EQU     3AH
23:   TEMP_LEVEL4       EQU     3BH
24:   TEMP_LEVEL5       EQU     3CH
25:   TEMP_LEVEL6       EQU     3DH
26:   TEMP_LEVEL7       EQU     3EH
27:   TEMP_LEVEL8       EQU     3FH
28:   KEEP              EQU     40H
29:   DSP1              EQU     41H
30:   DSP2              EQU     42H
31:   DSP3              EQU     43H
32:   STORE_TEMP        EQU     44H
33:
34:   ;***************************************
35:   ;   DEFINE RTC  CLOCK  I2C
36:   ;***************************************
37:   SDA               BIT     P1.6
38:   SCL               BIT     P1.7
39:
40:   ;FLAG1            EQU     02FH
41:   I2C_ACK           BIT     FLAG.0
42:
43:   I2C_DATA          EQU     045H
44:   I2C_ADDR          EQU     046H
45:   SECONDS2          EQU     047H
46:   MINUTES           EQU     048H
47:   HOURS             EQU     049H
48:   DAY               EQU     04AH
49:   DATE              EQU     04BH
50:   MONTH             EQU     04CH
51:   YEAR              EQU     04DH
52:   CONTROL           EQU     04EH
53:   NKEY              EQU     04FH
54:
55:   START_ALARM_SECONDS       EQU 050H
56:   START_ALARM_MINUTES       EQU 051H
57:   START_ALARM_HOURS         EQU 052H
58:   STOP_ALARM_SECONDS        EQU 053H
59:   STOP_ALARM_MINUTES        EQU 054H
60:   STOP_ALARM_HOURS          EQU 055H
61:
62:   RTC_ID            EQU     11010000B
63:   RTC_ID1           EQU     11010001B
64:
65:
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
66:
67:
68:                     ORG     0000H
69:                     SJMP    START
70:
71:
72:
73:     ;*****************************************************************************
        ******************************************
74:     ;       PROGRAM     CONTROL TEMPURATER
75:     ;*****************************************************************************
        ******************************************
76:                     ORG     80H
77:
78:
79:     START:          ACALL   START_RTC
80:                     CLR     P2.1
81:                     CLR     P2.2
82:                     CLR     P2.3
83:
84:     START0:         JB      P1.4,START1
85:                     ACALL   CONTROL_BY_TEMP
86:
87:                     JNB     P1.4,START0
88:
89:     START1:         ACALL   CONTROL_BY_TIME
90:                     SJMP    START
91:
92:     ;*****************************
93:     ;   SUBB  PROGRAM   INTERUP
94:     ;*****************************
95:     TIME_OR_TEMP:   JB      P1.4,INTERUP_TIME
96:                     ACALL   INTERUP_T0
97:                     RET
98:     INTERUP_TIME:   CLR     TF0
99:                     CLR     TR0
100:                    ACALL   DISPLAY_TIME
101:                    RET
102:
103:
104:    INTERUP_EX0:    PUSH    ACC
105:                    MOV     IE,#83H
106:                    MOV     TMOD,#11H
107:                    MOV     TH0,R1
108:                    MOV     TL0,R0
109:                    SETB    TR0
110:                    POP     ACC
111:                    RET
112:
113:
114:    INTERUP_T0:     PUSH    ACC
115:                    CLR     TF0
116:                    CLR     TR0
117:                    SETB    P2.1
118:                    NOP
119:                    CLR     P2.1
120:                    MOV     IE,#89H
121:                    MOV     TMOD,#11H
122:                    MOV     TH1,#0DCH
123:                    MOV     TL1,#000H
124:                    SETB    TR1
125:                    POP     ACC
126:                    RET
127:
128:
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
129:  INTERUP_T1:     PUSH    ACC
130:                  CLR     TF1
131:                  CLR     TR1
132:                  SETB    P2.1
133:                  NOP
134:                  CLR     P2.1
135:                  MOV     IE,#81H
136:                  POP     ACC
137:                  RET
138:
139:
140:

141:  ;************************************************
142:  ;  MAINPORGRAM
143:  ;************************************************
144:
145:  CONTROL_BY_TEMP:
146:  BEGIN1:               CLR     P2.1
147:                        CLR     P2.2
148:                        CLR     P2.3        ;
149:                        MOV     A,TEMP      ;
150:                        CLR     C           ;
151:                        RRC     A           ;
152:                        MOV     STORE_TEMP,A ;
153:  BEGIN2:               ACALL   START_TEMP
154:                        ACALL   DISPLAY ;
155:  SW1:                  JB      P2.4,SW2
156:                        ACALL   LEVEL1
157:  SW2:                  JB      P2.5,SW3
158:                        ACALL   LEVEL2
159:  SW3:                  JB      P2.6,SW4
160:                        ACALL   LEVEL3
161:  SW4:                  JB      P2.7,OUT_CHECK_SW
162:                        ACALL   LEVEL4
163:  OUT_CHECK_SW:         JNB     P1.4,BEGIN2
164:                        RET
165:
166:  ;*****************************
167:  ;   LEVEL 1-4
168:  ;*****************************
169:  ;*******LEVEL1*****************
170:  LEVEL1:
171:              ACALL   DELAY
172:              ACALL   START_TEMP
173:              MOV     A,STORE_TEMP
174:              MOV     TEMP_LEVEL1,A
175:              ADD     A,#01H
176:              MOV     TEMP_LEVEL2,A
177:              ADD     A,#01H
178:              MOV     TEMP_LEVEL3,A
179:              ADD     A,#01H
180:              MOV     TEMP_LEVEL4,A
181:              ADD     A,#01H
182:              MOV     TEMP_LEVEL5,A
183:              ADD     A,#01H
184:              MOV     TEMP_LEVEL6,A
185:              ADD     A,#01H
186:              MOV     TEMP_LEVEL7,A
187:              ADD     A,#01H
188:              MOV     TEMP_LEVEL8,A
189:              MOV     IE,#81H
190:              SETB    IT0
191:  LEVEL11:    ACALL   START_TEMP
192:              ACALL   DISPLAY
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
193:                MOV     A,STORE_TEMP
194:  CK_TEMP11:    CJNE    A,TEMP_LEVEL1,CK_TEMP12
195:                ACALL   VOLTAGE1
196:  CK_TEMP12:    CJNE    A,TEMP_LEVEL2,CK_TEMP13
197:                ACALL   VOLTAGE2
198:  CK_TEMP13:    CJNE    A,TEMP_LEVEL3,CK_TEMP14
199:                ACALL   VOLTAGE3
200:  CK_TEMP14:    CJNE    A,TEMP_LEVEL4,CK_TEMP15
201:                ACALL   VOLTAGE4
202:  CK_TEMP15:    CJNE    A,TEMP_LEVEL5,CK_TEMP16
203:                ACALL   VOLTAGE5
204:  CK_TEMP16:    CJNE    A,TEMP_LEVEL6,CK_TEMP17
205:                ACALL   VOLTAGE6
206:  CK_TEMP17:    CJNE    A,TEMP_LEVEL7,CK_TEMP18
207:                ACALL   VOLTAGE7
208:  CK_TEMP18:    CJNE    A,TEMP_LEVEL8,OUT_LEVEL1
209:                ACALL   VOLTAGE8
210:  OUT_LEVEL1:   JNB     P1.4,CK_OUT_LEVEL1
211:                SJMP    OK_OUT_LEVEL1
212:  CK_OUT_LEVEL1:       JNB     P2.4,LEVEL11
213:  OK_OUT_LEVEL1:       MOV     IE,#00H
214:                MOV     TH1,#00H
215:                MOV     TL1,#00H
216:                MOV     TH0,#00H
217:                MOV     TL0,#00H
218:                RET
219:
220:  ;*******LEVEL2****************
221:  LEVEL2:       ACALL   DELAY
222:                ACALL   START_TEMP
223:                MOV     A,STORE_TEMP
224:                SUBB    A,#02H
225:                MOV     TEMP_LEVEL1,A
226:                ADD     A,#01H
227:                MOV     TEMP_LEVEL2,A
228:                ADD     A,#01H
229:                MOV     TEMP_LEVEL3,A
230:                ADD     A,#01H
231:                MOV     TEMP_LEVEL4,A
232:                ADD     A,#01H
233:                MOV     TEMP_LEVEL5,A
234:                ADD     A,#01H
235:                MOV     TEMP_LEVEL6,A
236:                ADD     A,#01H
237:                MOV     TEMP_LEVEL7,A
238:                ADD     A,#01H
239:                MOV     TEMP_LEVEL8,A
240:                MOV     IE,#81H
241:                SETB    IT0
242:  LEVEL22:      ACALL   START_TEMP
243:                ACALL   DISPLAY
244:                MOV     A,STORE_TEMP
245:  CK_TEMP21:    CJNE    A,TEMP_LEVEL1,CK_TEMP22
246:                ACALL   VOLTAGE1
247:  CK_TEMP22:    CJNE    A,TEMP_LEVEL2,CK_TEMP23
248:                ACALL   VOLTAGE2
249:  CK_TEMP23:    CJNE    A,TEMP_LEVEL3,CK_TEMP24
250:                ACALL   VOLTAGE3
251:  CK_TEMP24:    CJNE    A,TEMP_LEVEL4,CK_TEMP25
252:                ACALL   VOLTAGE4
253:  CK_TEMP25:    CJNE    A,TEMP_LEVEL5,CK_TEMP26
254:                ACALL   VOLTAGE5
255:  CK_TEMP26:    CJNE    A,TEMP_LEVEL6,CK_TEMP27
256:                ACALL   VOLTAGE6
257:  CK_TEMP27:    CJNE    A,TEMP_LEVEL7,CK_TEMP28
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
258:                ACALL   VOLTAGE7
259:  CK_TEMP28:    CJNE    A,TEMP_LEVEL8,OUT_LEVEL2
260:                ACALL   VOLTAGE8
261:  OUT_LEVEL2    JNB     P1.4,CK_OUT_LEVEL2
262:                SJMP    OK_OUT_LEVEL2
263:  CK_OUT_LEVEL2:   JNB     P2.5,LEVEL22
264:  OK_OUT_LEVEL2:   MOV     IE,#00H
265:                   MOV     TH1,#00H
266:                   MOV     TL1,#00H
267:                   MOV     TH0,#00H
268:                   MOV     TL0,#00H
269:                   RET
270:
271:  ;*******LEVEL3*****************
272:  LEVEL3:       ACALL   DELAY
273:                ACALL   START_TEMP
274:                MOV     A,STORE_TEMP
275:                SUBB    A,#05H
276:                MOV     TEMP_LEVEL1,A
277:                ADD     A,#01H
278:                MOV     TEMP_LEVEL2,A
279:                ADD     A,#01H
280:                MOV     TEMP_LEVEL3,A
281:                ADD     A,#01H
282:                MOV     TEMP_LEVEL4,A
283:                ADD     A,#01H
284:                MOV     TEMP_LEVEL5,A
285:                ADD     A,#01H
286:                MOV     TEMP_LEVEL6,A
287:                ADD     A,#01H
288:                MOV     TEMP_LEVEL7,A
289:                ADD     A,#01H
290:                MOV     TEMP_LEVEL8,A
291:                MOV     IE,#81H
292:                SETB    IT0
293:  LEVEL33:      ACALL   START_TEMP
294:                ACALL   DISPLAY
295:                MOV     A,STORE_TEMP
296:  CK_TEMP31:    CJNE    A,TEMP_LEVEL1,CK_TEMP32
297:                ACALL   VOLTAGE1
298:  CK_TEMP32:    CJNE    A,TEMP_LEVEL2,CK_TEMP33
299:                ACALL   VOLTAGE2
300:  CK_TEMP33:    CJNE    A,TEMP_LEVEL3,CK_TEMP34
301:                ACALL   VOLTAGE3
302:  CK_TEMP34:    CJNE    A,TEMP_LEVEL4,CK_TEMP35
303:                ACALL   VOLTAGE4
304:  CK_TEMP35:    CJNE    A,TEMP_LEVEL5,CK_TEMP36
305:                ACALL   VOLTAGE5
306:  CK_TEMP36:    CJNE    A,TEMP_LEVEL6,CK_TEMP37
307:                ACALL   VOLTAGE6
308:  CK_TEMP37:    CJNE    A,TEMP_LEVEL7,CK_TEMP38
309:                ACALL   VOLTAGE7
310:  CK_TEMP38:    CJNE    A,TEMP_LEVEL8,OUT_LEVEL3
311:                ACALL   VOLTAGE8
312:  OUT_LEVEL3    JNB     P1.4,CK_OUT_LEVEL3
313:                SJMP    OK_OUT_LEVEL3
314:  CK_OUT_LEVEL3:      JNB     P2.6,LEVEL33
315:  OK_OUT_LEVEL3:      MOV     IE,#00H
316:                MOV     TH1,#00H
317:                MOV     TL1,#00H
318:                MOV     TH0,#00H
319:                MOV     TL0,#00H
320:                RET
321:
322:
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
323:  ;*******LEVEL4*****************
324:  LEVEL4:     ACALL   DELAY
325:              ACALL   START_TEMP
326:              MOV     A,STORE_TEMP
327:              SUBB    A,#07H
328:              MOV     TEMP_LEVEL1,A
329:              ADD     A,#01H
330:              MOV     TEMP_LEVEL2,A
331:              ADD     A,#01H
332:              MOV     TEMP_LEVEL3,A
333:              ADD     A,#01H
334:              MOV     TEMP_LEVEL4,A
335:              ADD     A,#01H
336:              MOV     TEMP_LEVEL5,A
337:              ADD     A,#01H
338:              MOV     TEMP_LEVEL6,A
339:              ADD     A,#01H
340:              MOV     TEMP_LEVEL7,A
341:              ADD     A,#01H
342:              MOV     TEMP_LEVEL8,A
343:              MOV     IE,#81H
344:              SETB    IT0
345:  LEVEL44:    ACALL   START_TEMP
346:              ACALL   DISPLAY
347:              MOV     A,STORE_TEMP
348:  CK_TEMP41:  CJNE    A,TEMP_LEVEL1,CK_TEMP42
349:              ACALL   VOLTAGE1
350:  CK_TEMP42:  CJNE    A,TEMP_LEVEL2,CK_TEMP43
351:              ACALL   VOLTAGE2
352:  CK_TEMP43:  CJNE    A,TEMP_LEVEL3,CK_TEMP44
353:              ACALL   VOLTAGE3
354:  CK_TEMP44:  CJNE    A,TEMP_LEVEL4,CK_TEMP45
355:              ACALL   VOLTAGE4
356:  CK_TEMP45:  CJNE    A,TEMP_LEVEL5,CK_TEMP46
357:              ACALL   VOLTAGE5
358:  CK_TEMP46:  CJNE    A,TEMP_LEVEL6,CK_TEMP47
359:              ACALL   VOLTAGE6
360:  CK_TEMP47:  CJNE    A,TEMP_LEVEL7,CK_TEMP48
361:              ACALL   VOLTAGE7
362:  CK_TEMP48:  CJNE    A,TEMP_LEVEL8,OUT_LEVEL4
363:              ACALL   VOLTAGE8
364:  OUT_LEVEL4: JNB     P1.4,CK_OUT_LEVEL4
365:              SJMP    OK_OUT_LEVEL4
366:
367:  CK_OUT_LEVEL4:      JNB     P2.7,LEVEL44
368:  OK_OUT_LEVEL4:      MOV     IE,#00H
369:              MOV     TH1,#00H
370:              MOV     TL1,#00H
371:              MOV     TH0,#00H
372:              MOV     TL0,#00H
373:              RET
374:
375:
376:
377:
378:  ;*******VOLTAGE1***************
379:  VOLTAGE1:   MOV     R1,#0E7H
380:              MOV     R0,#000H
381:              RET
382:  ;*******VOLTAGE2***************
383:  VOLTAGE2:   MOV     R1,#0E9H
384:              MOV     R0,#000H
385:              RET
386:  ;*******VOLTAGE3***************
387:  VOLTAGE3:   MOV     R1,#0EBH
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
388:                MOV     R0,#000H
389:                RET
390:  ;*******VOLTAGE4****************
391:  VOLTAGE4:     MOV     R1,#0EDH
392:                MOV     R0,#000H
393:                RET
394:  ;*******VOLTAGE4****************
395:  VOLTAGE5:     MOV     R1,#0F1H
396:                MOV     R0,#000H
397:                RET
398:   ;*******VOLTAGE4****************
399:  VOLTAGE6:     MOV     R1,#0F4H
400:                MOV     R0,#000H
401:                RET
402:  ;*******VOLTAGE4****************
403:  VOLTAGE7:     MOV     R1,#0F5H
404:                MOV     R0,#000H
405:                RET
406:  ;*******VOLTAGE4****************
407:  VOLTAGE8:     MOV     R1,#0FBH
408:                MOV     R0,#000H
409:                RET
410:
411:  ;*****************************
412:  ;    READ  TEMPERATURE
413:  ;*****************************
414:
415:  START_TEMP:
416:                ACALL   DS1820_RST
417:                ACALL   DS1820_PRES
418:                MOV     ONEWIRE_DATA,#0CCH
419:                ACALL   DS1820_WR
420:                MOV     ONEWIRE_DATA,#044H
421:                ACALL   DS1820_WR
422:                SETB    BUSY
423:
424:  PRES_CHK_LOOP: ACALL  DS1820_RST
425:                ACALL   DS1820_PRES
426:                JB      BUSY,PRES_CHK_LOOP
427:                NOP
428:                NOP
429:                NOP
430:                NOP
431:
432:                ACALL   DS1820_RST
433:                ACALL   DS1820_PRES
434:                MOV     ONEWIRE_DATA,#0CCH
435:                ACALL   DS1820_WR
436:  ;             ACALL   DISPLAY
437:                MOV     ONEWIRE_DATA,#0BEH
438:
439:
440:                ACALL   DS1820_WR
441:
442:                ACALL   DS1820_RD
443:
444:                MOV     TEMP,ONEWIRE_DATA
445:
446:  ;             ACALL   DISPLAY
447:
448:                ACALL   DS1820_RST
449:                ACALL   DS1820_PRES
450:
451:
452:                RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
453:
454:  ;**************ENDMAIN*****************************
455:
456:  ;*****************************************************
457:  DS1820_RD:       MOV     R4,#08H
458:                   CLR     A
459:  DS1820_RD_LOOP:  CLR     ONEWIRE
460:                   NOP
461:                   NOP
462:                   SETB    ONEWIRE
463:                   NOP
464:                   NOP
465:                   NOP
466:                   NOP
467:
468:                   MOV     C,ONEWIRE
469:                   ACALL   ONEWIRE_DELAY
470:                   RRC     A
471:                   DJNZ    R4,DS1820_RD_LOOP
472:                   MOV     ONEWIRE_DATA,A
473:                   RET
474:
475:  ;*********************************
476:  DS1820_WR:       MOV     R4,#8
477:                   MOV     A,ONEWIRE_DATA
478:  DS1820_WR_LOOP:  RRC     A
479:                   JNC     DS1820_WR_L
480:                   CLR     ONEWIRE
481:                   NOP
482:                   NOP
483:                   NOP
484:                   NOP
485:                   SETB    ONEWIRE
486:                   ACALL   ONEWIRE_DELAY
487:                   AJMP    DS1820_WR_NX
488:  DS1820_WR_L:     CLR     ONEWIRE
489:                   ACALL   ONEWIRE_DELAY
490:                   SETB    ONEWIRE
491:                   NOP
492:                   NOP
493:                   NOP
494:                   NOP
495:  DS1820_WR_NX:    DJNZ    R4,DS1820_WR_LOOP
496:                   RET
497:
498:  ;*****************************************
499:  DS1820_RST:      CLR     ONEWIRE
500:                   ACALL   DELAY_1MS
501:                   SETB    ONEWIRE
502:                   MOV     R4,#8
503:                   DJNZ    R4,$
504:                   RET
505:
506:
507:  ;*****************************************
508:  DS1820_PRES:     MOV     R4,#8
509:  DS1820_PRES_1:   MOV     R3,#0
510:  DS1820_PRES_2:   JNB     ONEWIRE,DS1820_PRES_3
511:                   DJNZ    R3,DS1820_PRES_2
512:                   DJNZ    R4,DS1820_PRES_1
513:                   RET
514:  DS1820_PRES_3:   JNB     ONEWIRE,$
515:                   MOV     R4,#8
516:                   DJNZ    R4,$
517:                   CLR     BUSY
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
518:                    RET
519:
520:    ;********SHOW SEGMENT**********************
521:    DISPLAY:        PUSH    ACC
522:                    MOV     A,TEMP
523:                    CLR     C
524:                    RRC     A
525:                    CJNE    A,STORE_TEMP,CK_T1
526:                    SJMP    GO_DISPLAY
527:    CK_T1:          ADD     A,#01
528:                    CJNE    A,STORE_TEMP,CK_T2
529:                    SJMP    GO_DISPLAY
530:    CK_T2:          ADD     A,#01H
531:                    CJNE    A,STORE_TEMP,CK_T3
532:                    SJMP    GO_DISPLAY
533:    CK_T3:          ADD     A,#01H
534:                    CJNE    A,STORE_TEMP,CK_T4
535:                    SJMP    GO_DISPLAY
536:    CK_T4:          SUBB    A,#04H
537:                    CJNE    A,STORE_TEMP,CK_T5
538:                    SJMP    GO_DISPLAY
539:    CK_T5:          SUBB    A,#01H,
540:                    CJNE    A,STORE_TEMP,OUT_DISPLAY
541:                    SJMP    GO_DISPLAY
542:
543:    GO_DISPLAY:     MOV     A,TEMP
544:                    CLR     C
545:                    RRC     A
546:                    MOV     STORE_TEMP,A
547:                    MOV     B,#100
548:                    DIV     AB
549:                    MOV     DSP3,A
550:                    MOV     A,B
551:                    MOV     B,#10
552:                    DIV     AB
553:                    MOV     DSP2,A
554:                    MOV     DSP1,B
555:
556:    OUT_DISPLAY:    MOV     A,DSP2
557:                    MOV     DPTR,#DATA2
558:                    MOVC    A,@A+DPTR
559:                    MOV     P0,A
560:                    SETB    P1.0
561:                    CLR     P1.1
562:                    ACALL   DELAY
563:
564:                    MOV     A,DSP1
565:                    MOV     DPTR,#DATA2
566:                    MOVC    A,@A+DPTR
567:                    MOV     P0,A
568:                    CLR     P1.0
569:                    SETB    P1.1
570:                    ACALL   DELAY
571:
572:                    MOV     P0,#39H
573:                    SETB    P1.0
574:                    SETB    P1.1
575:
576:                    ACALL   DELAY
577:                    POP     ACC
578:                    RET
579:
580:
581:
582:    ;*****************************************
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
583:  ONEWIRE_DELAY:      MOV     R6,#012H
584:  ONEWIRE_DELAY_1:    NOP
585:                      NOP
586:                      DJNZ    R6,ONEWIRE_DELAY_1
587:                      RET
588:
589:  DELAY_1MS:          MOV     R6,#0E6H
590:  DELAY_1MS_1:        NOP
591:                      NOP
592:                      DJNZ        R6,DELAY_1MS_1
593:                      RET
594:
595:
596:
597:  DELAY:              MOV     R5,#0AH
598:  DELAY1:             MOV     R7,#0FFH
599:                      DJNZ    R7,$
600:                      DJNZ    R5,DELAY1
601:                      RET
602:
603:  DATA2:          DB      03FH,006H,05BH,04FH,66H,6DH,7DH,07H,7FH,6FH
604:
605:
606:
607:
608:
609:
610:  ;*************************************************************************
      ************************************
611:  ;     THIS  SUBPROGRAM  USE FOR  CONTROL  BY  TIME
612:  ;*************************************************************************
      ************************************
613:  CONTROL_BY_TIME:
614:                  CLR     P2.1
615:                  CLR     P2.2
616:                  CLR     P2.3
617:
618:
619:                MOV     DPS1,#00H
620:                MOV     DPS2,#00H
621:                MOV     DPS3,#00H
622:                MOV     CHANAL,#01H
623:                MOV     SECONDS,#00H
624:                MOV     IE,#82H
625:                MOV     TMOD,#11H
626:                MOV     TH0,#0EFH
627:                MOV     TL0,#000H
628:                SETB    TR0
629:                ACALL   SETTIME
630:                JB      P1.4,CHA0
631:                MOV     IE,#00H
632:                RET
633:
634:  CHA0          MOV     IE,#86H
635:                SETB    IT1
636:                MOV     A,CHANAL
637:  CHA1:         CJNE    A,#01,CHA2
638:                SETB    P2.2
639:                SJMP    LOOP
640:  CHA2:         CJNE    A,#02,LOOP
641:                SETB    P2.3
642:
643:  LOOP:         MOV     A,CHANAL
644:                CJNE    A,#00H,CK_SW
645:                SJMP    CONTROL_BY_TIME
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
646:
647:  CK_SW:       JB      P1.4,LOOP
648:              MOV     IE,#00H
649:              CLR     P2.2
650:              CLR     P2.3
651:
652:              RET
653:
654:  ;*************************************************************************
      ************************
655:  ;   CONTROL RELAY
656:  ;*************************************************************************
      ************************
657:
658:  CONTROL_RELAY:  ;MOV        P2,#00H
659:                  ;MOV        IE,#86H
660:                  ;SETB   IT1
661:  ;               ACALL   DISPLAY
662:                  RET
663:
664:
665:  ;*********************************************
666:  ;  SETTIME
667:  ;*********************************************
668:  SETTIME:    JB      P1.4,SETTIME0
669:              MOV     IE,#00H
670:              RET
671:  SETTIME0:   JB      P1.2,SETTIME1
672:              ACALL   WAIT
673:              INC     CHANAL
674:              MOV     A,CHANAL
675:              CJNE    A,#03,SETTIME1
676:              MOV     CHANAL,#01H
677:  SETTIME1:   JB      P1.3,SETTIME
678:              ACALL   WAIT
679:
680:  SETTIME2:   JB      P1.4,SETTIME33
681:              MOV     IE,#00H
682:              RET
683:  SETTIME33:  JB      P1.2,SETTIME3
684:              INC     DPS1
685:              ACALL   WAIT
686:              MOV     A,DPS1
687:              CJNE    A,#10,SETTIME2
688:              MOV     DPS1,#00H
689:  SETTIME3:   JB      P1.3,SETTIME2
690:              ACALL   WAIT
691:
692:
693:  SETTIME4:   JB      P1.4,SETTIME44
694:              MOV     IE,#00H
695:              RET
696:  SETTIME44:  JB      P1.2,SETTIME5
697:              INC     DPS2
698:              ACALL   WAIT
699:              MOV     A,DPS2
700:              CJNE    A,#10,SETTIME4
701:              MOV     DPS2,#00H
702:  SETTIME5:   JB      P1.3,SETTIME4
703:              ACALL   WAIT
704:
705:
706:  SETTIME6:   JB      P1.4,SETTIME66
707:              MOV     IE,#00H
708:              RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
SETTIME66:  JB      P1.2,SETTIME7
            INC     DPS3
            ACALL   WAIT
            MOV     A,DPS3
            CJNE    A,#10,SETTIME6
            MOV     DPS3,#00H
SETTIME7:   JB      P1.3,SETTIME6
            ACALL   WAIT
            RET

;************************************************
;  FROM  INTERUP
;************************************************
DECDATA:        INC     SECONDS
                MOV     A,SECONDS
                CJNE    A,#60,RELAY0
                MOV     SECONDS,#00
                DEC     DPS1
                MOV     A,DPS1

CK_DPS1:        CJNE    A,#0FFH,RELAY0
                MOV     DPS1,#09H
                DEC     DPS2
                MOV     A,DPS2
CK_DPS2:        CJNE    A,#0FFH,RELAY0
                MOV     DPS1,#09H
                MOV     DPS2,#09H
                DEC     DPS3
RELAY0:         MOV     A,DPS3
                CJNE    A,#00H,OUT_DECDATA
                MOV     A,DPS2
                CJNE    A,#00H,OUT_DECDATA
                MOV     A,DPS1
                CJNE    A,#00H,OUT_DECDATA
                MOV     IE,#82H
                MOV     A,CHANAL
RELAY1:         CJNE    A,#01,RELAY2
                CLR     P2.2
                MOV     CHANAL,#00H
RELAY2:         CJNE    A,#02,OUT_DECDATA
                CLR     P2.3
                MOV     CHANAL,#00H
OUT_DECDATA     RETI

;************************************************
;  DISPLAY OF CONTROL BY TIME
;************************************************
DISPLAY_TIME:   PUSH    ACC
                PUSH    DPH
                PUSH    DPL
                PUSH    PSW

                MOV     A,DPS1
                MOV     DPTR,#DATA
                MOVC    A,@A+DPTR
                MOV     P0,A
                CLR     P1.0
                SETB    P1.1
                ACALL   DELAY3

                MOV     A,DPS2
                MOV     DPTR,#DATA
                MOVC    A,@A+DPTR
                MOV     P0,A
                SETB    P1.0
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
773:                    CLR     P1.1
774:                    ACALL   DELAY3
775:
776:                    MOV     A,DPS3
777:                    MOV     DPTR,#DATA
778:                    MOVC    A,@A+DPTR
779:                    MOV     P0,A
780:                    CLR     P1.0
781:                    CLR     P1.1
782:                    ACALL   DELAY3
783:
784:                    MOV     A,CHANAL
785:                    MOV     DPTR,#DATA
786:                    MOVC    A,@A+DPTR
787:                    MOV     P0,A
788:                    SETB    P1.0
789:                    SETB    P1.1
790:                    MOV     TMOD,#11H
791:                    MOV     TH0,#0EFH
792:                    MOV     TL0,#000H
793:                    SETB    TR0
794:
795:                    POP     PSW
796:                    POP     DPL
797:                    POP     DPH
798:                    POP     ACC
799:
800:
801:                    RET
802:
803:    ;***********************************************
804:    ;  DELAY  WAIT  AND  SHOW DISPLAY
805:    ;***********************************************
806:    DELAY2:         MOV     R7,#00H
807:                    DJNZ    R7,$
808:                    RET
809:
810:    DELAY3:         MOV     R2,#13
811:    DELAY4:         ACALL   DELAY2
812:                    DJNZ    R2,DELAY4
813:                    RET
814:
815:    WAIT:           MOV     WAITDISPLAY,#125
816:    WAIT1:          ACALL   DELAY2
817:                    DJNZ    WAITDISPLAY,WAIT1
818:                    RET
819:    ;***********************************************
820:    ;  DELAY  WAIT  AND  SHOW DISPLAY
821:    ;***********************************************
822:    DATA:           DB      3FH,06H,5BH,4FH,66H,6DH,7DH,07H,7FH,6FH
823:
824:
825:
826:
827:
828:
829:
830:
831:    ;*****MAINPROGRAM*********************
832:
833:    START_RTC       ACALL   DELAY_RTC
834:                    ACALL   RTC_WR
835:                    RET
836:
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
837:
838:  ;*****I2C RTC READ*********************
839:  RTC_RD: SETB    SDA
840:          SETB    SCL
841:          MOV     I2C_ADDR,#RTC_ID
842:          ACALL   I2C_SLAVE
843:
844:          MOV     I2C_DATA,#0000H
845:          ACALL   I2C_DATA_WR
846:
847:          MOV     I2C_ADDR,#RTC_ID1
848:          ACALL   I2C_SLAVE
849:
850:          ACALL   I2C_DATA_RD
851:          MOV     SECONDS2,I2C_DATA,
852:          ACALL   I2C_ACK_BIT
853:
854:          ACALL   I2C_DATA_RD
855:          MOV     MINUTES,I2C_DATA
856:          ACALL   I2C_ACK_BIT
857:
858:          ACALL   I2C_DATA_RD
859:          MOV     HOURS,I2C_DATA
860:          ACALL   I2C_ACK_BIT
861:
862:          ACALL   I2C_DATA_RD
863:          MOV     DAY,I2C_DATA
864:          ACALL   I2C_ACK_BIT
865:
866:          ACALL   I2C_DATA_RD
867:          MOV     DATE,I2C_DATA
868:          ACALL   I2C_ACK_BIT
869:
870:          ACALL   I2C_DATA_RD
871:          MOV     MONTH,I2C_DATA
872:          ACALL   I2C_ACK_BIT
873:
874:          ACALL   I2C_DATA_RD
875:          MOV     YEAR,I2C_DATA
876:          ACALL   I2C_NACK_BIT
877:
878:          ACALL   I2C_STOP
879:          RET
880:
881:  ;******I2C RTC WRITE ************
882:  RTC_WR: MOV     HOURS,#11H
883:          MOV     MINUTES,#11H
884:          MOV     SECONDS2,#11H
885:          MOV     CONTROL,#10H
886:
887:          MOV     I2C_ADDR,#RTC_ID
888:          ACALL   I2C_SLAVE
889:
890:          MOV     I2C_DATA,#00H
891:          ACALL   I2C_DATA_WR
892:
893:          MOV     I2C_DATA,SECONDS2
894:          ACALL   I2C_DATA_WR
895:
896:          MOV     I2C_DATA,MINUTES
897:          ACALL   I2C_DATA_WR
898:
899:          MOV     I2C_DATA,HOURS
900:          ACALL   I2C_DATA_WR
901:
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
902:            MOV     I2C_DATA,DAY
903:            ACALL   I2C_DATA_WR
904:
905:            MOV     I2C_DATA,DATE
906:            ACALL   I2C_DATA_WR
907:
908:            MOV     I2C_DATA,MONTH
909:            ACALL   I2C_DATA_WR
910:
911:            MOV     I2C_DATA,YEAR
912:            ACALL   I2C_DATA_WR
913:
914:            MOV     I2C_DATA,CONTROL
915:            ACALL   I2C_DATA_WR
916:
917:            ACALL   I2C_STOP
918:
919:            RET
920:
921:
922:    ;*******I2C_SLAVE***********
923:    I2C_SLAVE:      PUSH    ACC
924:                    SETB    I2C_ACK
925:                    MOV     A,I2C_ADDR
926:                    ACALL   I2C_START
927:                    MOV     R5,#008
928:    I2C_SLAVE_1:    RLC     A
929:                    MOV     SDA,C
930:                    ACALL   I2C_CLK
931:                    DJNZ    R5,I2C_SLAVE_1
932:                    SETB    SDA
933:                    ACALL   I2C_DELAY
934:                    SETB    SCL
935:                    ACALL   I2C_DELAY
936:                    JB      SDA,I2C_SLAVE_2
937:                    CLR     I2C_ACK
938:    I2C_SLAVE_2:    CLR     SCL
939:                    POP     ACC
940:                    RET
941:
942:    ;*************I2C_DATA_WR***************
943:    I2C_DATA_WR:    PUSH    ACC
944:                    SETB    I2C_ACK
945:                    MOV     A,I2C_DATA
946:                    MOV     R5,#008
947:    I2C_DATA_WR1:   RLC     A
948:                    MOV     SDA,C
949:                    ACALL   I2C_CLK
950:                    DJNZ    R5,I2C_DATA_WR1
951:                    SETB    SDA
952:                    ACALL   I2C_DELAY
953:                    SETB    SCL
954:                    ACALL   I2C_DELAY
955:                    JB      SDA,I2C_DATA_WR2
956:                    CLR     I2C_ACK
957:    I2C_DATA_WR2:   CLR     SCL
958:                    POP     ACC
959:                    RET
960:
961:    ;*************I2C_DATA_RD ***************
962:    I2C_DATA_RD:    PUSH    ACC
963:                    CLR     A
964:                    MOV     R5,#008
965:    I2C_DATA_RD1:   ACALL   I2C_DELAY
966:                    SETB    SCL
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
967:                    ACALL   I2C_DELAY
968:                    MOV     C,SDA
969:                    RLC     A
970:                    CLR     SCL
971:                    DJNZ    R5,I2C_DATA_RD1
972:                    MOV     I2C_DATA,A
973:                    POP     ACC
974:                    RET
975:
976:  ;*************I2C_ACK_BIT****************
977:  I2C_ACK_BIT:      CLR     SDA
978:                    ACALL   I2C_DELAY
979:                    ACALL   I2C_CLK
980:                    SETB    SDA
981:                    RET
982:
983:  ;*************I2C_NACK_BIT****************
984:  I2C_NACK_BIT:     SETB    SDA
985:                    ACALL   I2C_DELAY
986:                    ACALL   I2C_CLK
987:                    SETB    SCL
988:                    RET
989:
990:  ;*************I2C_STOP******************
991:  I2C_STOP:         JNB     SCL,I2C_STOP1
992:                    CLR     SCL
993:
994:  I2C_STOP1:        CLR     SDA
995:                    ACALL   I2C_DELAY
996:                    SETB    SCL
997:                    ACALL   I2C_DELAY
998:                    SETB    SDA
999:                    RET
1000:
1001: ;********I2C_START*****************
1002: I2C_START:  JNB     SCL,I2C_START1
1003:             CLR     SCL
1004: I2C_START1: SETB    SDA
1005:             SETB    SCL
1006:             ACALL   I2C_DELAY
1007:             CLR     SDA
1008:             ACALL   I2C_DELAY
1009:             CLR     SCL
1010:             RET
1011: ;**************I2C_CLK**************
1012: I2C_CLK:    ACALL   I2C_DELAY
1013:             SETB    SCL
1014:             ACALL   I2C_DELAY
1015:             CLR     SCL
1016:             RET
1017:
1018: ;**************I2C_DELAY*************
1019: I2C_DELAY:  MOV     R6,#02H
1020: I2C_DELAY1: NOP
1021:             NOP
1022:             DJNZ    R6,I2C_DELAY1
1023:             RET
1024:
1025: ;*******DELAY***************
1026: DELAY_RTC:  MOV     R3,#05H
1027: DELA:       MOV     R4,#0FFH
1028:             DJNZ    R4,$
1029:             DJNZ    R3,DELA
1030:             RET
1031:
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
1032: DELAY1_MS:   MOV      R3,#05FH
1033: DELA1:       MOV      R4,#0FFH
1034:              DJNZ     R4,$
1035:              DJNZ     R3,DELA1
1036:              RET
1037:
1038: ;********WAIT FOR DISPLAY***********
1039: WAIT2:       MOV      R1,#0BH
1040: WAIT0:       ACALL    DISPLAY
1041:              DJNZ     R1,WAIT0
1042:              RET
1043:
1044:
1045:
1046:
1047:              END
1048:
1049:
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

OPTOCOUPLERS:
WHEN & HOW TO USE THEM

There are many situations where signals and data need to be transferred from one subsystem to another within a piece of electronics equipment, or from one piece of equipment to another, without making a direct 'ohmic' electrical connection. Often this is because the source and destination are (or may be at times) at very different voltage levels, like a microprocessor which is operating from 5V DC but being used to control a triac which is switching 240V AC. In such situations the link between the two must be an *isolated* one, to protect the microprocessor from overvoltage damage.

Relays can of course provide this kind of isolation, but even small relays tend to be fairly bulky compared with ICs and many of today's other miniature circuit components. Because they're electro-mechanical, relays are also not as reliable — and only capable of relatively low speed operation. Where small size, higher speed and greater reliability are important, a much better alternative is to use an *optocoupler*. These use a beam of light to transmit the signals or data across an electrical barrier, and achieve excellent isolation.

Optocouplers typically come in a small 6-pin or 8-pin IC package, but are essentially a combination of two distinct devices: an optical *transmitter*, typically a gallium arsenide LED (light-emitting diode) and an optical *receiver* such as a phototransistor or light-triggered diac. The two are separated by a transparent barrier which blocks any electrical current flow between the two, but does allow the passage of light. The basic idea is shown in Fig.1, along with the usual circuit symbol for an optocoupler.

Usually the electrical connections to the LED section are brought out to the pins on one side of the package and those for the phototransistor or diac to the other side, to physically separate them as much as possible. This usually allows optocouplers to withstand voltages of anywhere between 500V and 7500V between input and output.

Optocouplers are essentially digital or switching devices, so they're best for transferring either on-off control signals or digital data. Analog signals can be transferred by means of frequency or pulse-width modulation.

Key Parameters

The most important parameter for most optocouplers is their transfer efficiency, usually measured in terms of their

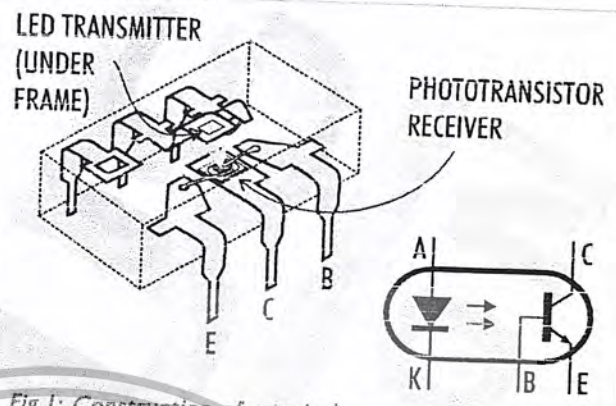


Fig.1: Construction of a typical optocoupler and the usual circuit symbol.

current transfer ratio or CTR. This is simply the ratio between a current change in the output transistor and the current change in the input LED which produced it. Typical values for CTR range from 10% to 50% for devices with an output phototransistor and up to 2000% or so for those with a Darlington transistor pair in the output. Note, however that in most devices CTR tends to vary with absolute current level. Typically it peaks at a LED current level of about 10mA, and falls away at both higher and lower current levels.

Other optocoupler parameters include the output transistor's maximum collector-emitter voltage rating $V_{CE(max)}$, which limits the supply voltage in the output circuit, and input LED's maximum current rating $I_{F(max)}$, which is used to calculate the minimum value for its series resistor; and the optocoupler's bandwidth, which determines the highest signal frequency that can be transferred through it. Determined mainly by internal device construction and the performance of the output phototransistor, typical opto-couplers with a single output phototransistor may have a bandwidth of 200 - 300kHz, while those with a Darlington pair are usually about 10 times lower, at around 20 - 30kHz.

How They're Used

Basically the simplest way to visualise an optocoupler is in terms of its two main components: the input LED and the output transistor or diac. As the two are electrically isolated, this gives a fair amount of flexibility when it comes to connecting them into circuit. All we really have to do is work out a convenient way of turning the input LED on and off, and using the resulting switching of the photo-transistor/diac to generate an output waveform or logic

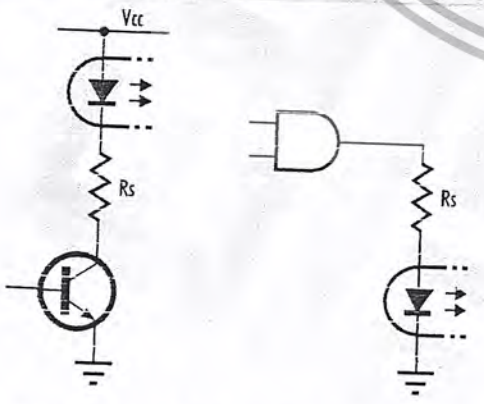


Fig.2: Typical ways of driving an opto's LED.

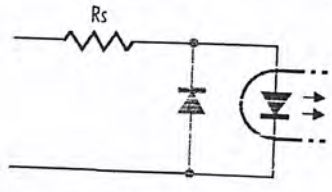


Fig.3: Protecting the LED against reverse voltage.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

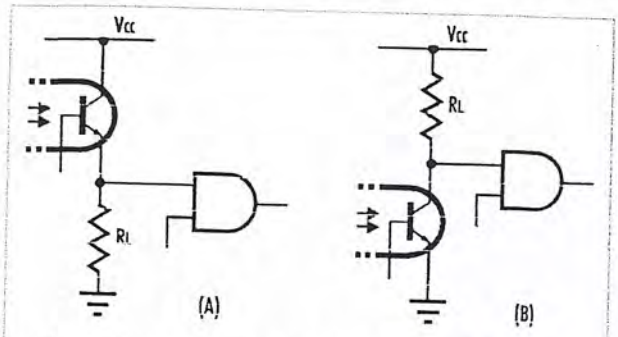


Fig.4: The output driving a gate in pull-up (A) or pull-down (B) mode.

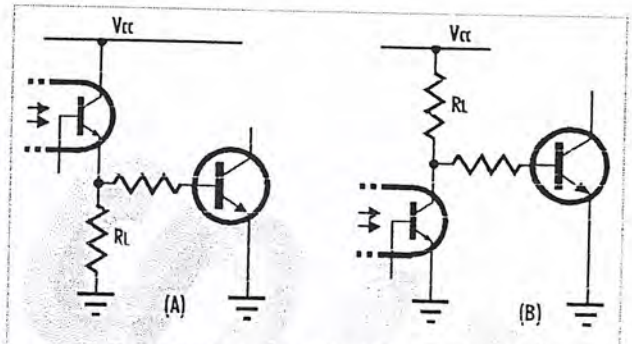


Fig.5: Driving a transistor in either pull-up (A) or pull-down (B) mode.

signal that is compatible with our output circuitry.

For example just like a discrete LED, you can drive an optocoupler's input LED from a transistor or logic gate/buffer. All that's needed is a series resistor to set the current level when the LED is turned on. And regardless of whether you use a transistor or logic buffer to drive the LED, you still have the option of driving it in 'pull down' or 'pull up' mode — see Fig.2. This means you can arrange for the LED, and hence the optocoupler, to be either 'on' or 'off' for a logic high (or low) in the driving circuitry.

In some circuits, there may be a chance that at times the driving voltage fed to the input LED could have reversed polarity (due to a swapped cable connection, for example). This can cause damage to the device, because optocoupler LEDs tend to have quite a low reverse voltage rating: typically only 3 - 5V. So if this is a possibility, a reversed-polarity diode should be connected directly across the LED as shown in Fig.3.

On the output side, there are again a number of possible connections even with a typical optocoupler of the type having a single phototransistor receiver (such as the 4N25 or 4N28). In most cases the transistor is simply connected as a light-operated switch, in series with a load resistor RL (see Fig.4). The base of the transistor is left unconnected, and the choice is between having the transistor at the top of the load resistor (Fig.4A) or at the bottom (Fig.4B) — i.e., in either pull-up or pull-down mode. This again gives plenty of flexibility for driving either logic gates or transistors, as shown in Fig.5.

If a higher bandwidth is needed, this can be achieved by using only the collector and base connections, and using the transistor as a photodiode (Fig.6A). This lowers the optocoupler's CTR and transfer gain considerably, but can increase the bandwidth to 30MHz or so. An alternative approach is still to use the output device as a photo-transistor, but tie the base down to ground (or the emitter) via a resistor Rb, to assist in removal of stored charge (Fig.6B). This can extend the opto's bandwidth usefully (although not dramatically), without lowering the CTR and transfer gain any more than is necessary. Typically you'd start with a resistor value of 1MΩ, and reduce it gradually down to about 47kΩ to see if the desired bandwidth can be reached.

A variation on the standard optocoupler with a single output phototransistor is the type having a photo-Darlington transistor pair in the output (Fig.7), such as the 6N138. As mentioned earlier this type of device gives a much higher CTR and transfer gain, but with a significant penalty in terms of bandwidth. Connecting a base tieback resistor as in Fig.7B can again allow a useful extension of bandwidth without sacrificing too much in terms of transfer gain.

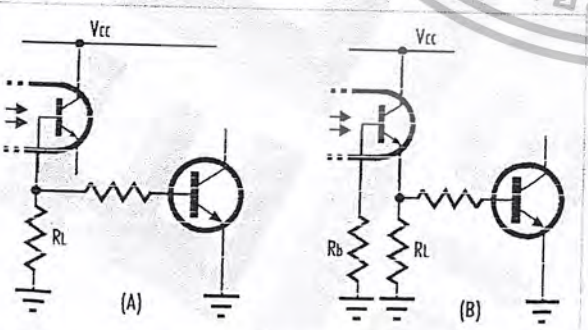


Fig.6: To increase an opto's operating speed, you can either use the output transistor's collector-base junction as a photodiode (A) or use a base resistor Rb to assist in removing carriers from the base (B).

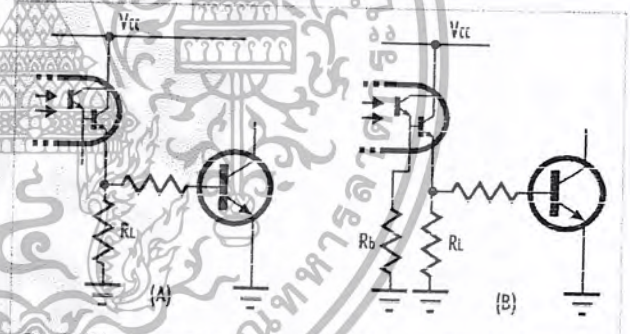


Fig.7: The two main output options with a Darlington-type opto are again either leaving the base pin floating (A), for high gain but slow operation, or (B) pulling it to ground via a resistor Rb, to trade gain for speed.

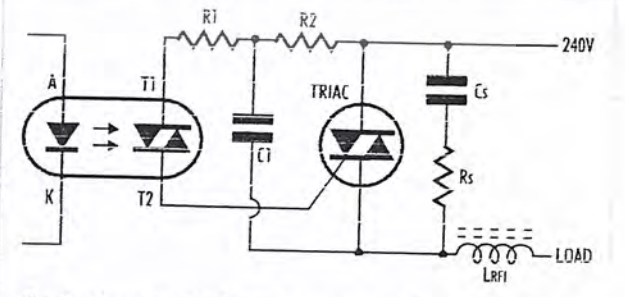


Fig.8: How a opto having an output diac is typically used to trigger a triac, for either mains switching or conduction-angle control.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

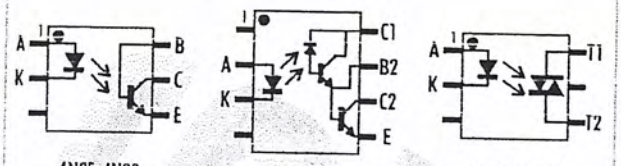
The other main type of optocoupler you'll tend to encounter is the type having an output diac or bilateral switch, and intended for use in driving a triac or SCR. Examples of these are the MOC3020 and MOC3021. Here the output side of the optocoupler is designed to be connected directly into the triggering circuit of the triac (Fig.8), where it's operating from and floating at full AC mains potential.

As you'd expect the output diac is connected into the triac gate triggering circuit in much the same way as a discrete diac. You need a filter/delay circuit before the diac (R1-2 and C1) and the usual snubber circuit across the triac (Rs, Cs) to ensure correct triggering with inductive loads. Normally you'd also need at least an RFI suppressor choke LRFI as well, plus a suitable capacitor across the load.

Basic performance specs for the optocouplers stocked by Electus Distribution are shown in the table at right, while their pin connections are shown at top right.

(Copyright © 2001, Electus Distribution)

Common Optocoupler Connections and Basic Specs



TYPE	ISOLATION (Viso)	INPUT LED $I_{F(max)}$	OUTPUT $V_{CE(max)}$	CTRmin (@ IF)	BANDWIDTH (kHz)
4N25	5300Vrms	80mA	7V	20% (10mA)	300
4N28	5300Vrms	80mA	7V	10% (10mA)	300
6N138	2500Vrms	20mA	7V	300% (1.6mA)	~20
MOC3020	7500Vpk	50mA	Voff = 400V	(Trig. @ 30mA)	—
MOC3021	7500Vpk	50mA	Voff = 400V	(Trig. @ 15mA)	—

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

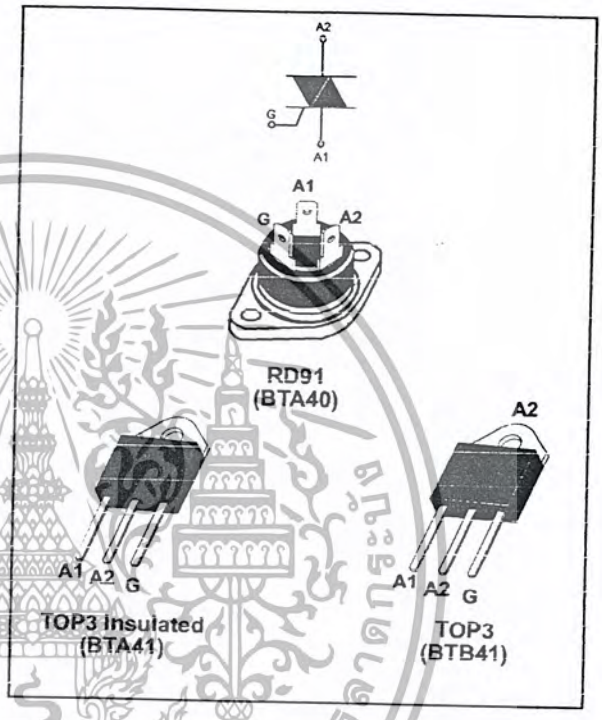
BTA40 and BTA/BTB41 Series

STANDARD

40A TRIACs

MAIN FEATURES:

Symbol	Value	Unit
$I_{T(RMS)}$	40	A
V_{DRM}/V_{RRM}	600 and 800	V
$I_{GT\ (Q_1)}$	50	mA



DESCRIPTION

Available in high power packages, the BTA/BTB40-41 series is suitable for general purpose AC power switching. They can be used as an ON/OFF function in applications such as static relays, heating regulation, water heaters, induction motor starting circuits, welding equipment... or for phase control operation in high power motor speed controllers, soft start circuits...

Thanks to their clip assembly technique, they provide a superior performance in surge current handling capabilities.

By using an internal ceramic pad, the BTA series provides voltage insulated tab (rated at 2500 V RMS) complying with UL standards (File ref.: E81734).

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Symbol	Parameter			Value	Unit
$I_{T(RMS)}$	RMS on-state current (full sine wave)	RD91 TOP3 TOP3 Ins.	Tc = 80°C Tc = 95°C	40	A
I_{TSM}	Non repetitive surge peak on-state current (full cycle, Tj initial = 25°C)	F = 60 Hz F = 50 Hz	t = 16.7 ms t = 20 ms	420 400	A
I^2t	I^2t Value for fusing	tp = 10 ms		880	A^2s
dI/dt	Critical rate of rise of on-state current $I_G = 2 \times I_{GT}$, tr ≤ 100 ns	F = 120 Hz	Tj = 125°C	50	A/µs
V_{DSM}/V_{RSM}	Non repetitive surge peak off-state voltage	tp = 10 ms	Tj = 25°C	V_{DRM}/V_{RRM} + 100	V
I_{GM}	Peak gate current	tp = 20 µs	Tj = 125°C	8	A
$P_{G(AV)}$	Average gate power dissipation		Tj = 125°C	1	W
T_{stg} T_j	Storage junction temperature range Operating junction temperature range			- 40 to + 150 - 40 to + 125	°C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (Tj = 25°C, unless otherwise specified)

Symbol	Test Conditions	Quadrant		Value	Unit
I_{GT} (1)	V_D = 12 V R_L = 33 Ω	I - II - III IV	MAX.	50 100	mA
V_{GT}		ALL	MAX.	1.3	V
V_{GD}	$V_D = V_{DRM}$ R_L = 3.3 kΩ Tj = 125°C	ALL	MIN.	0.2	V
I_H (2)	I_T = 500 mA		MAX.	80	mA
I_L	I_G = 1.2 I_{GT}	I - III - IV	MAX.	70	mA
		II		160	
dV/dt (2)	V_D = 67 % V_{DRM} gate open Tj = 125°C		MIN.	500	V/µs
(dV/dt)c (2)	(dI/dt)c = 20 A/ms Tj = 125°C		MIN.	10	V/µs

STATIC CHARACTERISTICS

Symbol	Test Conditions			Value	Unit
V_{TM} (2)	I_{TM} = 60 A tp = 380 µs	Tj = 25°C	MAX.	1.55	V
V_{to} (2)	Threshold voltage	Tj = 125°C	MAX.	0.85	V
R_d (2)	Dynamic resistance	Tj = 125°C	MAX.	10	mΩ
I_{DRM}	$V_{DRM} = V_{RRM}$	Tj = 25°C	MAX.	5	µA
I_{RRM}		Tj = 125°C		5	mA

Note 1: minimum IGT is guaranted at 5% of IGT max.

Note 2: for both polarities of A2 referenced to A1

THERMAL RESISTANCES

Symbol	Parameter		Value	Unit
$R_{th(j-c)}$	Junction to case (AC)	RD91 (Insulated) TOP3	0.9	°C/W
		TOP3 Insulated	0.6	
$R_{th(j-a)}$	Junction to ambient	TOP3	50	°C/W
		TOP3 Insulated		

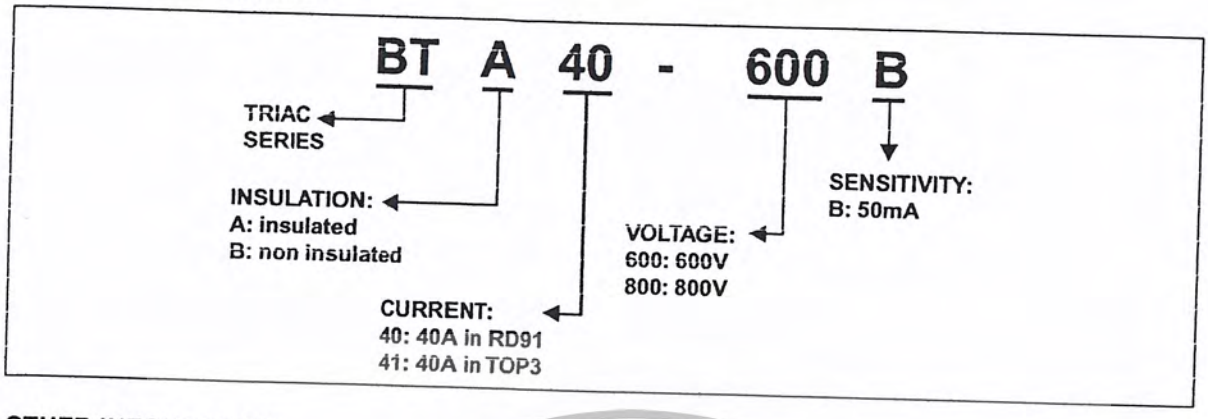
PRODUCT SELECTOR

Part Number	Voltage (xxx)		Sensitivity	Type	Package
	600 V	800 V			
BTA40-xxxB	X	X	50 mA	Standard	RD91
BTA/BTB41-xxxB	X	X	50 mA	Standard	TOP3

BTB: Non insulated TOP3 package

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ORDERING INFORMATION



OTHER INFORMATION

Part Number	Marking	Weight	Base quantity	Packing mode
BTA40-xxxB	BTA40xxxB	20.0 g	25	Bulk
BTA/BTB41-xxxB	BTA/BTB41xxxB	4.5 g	120	Bulk

Note: xxx= voltage

Fig. 1: Maximum power dissipation versus RMS on-state current (full cycle).

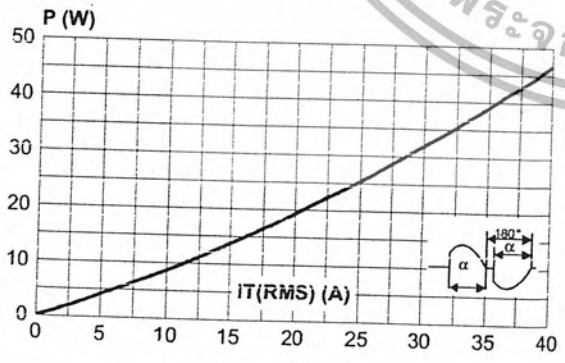
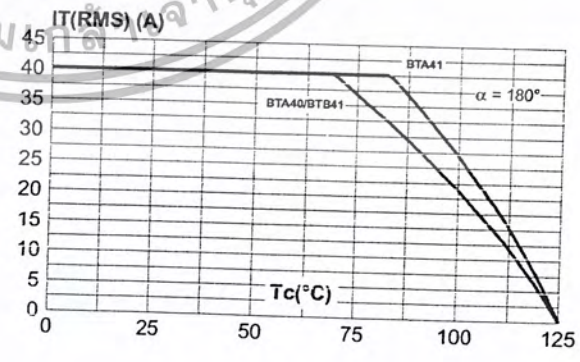


Fig. 2: RMS on-state current versus case temperature (full cycle).



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Fig. 3: Relative variation of thermal impedance versus pulse duration.

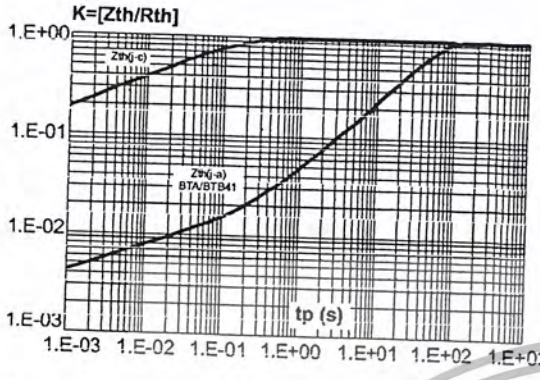


Fig. 4: On-state characteristics (maximum values).

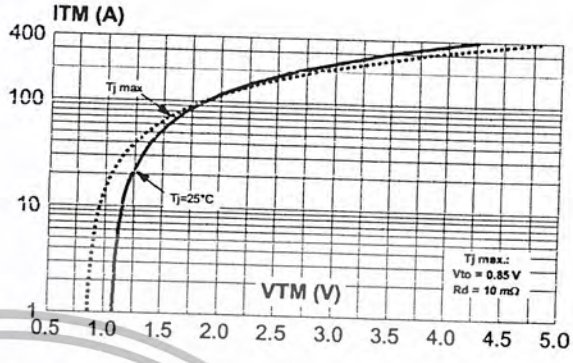


Fig. 5: Surge peak on-state current versus number of cycles.

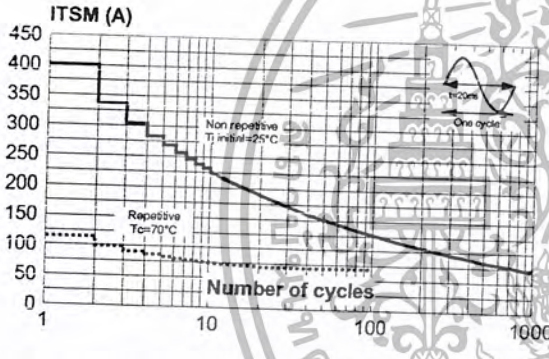


Fig. 6: Non-repetitive surge peak on-state current for a sinusoidal pulse with width tp < 10 ms, and corresponding value of I^2t.

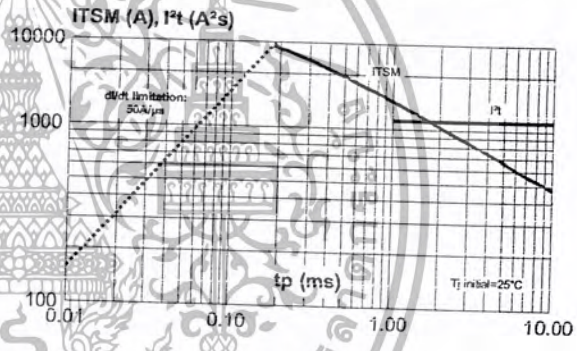


Fig. 7: Relative variation of gate trigger current, holding current and latching current versus junction temperature (typical values).

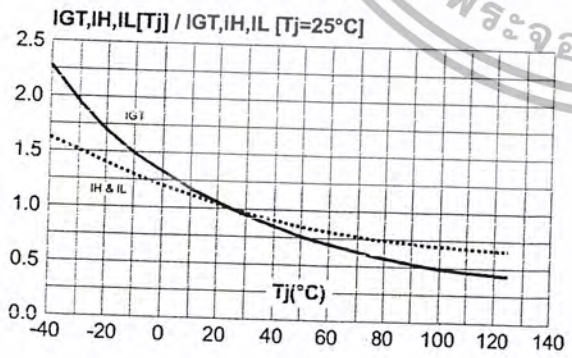
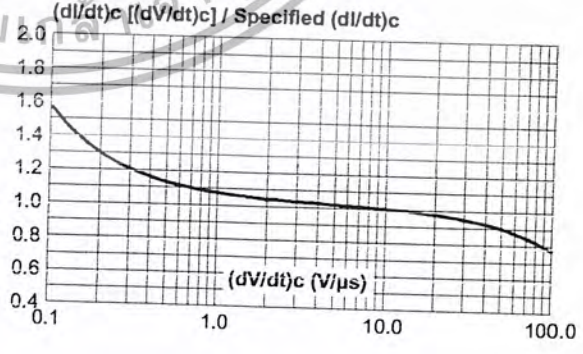
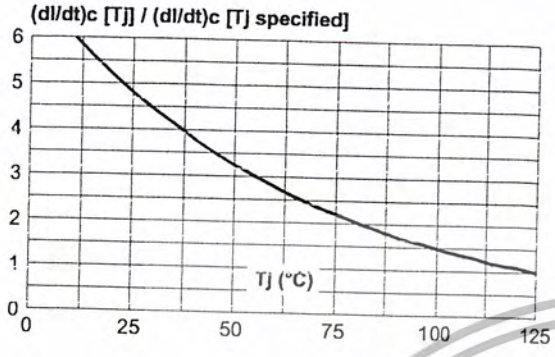


Fig. 8: Relative variation of critical rate of decrease of main current versus (dV/dt)c (typical values).



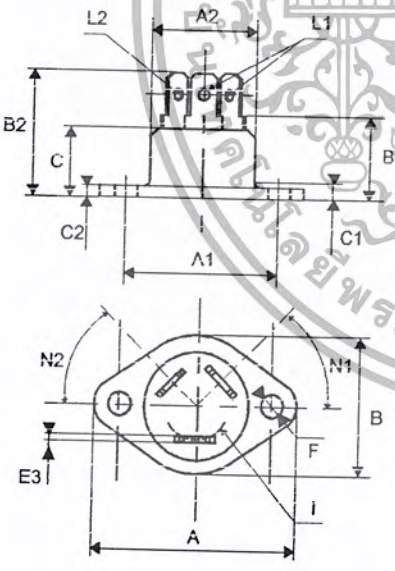
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Fig. 9: Relative variation of critical rate of decrease of main current versus junction temperature.



PACKAGE MECHANICAL DATA

RD91 (Plastic)

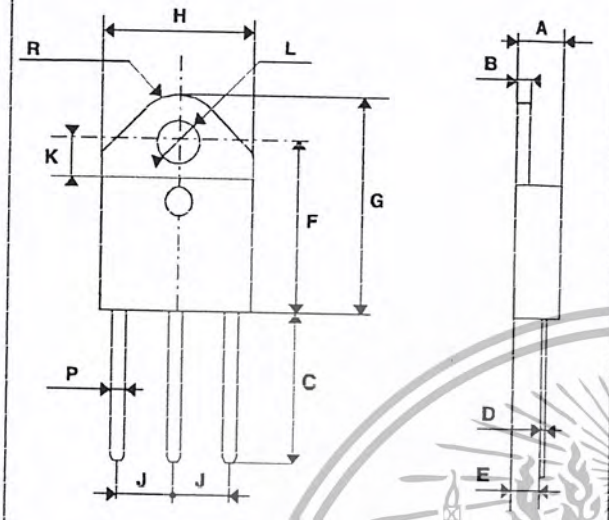


REF.	DIMENSIONS			
	Millimeters		inches	
	Min.	Max.	Min.	Max.
A		40.00		1.575
A1	29.90	30.30	1.177	1.193
A2		22.00		0.867
B		27.00		1.063
B1	13.50	16.50	0.531	0.650
B2		24.00		0.945
C		14.00		0.551
C1		3.50		0.138
C2	1.95	3.00	0.077	0.118
E3	0.70	0.90	0.027	0.035
F	4.00	4.50	0.157	0.177
I	11.20	13.60	0.441	0.535
L1	3.10	3.50	0.122	0.138
L2	1.70	1.90	0.067	0.075
N1	33°	43°	33°	43°
N2	28°	38°	28°	38°

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PACKAGE MECHANICAL DATA

TOP3 Ins.(Plastic)



REF.	DIMENSIONS					
	Millimeters			inches		
	Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.
A	4.4		4.6	0.173		0.181
B	1.45		1.55	0.057		0.061
C	14.35		15.60	0.565		0.614
D	0.5		0.7	0.020		0.028
E	2.7		2.9	0.106		0.114
F	15.8		16.5	0.622		0.650
G	20.4		21.1	0.815		0.831
H	15.1		15.5	0.594		0.610
J	5.4		5.65	0.213		0.222
K	3.4		3.65	0.134		0.144
L	4.08		4.17	0.161		0.164
P	1.20		1.40	0.047		0.055
R		4.60			0.181	

Information furnished is believed to be accurate and reliable. However, STMicroelectronics assumes no responsibility for the consequences of use of such information nor for any infringement of patents or other rights of third parties which may result from its use. No license is granted by implication or otherwise under any patent or patent rights of STMicroelectronics. Specifications mentioned in this publication are subject to change without notice. This publication supersedes and replaces all information previously supplied. STMicroelectronics products are not authorized for use as critical components in life support devices or systems without express written approval of STMicroelectronics.

© The ST logo is a registered trademark of STMicroelectronics
All other names are the property of their respective owners.
© 2003 STMicroelectronics - All Rights Reserved

STMicroelectronics GROUP OF COMPANIES
Australia - Belgium - Brazil - Canada - China - Czech Republic - Finland - France - Germany - Hong Kong - India - Israel - Italy - Japan - Malaysia - Malta - Morocco - Singapore - Spain - Sweden - Switzerland - United Kingdom - United States
www.st.com

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้