สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

เครื่องวัดความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิแบบบันทึกค่าได้

HUMIDITY AND TEMPERATURE DATA LOGGER

นายกิตติพงศ์ จาดขำ
นายเตชนิธิ วงศ์สิโรจน์กุล
นายทรงพล อารีรัตนเวช

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 104082
วัน,เดือน,ปี 2 8 ต.ค. 2552

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

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดคุม
ภาควิชาวิศวกรรมการวัดคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2551

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

HUMIDITY AND TEMPERATURE DATA LOGGER

KITTIPONG JADKHAM

TACHANITHI WONGSIROJKUL

SONGPOL AREERUTTANAWAT

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

BACHELOR OF ENGINEERING IN INSTRUMENTATION ENGINEERING

DEPARTMENT OF INSTRUMENTTATION ENGINEERING

FACULTY OF EMGINEERING

KINGMONGKUT'S INSTITUE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2008

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดคุม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

.....

หัวข้อปริญญานิพนธ์	เครื่องวัดความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิแบบบันทึกค่าได้			
	HUMIDITY AND TEMPERATURE DATA LOGGER			
นักศึกษาผู้จัดทำ	นายกิตติพงศ์	จาดขำ	**รหัสนักศึกษา**	48010051
	นายเตชนิธิ	วงศ์สิโรจน์กุล	**รหัสนักศึกษา**	48010302
	นายทรงพล	อารีรัตนเวช	**รหัสนักศึกษา**	48010308
ปริญญานิพนธ์	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต			
สาขาวิชา	วิศวกรรมการวัดคุม			
ปีการศึกษา	2551			

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์	ลายมือชื่อ
อาจารย์สุธรรม สัทธรรมสกุล	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	เครื่องวัดความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิแบบบันทึกค่าได้			
	HUMIDITY AND TEMPERATURE DATA LOGGER			
นักศึกษาผู้จัดทำ	นายกิตติพงศ์	จาดขำ	**รหัสนักศึกษา**	48010051
	นายเตชนิธิ	วงศ์สิโรจน์กุล	**รหัสนักศึกษา**	48010302
	นายทรงพล	อารีรัตนเวช	**รหัสนักศึกษา**	48010308
อาจารย์ที่ปรึกษา	อ.สุธรรม	สัทธรรมสกุล		
ปีการศึกษา	2551			

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้นำเสนอโครงงานเครื่องวัดความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิแบบบันทึกค่าได้ โดยส่วนประกอบหลักของตัวเครื่องจะประกอบไปด้วย เซ็นเซอร์ตรวจวัดค่าความชื้นและอุณหภูมิ หน่วยความจำภายนอก จอแสดงผลแบบตัวอักษร จอแสดงผลแบบกราฟฟิค ปุ่มที่ใช้สำหรับเลือกฟังก์ชันการทำงาน และส่วนวงจรสร้างฐานเวลาจริง (Real Time Clock) ซึ่งอุปกรณ์ดังกล่าวควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ สามารถแสดงค่าเปอร์เซ็นความชื้น อุณหภูมิ และวันเวลา ณ ขณะนั้นบนหน้าจอแสดงผล รวมถึงมีการบันทึกค่าเปอร์เซ็นความชื้น และ/หรือ อุณหภูมิ พร้อมทั้งวันที่และเวลาเมื่อค่าทั้งสองมีการเปลี่ยนแปลง โดยสามารถดูข้อมูลการเปลี่ยนแปลงย้อนหลังผ่านทางจอแสดงผลได้ทั้งในแบบของตัวอักษรและแบบกราฟิกเพื่อความสะดวกในการนำไปวิเคราะห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Humidity and Temperature Data Logger	
Authors	Mr.Kittipong	Jadkham
	Mr.Tachanithi	Wongsirotkul
	Mr.Songpol	Areeruttanawat
Thesis Advisor	Mr.Sutham	Sattathamsakul
Year	2008	

ABSTRACT

This project proposed the humidity and temperature data logger controlled. It consist of humidity and temperature sensor, memory, LCD text, LCD Graphic, button for selected functions and the real time clock that controlled by microcontroller. It can display the humidity and/or temperature at the present time on the LCD display and recorded the humidity and temperature to include date and time when these values were changed. It can show the history of variations on the LCD display both in text mode or graphic mode for easy to use.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีซึ่งผู้จัดทำได้รับความกรุณาจาก อาจารย์สุธรรม สัทธรรมสกุล อาจารย์ที่ปรึกษา ที่ได้ให้ความกรุณาให้ความอนุเคราะห์อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับทดลองในปริญญานิพนธ์ และให้คำแนะนำ คำปรึกษา ตลอดจนแนวความคิดต่าง ๆ ในการปรับปรุง แก้ไขงานและการทดลองตลอดจนอาจารย์ทุกท่านที่ได้อบรมให้ความรู้ ทำให้สามารถนำความรู้ที่ได้เรียนมาใช้ในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ซึ่งผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ด้วย

คณะผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....II

กิตติกรรมประกาศ.....III

สารบัญ.....IV

สารบัญตาราง.....VI

สารบัญรูป.....VII

บทที่ 1 บทนำ.....1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงงาน.....1

1.2 วัตถุประสงค์.....1

1.3 ขอบเขตของโครงงาน.....1

1.4 ขั้นตอนการทำงาน.....2

1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ.....2

บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....3

2.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller).....3

2.1.1 โครงสร้างและรายละเอียด.....3

2.1.2 การจัดขาของไมโครคอนโทรลเลอร์.....3

2.1.3 การสื่อสารข้อมูลอนุกรม.....5

2.1.4 รูปแบบของข้อมูลอนุกรม.....6

2.1.5 ริจิสเตอร์ที่เกี่ยวข้องในการสื่อสารข้อมูลอนุกรม.....6

2.1.5.1 รีจิสเตอร์ SBUF.....6

2.1.5.2 รีจิสเตอร์ SCON.....7

2.1.5.3 รีจิสเตอร์ PCON.....8

2.1.6 การจัดการข้อมูลอนุกรมของ MCS-51.....8

2.1.7 กระบวนการรับและส่งข้อมูลอนุกรม.....9

2.1.7.1 พอร์ตอนุกรมโหมด 0.....10

2.1.7.2 พอร์ตอนุกรมโหมด 1.....11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.1.7.3 พอร์ตอนุกรมโหมด 2 และ 3.....12

2.1.8 การกำหนดความเร็วในการรับและส่งข้อมูลอนุกรม.....12

2.1.9 การแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์หลายตัว.....13

2.1.10 ขั้นตอนการสื่อสารระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์หลายตัว.....15

2.1.11 หน่วยความจำข้อมูล (Data memory).....15

2.2 เซ็นเซอร์วัดความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิ.....16

2.2.1 คุณสมบัติของเซ็นเซอร์ SHT-15.....16

2.2.2 ขาสัญญาณสำหรับการสื่อสารข้อมูลของตัวเซ็นเซอร์.....17

2.2.3 การส่งคำสั่งในการทำงานของเซ็นเซอร์.....17

2.2.4 รีเซ็ตการเชื่อมต่อ (Connection reset sequence).....18

2.2.5 ขั้นตอนการอ่านอุณหภูมิและความชื้น.....18

2.2.6 การคำนวณค่าอุณหภูมิ.....19

2.2.7 การคำนวณค่าความชื้นสัมพัทธ์.....19

2.3 จอแสดงผลแบบแสดงตัวอักษรขนาด 16 ตัวอักษร 4 บรรทัด (LCD 16x4).....20

2.3.1 รายละเอียดเกี่ยวกับโมดูลแอลซีดี.....21

2.3.2 โครงสร้างภายในของตัวควบคุมโมดูลแอลซีดี.....21

2.3.3 การเขียนคำสั่งและข้อมูลให้แก่แอลซีดีโมดูล.....22

2.3.4 จังหวะการทำงานของแอลซีดีโมดูล.....22

2.4 จอแสดงผลแบบกราฟฟิคขนาด 128x64 จุด.....24

2.5 การสร้างฐานเวลาจริง (Real Time Clock).....26

2.5.1 การต่อใช้งานไอซีฐานเวลาจริงกับไมโครคอนโทรลเลอร์.....27

2.5.2 การรับส่งข้อมูลแบบ I^2C.....28

2.5.3 การเขียนและอ่านข้อมูลของไอซีฐานเวลาจริง (Real Time Clock).....29

2.5.3.1 การเขียนข้อมูล.....29

2.5.3.2 การอ่านข้อมูล.....30

2.5.4 รีจิสเตอร์ควบคุมการทำงานของไอซีฐานเวลาจริง (Real Time Clock).....30

บทที่ 3 การออกแบบ.....32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.1 ส่วนประกอบโดยรวมของฮาร์ดแวร์.....32
3.2 ส่วนเชื่อมต่อเซ็นเซอร์กับไมโครคอนโทรลเลอร์.....33
3.3 การต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ใช้งานร่วมกับหน่วยความจำข้อมูลภายนอก.....34
3.4 การต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ใช้งานร่วมกับไอซีฐานเวลาจริง (Real Time Clock)....35
3.5 การต่อใช้งานในส่วนของจอแสดงผล.....36

บทที่ 4 การใช้งาน.....38
4.1 การทำงานในรูปแบบการวัดแบบปกติ.....38
4.2 ฟังก์ชันการทำงานของตัวอุปกรณ์.....39
4.2.1 Log (Text Mode).....39
4.2.2 Graphic Mode.....41
4.2.3 Setting.....42
4.2.3.1 Set Date.....43
4.2.3.2 Set Time.....45
4.2.3.3 Reset Logger.....48

บทที่ 5 การทดลองและผลการทดลอง.....49
5.1 การทดลองเปรียบเทียบค่าที่ทำการวัดได้จากอุปกรณ์.....49
5.2 ผลการทดลอง.....51

บทที่ 6 สรุปผลและข้อเสนอแนะ.....53
6.1 สรุปผล.....53
6.2 ข้อเสนอแนะ.....54

บรรณานุกรม.....55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

ภาคผนวก.....56

ภาคผนวก ก Datasheet ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับเครื่องวัดความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิแบบบันทึกค่าได้

ภาคผนวก ข Source Code ของซอฟแวร์ที่ได้พัฒนาขึ้น โดยใช้ภาษาซี และ แอสแซมบลี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 การเลือกโหมดการทำงานของการสื่อสารข้อมูลอนุกรม.....7
2.2 รายละเอียดของการทำงานในโหมดต่างๆของการสื่อสารข้อมูลอนุกรม.....10
2.3 สภาวะที่ทำให้เกิดการย้ายข้อมูลไปเก็บยังรีจิสเตอร์ SBUF.....12
2.4 รายละเอียดคำสั่งและข้อมูลสำหรับควบคุมการทำงานของเซนเซอร์ SHT-15.....17
2.5 แสดงค่าเวลาที่เซ็นเซอร์ SHT-15 ต้องใช้ในการประมวลผลข้อมูล.....18
2.6 การกำหนดค่าคงที่ทางอุณหภูมิตัวที่ 1 และ 2 เพื่อคำนวณค่าอุณหภูมิจริงที่วัดได้.....19
2.7 การกำหนดค่าคงที่ซึ่งต้องใช้ในการคำนวณค่าความชื้นสัมพัทธ์จริงที่วัดได้.....20
2.8 การควบคุมความถี่ออสซิลเลเตอร์ด้วยการเซตบิต RS1, RS0.....31
5.1 แสดงผลการวัดค่าอุณหภูมิเปรียบเทียบกับอุปกรณ์วัดมาตรฐาน.....51
5.2 แสดงผลการวัดค่าความชื้นสัมพัทธ์เปรียบเทียบกับอุปกรณ์วัดมาตรฐาน.....51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ **หน้า**

2.1 ขาและพอร์ตต่างๆ ของ MCS-51.....5

2.2 การเชื่อมต่อระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์หลายตัว.....14

2.3 การต่อใช้งานหน่วยความจำข้อมูลภายนอก (External Data RAM).....16

2.4 ลักษณะของเซนเซอร์ SHT-15 และขาสำหรับต่อใช้งาน.....16

2.5 รูปแบบสัญญาณกระตุ้นผ่านขาสัญญาณ SCK และ DATA (Transmission start).....17

2.6 สัญญาณรีเซตและการสร้างสภาวะเริ่มต้นการส่งสัญญาณ.....18

2.7 ภาพแอลซีดีโมดูลขนาด 16x4.....21

2.8 ลำดับการทำงานของจอ LCD.....23

2.9 ภาพจอแอลซีดีกราฟฟิคขนาด 128x64 จุด.....25

2.10 ลำดับการทำงานของจอ Graphic LCD.....26

2.11 ตำแหน่งขาไอซี RTC DS1307.....27

2.12 การเชื่อมต่อ DS1307 เข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วยระบบบัสแบบ I^2C.....28

2.13 การรับส่งข้อมูลผ่านบัสI^2C.....29

2.14 การเขียนข้อมูลอุปกรณ์ Slave ผ่านบัส I^2C.....30

2.15 การอ่านข้อมูลจากอุปกรณ์ Slave ผ่านบัส I^2C.....30

2.16 รีจิสเตอร์ภายในไอซีฐานเวลา DS1307.....31

3.1 ส่วนประกอบหลักของฮาร์ดแวร์ทั้งหมด.....32

3.2 แผนภาพการทำงานโดยรวมของระบบ.....33

3.3วงจรรับและส่งค่าระหว่างเซ็นเซอร์กับไมโครคอนโทรลเลอร์.....34

3.4 การต่อไมโครคอนโทรลเลอร์กับหน่วยความจำภายนอก.....35

3.5 การต่อไมโครคอนโทรลเลอร์กับไอซีฐานเวลา.....36

3.6 การต่อใช้งานในส่วนของจอแสดงผล.....37

4.1 (ก) อุปกรณ์ที่ได้ทำการออกแบบไว้.....38

(ข) อุปกรณ์ที่ได้สร้างขึ้น

4.2 (ก) ฟังก์ชันการทำงานในโหมดต่าง ๆ 39

(ข) ฟังก์ชันการใช้งานจากชิ้นงาน

4.3 (ก) การเรียกดูข้อมูลย้อนหลัง (ข้อมูลที่ได้บันทึกไว้ก่อน).....40

(ข) การเรียกดูข้อมูลย้อนหลัง (ข้อมูลที่ได้บันทึกไว้ก่อน) จากชิ้นงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

4.4 (ก) การเรียกดูข้อมูลย้อนหลัง (ข้อมูลที่ได้บันทึกไว้ทีหลัง).....40

(ข) การเรียกดูข้อมูลย้อนหลัง (ข้อมูลที่ได้บันทึกไว้ทีหลัง) จากชิ้นงาน

4.5 (ก) ข้อมูลที่ถูกบันทึกไว้คนละวันเมื่อทำการเรียกดูข้อมูลย้อนหลัง.....41

(ข) ข้อมูลที่ถูกบันทึกไว้คนละวันเมื่อทำการเรียกดูข้อมูลย้อนหลังจากชิ้นงานจริง

4.6 (ก) การนำเสนอข้อมูลในรูปแบบของกราฟ.....42

(ข) การนำเสนอข้อมูลในรูปแบบของกราฟจากชิ้นงานจริง

4.7 (ก) รูปแบบของฟังก์ชันในโหมดของฟังก์ชัน Setting.....43

(ข) รูปแบบของฟังก์ชันในโหมดของฟังก์ชัน Setting ของชิ้นงานจริง

4.8 (ก) รูปแบบของฟังก์ชันย่อย Set Date.....44

(ข) รูปแบบของฟังก์ชันย่อย Set Date ของชิ้นงานจริง

4.9 (ก) ฟังก์ชันการตั้งค่าวันที่.....44

(ข) ฟังก์ชันการตั้งค่าวันที่ของชิ้นงานจริง

4.10 (ก) ฟังก์ชันการตั้งค่าเดือน.....45

(ข) ฟังก์ชันการตั้งค่าเดือนของชิ้นงานจริง

4.11 (ก) ฟังก์ชันการตั้งค่าปี.....45

(ข) ฟังก์ชันการตั้งค่าปีของชิ้นงานจริง

4.12 (ก) รูปแบบของฟังชั่นย่อย Set Time.....46

(ข) รูปแบบของฟังชั่นย่อย Set Time ของชิ้นงานจริง

4.13 (ก) ฟังก์ชันการตั้งค่าเวลาในหน่วยชั่วโมง.....47

(ข) ฟังก์ชันการตั้งค่าเวลาในหน่วยชั่วโมงของชิ้นงานจริง

4.14 (ก) ฟังก์ชันการตั้งค่าเวลาในหน่วยนาที.....47

(ข) ฟังก์ชันการตั้งค่าเวลาในหน่วยนาทีของชิ้นงานจริง

4.15 (ก) ฟังก์ชันการตั้งค่าเวลาในหน่วยวินาที.....48

(ข) ฟังก์ชันการตั้งค่าเวลาในหน่วยวินาทีของชิ้นงานจริง

5.1 HUMIDITY AND TEMPERATURE DATA LOGGER.....49

5.2 FLUKE 52 K/J THERMOMETER.....50

5.3 DENKI HYGROMETER.....50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงงาน

ในปัจจุบันอุปกรณ์วัดความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมินั้น ที่มีจำหน่ายอยู่ทั่วไปนั้นมีให้เลือกในหลายระดับราคา มีตั้งแต่ในหลักพันบาทจนถึงหลักหลายหมื่นบาท ขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพและความสามารถของอุปกรณ์นั้น ๆ โดยถ้าเป็นอุปกรณ์ที่มีราคาอยู่ในระดับพันต้น ๆ จะสามารถแสดงค่าในขณะนั้น ๆ หรืออาจมีการเก็บบันทึกค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดเก็บไว้ ซึ่งสามารถเรียกดูได้ภายหลัง แต่ถ้าต้องการที่จะทราบถึง การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ เพื่อนำมาใช้ในการวิเคราะห์ อาจต้องเลือกซื้ออุปกรณ์ในระดับราคาหลักหมื่นบาทขึ้นไป ซึ่งในบางครั้งอาจเป็นการลงทุนที่สูงเกินไป สำหรับงานบางอย่างอาจไม่คุ้มค่ากับการลงทุน ทำให้เกิดแนวความคิดที่จะสร้างและพัฒนาเครื่องวัดความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิ ที่สามารถบันทึกข้อมูลการเปลี่ยนแปลง ค่าของความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิที่เกิดขึ้นได้ โดยใช้ต้นทุนในการทำที่ไม่สูงนัก

1.2 วัตถุประสงค์

เครื่องวัดความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิแบบบันทึกค่าได้ ต้องมีการเก็บบันทึกข้อมูลทุกครั้งที่มีการเปลี่ยนแปลงค่าของความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิ โดยสามารถที่จะตรวจสอบข้อมูลของการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นย้อนหลังได้ ทั้งในรูปแบบของข้อมูลแบบตัวอักษรและแบบกราฟ เพื่อแสดงให้เห็นถึงแนวโน้มการเปลี่ยนของความชื้นและอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงไป

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1. แสดงค่าของความชื้นสัมพัทธ์ในหน่วยเปอร์เซ็นต์
2. แสดงค่าของอุณหภูมิในหน่วยองศาเซลเซียส
3. แสดงค่าความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิที่วัดพร้อมทั้งวันที่และเวลา ณ ขณะนั้นที่หน้าจอแสดงผลขณะที่ทำงานอยู่ในโหมดของการเก็บบันทึกข้อมูล
4. มีการเก็บบันทึกค่าข้อมูลทุกครั้งที่ค่าข้อมูล มีการเปลี่ยนแปลงค่าความชื้นสัมพัทธ์ และ/หรือ อุณหภูมิ โดยมีการบันทึกวันที่และเวลาขณะที่เกิดการเปลี่ยนแปลงนั้นๆ ด้วย
5. แสดงข้อมูลที่มีการบันทึกไว้ ในรูปแบบของตัวอักษรซึ่งระบุถึงค่าความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิ พร้อมทั้งวันที่และเวลาที่ทำการตรวจวัดได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. สามารถแสดงข้อมูลที่มีการบันทึกไว้ในรูปแบบของกราฟ โดยแยกกันแสดงระหว่างค่าความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิ โดยต้องมีค่าที่เป็นตัวเลขกำกับ พร้อมวันที่และเวลาที่ทำการตรวจวัดได้แสดงร่วมด้วย

1.4 ขั้นตอนการทำงาน

1. ศึกษาทำความเข้าใจเกี่ยวกับโครงสร้าง และ หลักการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

2. ศึกษาการเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรเลอร์ MCS-51

3. ศึกษาทำความเข้าใจเกี่ยวกับโครงสร้าง และการเขียนโปรแกรมเพื่อติดต่อส่งผ่านข้อมูลกันระหว่างตัวไมโครคอนโทรลเลอร์กับไอซีฐานเวลา (Real Time Clock)

4. ศึกษาทำความเข้าใจเกี่ยวกับโครงสร้างการทำงาน และการเขียนโปรแกรมควบคุมของไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่ออ่านค่าข้อมูลจากตัวเซนเซอร์วัดความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิ

5. ศึกษาทำความเข้าใจเกี่ยวกับโครงสร้างการทำงาน และการเขียนโปรแกรมควบคุมของไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อสั่งให้เกิดการแสดงผลของข้อมูลที่เก็บบันทึกไว้ที่จอภาพแสดงผลแบบตัวอักษร และ จอภาพแสดงผลแบบกราฟิก

6. ออกแบบโครงสร้างและการเชื่อมต่อของอุปกรณ์ในแต่ละส่วน

7. สร้างตัวเครื่องและเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงาน

8. ทำการทดสอบและแก้ไขข้อบกพร่อง

9. ทำการนำเสนอโครงงาน

1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้เรียนรู้โครงสร้างและวิธีการเขียนโปรแกรมควบคุมบนไมโครคอนโทรลเลอร์

2. ได้ศึกษาโครงสร้างการเชื่อมต่อและการเขียนโปรแกรมควบคุมเพื่อติดต่อกันระหว่างตัวอุปกรณ์แต่ละชนิด กับไมโครคอนโทรลเลอร์

3. ได้ฝึกทักษะ การวางแผนการทำงานอย่างมีลำดับและขั้นตอน

4. ทำให้เกิดแนวคิดในการนำอุปกรณ์ชนิดต่าง ๆ มาประยุกต์ใช้งาน

5. อุปกรณ์ที่ทำการออกแบบ และสร้างสามารถทำงานได้ตามผลที่คาดไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller)

2.1.1 โครงสร้างและรายละเอียด

ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้ศึกษาโครงงานนี้ เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ของบริษัท Atmel Corporation ตระกูล MCS-51 เบอร์AT89C51RC มีคุณสมบัติ ดังนี้

- เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้ซีพียูแบบ 8 บิต
- มีหน่วยความจำภายในสำหรับโปรแกรมแบบแฟลช (flash memory) ขนาด 20 กิโลไบต์ สามารถลบและเขียนใหม่ได้นับพันครั้ง
- มีหน่วยความจำข้อมูลพื้นฐานแบบแรม (RAM) ขนาด 512 ไบต์
- ขาพอร์ตเป็นแบบสองทิศทาง (Bi-Direct) สามารถใช้งานเป็นได้ทั้ง อินพุทและเอาท์พุต
- มีวงจรสื่อสารอนุกรมแบบฟลูดูเพล็กซ์ (Full Duplex)
- มีไทเมอร์และเคาน์เตอร์ขนาด 16 บิต จำนวน 3 ตัว
- สามารถรองรับแหล่งกำเนิดอินเตอร์รัปต์ (Interrupt) ได้ 6 ประเภท
- สามารถขยายหน่วยความจำภายนอกเพิ่มเติมได้สูงสุด 64 กิโลไบต์
- มีวงจรกำหนดสัญญาณนาฬิกาอยู่ภายในตัวอุปกรณ์

2.1.2 การจัดขาของไมโครคอนโทรลเลอร์

ไมโครคอนโทรลเลอร์ในตระกูล MCS-51 จะมีโครงสร้างสถาปัตยกรรม และขาที่ใช้งานพื้นฐานเหมือนกัน โดยมีรายละเอียดดังนี้

ขา V_{CC} ใช้สำหรับต่อไฟเลี้ยง +5 โวลต์

ขา GND เป็นขากราวด์ สำหรับต่อกับกราวด์ของระบบ

ขาพอร์ต 0 (P0.0-P0.7) มี 8 ขา แต่ละขาสามารถกำหนดให้เป็นทั้งได้อินพุตและเอาท์พุต สำหรับการใช้งานทั่วไป หากต้องการกำหนดให้ขาพอร์ต 0 ขาใดขาหนึ่งเป็นอินพุตสามารถทำได้ โดยการเขียนข้อมูล “ 1 ” ไปยังแต่ละบิตของพอร์ตที่ต้องการติดต่อด้วยจะส่งผลให้ขานั้นมีสถานะปล่อยลอย (float) จึงมีอินพุตอิมพีแดนซ์สูงสามารถใช้งานเป็นขาพอร์ตอินพุตได้ นอกจากนั้นขานี้ยังถูกใช้งานในการติดต่อกับขาแอดเดรสไบต์ต่ำของหน่วยความจำภายนอก (A0-A7) และขาข้อมูล (D0-D7) โดยใช้กระบวนการมัลติเพล็กซ์เข้าช่วย เพื่อสลับการทำงานเพื่อให้เป็นได้ทั้งขาแอดเดรสและขาข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขาพอร์ต 1 (P1.0 - P1.7) มี 8 ขา แต่ละขาสามารถกำหนดให้เป็นได้ทั้งอินพุตและเอาท์พุต สำหรับใช้งานทั่วไป เช่นเดียวกันกับพอร์ต 0

ขาพอร์ต 2 (P2.0 - P2.7) มี 8 ขา แต่ละขาสามารถกำหนดให้เป็นได้ทั้งอินพุตและเอาท์พุต สำหรับการใช้งานทั่วไปได้เช่นกัน นอกจากนั้นขาพอร์ตนี้ยังถูกใช้งานติดต่อกับขาแอดเดรสไบต์สูงของหน่วยความจำภายนอก (A8-A15)

ขาพอร์ต 3 (P3.0 - P3.7) มี 8 ขา แต่ละขาสามารถกำหนดให้เป็นได้ทั้งอินพุตและเอาท์พุต นอกจากนั้นขาพอร์ต 3 ยังเป็นขาที่มีหน้าที่การใช้งานพิเศษ ดังนี้

- P3.0 ใช้เป็นขาอินพุต สำหรับรับข้อมูลจากการสื่อสารแบบอนุกรมหรือขา RxD
- P3.1 ใช้เป็นขาอินพุต สำหรับส่งข้อมูลจากการสื่อสารแบบอนุกรมหรือขา TxD
- P3.2 ใช้เป็นขาอินพุตรับสัญญาณอินเตอร์รัปต์จากภายนอกช่อง 0 หรือขา INT0
- P3.3 ใช้เป็นขาอินพุตสำหรับรับสัญญาณอินเตอร์รัปต์ จากภายนอกช่อง 1 หรือขา INT1
- P3.4 ใช้เป็นขาอินพุตสำหรับรับสัญญาณไทเมอร์จากภายนอกช่อง 0 หรือขา T0
- P3.5 ใช้เป็นขาอินพุตสำหรับรับสัญญาณไทเมอร์จากภายนอกช่อง 1 หรือขา T1
- P3.6 ใช้เป็นขาสัญญาณ WR ในกรณีที่ใช้เชื่อมต่อกับหน่วยความจำภายนอก
- P3.7 ใช้เป็นขาสัญญาณ RD ในกรณีที่ใช้เชื่อมต่อกับหน่วยความจำภายนอก

ขารีเซต (Reset) ใช้ในการเริ่มต้นการทำงานไมโครคอนโทรลเลอร์ใหม่ โดยในการป้อนสัญญาณลอจิกต่ำ เพื่อรีเซตสถานะที่ขานี้โดยจะต้องค้างอยู่ในระดับสัญญาณอยู่อย่างน้อย 2 แมชชีนไซเคิล โดยที่วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกายังคงทำงานต่อเนื่องไปอย่างเป็นปกติ

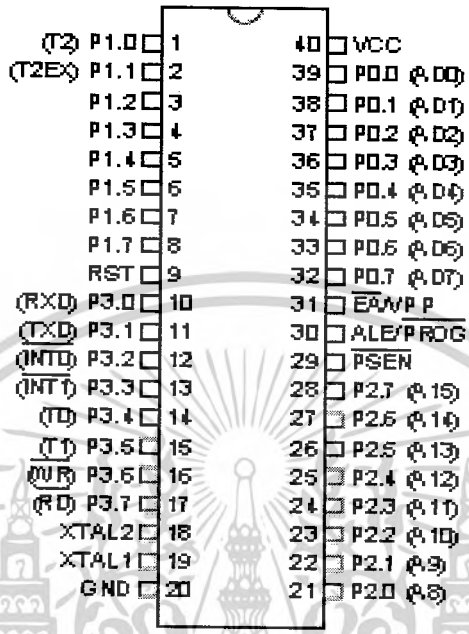
ขา ALE/PROG (Address Latch Enable/Program pulse input) เป็นขาที่ใช้ในการควบคุมการค้างของพอร์ต 0 เมื่อมีการต่อใช้งานหน่วยความจำภายนอก

ขา PSEN (Program Store Enable) ขานี้ใช้เป็นการส่งสัญญาณเพื่อร้องขอติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก เมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์ต้องการที่จะอ่านค่าข้อมูลจากหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก ตัวไมโครคอนโทรลเลอร์จะส่งสัญญาณออกมาที่ขานี้ 2 ครั้ง ในแต่ละครั้งในแต่ละแมชชีนไซเคิล แต่ถ้าหากติดต่อกับหน่วยความจำข้อมูลภายนอก ขานี้จะไม่มีการส่งสัญญาณใด ๆ ออกมา

ขา EA/V_{PP} (External Access enable/Programming voltage input) ใช้สำหรับเลือกการติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมจากภายนอก หรือภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ ถ้าหากขานี้เป็น “ 0 ” เป็นการเลือกให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก แต่ถ้าหากขานี้เป็น “ 1 ” จะเป็นการเลือกให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ ติดต่อกับหน่วยความจำภายในตัวของไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขา XTAL1 และ XTAL2 เป็นขาสำหรับต่อคริสตอลเพื่อสร้างสัญญาณนาฬิกา สำหรับการกำหนดจังหวะการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์



รูปที่ 2.1 ขาและพอร์ตต่างๆ ของ MCS-51

2.1.3 การสื่อสารข้อมูลอนุกรม

การสื่อสารข้อมูลอนุกรมเป็นการรับหรือส่งข้อมูล ในลักษณะของบิตหรือกลุ่มของบิต ครั้งละหนึ่งบิตเป็นลำดับเรื่อย ๆ ไปจนสิ้นสุด การสื่อสารแบบอนุกรมนี้จะมีข้อแตกต่างจากการสื่อสารแบบขนานเป็นอย่างมาก เนื่องจากข้อมูลสื่อสารมีการโอนย้ายมาพร้อมกัน จึงมีความจำเป็นต้องใช้เส้นสัญญาณจำนวนมากขึ้นตามจำนวนบิตของข้อมูลด้วย แต่ในการสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมนั้นต้องการเส้นสัญญาณเพียง 2 หรือ 3 เส้นเท่านั้น ดังนั้นการสื่อสารแบบขนานจึงไม่เหมาะสมในการสื่อสารกับอุปกรณ์ภายนอกเป็นระยะทางไกล ๆ เพราะจะทำให้สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายมาก ข้อเสียของการสื่อสารข้อมูลอนุกรมจะใช้เวลาในการส่งมากกว่าแบบขนาน

การสื่อสารข้อมูลอนุกรมมีรูปแบบการส่ง 2 แบบ คือ อะซิงโครนัส (Asynchronous) จะส่งข้อมูลทีละไบต์ และ ซิงโครนัส (Synchronous) เป็นการส่งข้อมูลเป็นแบบกลุ่ม ปัจจุบันมีการผลิตชิพที่สามารถทำงานได้ทั้ง 2 แบบ เรียกว่า UART (Universal Asynchronous Receiver-Transmitter) ซึ่ง MCS-51 ก็จัดเป็นชิพในประเภทนี้ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.4 รูปแบบของข้อมูลอนุกรม

วิธีการที่จะทำให้ข้อมูลสื่อสารอนุกรมมีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น จะใช้การเพิ่มเติมบิตข้อมูลบางอย่างร่วมไปกับการส่งข้อมูลจริง ได้แก่

บิตเริ่มต้น (Start Bit) มีหน้าที่บอกให้วงจรทางด้านรับ ทราบตำแหน่งเริ่มต้นของบิตข้อมูลกลุ่มใหม่เพื่อที่จะทำการปรับจังหวะของสัญญาณการรับข้อมูลให้ตรงกัน ดังนั้นบิตเริ่มต้น นี้จึงถูกเพิ่มเข้าไปก่อนมีการส่งข้อมูลจริง ซึ่งตามปกติแล้วค่าของบิตเริ่มต้นมักจะเป็นระดับลอจิกที่ตรงข้ามกับระดับลอจิกของสภาวะของสายสื่อสารเมื่อมีการส่งข้อมูล (Idle State) เช่น หากสภาวะของสายเมื่อไม่มีข้อมูลเป็นลอจิกสูง บิตเริ่มต้นก็จะเป็นลอจิกต่ำ เป็นต้น

บิตแสดงสภาวะความเป็นเลขคู่หรือเลขคี่ (Parity Bit) มีหน้าที่ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล โดยทั่วไปมักเรียกว่า บิตพาริตี้ และจะนำไปแทรกต่อท้ายบิตข้อมูล ค่าของบิตนี้ขึ้นอยู่กับค่าจำนวนของบิตข้อมูลที่มีค่าเป็น 1 ซึ่งจะเป็นได้สองลักษณะ คือ พาริตี้คู่ (Even Parity) หรือ พาริตี้คี่ (Odd Parity) ตัวอย่างเช่น ระบบที่ติดต่อกันโดยระบุว่าจะใช้พาริตี้คู่ (Even Parity) ทางด้านส่งจะนำค่าข้อมูลที่จะส่งมาพิจารณาหากจำนวนของบิตที่มีค่า 1 เป็นเลขจำนวนคู่อยู่แล้ว ค่าของบิตพาริตี้จะมีค่าเป็น 0 แต่ถ้าหากว่าจำนวนของบิตที่มีค่าเป็น 1 เป็นเลขจำนวนคี่ ค่าของพาริตี้ก็จะมีค่าเป็น 1 การพิจารณาทางด้านรับเป็นการตรวจสอบจำนวนบิตที่มีค่า 1 ของข้อมูลที่ได้รับมาทั้งหมด รวมทั้งบิตพาริตี้ ถ้ามีค่าเป็นเลขจำนวนคู่แสดงว่าข้อมูลที่ได้รับเข้ามานี้ถูกต้อง แต่หากไม่เป็นเลขจำนวนคู่แสดงว่าเกิดความผิดพลาดของข้อมูล

บิตสุดท้าย (Stop Bit) เป็นบิตที่เพิ่มเติมขึ้นเพื่อระบุถึงขอบเขตการสิ้นสุดของกลุ่มบิตข้อมูล บิตสุดท้ายนี้อาจจะมีจำนวนมากกว่าหนึ่งบิตก็ได้ คือ 1 บิต และ 2 บิต ดังนั้นกรณีของการส่งข้อมูล 8 บิตพร้อมบิตที่เพิ่มเติมเข้าไปโดยสมบูรณ์คือบิตเริ่มต้น บิตพาริตี้และบิตสุดท้าย รวมทั้งสิ้น 12 บิต หากข้อมูลถูกส่งด้วยอัตราบอด 2,400 เวลาโดยรวมในการส่งข้อมูลหนึ่งไบต์จะมีค่าเท่ากับ 12 x 416 ไมโครวินาที หรือ 4.99 มิลลิวินาที

2.1.5 รีจิสเตอร์ที่เกี่ยวข้องในการสื่อสารข้อมูลอนุกรม

2.1.5.1 รีจิสเตอร์ SBUF

ในพอร์ตอนุกรมของ MCS-51 มีรีจิสเตอร์ SBUF เพื่อใช้เป็นการติดต่อข้อมูลแบบอนุกรม เป็นรีจิสเตอร์ที่เป็นตัวเก็บข้อมูลที่จะทำการส่ง หรือ รับข้อมูลอนุกรม ซึ่งจะแยกรีจิสเตอร์ SBUF ทางด้านรับ และด้านส่งออกจากกัน การอ่านข้อมูลจากรีจิสเตอร์ SBUF จะต้องอ่านก่อนที่ข้อมูลถัดไปจะถูกรับเข้ามา เพราะถ้าไม่ทำการอ่านก่อนจะทำให้ข้อมูลเกิดการทับซ้อนกันแล้วจะทำให้ข้อมูลสูญหาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.5.2 รีจิสเตอร์ SCON

รีจิสเตอร์ SCON มีการกำหนดเพื่อใช้ในการควบคุมการทำงานของการรับ และส่งข้อมูลแบบอนุกรม มีรายละเอียดดังนี้

ชื่อบิต : SCON ตำแหน่ง : 98h ค่ากำหนดเริ่มต้น : 0000 0000

SM0	SM1	SM2	REN	TB8	RB8	TI	RI

SM0 และ SM1 เป็นบิตที่ใช้ในการเลือกโหมดการทำงานของการรับและส่งข้อมูลแบบอนุกรม ความหมายของ 2 บิตนี้เป็นดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 การเลือกโหมดการทำงานของการสื่อสารข้อมูลอนุกรม

SM0	SM1	โหมด	ลักษณะการทำงาน
0	0	0	ซิงโครนัส
0	1	1	8 บิต อะซิงโครนัส
1	0	2	9 บิต อะซิงโครนัส
1	1	3	9 บิต อะซิงโครนัส

SM2 ใช้สำหรับการติดต่อสื่อสารแบบมัลติโปรเซสเซอร์ เฉพาะในโหมด 2 และ 3 ถ้าเป็นการทำงานในโหมด 2 และ 3 ถ้า SM2 มีค่าเป็น 1 แล้ว RI (Receive Interrupt) จะไม่ทำงาน ถ้าข้อมูลบิตที่ 9 (RB8) ที่รับมาเป็น 0 ในโหมด 1 ถ้า SM2 มีค่าเป็น 1 แล้ว RI จะไม่ทำงาน ถ้าไม่ได้รับบิตหยุด (Stop Bit) ในโหมด 0 นั้น SM2 ควรจะมีค่าเป็น 0

REN เป็นแฟล็กยอมรับ (Enable) การรับข้อมูลแบบอนุกรม

- ถ้ามีค่าเป็น 1 จะยอมรับ (Enable) การรับข้อมูลแบบอนุกรม
- ถ้ามีค่าเป็น 0 จะยอมรับ (Disable) การรับข้อมูลแบบอนุกรม

TB8 เป็นข้อมูลบิตที่ 9 ซึ่งจะถูกส่งในโหมด 2 และ 3 ซึ่งให้เป็น 1 หรือ 0 สามารถเปลี่ยนด้วยโปรแกรม

RB8 เป็นข้อมูลบิตที่ 9 ที่ถูกรับเข้ามาในโหมด 2 และ 3 ในโหมด 0 จะไม่ใช้บิตนี้ ส่วนในโหมด 1 ถ้า SM0 มีค่าเป็น 0 จะกลายเป็นบิตหยุด (Stop Bit) ที่ถูกรับไป

TI (Transmit Interrupt) เป็นแฟล็กอินเตอร์รัปต์ในการส่งข้อมูล ถูกทำให้เป็น 1 โดยฮาร์ดแวร์ที่ปลายช่วงเวลาของสัญญาณบิตที่ 8 ในโหมด 0 หรือจุดเริ่มต้นของบิตหยุด (Stop Bit) ในโหมดอื่นในการส่งข้อมูลแบบอนุกรมของทุกโหมด จะต้องทำการเคลียร์บิตนี้ด้วยโปรแกรมหลังจากการส่งข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

RI (Receive Interrupt) เป็นแฟล็กอินเตอร์รัปต์ในการรับข้อมูล ทำให้เป็น 1 โดยฮาร์ดแวร์ที่ปลายช่วงเวลาของสัญญาณในบิตที่ 8 ในโหมด 0 หรือจุดกึ่งกลางของบิตหยุด (Stop Bit) ในโหมดอื่น ในการรับข้อมูลแบบอนุกรมของทุกโหมด จะต้องทำการเคลียร์บิตนี้ด้วยโปรแกรมหลังจากการรับข้อมูล

2.1.5.3 รีจิสเตอร์ PCON

การสื่อสารข้อมูลอนุกรมในโหมด 1 โหมด 2 และโหมด 3 ในส่วนของสัญญาณนาฬิกาที่มาจากไทเมอร์ (Timer) จะต้องผ่านสวิตซ์ตัวหนึ่งที่เรียกว่า SMOD ซึ่งสามารถกำหนดได้ที่รีจิสเตอร์ PCON โดยมีรายละเอียดดังนี้

ชื่อบิต : PCON ตำแหน่ง : 87h ค่ากำหนดเริ่มต้น : 0xxx 0000

SM0D	-	-	-	GF1	GF0	PD	IDL

SMOD เมื่อมีค่าเป็น 1 หมายถึง เพิ่มอัตราความเร็วในการส่งของข้อมูลเป็น 2 เท่าสำหรับโหมด 1 โหมด 2 และโหมด 3

GF0 และ GF1 เป็นบิตให้ใช้งานทั่วไป

PD (Power-Down) เมื่อมีค่าเป็น 1 หมายถึง เลือกให้ทำงานในโหมดพลังงานต่ำ (2 โวลต์) โหมดนี้สัญญาณนาฬิกาจะไม่เข้ามาทุกส่วนในซีพียู ข้อมูลในรีจิสเตอร์ต่าง ๆ จะยังคงอยู่เหมือนเดิม และจะสิ้นสุดเมื่อมีการรีเซต

IDL (Idle mode) เมื่อมีค่าเป็น 1 หมายถึง เลือกให้ทำงานในโหมดพักการทำงาน ในโหมดนี้สัญญาณนาฬิกาจะไม่เข้าซีพียู แต่จะเข้าไปที่อินเตอร์รัพต์ พอร์ตอนุกรม ตัวนับและตัวจับเวลาแทน ข้อมูลในรีจิสเตอร์ต่าง ๆ จะยังคงอยู่ โหมดนี้จะสิ้นสุดเมื่อมีการอินเตอร์รัพต์ หรือการรีเซต

2.1.6 การจัดการข้อมูลอนุกรมของ MCS-51

พอร์ตอนุกรมของ MCS-51 มีโครงสร้างการทำงานแบบ ฟลูดูเพล็กซ์ (Full Duplex) ซึ่งหมายถึงความสามารถในการรับและส่งข้อมูลอนุกรมได้ในเวลาเดียวกัน โดยในด้านวงจรของตัวส่ง (Transmitter) ประกอบด้วยรีจิสเตอร์ SBUF ซึ่งทำหน้าที่เก็บข้อมูลที่จะส่งออกไป ในการใช้คำสั่งเขียนหรือโอนย้ายข้อมูลมายังรีจิสเตอร์นี้จะเป็นการส่งข้อมูลนั้นออกไปยังพอร์ตอนุกรมทางขาของสัญญาณ TxD (P3.1) โดยอัตโนมัติส่วนวงจรด้านตัวรับ (Receiver) ประกอบด้วยรีจิสเตอร์ SBUF เช่นเดียวกัน แต่รีจิสเตอร์จะทำหน้าที่เก็บข้อมูลที่นำมาจากส่วนของวงจรเลื่อนบิตหรือชิฟรีจิสเตอร์ (Shift register) ของวงจรจัดการข้อมูลอนุกรมภายใน สัญญาณข้อมูลที่ได้รับเข้ามาจะผ่านทางขาสัญญาณ RxD (P3.0)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชิพรีจิสเตอร์ภายในตัวส่ง จะทำหน้าที่ในการเลื่อนบิตข้อมูลออกไปภายนอก โดยไม่มีการบัฟเฟอร์ และเมื่อใดที่มีการเขียนข้อมูลในรีจิสเตอร์ SBUF แสดงว่ามีความต้องการที่จะส่งข้อมูลนี้ออกไปแบบอนุกรม สำหรับชิพรีจิสเตอร์ทางด้านรับ จะทำการเลื่อนบิตข้อมูลที่ได้รับเข้ามาเก็บไว้ เมื่อบิตข้อมูลครบถ้วนตามจำนวนที่กำหนดไว้ตามลักษณะโหมดการทำงานต่าง ๆ แล้วจะถูกย้ายไปเก็บยังรีจิสเตอร์ SBUF ต่อไป อย่างไรก็ตามการย้ายข้อมูลนี้จะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อรีจิสเตอร์ SBUF นั้นไม่มีข้อมูลที่ทำการส่งหรือได้ส่งข้อมูลออกไปเสร็จสิ้นแล้ว

2.1.7 กระบวนการรับและส่งข้อมูลอนุกรม

การส่งข้อมูลจะเริ่มต้นภายหลัง เมื่อมีการเขียนข้อมูลลงในรีจิสเตอร์ SBUF ข้อมูลนี้จะถูกจัดการด้วยวิธีทางด้านซอฟแวร์ในการเลื่อนบิต และส่งสัญญาณออกไปภายนอกโดยอัตโนมัติ เมื่อข้อมูลเหล่านี้ได้ส่งออกครบถ้วนแล้ว จึงทำการกำหนดค่าของแฟล็ก TI เป็น 1 เพื่อแจ้งให้ทราบว่าขณะนี้รีจิสเตอร์ SBUF ว่าง และพร้อมที่จะส่งข้อมูลไบต์ต่อไปแล้ว ในกรณีที่ผู้ใช้เขียนข้อมูลใหม่ลงในรีจิสเตอร์ SBUF โดยไม่รอให้แฟล็ก TI มีค่าเป็น 1 อาจทำให้ข้อมูลผิดพลาดได้

การรับข้อมูลจะเริ่มต้นโดยการกำหนดค่าบิต REN (Receiver Enable) ให้มีค่าเป็น 1 ก่อน หลังจากนั้น เมื่อมีบิตของข้อมูลถูกส่งเข้ามาจากภายนอกระบบฮาร์ดแวร์ของไมโครคอนโทรลเลอร์ จึงจะทำให้เลื่อนบิตเหล่านี้เข้ามาโดยอัตโนมัติและเมื่อบิตสุดท้ายถูกเลื่อนเข้ามาเรียบร้อยแล้ว ข้อมูลนั้นจะถูกย้ายเข้ามาเก็บไว้ในรีจิสเตอร์ SBUF และทำการกำหนดให้แฟล็ก RI มีค่าเป็น 1 ซึ่งจะมีผลทำให้เกิดการอินเตอร์รัพต์โปรแกรมขึ้น

พอร์ตอนุกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ สามารถโปรแกรมให้ทำหน้าที่ในรูปแบบต่าง ๆ ได้ 4 แบบด้วยกัน เรียกว่า โหมดการทำงาน การทำงานในโหมดต่าง ๆ มีรายละเอียดดังตารางที่ 2.2 โดยกำหนดค่าบิต SM0 และ SM1 ซึ่งอยู่ภายในรีจิสเตอร์ควบคุมและบอกสถานะ SCON

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 รายละเอียดของการทำงานในโหมดต่างๆของการสื่อสารข้อมูลอนุกรม

โหมดการทำงาน	รายละเอียด
โหมด 0	ใช้สำหรับขยายพอร์ตอินพุตและเอาต์พุต โดยทำงานร่วมกับไอซีชิพรีจิสเตอร์ภายนอก ประเภททีทีแอลหรือซีมอส
โหมด 1	ใช้สำหรับการเชื่อมต่ออนุกรมแบบ UART โดยการใช้กลุ่มข้อมูลแบบ 10 บิต และสามารถกำหนดเปลี่ยนแปลงอัตราความเร็วในการส่งข้อมูลได้
โหมด 2	ใช้สำหรับการเชื่อมต่ออนุกรมแบบ UART โดยการใช้กลุ่มข้อมูลแบบ 11 บิต และกำหนดอัตราความเร็วในการส่งข้อมูลคงที่
โหมด 3	ใช้สำหรับการเชื่อมต่ออนุกรมแบบ UART โดยการใช้กลุ่มข้อมูลแบบ 11 บิต และสามารถเปลี่ยนแปลงอัตราความเร็วในการส่งข้อมูลได้

นอกจากนี้โหมด 2 และ 3 ยังมีการดำเนินการแบบพิเศษออกไป โดยยังสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการสื่อสารข้อมูลแบบที่มีไมโครโปรเซสเซอร์หลายตัวทำงานร่วมกันได้หรือที่เรียกว่าระบบมัลติโปรเซสเซอร์ (Multiprocessor System)

2.1.7.1 พอร์ตอนุกรมโหมด 0

การทำงานของพอร์ตอนุกรมในโหมด 0 เป็นการขยายพอร์ตอินพุต หรือเอาต์พุตให้มีจำนวนมากขึ้น โดยจะทำการสร้างสัญญาณนาฬิกาขึ้น เพื่อให้เกิดจังหวะการทำงานที่พร้อมกัน (Synchronizing) สำหรับการเลื่อนบิตเข้าหรือออกจากไอซีรีจิสเตอร์ภายนอก เมื่อมีการโอนย้ายข้อมูลมายังรีจิสเตอร์ในแต่ละครั้ง มีผลให้เกิดการส่งบิตข้อมูลทั้ง 8 บิตออกมา แม้ว่าแฟล็กสถานะ TI จะยังคงมีค่าเป็น 1 อยู่ก็ตาม นอกจากนี้แล้วเมื่อใดก็ตามที่ค่าของแฟล็กสถานะ RI มีเป็นค่า 1 ก็ควรที่จะย้ายข้อมูลที่รับเข้ามานั้นออกไปจากรีจิสเตอร์ SBUF เสียก่อนที่จะมีการกำหนดค่าแฟล็ก RI ให้เป็น 0 เพื่อรับข้อมูลใหม่ต่อไป

การทำงานของพอร์ตอนุกรมในโหมด 0 เป็นการรับและส่งข้อมูลอนุกรมจำนวน 8 บิต โดยใช้เพียงขาสัญญาณ RxD เท่านั้น ส่วนขาสัญญาณ TxD จะนำไปใช้เพื่อเป็นขาสัญญาณนาฬิกา ในการให้จังหวะการเลื่อนข้อมูลกับวงจรเลื่อนบิตภายนอก สำหรับอัตราการเลื่อนบิตจะถูกกำหนดไว้คงที่เท่ากับ 1/12 ของความถี่ออสซิลเลเตอร์

สัญญาณนาฬิกาที่สร้างขึ้นทางขาสัญญาณ TxD นี้จะสลับค่าไปมาจากระดับลอจิกสูงไปต่ำในช่วงใกล้เคียงกับเวลาขอบขาลงของสัญญาณ ALE ซึ่งอยู่ภายในคาบเวลาออสซิลเลเตอร์ที่ 15 ภายหลังจากที่ได้ทำคำสั่งการโอนย้ายข้อมูลมายังรีจิสเตอร์ SBUF หรือ คำสั่งที่ทำให้ค่าแฟล็กสถานะ RI เป็นค่า 0 หลังจากนั้นสัญญาณนาฬิกานี้ก็จะเปลี่ยนแปลงอีกครั้ง ประมาณช่วงใกล้เคียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กับใกล้เคียงกับเวลาขอบขาลงสัญญาณ ALE ในคาบความถี่ออสซิลเลเตอร์ หลังจากนั้นอีก 6 คาบ และจะดำเนินไปในลักษณะเช่นนี้จนกระทั่งข้อมูลทั้ง 8 บิตถูกส่งออกไปเรียบร้อยแล้ว เมื่อสัญญาณขอบขาขึ้นของสัญญาณนาฬิกานี้เกิดขึ้นครบจำนวน 8 ครั้งแล้ว จึงจะมีผลทำให้แฟล็กสถานะ TI หรือ RI มีค่าเป็น 1 และสถานะของขาสัญญาณ TxD ก็จะเป็นระดับลอจิกสูงไปโดยตลอด

ข้อมูลที่ส่งออกไปภายนอกจะถูกเลื่อนบิตมราไรนัยสำคัญต่ำออกไปเป็นลำดับแรก โดยจะเริ่มขึ้นในเวลาเริ่มต้นของคาบเวลาออสซิลเลเตอร์ ภายหลังจากที่ได้ทำคำสั่งในการโอนย้ายข้อมูลมายังรีจิสเตอร์ SBUF สำหรับบิตแรกของข้อมูลที่รับเข้ามานั้น จะถูกแลตช์ไว้ด้วยขอบขาขึ้นของสัญญาณนาฬิกาในคาบเวลาออสซิลเลเตอร์ที่ 24 ภายหลังจากที่มีการกำหนดแฟล็กสถานะ RI ให้มีค่าเป็น 0 หลังจากนั้นในคาบเวลาออสซิลเลเตอร์อีก 12 คาบถัดมาก็จะได้รับบิตต่อไป ซึ่งจะดำเนินการในลักษณะเช่นนี้จนกระทั่งได้จำนวนบิตข้อมูลครบทั้ง 8 บิต

2.1.7.2 พอร์ตอนุกรมโหมด 1

การทำงานในโหมด 1 เป็นการสื่อสารข้อมูลอนุกรมจำนวน 10 บิต ประกอบด้วยบิตเริ่มต้นจำนวน 1 บิต บิตข้อมูลจำนวน 8 บิต และบิตสุดท้ายอีก 1 บิต โดยข้อมูลจะถูกส่งออกทางขาสัญญาณ TxD และรับเข้ามาทางขาสัญญาณ RxD ในส่วนของข้อมูล 8 บิตที่ได้รับหรือทำการส่งออกจะเป็นบิตนัยสำคัญต่ำเป็นลำดับแรก และบิตสุดท้ายของข้อมูลที่รับเข้ามาจัดเก็บไว้ในบิต RB8 ภายในรีจิสเตอร์ SCON สำหรับอัตราความเร็วในการส่งข้อมูลของโหมด 1 นั้นสามารถกำหนดได้

โหมดการทำงานนี้สามารถใช้ในการติดต่อกับพอร์ตสื่อสารอนุกรมแบบ RS-232C ของคอมพิวเตอร์ทั่วไปได้ แต่เนื่องจากข้อมูลในระบบของ RS-232C นั้นอาจมีค่าเป็น 7 หรือ 8 บิตก็ได้ ดังนี้ในกรณีที่ใช้เป็นข้อมูล 7 บิต และไม่ใช้บิตที่ 8 เป็นบิตพาริตี้ ก็อาจจะกำหนดค่าของบิตนี้ให้เป็น 1 ซึ่งจะทำให้ทางด้านรับมองบิตนี้เป็นบิตสุดท้ายไป ในกรณีที่ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นฝ่ายรับข้อมูลของระบบนี้ซึ่งมีเพียง 7 บิต ก็จะมองค่าของบิตสุดท้ายของข้อมูลที่รับมานี้เป็นค่าของข้อมูลบิตที่ 8 แทนและยังคงรอรับบิตสุดท้ายต่อไป อย่างไรก็ตามเนื่องจากว่าระดับสัญญาณของบิตสุดท้ายนี้จะเป็นระดับลอจิกสูง เช่นเดียวกับสภาวะของสายสื่อสารเมื่อไม่มีการส่งข้อมูล ดังนั้นระบบก็จะอ่านค่านี้เข้าไปซึ่งข้อมูลยังคงถูกต้อง

การส่งข้อมูลจะเกิดขึ้นภายหลังจากที่ได้มีการเขียนหรือมีโอนย้ายของข้อมูลเข้าไปยังรีจิสเตอร์ SBUF โดยผู้เขียนโปรแกรมจะต้องทำการตรวจสอบค่าของแฟล็กสถานะ TI ภายในรีจิสเตอร์ SCON ซึ่งจะมีค่าเป็น1 ภายหลังจากที่ข้อมูลได้เลื่อนบิตออกไปภายนอกเสร็จสิ้นลงแล้ว สำหรับการรับข้อมูลนั้นจะเริ่มต้นเมื่อได้มีการกำหนดค่า 1 ให้กับบิต REN และมีการเปลี่ยนแปลงระดับสัญญาณที่ขาสัญญาณ RxD เกิดขึ้น การสุ่มอ่านค่าบิตข้อมูลเข้ามาใช้อัตราเดียวกับอัตราบอด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ได้กำหนดไว้ในราวช่วงกลางคาบเวลาของบิตหลังจากที่ได้รับข้อมูลครบจำนวน 10 บิตแล้ว และหากมีสภาวะดังตารางที่ 2.3 เกิดขึ้น จะเกิดการย้ายข้อมูลไปเก็บยังรีจิสเตอร์ SBUF

ตารางที่ 2.3 สภาวะที่ทำให้เกิดการย้ายข้อมูลไปเก็บยังรีจิสเตอร์ SBUF

1	แฟล็ก RI มีค่าเป็น 0 (แสดงว่าได้มีการอ่านไบต์ของข้อมูลที่เข้ามาแล้ว และพร้อมที่จะรับข้อมูลถัดไป) และบิต SM2 มีค่าเป็น 0 เช่นเดียวกัน
2	ค่าของบิตสุดท้ายเป็น 1 (แสดงว่าข้อมูลที่รับเข้ามานั้นถูกต้อง จึงได้โอนย้ายไปเก็บยังรีจิสเตอร์ SBUF โดยไม่สนใจค่าของบิต SM2)

ดังนั้นจะสรุปได้ว่าข้อมูลที่รับเข้ามาจำนวน 10 บิตนั้น ส่วนของบิตเริ่มต้นไม่ได้มีการนำไปใช้งานอีกต่อไป บิตข้อมูลจำนวน 8 บิตนั้นจะถูกย้ายไปเก็บยังรีจิสเตอร์ SBUF และส่วนของบิตสุดท้ายจะถูกนำไปเก็บไว้ในตำแหน่งของบิต RB8 ภายในรีจิสเตอร์ SCON นอกจากนี้ยังมีแฟล็กสถานะ RI ซึ่งจะมีค่าเป็น 1 เพื่อบอกสถานะว่าได้มีการรับข้อมูลใหม่เข้ามาแล้ว ในกรณีที่โปรแกรมได้อ่านข้อมูลจากรีจิสเตอร์ SBUF แล้วแต่ไม่ได้กำหนดบิต RI ให้เป็นค่า 0 อีกครั้ง ข้อมูลที่รับเข้ามาใหม่หลังจากนั้นจะสูญหายไป

2.1.7.3 พอร์ตอนุกรมโหมด 2 และ 3

การทำงานโหมด 2 หรือโหมด 3 ของพอร์ตอนุกรมจะทำการรับ/ส่งข้อมูลจำนวน 11 บิตเช่นเดียวกัน ซึ่งประกอบไปด้วย บิตเริ่มต้น บิตข้อมูลจำนวน 8 บิต บิตข้อมูลบิตที่ 9 และบิตสุดท้าย สำหรับโหมด 3 สามารถเปลี่ยนแปลงอัตราการส่งข้อมูลได้ เนื่องจากไม่ได้ถูกกำหนดไว้คงที่เช่นโหมด 2

การส่งข้อมูลอนุกรมในโหมด 2 และ 3 จะต้องนำค่าข้อมูลนั้นไปเก็บยังรีจิสเตอร์ SBUF สำหรับค่าของบิตที่ 9 ที่เพิ่มขึ้นนั้นนำมาจากค่าของบิต TB8 ภายในรีจิสเตอร์ SCON ซึ่งจะต้องได้รับการกำหนดค่าจากผู้ใช้งาน เมื่อข้อมูลถูกเลื่อนบิตส่งออกไปภายนอกเรียบร้อยแล้วแฟล็กสถานะ TI จึงจะมีค่าเป็น 1 เช่นเดียวกับโหมดอื่น ๆ ที่ผ่านมา และผู้ใช้จะต้องทำการเปลี่ยนกลับให้เป็นค่า 0 ตามเดิม สำหรับการรับข้อมูลจะถูกนำมาเก็บไว้ภายในรีจิสเตอร์ SBUF เช่นเดียวกัน โดยค่าของบิตที่ 9 จะนำไปเก็บไว้ยังบิต RB8 ภายในรีจิสเตอร์ SCON

2.1.8 การกำหนดความเร็วในการรับและส่งข้อมูลแบบอนุกรม

เนื่องจากการสื่อสารแบบอนุกรม เป็นการรับ/ส่งข้อมูลในลักษณะกลุ่มของบิตข้อมูล (Bit Stream) ดังนั้นจึงต้องให้ความสนใจในการพิจารณาถึงเรื่องของอัตราความเร็วในการรับและส่งบิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เหล่านี้เป็นลำดับแรก บอกให้ทราบในหน่วยของจำนวนบิตข้อมูลในหนึ่งวินาที เรียกว่า อัตราบอด (Baud Rate) ตามค่ามาตรฐาน เช่น ถ้ามีข้อมูล 8 บิตถูกส่งออกมาด้วยอัตราบอด 2,400 จะใช้เวลาในการส่งข้อมูลในการส่งข้อมูลหนึ่งบิตมีค่าเท่ากับ 1/2400 หรือ 416 ไมโครวินาที และเวลาในการส่งข้อมูลทั้ง 8 บิตมีค่าเท่ากับ (8 x 416) หรือ 3,328 ไมโครวินาที

อัตราการส่งข้อมูลอนุกรมโหมด 1 สามารถเปลี่ยนแปลงได้โดยการใช้ Time1 หรือ Timer2 ทำหน้าที่เป็นตัวกำเนิดอัตราการส่งข้อมูล และจะใช้แฟล็กที่เกิดขึ้นจากการโอเวอร์โฟลว์

กรณีใช้ Timer 1 ทำงานในโหมด 2 (8-bit automatic reload)

$$\text{ความถี่อัตราบอด} = \frac{2^{SMOD}}{32} \times \frac{\text{ความถี่ออสซิลเลเตอร์}}{12 \times (256 - TH1)}$$

โดย SMOD เป็นค่าของบิตภายในรีจิสเตอร์ PCON (มีค่าเป็น 0 หรือ 1)

TH1 เป็นค่าภายในรีจิสเตอร์ TH1 ซึ่งใช้เป็นค่าสำหรับ Reload

กรณีใช้ Timer1 ทำงานในโหมดอื่นๆ ที่ไม่ใช่โหมด 2

$$\text{ความถี่อัตราบอด} = \frac{2^{SMOD}}{32} \times (\text{อัตราการโอเวอร์โฟลว์ของ Timer1})$$

อัตราบอดของโหมด 2

$$\text{ความถี่อัตราบอด} = \frac{2^{SMOD}}{32} \times \text{ความถี่ออสซิลเลเตอร์}$$

อัตราบอดของโหมด 3

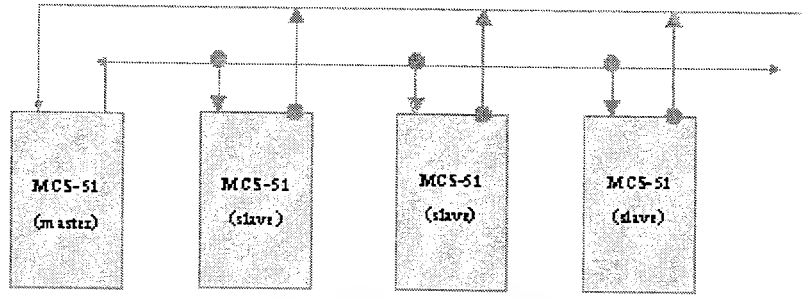
จะใช้อัตราการโอเวอร์โฟลว์ของ Timer1 หรือ Timer2 โดยการคำนวณอัตราบอดเช่นเดียวกับของพอร์ตอนุกรมที่ทำงานในโหมด 1

2.1.9 การแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์หลายตัว

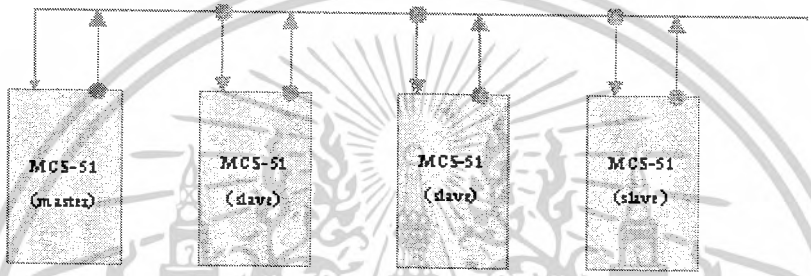
การทำงานลักษณะหนึ่งที่ออกแบบมาเพื่อการสื่อสารอนุกรมในโหมด 2 และ 3 โดยเฉพาะคือ การสื่อสารในระบบมัลติโปรเซสเซอร์ (Multiprocessor System) ซึ่งเป็นการสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์จำนวนหลายตัว ทั้งในแบบฮาฟดูเพล็กซ์ (Half Duplex) ซึ่งติดต่อได้ในทิศทางเดียวกันในช่วงเวลาหนึ่ง และแบบฟูลดูเพล็ก (Full Duplex) ซึ่งสามารถรับและส่งข้อมูลได้ในเวลาเดียวกัน ดังแสดงให้เห็นในรูปที่ 2.2 ซึ่งการนำไปใช้งานจริงอาจจะต้องมีการใช้วงจรขับสัญญาณ หรือเปลี่ยนแปลงระดับสัญญาณบ้าง เพื่อสามารถสื่อสารได้ในระยะทางไกลขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักการทำงานแบบฟูลดูเพล็ก



หลักการทำงานแบบฮาฟดูเพล็ก



รูปที่ 2.2 การเชื่อมต่อระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์หลายตัว

ในระบบข้างต้นนั้นไมโครคอนโทรลเลอร์ทุกตัว จะได้รับข้อมูลที่ส่งออกมาภายในสายนำสัญญาณ แม้ว่าบางครั้งอาจจะต้องการการติดต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวใดตัวหนึ่งโดยเฉพาะ และไม่ต้องการให้ตัวอื่น ๆ ถูกขัดจังหวะการทำงานด้วยข้อมูลนี้ก็ตาม โดยทั่วไปมักใช้การส่งข้อมูลเพื่อระบุถึงตำแหน่งปลายทางที่ต้องการจะติดต่อด้วยเป็นลำดับแรก ก่อนที่จะได้มีการส่งข้อมูลที่ใช้สื่อสารจริง ดังนั้นตัวอื่นก็จะทราบว่าไม่ได้ต้องการสื่อสารกับตัวเอง

การสื่อสารในลักษณะนี้ สามารถดำเนินการได้โดยใช้ความสามารถของบิต SM2 (Serial Mode2) ซึ่งอยู่ภายในรีจิสเตอร์ SCON เพื่อระบุให้ทราบถึงประเภทของข้อมูลภายในระบบว่าเป็นข้อมูล หรือหมายเลขแอดเดรสของไมโครคอนโทรลเลอร์ซึ่งเชื่อมต่อกันภายในระบบ

- กรณีหมายเลขแอดเดรส

ด้านรับ : ต้องทำการกำหนดค่าของบิต TB8 ให้มีค่าเป็น 1

ด้านส่ง : ค่าบิต RB8 ของข้อมูลที่รับเข้ามาจะมีค่าเป็น 1 แสดงว่าข้อมูลภายในรีจิสเตอร์ SBUF จะเป็นหมายเลขแอดเดรสของไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ถูกเรียกติดต่อ

- กรณีเป็นข้อมูลปกติ

ด้านส่ง : ต้องทำการกำหนดค่าของบิต TB8 เป็น 0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้านรับ : ค่าบิต RB8 ของข้อมูลที่รับเข้ามาจะมีค่าเป็น 0 แสดงว่าข้อมูลภายในรีจิสเตอร์ SBUF จะเป็นค่าของข้อมูล

2.1.10 ขั้นตอนการสื่อสารระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์หลายตัว

ถ้าในระบบหนึ่งประกอบด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์หลายตัว เชื่อมต่อกันแบบฟูลดูเพล็ก โดยที่ตัวหนึ่งทำหน้าที่เป็นตัวหลักของระบบ (master) และตัวที่เหลือเป็นตัวที่ถูกติดต่อจากตัวหลัก เรียกว่า สเลฟ (slave) โดยมีจุดประสงค์ของการสื่อสารเพื่อเก็บข้อมูลจากสเลฟแต่ละตัวเป็นลำดับ

ในช่วงเริ่มต้นของการทำงานไมโครคอนโทรลเลอร์ทุกตัว จะต้องกำหนดให้ทำงานอยู่ในโหมดเดียวกัน (โหมด 2 หรือ 3) โปรแกรมส่วนของสเลฟจะต้องกำหนดค่าเป็น 1 ให้กับบิต SM2 เพื่อที่โปรแกรมจะถูกอินเตอร์รัปต์ก็ต่อเมื่อมีข้อมูลที่เป็นแอดเดรสเข้ามาเท่านั้น ดังนั้นการรับ/ ส่งข้อมูลปกติจะไม่ทำให้เกิดการอินเตอร์รัพต์ไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวที่ทำหน้าที่เป็นสเลฟเลย

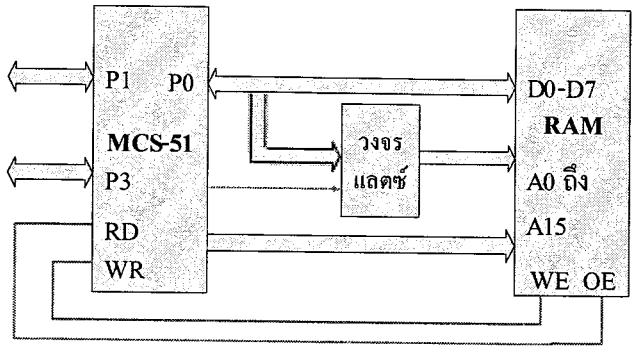
ในการโอนถ่ายข้อมูลระหว่างมาสเตอร์กับสเลฟ เริ่มต้นโดยการส่งข้อมูลค่าของแอดเดรสที่ต้องการติดต่อออกไปเป็นลำดับแรก (ต้องกำหนดบิต TB8 เป็น 1) โดยสเลฟทุกตัวที่ทำหน้าที่เป็นผู้รับจะทำการอินเตอร์รัปต์ เนื่องจากมีการกำหนดบิต SM2 ให้มีค่าเป็น 1 และข้อมูลที่สเลฟได้ทำการรับเข้ามานี้จะมีผลทำให้บิต RB8 มีค่าเป็น 1 การดำเนินการภายในโปรแกรมจะต้องนำค่าภายในรีจิสเตอร์ SBUF มาเปรียบเทียบกับหมายเลขแอดเดรสของตนเอง ซึ่งได้ถูกกำหนดไว้ล่วงหน้าแล้ว หากสเลฟตัวใดมีค่าแอดเดรสตรงกันก็จะต้องทำการกำหนดค่าของบิต SM2 ให้เป็น 0 กระบวนการภายหลังจากนี้ต่อไปจะเป็นการส่งข้อมูลปกติ ซึ่งจะมีผลทำให้เกิดการอินเตอร์รัพต์ เฉพาะกับสเลฟที่มีค่าบิต SM2 เป็น 0 เท่านั้น

โดยปกติการสิ้นสุดการส่งข้อมูลสามารถทำได้หลายลักษณะ ตามที่ได้ตกลงกันไว้ล่วงหน้า เช่น ใช้การส่งรหัส ETX (End of Text) หรือเครื่องหมาย $ เป็นต้น ซึ่งเมื่อสเลฟพบค่าของข้อมูลดังกล่าวแล้วจึงทำการกำหนดบิต SM2 ให้กลับมามีค่าเป็น 1 ตามปกติ เพื่อรอการติดต่อใหม่อีกครั้ง

2.1.11 หน่วยความจำข้อมูล (Data memory)

หน่วยความจำข้อมูลมีอยู่ 2 แบบคือ หน่วยความจำข้อมูลภายนอกและหน่วยความจำข้อมูลภายในโดยในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชในอนุกรม AT89 ติดต่อกับหน่วยความจำข้อมูลภายนอกได้สูงสุด 64 กิโลไบต์ โดยการใช้คำสั่ง MOVX ในการติดต่อกับหน่วยความจำข้อมูลภายนอก การติดต่อกับหน่วยความจำข้อมูลภายนอกแบบแฟลช สัญญาณที่ใช้อ่านและเขียนหน่วยความจำข้อมูลภายนอก คือ ขา RD และ WR

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 การต่อใช้งานหน่วยความจำข้อมูลภายนอก (External Data RAM)

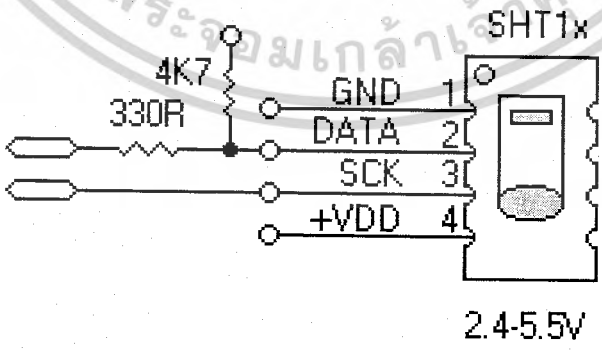
2.2 เซ็นเซอร์วัดความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิ

2.2.1 คุณสมบัติของเซ็นเซอร์ SHT-15

เป็นเซ็นเซอร์วัดความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิจากบริษัท Sensirion ที่มีขนาดเล็กติดตั้งอยู่บนแผ่นวงจรพิมพ์ และต่อคอนเนคเตอร์ 8 ขาเพื่อให้สามารถติดตั้งบนแผงต่อวงจรหรือเบรกบอร์ดเพื่อทำการทดลองได้ง่าย รวมไปถึงการนำไปประยุกต์ใช้งานจริงด้วย

คุณสมบัติทางด้านเทคนิค

- สามารถวัดได้ทั้งความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิ
- สามารถวัดความชื้นสัมพัทธ์ได้ในช่วง 0 – 100 %
- สามารถวัดอุณหภูมิได้ในช่วงช่วง -40 ถึง 120 องศาเซลเซียส
- สามารถกำหนดความละเอียดของย่านการวัดได้
- ทำงานในย่านแรงดันไฟเลี้ยงในช่วง +2.4 ถึง +5.5 โวลต์



รูปที่ 2.4 ลักษณะของเซนเซอร์ SHT-15 และขาสำหรับต่อใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

2.2.2 ขาสัญญาณสำหรับการสื่อสารข้อมูลของตัวเซนเซอร์

ขาสัญญาณนาฬิกา (SCK) เป็นขารับสัญญาณนาฬิกาสำหรับกำหนดจังหวะในการสื่อสารข้อมูล

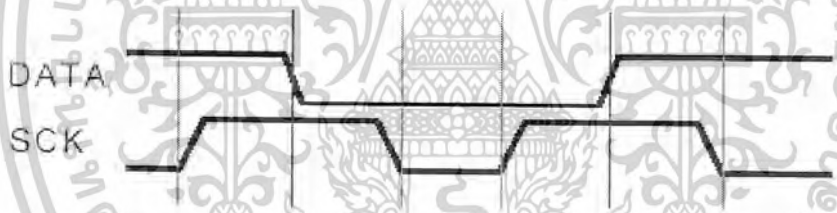
ขาสัญญาณรับ/ ส่งข้อมูล (DATA) เป็นขาสัญญาณสำหรับรับส่งข้อมูล ในการใช้งานควรต่อตัวต้านทาน 10 กิโลโอห์ม พูลอัพที่ขานี้

ขากราวด์ (GND)

ขาไฟเลี้ยง (+VDD)

2.2.3 การส่งคำสั่งในการทำงานของเซ็นเซอร์

การส่งคำสั่งในสภาวะเริ่มต้นก่อนการส่งข้อมูลคำสั่งจากไมโครคอนโทรลเลอร์ ไปตัวของเซ็นเซอร์ จำเป็นต้องสร้างรูปแบบสัญญาณกระตุ้นผ่านขาสัญญาณ SCK และ DATA เพื่อให้ตรงกับเงื่อนไขที่เรียกว่า Transmission start หรือสภาวะเริ่มต้นการส่งสัญญาณ นั่นคือขา DATA ต้องถูกทำให้เป็นลอจิก " 0 " นานอย่างน้อย 1 ไซเคิลของสัญญาณนาฬิกา SCK หลังจากนั้นตัวเซ็นเซอร์จะทราบทันทีว่า ข้อมูลต่อจากนี้เป็นคำสั่ง



รูปที่ 2.5 รูปแบบสัญญาณกระตุ้นผ่านขาสัญญาณ SCK และ DATA (Transmission start)

ตารางที่ 2.4 รายละเอียดคำสั่งและข้อมูลสำหรับควบคุมการทำงานของเซนเซอร์

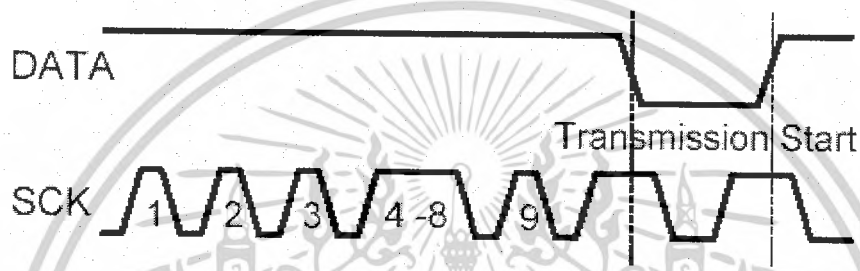
คำสั่ง	ข้อมูลคำสั่ง
สงวนไว้ (Reserved)	0000x
อ่านค่าอุณหภูมิ (Measure Temperature)	00011
อ่านค่าความชื้นสัมพัทธ์ (Measure Humidity)	00101
อ่านค่ารีจิสเตอร์กำหนดสถานะ (Read Status Register)	00111
สงวนไว้ (Reserved)	0101x ถึง 1110x
รีจิสเตอร์ทำงาน (Soft Reset) ทำให้รีจิสเตอร์กำหนดสถานะกลับไปค่าเริ่มต้นและใช้เวลาอย่างน้อย 11 มิลลิวินาทีจึงจะรับคำสั่งถัดไปได้	11110

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
104082

หลังจากสร้างเงื่อนไข Transmission start แล้ว สามารถที่จะส่งคำสั่งไปยังตัวเซ็นเซอร์เพื่อกำหนดการทำงานได้ทันที โดยข้อมูลคำสั่งต่างๆสำหรับการทำงานตามตารางที่กำหนด

2.2.4 รีเซตการเชื่อมต่อ (Connection reset sequence)

เมื่อต้องการเริ่มต้นการเชื่อมต่อกัน ระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์กับตัวเซ็นเซอร์ต้องสร้างสัญญาณรีเซตขึ้นมาก่อน โดยทำให้ขา DATA มีสถานะลอจิกเป็น " 1 " นานเท่ากับช่วงเวลาที่ป้อนสัญญาณนาฬิกาที่ขา SCK จำนวน 9 ลูกติดต่อกัน แล้วตามด้วยสถานะเริ่มต้นการส่งสัญญาณ



รูปที่ 2.6 สัญญาณรีเซตและการสร้างสภาวะเริ่มต้นการส่งสัญญาณ

2.2.5 ขั้นตอนการอ่านอุณหภูมิและความชื้น

ในการอ่านค่าอุณหภูมิหรือความชื้นสัมพัทธ์นั้น ทำได้ภายหลังจากที่สร้างสภาวะเริ่มต้นที่เรียกว่า Transmission start แล้วตามด้วยการส่งข้อมูลคำสั่งอ่านอุณหภูมิหรือความชื้นสัมพัทธ์อย่างใดอย่างหนึ่งไปยังตัวเซนเซอร์ และ ต้องใช้เวลาในการประมวลผลเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ต้องการซึ่งใช้เวลามากหรือน้อยขึ้นกับความละเอียดของข้อมูลที่ต้องการแสดงในตาราง

ตารางที่ 2.5 แสดงค่าเวลาที่เซ็นเซอร์ SHT-15 ต้องใช้ในการประมวลผลข้อมูล

ความละเอียดของข้อมูลที่ประมวลผล	เวลาที่เซนเซอร์ใช้ในการประมวลผล (ผิดพลาด 15%)
14 บิต	210 มิลลิวินาที
12 บิต	55 มิลลิวินาที
8 บิต	11 มิลลิวินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.6 การคำนวณค่าอุณหภูมิ

ในการอ่านค่าอุณหภูมิจากตัวเซ็นเซอร์ สามารถเลือกความละเอียดของค่าในการอ่านได้ทั้งแบบ 14 บิต หรือ 12 บิต โดยที่ความละเอียด 14 บิตเป็นค่าตั้งต้น ในการอ่านข้อมูลจำเป็นที่จะต้องอ่านข้อมูลจากตัวเซนเซอร์เข้ามาก่อน จากนั้นจึงใช้กระบวนการทางคณิตศาสตร์คำนวณ เพื่อให้ได้ค่าอุณหภูมิจริงออกมา โดยสามารถคำนวณได้จากสมการที่กำหนดมาจากทางผู้ผลิต ดังนี้

$$\text{Temperature} = d1 + (d2 * SO_T) \quad \ldots\ldots\ldots (1)$$

โดยที่ Temperature คือค่าอุณหภูมิจริง

d1 คือค่าคงที่ ขึ้นอยู่กับไฟเลี้ยงที่ป้อนให้กับขา VDD ของ SHT-15

d2 คือค่าคงที่ ขึ้นอยู่กับความละเอียดของข้อมูลที่ต้องการจาก SHT-15

SO_T คือข้อมูลในส่วนของอุณหภูมิที่อ่านได้จากเซนเซอร์ SHT-15

ตารางที่ 2.6 การกำหนดค่าคงที่ทางอุณหภูมิตัวที่ 1 และ 2 เพื่อคำนวณค่าอุณหภูมิจริงที่วัดได้

ไฟเลี้ยง	ค่าคงที่ทางอุณหภูมิตัวที่1(d1)	
	ในหน่วย C	ในหน่วย F
+5V	-40.00	-40.00
+4V	-39.75	-39.50
+3.5V	-39.66	-39.35
+3V	-39.60	-39.28
+2.5V	-39.55	-39.23

ความ	ค่าคงที่ทางอุณหภูมิตัวที่2(d2)	
ละเอียด	ในหน่วย C	ในหน่วย F
14 บิต	0.01	0.018
12 บิต	0.04	0.072

2.2.7 คำนวณค่าความชื้นสัมพัทธ์

สำหรับการอ่านค่าความชื้นสัมพัทธ์จากตัวเซนเซอร์ สามารถเลือกความละเอียดในการอ่านได้ทั้งแบบ 12 บิต หรือ 8 บิต โดยที่ความละเอียด 12 บิตเป็นค่าตั้งต้น (Default) ในการอ่านข้อมูลจำเป็นที่จะต้องอ่านข้อมูลจากตัวเซนเซอร์เข้ามาก่อนเช่นเดียวกับการอ่านค่าอุณหภูมิ จากนั้นจะใช้กระบวนการทางคณิตศาสตร์เพื่อให้ได้ค่าความชื้นสัมพัทธ์ออกมา โดยสามารถคำนวณได้จากสมการ ดังนี้

$$RH_{true} = (T - 25) * (t1 + (t2 * SO_{RH})) + RH_{linear} \quad \ldots\ldots (2)$$

$$RH_{lincar} = (c1 + (c2 * SO_{RH}) + (c3 * (SO_{RH})^2) \quad \ldots\ldots\ldots (3)$$

โดยที่ RH_{true} คือ ค่าความชื้นสัมพัทธ์จริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

T คือ ค่าอุณหภูมิจริงที่คำนวณได้จากสมการที่ 1

t1 , t2 คือ ค่าคงที่โดยขึ้นกับความละเอียดของความชื้นสัมพัทธ์

c1 , c2 , c3 คือ ค่าคงที่ขึ้นอยู่กับความละเอียดของความชื้นสัมพัทธ์ที่ต้องการจากตัวเซนเซอร์

SO_{RH} คือ ค่าความชื้นสัมพัทธ์ดิบที่อ่านได้จาก SHT-15

ตารางที่ 2.7 การกำหนดค่าคงที่ซึ่งต้องใช้ในการคำนวณค่าความชื้นสัมพัทธ์จริงที่วัดได้

ความละเอียด	ค่าคงที่	
	t1	t2
12 บิต	0.01	0.00008
8 บิต	0.01	0.00128

ความละเอียด	ค่าคงที่		
	c1	c2	c3
12 บิต	-4	0.648	$-2.8*10^{-6}$
8 บิต	-4	0.0405	

2.3 จอแสดงผลแบบแสดงตัวอักษรขนาด 16 ตัวอักษร 4 บรรทัด (LCD 16x4)

โครงงานนี้ใช้จอแสดงผลแบบแสดงตัวอักษรเบอร์ ABC016004A06-GHY-R ของบริษัท AV-DISPLAY ซึ่งจะแสดงผลได้ 4 บรรทัด บรรทัดละ 16 ตัวอักษร มีขาให้ใช้งานทั้งหมด 16 ขา ซึ่งแต่ละขามีรายละเอียดดังนี้

ขา 1 V_{SS} : ต่อกราวด์

ขา 2 V_{DD} : ต่อไฟเลี้ยง +5 โวลต์

ขา 3 : เป็นขาปรับความสว่างของจอ LCD

ขา 4 RS : เป็นขาของอินพุตใช้ในการระบุชนิดของข้อมูลที่นำมาประมวลผลในขณะนั้นว่าเป็นคำสั่งหรือข้อมูล ถ้าเป็น " 0 " แสดงว่าเป็นคำสั่ง แต่ถ้าเป็น " 1 " แสดงว่าเป็นข้อมูล

ขา 5 R/W : เป็นขาเลือกว่าจะเขียน หรืออ่านข้อมูลจากโมดูลแอลซีดีถ้าเป็น " 0 " จะเป็นการเขียนข้อมูล ถ้าเป็น " 1 " จะเป็นการอ่านข้อมูล

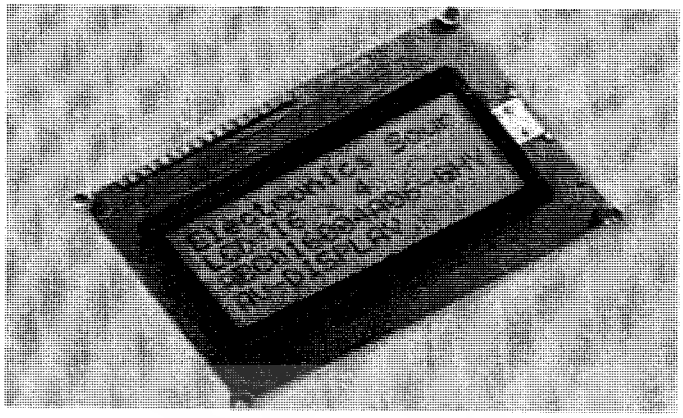
ขา 6 E : เป็นขาสำหรับรับสัญญาณเชื่อมต่อกับโมดูลแอลซีดี (Enable)

ขา 7-14 (D0-D7) : เป็นขาที่ใช้เป็นทางผ่านของข้อมูลระหว่างแอลซีดีกับอุปกรณ์ภายนอกขนาด 8 บิต

ขา 15 LCDA : ต่อไฟเลี้ยงสำหรับไฟส่องแสง (Backlight) +5 โวลต์

ขา 16 LCDK : ต่อกราวด์สำหรับไฟส่องสว่าง (Backlight)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.7 ภาพแอลซีดีโมดูลขนาด 16x4

2.3.1 รายละเอียดเกี่ยวกับโมดูลแอลซีดี

ในโมดูล LCD จะมีส่วนประกอบหลักๆ 3 ส่วน ดังนี้

2.3.1.1 ตัวแสดงผล (Display) ภายในเป็นผลึกเหลวที่สามารถแสดงผลให้เห็นโดยอาศัยแสงจากภายนอก ดังนั้นจึงต้องมีมุมในการมองข้อมูลที่ทำการแสดงผล

2.3.1.2 ตัวควบคุม (Controller) เป็นตัวรับข้อมูลจากอุปกรณ์ภายนอก เพื่อควบคุมการทำงานของโมดูลแอลซีดี เช่น ลบจอภาพ หรือ เลื่อนเคอร์เซอร์

2.1.3.3 ตัวขับ (Driver) เป็นตัวรับสัญญาณจากตัวควบคุมมาสั่งให้ตัวแสดงผลแสดงข้อมูลตามที่ต้องการ

2.3.2 โครงสร้างภายในของตัวควบคุมโมดูลแอลซีดี

บัฟเฟอร์อินพุตและเอาต์พุตเป็นส่วนที่ใช้ในการติดต่อรับส่งข้อมูลกับอุปกรณ์ภายนอกเพื่อถ่ายทอดข้อมูลเข้าออกภายในตัวควบคุม

รีจิสเตอร์คำสั่ง (Instruction Register : IR) เป็นตัวรีจิสเตอร์ที่ใช้รับข้อมูลคำสั่งจากอุปกรณ์ ภายนอก เพื่อนำไปควบคุมการแสดงผล

รีจิสเตอร์ข้อมูล (Data Register : DR) เป็นตัวรีจิสเตอร์ที่ใช้รับข้อมูลจากอุปกรณ์ภายนอก เพื่อส่งต่อไปหน่วยความจำที่ทำหน้าที่เก็บข้อมูลแสดงผล หรือนำข้อมูลไปสร้างตัวอักษรเพิ่มเติม

แรมเก็บข้อมูลแสดงผล (Display Data RAM : DDRAM) เป็นหน่วยความจำแรมทำหน้าที่เก็บข้อมูลที่นำมาจากรีจิสเตอร์ DR ตัวควบคุมจะนำข้อมูลใน DDRAM นี้ ไปเปิดตาราง (Look up-lable) ของตัวอักษรที่เก็บไว้ในหน่วยความจำรอมและแรมเก็บอักษร เพื่อนำไปแสดงที่ตัวแสดงผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รอมเก็บตัวอักษร (Character Generator ROM : CGROM) เป็นหน่วยความจำรอมที่ใช้เก็บข้อมูลตัวอักษรหรือสัญลักษณ์ที่สามารถอ่านออกไปแสดงผลได้ โดยจะถูกอ่านด้วยค่าของข้อมูลใน DDRAM

แรมเก็บตัวอักษร (Character Generator RAM : CGRAM) เป็นหน่วยความจำแรมที่ใช้เก็บอักษรที่สร้างเพิ่มเติม ในกรณีที่ CGROM ไม่เพียงพอ

แฟลก BUSY เป็นส่วนที่ทำหน้าที่แจ้งสถานการณ์ การทำงานของตัวควบคุมให้อุปกรณ์ภายนอกทราบว่า ตัวอุปกรณ์พร้อมที่จะรับข้อมูลหรือคำสั่งหรือไม่ ดังนั้นก่อนการส่งข้อมูลหรือคำสั่งมายังตัวควบคุมต้องตรวจสอบสถานะแฟลก BUSY นี้เสียก่อน

2.3.3 การเขียนคำสั่งและข้อมูลให้แก่แอลซีดีโมดูล

ในการเขียนข้อมูลเพื่อควบคุมให้โมดูล LCD แสดงผลนั้นต้องส่งคำสั่ง (instruction) เพื่อใช้กำหนดโหมดการทำงานให้แก่โมดูล LCD ก่อน จากนั้นจึงค่อยส่งข้อมูล (data) ที่ต้องการแสดงผล เนื่องจากบัสข้อมูลของโมดูล LCD มี 8 เส้นคือ D0 – D7 และใช้เป็นทางผ่านของทั้งคำสั่งและข้อมูล ดังนั้น การส่งคำสั่งและข้อมูลจึงต้องอาศัยการกำหนดลอจิกที่ขา RS ถ้าหากที่ขา RS เป็นลอจิก “ 0 ” หมายความว่า ข้อมูลที่ป้อนให้แก่โมดูล LCD ขณะนั้นเป็นคำสั่ง ในทางตรงข้าม ถ้าหากขา RS เป็นลอจิก “ 1 ” ข้อมูลที่ป้อนให้ขณะนั้นเป็นข้อมูลที่ใช้ในการแสดงผล

เมื่อต้องการเขียนหรืออ่านข้อมูลใน CGRAM และ DDRAM เริ่มต้นต้องกำหนดแอดเดรสที่ต้องการอ่านหรือเขียนก่อน โดยใช้คำสั่งเลือกแอดเดรสจากนั้นกำหนดให้ขา RS เป็น “ 1 ” เพื่อแจ้งให้ตัวควบคุมภายในโมดูล LCD ทราบข้อมูลที่ปรากฏต่อไปนี้ว่าเป็นข้อมูลปกติไม่ใช่คำสั่ง

ในกรณีของการอ่านข้อมูลต้องกำหนดให้ขา R/W เป็น “ 1 ” ข้อมูลขนาด 8 บิต (หรือ 4 บิต) ก็จะปรากฏบนบัสข้อมูล โดยข้อมูลที่อ่านออกมาได้จะเป็นข้อมูลจากแอดเดรสของ CGRAM หรือ DDRAM ตามที่ต้องการ

ในกรณีของการเขียนข้อมูล เมื่อกำหนดแอดเดรสและป้อนลอจิก “ 1 ” ให้ขา RS แล้ว ต้องกำหนดให้ขา R/W เป็น “ 0 ” ข้อมูลที่อยู่บนบัสข้อมูลที่ถูกเขียนลงรีจิสเตอร์ DR จากนั้นจึงส่งไปใน DDRAM ต่อไป

2.3.4 จังหวะการทำงานของแอลซีดีโมดูล

การติดต่อกับ LCD โมดูลจะต้องมีการหน่วงเวลาหลังจากที่มีการส่งรหัสคำสั่ง หรือข้อมูล เนื่องจากต้องรอให้คอนโทรลเลอร์ภายใน LCD โมดูล ทำการแปลความหมายของรหัสคำสั่ง และทำงานตามคำสั่งให้เรียบร้อยก่อน จากนั้นจึงจะรับข้อมูลหรือดำเนินการต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้น ในการใช้งานโมดูล LCD ในส่วนของโปรแกรมต้องมีการเขียนโปรแกรมเพื่อหน่วงเวลาเพื่อรอให้โมดูล LCD พร้อมทำงานด้วย โดยเมื่อเริ่มจ่ายไฟให้โมดูล LCD จะต้องรอประมาณ 10 มิลลิวินาที เพื่อให้โมดูล LCD เตรียมความพร้อม หรืออินนิเชียล (initial) หลังจากนั้นจะกำหนดลอจิกให้ขา RSของโมดูล LCD แล้วต้องหน่วงเวลาอีกประมาณ 2 มิลลิวินาทีเพื่อให้คอนโทรลเลอร์ในตัวโมดูล LCD แปลความหมายของลอจิกที่ขา RS ว่าข้อมูลต่อไปที่จะได้รับเป็นรหัสคำสั่ง หรือเป็นข้อมูลที่จะแสดงผล จากนั้นจะเป็นการส่งข้อมูลมารอที่บัสข้อมูล D0-D7 ขั้นตอนต่อไปจะเป็นการส่งสัญญาณพัลส์ไปที่ขา E ของโมดูล LCD ให้รับข้อมูลจากบัสข้อมูลเข้าไป โดยพัลส์ที่ป้อนเข้าไปที่ขา E ของโมดูล LCD ต้องเป็นพัลส์ขอบขาขึ้น จากนั้นทำการหน่วงเวลา 2 มิลลิวินาที

รูปที่ 2.8 ลำดับการทำงานของจอ LCD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 จอแสดงผลแบบกราฟฟิคขนาด 128x64 จุด

โครงงานนี้ใช้จอแสดงผลแบบกราฟฟิค (Graphic LCD) เบอร์ HY-12864K-303 ของบริษัท AV-DISPLAY สามารถแสดงผลเป็นจุดได้มากถึง 8,192 จุด (128 x 64 จุด) มีขาให้ใช้งานทั้งหมด 20 ขา มีรายละเอียดดังนี้

ขา 1 VSS : ต่อกราวด์

ขา 2 VDD : ต่อไฟเลี้ยง +5 โวลต์

ขา 3 V0 : ต่อไฟเลี้ยงสำหรับจอแอลซีดี

ขา 4 RS : เป็นขาของอินพุตที่ใช้ในการแยกชนิดของข้อมูล ที่ทำการประมวลผลในขณะนั้นว่าเป็นคำสั่งหรือข้อมูล ถ้าเป็น " 0 " แสดงว่าเป็นคำสั่ง ถ้าเป็น " 1 " แสดงว่าเป็นข้อมูล

ขา 5 R/W : เป็นขาที่ใช้เลือกว่าจะเขียนหรืออ่านข้อมูลจากโมดูลแอลซีดี ถ้าเป็น " 0 " จะเป็นการเขียนข้อมูล ถ้าเป็น " 1 " จะเป็นการอ่านข้อมูล

ขา 6 E : เป็นขาสำหรับรับสัญญาณติดต่อกับโมดูลแอลซีดี (Enable)

ขา 7-14 D0-D7 : เป็นขาที่ใช้เป็นทางผ่านของข้อมูลระหว่างแอลซีดี กับอุปกรณ์ภายนอกขนาด 8 บิต

ขา 15 /CS1 : เป็นขาใช้สำหรับรับสัญญาณเลือกให้หน้าจอฝั่งขวาทำงานเมื่อได้รับลอจิก " 0 "

ขา 16 /CS2 : เป็นขาใช้สำหรับรับสัญญาณเลือกให้หน้าจอฝั่งซ้ายทำงานเมื่อได้รับลอจิก " 0 "

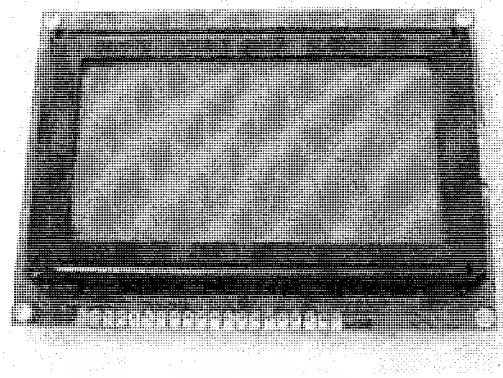
ขา 17 RST : เป็นขารีเซต

ขา 18 VEE : เนกาทีฟแรงดันเอาท์พุต

ขา 19 LEDA : ต่อไฟเลี้ยงสำหรับไฟส่องสว่าง (Backlight) +5 โวลต์

ขา 20 LEDK : ต่อกราวด์ให้กับไฟส่องสว่าง (Backlight) 0 โวลต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

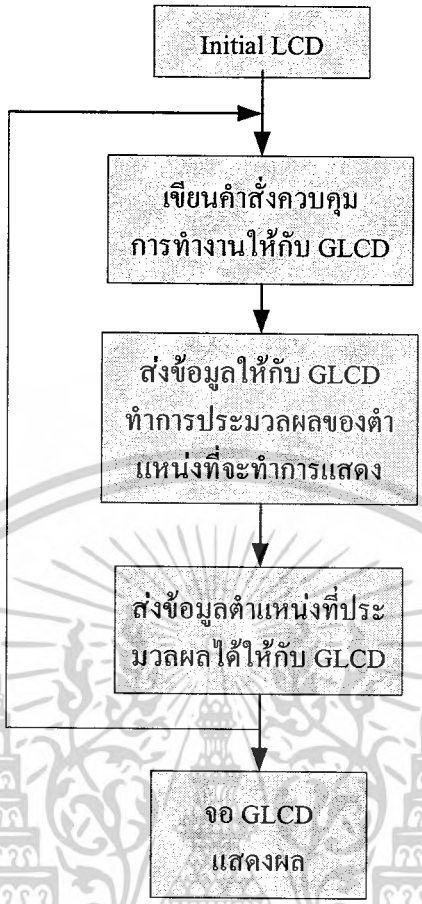


รูปที่ 2.9 ภาพจอแอลซีดีกราฟฟิคขนาด 128x64 จุด

จอแสดงผลแบบกราฟฟิคสามารถที่จะแสดงผลได้ 2 โหมด คือ โหมดการแสดงตัวอักษร (Character mode) โดยต้องทำการออกแบบและสร้างตัวอักษรขึ้นมาเอง เนื่องจากไม่มีกำหนดมาให้ และ โหมดการแสดงผลกราฟฟิค (Graphic mode) สำหรับโหมดนี้จอแสดงผลจะถูกแบ่งเป็นบล็อก หรือ ไบต์โดยที่การจัดตำแหน่งจะเรียงจากซ้ายไปขวา ตามลำดับแอดเดรสของจุด โดยการแสดงผลจะแสดงเป็นจุดเล็ก ๆ หลายจุดประกอบกัน เป็นรูปร่างต่าง ๆ ตามค่าที่ป้อนให้กับโปรแกรมควบคุม ถ้าต้องการให้มีการแสดงผลที่จุดใดก็ต้องเขียนคำสั่งแสดงผลให้จุดนั้น ๆ ในโมดูล LCD จะมีส่วนประกอบหลัก ๆ 3 ส่วน ดังนี้

- จอแสดงผลแบบจุด (Dot matrix display) เป็นตัวแสดงผลแบบจุด จะทำงานในลักษณะของการปิดหรือเปิดตัวเองกับแสง
- ตัวควบคุม (Controller) เป็นตัวรับข้อมูลจากอุปกรณ์ภายนอกเพื่อมาควบคุมการทำงานของโมดูล LCD ให้สามารถทำงานตามคำสั่งได้
- ตัวขับ (Driver) เป็นตัวรับสัญญาณจากตัวควบคุมมาขับ ให้ตัวแสดงผลแบบจุดแสดงข้อมูลตามที่กำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



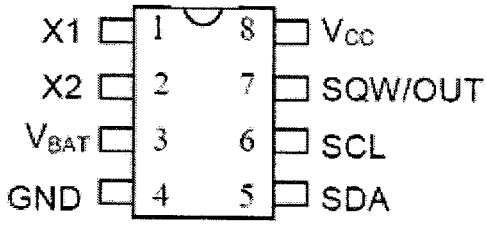
รูปที่ 2.10 ลำดับการทำงานของจอ Graphic LCD

2.5 การสร้างฐานเวลาจริง (Real Time Clock)

ระบบฐานเวลาเป็นสิ่งสำคัญที่สามารถนำไปใช้ในอุปกรณ์อีเล็กโทรนิกส์ ได้หลากหลาย ภายในไมโครคอนโทรเลอร์เองก็มีไทม์เมอร์เพื่อใช้ในการจับเวลา หรือนำไปใช้เป็นฐานเวลาจริงได้เช่นกันแต่เนื่องจากไมโครคอนโทรเลอร์สามารถทำงานได้ต่อเมื่อมีไฟเลี้ยงเท่านั้นดังนั้นการใช้ไทม์เมอร์ของไมโครคอนโทรลเลอร์สร้างฐานเวลาจริงจึงไม่เหมาะสมในบางแอปพลิเคชัน

DS1307 เป็น IC ฐานเวลาของดัลลัสเซมิคอนดักเตอร์ (Dallas Semiconductor) มีบัสรับส่งข้อมูลแบบ I^2C ซึ่งเป็นแบบ 2 wire สามารถสื่อสารได้ 2 ทิศทาง (bi-direction bus) ระบบฐานเวลาของ DS1307 นั้นสามารถเก็บข้อมูล วินาที, นาที, ชั่วโมง, วัน, วันที่, เดือน และปีได้ สามารถทำงานโหมดรูปแบบ 24 ชั่วโมงหรือ 12 ชั่วโมง (AM/PM) ได้ ภายในมีระบบตรวจจับแหล่งจ่ายไฟ โดยถ้าแหล่งจ่ายไฟหลักถูกตัดไป DS1307 สามารถสวิตซ์ไปใช้ไฟจากแบตเตอรี่และทำงานต่อไปโดยที่ยังสามารถรักษาข้อมูลไว้ได้ มีโครงสร้างและมีรายละเอียดการทำงานของขาต่าง ๆ ดังรูป 2.11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.11 ตำแหน่งขาไอซี RTC DS1307

VCC : ใช้ต่อไฟเลี้ยง +5V GND: ใช้ต่อกราวด์

VBAT : ใช้ต่อกับแบตเตอรี่ 3V เพื่อรักษาการทำงาน ในกรณีที่ไม่มีไฟเลี้ยงจ่าย

SDA : ขารับส่งข้อมูลด้วยระบบบัส I^2C

SCL : ขาสัญญาณนาฬิกาสำหรับการรับส่งข้อมูลด้วยระบบบัส I^2C

SQW/OUT : ขาเอาต์พุตสัญญาณ Square Wave สามารถเลือกความถี่ได้

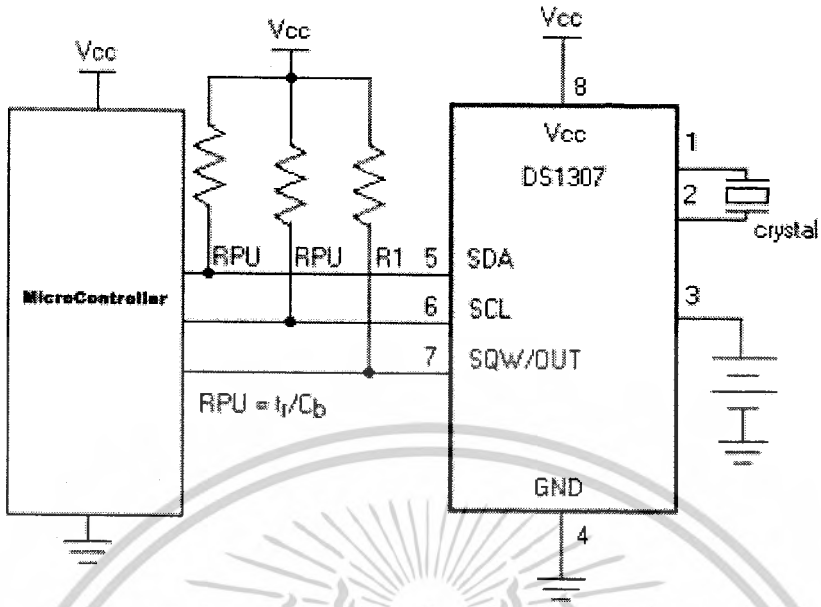
X1 , X2 : ใช้เชื่อมต่อกับคริสตอลความถี่มาตรฐาน 32.768 kHz เพื่อสร้างฐานเวลาจริงให้ไอซีระบบบัสข้อมูลแบบ I^2C (Inter-IC Communication)

2.5.1 การต่อใช้งานไอซีฐานเวลาจริงกับไมโครคอนโทรลเลอร์

ระบบบัสข้อมูลแบบ I^2C (Inter-IC Communication) พัฒนาขึ้นโดยบริษัทฟิลิปส์ (Phillips) การรับส่งข้อมูลใช้สายสัญญาณเพียงแค่ 2 เส้น คือสายสัญญาณข้อมูล SDA (Serial Data line) และสายสัญญาณนาฬิกา SCL (Serial Clock line) มีการทำงานเป็นแบบ Master, Slave โดยอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ Master (ไมโครคอนโทรลเลอร์) จะควบคุมการรับส่งข้อมูล และควบคุมสัญญาณนาฬิกาบน SCL ส่วนอุปกรณ์ Slave (DS1307) นั้นจะทำงานภายใต้การควบคุมของอุปกรณ์ Master

การต่อใช้งานร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วยระบบบัส I^2C นั้นสามารถทำได้โดยต่อตัวต้านทาน Pull up ดังแสดงในรูปที่ 2 ในกรณีที่ต้องการต่อร่วมกับอุปกรณ์ Slave หลายตัว ก็สามารถทำได้โดยต่ออุปกรณ์ Slave ขนานกันไป การติดต่อสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ Master กับ Slave แต่ละตัวนั้นจะถูกแยกโดย Address ของอุปกรณ์ Slave ซึ่งถูกส่งจากอุปกรณ์ Master ไปยังอุปกรณ์ Slave ก่อนเริ่มการรับส่งข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.12 การเชื่อมต่อ DS1307 เข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วยระบบบัสแบบ I^2C

2.5.2 การรับส่งข้อมูลแบบ I^2C

การรับส่งข้อมูลแบบ I^2C นั้นมีข้อกำหนดอยู่ 2 ประการด้วยกันคือ

1. การรับส่งข้อมูลจะเริ่มขึ้นได้เมื่อบัสมีสถานะว่างเท่านั้น

2. ในช่วงที่ทำการรับส่งข้อมูลอยู่ สายสัญญาณ SDA ต้องไม่เปลี่ยนสถานะในช่วงที่ SCL มีสถานะเป็นลอจิก " 1 " ถ้า SDA มีการเปลี่ยนสถานะในช่วงที่ SCL เป็นลอจิก " 1 " จะถือว่าเป็นสัญญาณควบคุมการรับส่งข้อมูล

สถานะในการรับส่งข้อมูลแบบ I2C สามารถแบ่งออกได้เป็น 4 สถานะด้วยกันดังแสดงในรูปที่ 2.13 และมีรายละเอียดดังนี้

1. สถานะว่าง (Bus not busy) : สัญญาณของ SDA และ SCL จะมีระดับสัญญาณเป็น High

2. เริ่มส่งข้อมูล (Start data transfer) : มีการเปลี่ยนระดับสัญญาณของ SDA จาก High เป็น Low ในขณะที่ SCL มีระดับสัญญาณเป็น High ค้างไว้

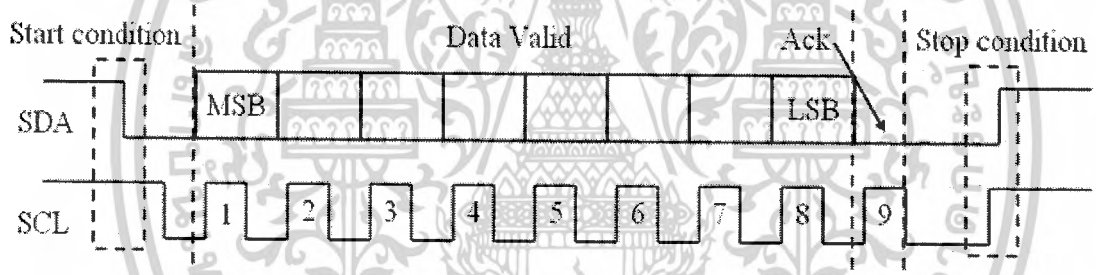
3. หยุดส่งข้อมูล (Stop data transfer) : มีการเปลี่ยนระดับสัญญาณของ SDA จาก Low เป็น High ในขณะที่ SCL มีระดับสัญญาณเป็น High ค้างไว้

4. รับส่งข้อมูล (Data valid) : มีการรับส่งข้อมูลผ่านสายสัญญาณของ SDA โดยข้อมูลแต่ละบิตจะถูกส่งในช่วงที่ SCL มีระดับเป็น High โดยในช่วงที่ SCL มีสถานะเป็น High อยู่นั้น SDA จะต้องไม่เกิดการเปลี่ยนระดับสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SDA จะเปลี่ยนระดับของสัญญาณ ในช่วงที่ SCL มีระดับของสัญญาณเป็น Low เท่านั้น ตามมาตรฐานการส่งข้อมูลแบบ I2C นี้สามารถส่งข้อมูลด้วยความถี่สัญญาณนาฬิกาสูงสุด 100 kHz ที่โหมดการทำงานธรรมดา และ 400 kHz ที่โหมดการทำงานแบบเร็ว แต่สำหรับ DS1307 สามารถทำงานได้ในโหมดธรรมดาเท่านั้น SDA จะเปลี่ยนระดับของสัญญาณ ในช่วงที่ SCL มีระดับของสัญญาณเป็น Low เท่านั้น โดยตามมาตรฐานการส่งข้อมูลแบบ I2C นี้ สามารถส่งข้อมูลด้วยความถี่สัญญาณนาฬิกาสูงสุด 100 kHz ที่โหมดการทำงานธรรมดา และ 400 kHz ที่โหมดการทำงานแบบเร็ว แต่สำหรับ DS1307 สามารถทำงานได้ในโหมดธรรมดาเท่านั้น ในการตอบรับ (Acknowledge) เกิดขึ้นหลังจากที่มีการรับส่งข้อมูลครบแล้ว โดยอุปกรณ์ Master ต้องสร้างสัญญาณ Clock บน SCL เพิ่มอีกลูก อุปกรณ์ที่เป็นตัวรับข้อมูลจะดึงระดับสัญญาณบน SDA ให้เป็น Low เพื่อให้ตัวส่งรับรู้ว่าตัวรับได้รับข้อมูลครบแล้ว

ในการรับส่งข้อมูลผ่านบัส I2C อุปกรณ์ Master จะเป็นผู้สร้างสัญญาณ Clock บน SDA และเป็นตัวควบคุมสถานะ Start และ Stop เพื่อควบคุมการรับส่งข้อมูลทั้งหมด



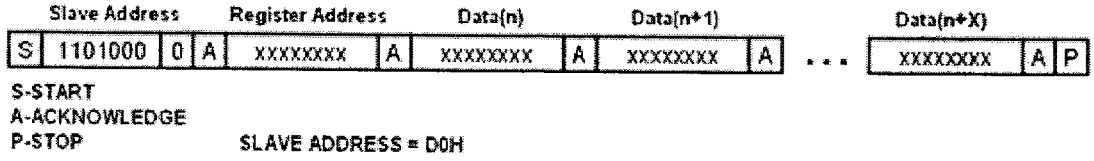
รูปที่ 2.13 การรับส่งข้อมูลผ่านบัส I^2C

2.5.3 การเขียนและอ่านข้อมูลของไอซีฐานเวลาจริง (Real Time Clock)

2.5.3.1 การเขียนข้อมูล

การส่งข้อมูลไปยังอุปกรณ์ DS1307 ดังแสดงในรูปที่ 2.14 ไมโครคอนโทรลเลอร์ต้องสร้างสภาวะ Start ก่อน จากนั้นต้องส่ง Address ของ DS1307 ขนาด 7 บิตซึ่งมีค่าเป็น 1101000 และตามด้วยบิตระบุทิศทางของข้อมูล ในกรณีที่เป็นการเขียนข้อมูลลง DS1307 จะต้องเป็น “0” จากนั้นไมโครคอนโทรเลอร์จะต้องส่งตำแหน่ง Address ภายในรีจิสเตอร์ของ DS1307 ที่ต้องการเขียนข้อมูลลง แล้วจึงค่อยเขียนข้อมูลลง โดยในการส่งข้อมูลในแต่ละไบต์จะต้องรอบิต Ack จาก DS1307 ทุกไบต์ เมื่อส่งจนครบแล้ว ถึงจะสร้างสภาวะ Stop เพื่อกลับสู่สถานะว่าง

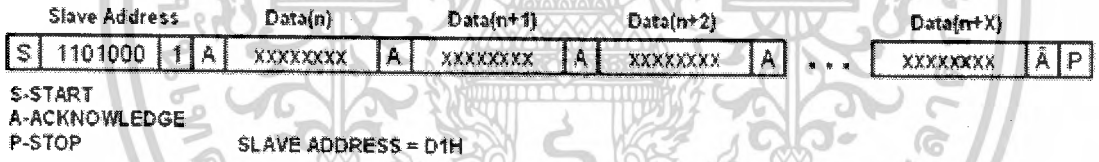
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.14 การเขียนข้อมูลอุปกรณ์ Slave ผ่านบัส I^2C

2.5.3.2 การอ่านข้อมูล

การรับข้อมูลจากอุปกรณ์ Slave ดังแสดงในรูปที่ 2.15 ตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ต้องสร้างสภาวะ Start ก่อน จากนั้นต้องส่ง Address ของ DS1307 ขนาด 7 บิตซึ่งมีค่าเป็น 1101000 และตามด้วยบิตของข้อมูล ในกรณีที่เป็นการอ่านข้อมูลจาก DS1307 จะต้องเป็น " 1 " จากนั้นจึงค่อยรับข้อมูลจากอุปกรณ์ Slave ทีละไบต์ โดยตำแหน่งที่อ่านเข้ามาจะขึ้นอยู่กับตำแหน่งรีจิสเตอร์พอยท์เตอร์ ซึ่งจะเป็นตำแหน่งท้ายสุดที่ได้ทำการเขียนข้อมูลไว้ เมื่ออ่านข้อมูลครบในแต่ละไบต์อุปกรณ์ Master ต้องส่ง Acknowledge บิตกลับไปให้อุปกรณ์ Slave ด้วย ในกรณีที่เป็นไบต์สุดท้ายอุปกรณ์ Master ต้องส่ง " not acknowledge " กลับไป



รูปที่ 2.15 การอ่านข้อมูลจากอุปกรณ์ Slave ผ่านบัส I^2C

2.5.4 รีจิสเตอร์ควบคุมการทำงานของไอซีฐานเวลาจริง (Real Time Clock)

ภายใน DS1307 มีรีจิสเตอร์ภายในใช้เก็บข้อมูลเวลาขนาด 7 ไบต์ 00H-06H ดังแสดงในรูปที่ 2.16 ข้อมูลค่าเวลา และวันที่จะถูกเก็บอยู่ในรูปของเลขฐาน 10 สามารถเลือกได้ว่าให้ทำงานแบบ 12 ชั่วโมง หรือ 24 ชั่วโมง โดยกำหนดที่บิตที่ 6 ที่แอดเดรส 02H ถ้าเป็น " 1 " จะเป็นการทำงานในโหมด 12 ชั่วโมง ที่บิต 5 ในแอดเดรส 02H นั้นจะใช้แสดงค่า AM/PM โดยถ้าบิตนี้เป็น " 1 " จะเป็น PM ในกรณีที่แสดงแบบ 24 ชั่วโมง บิตนี้จะใช้ในการแสดงค่าของหลักสิบในของหน่วยชั่วโมงด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	BIT7							BIT0	
00H	CH	10 SECONDS			SECONDS				00-59
	0	10 MINUTES			MINUTES				00-59
	0	12/24	10 HR A/P	10 HR	HOURS				01-12 00-23
	0	0	0	0	0	DAY			1-7
	0	0	10 DATE		DATE				
	0	0	0	10 MONTH	MONTH				01-12
	10 YEAR				YEAR				00-99
07H	OUT	0	0	SQWE	0	0	RS1	RS0	

รูปที่ 2.16 รีจิสเตอร์ภายในไอซีฐานเวลา DS1307

ในที่แอดเดรส 07H เป็นรีจิสเตอร์ควบคุมการทำงาน โดยมีรายละเอียดดังนี้

OUT (Out control) : ใช้ควบคุมเอาต์พุต

SQWE (Square Wave Enable) : ใช้ควบคุมออสซิลเลเตอร์ภายใน DS1307 โดยถ้าบิตนี้เป็น " 1 " จะเป็นการเปิด

RS1, RS0 (Rate Select) : ใช้ควบคุมความถี่ของ Square Wave เมื่อเปิดการทำงานของออสซิเลเตอร์ โดยสามารถปรับเปลี่ยนความถี่ได้ 4 ความถี่ด้วยกันดังแสดงในตารางที่ 2.8

ตารางที่ 2.8 การควบคุมความถี่ออสซิลเลเตอร์ด้วยการเซตบิต RS1, RS0

RS1	RS2	SQW OUTPUT FREQUENCY
0	0	1 Hz
0	1	4.096 kHz
1	0	8.192 kHz
1	1	32.768 kHz

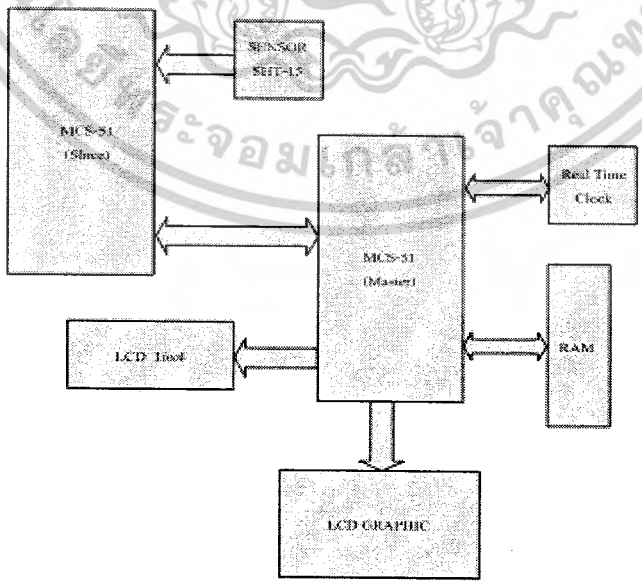
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การออกแบบ

ในบทนี้จะเป็นการออกแบบ และการสร้างวงจรโดย ในการออกแบบมีส่วนประกอบหลัก คือ ไมโครคอนโทรลเลอร์ เซนเซอร์วัดความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิ หน่วยความจำข้อมูลภายนอก จอแสดงผลแสดงตัวอักษรขนาด 16 ตัวอักษร จำนวน 4 บรรทัดและจอแสดงผลชนิดกราฟฟิคขนาด 128x64 จุด

3.1 ส่วนประกอบโดยรวมของฮาร์ดแวร์

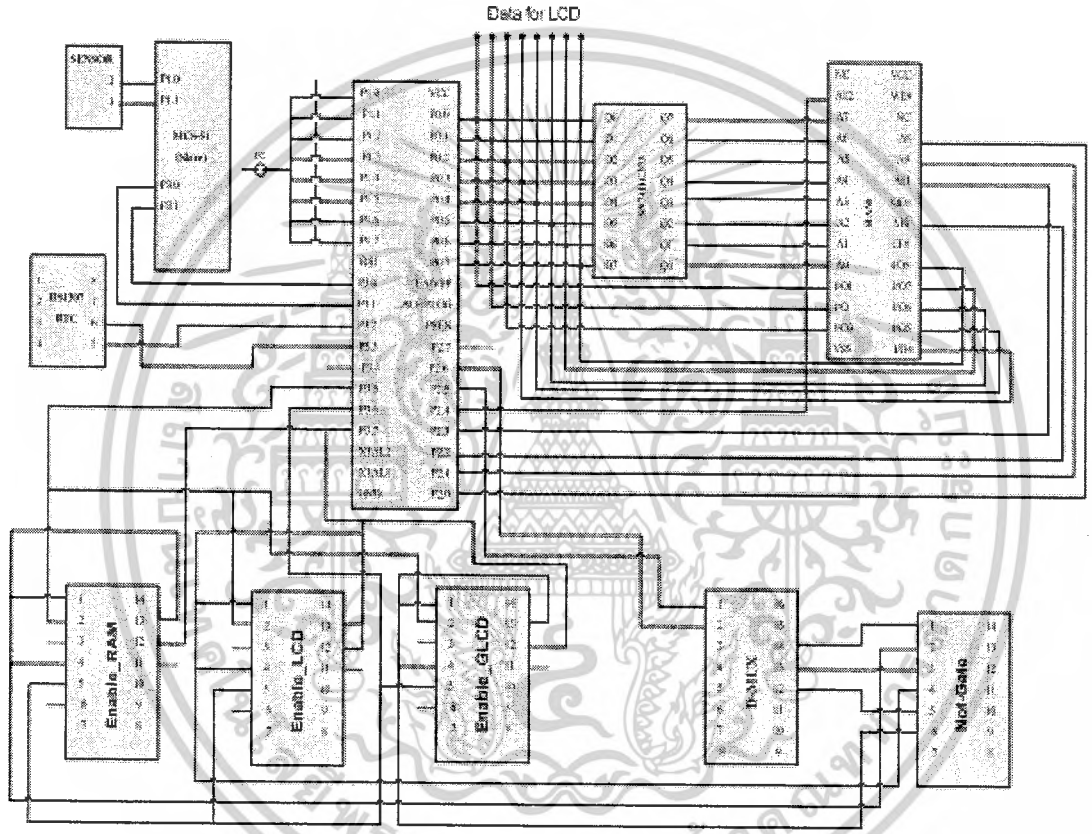
ส่วนประกอบโดยรวมของฮาร์ดแวร์ของระบบจะประกอบด้วย วงจรเชื่อมต่อกับเซนเซอร์ SHT-15 หน่วยความจำข้อมูลภายนอก ระบบฐานเวลาจริง จอแสดงผลชนิดตัวอักษรขนาด 16 ตัวอักษร 4 บรรทัด และจอแสดงผลแบบกราฟฟิคขนาด 128x64 จุด ซึ่งส่วนประกอบหมดถูกควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89C51RC ของบริษัท ATMEL โดยไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวที่เป็นสเลฟจะทำหน้าที่ในการวัด จากนั้นตัวที่เป็นมาสเตอร์จะส่งสัญญาณอินเตอร์รัปไปดึงข้อมูลที่ทำการคำนวณทางคณิตศาสตร์เรียบร้อยแล้วออกมาแสดงผลบนจอแสดงผลแบบตัวอักษรขนาด 16 ตัวอักษร 4 บรรทัด และเก็บไว้ในหน่วยความจำข้อมูลภายนอกเพื่อเรียกดูย้อนหลังและทำการแสดงผลการเปรียบเทียบในรูปแบบของกราฟบนจอแสดงผลแบบกราฟฟิคขนาด 128x64 จุด โครงสร้างโดยรวมของฮาร์ดแวร์แสดงดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 ส่วนประกอบหลักของฮาร์ดแวร์ทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากโครงสร้างโดยรวมของฮาร์ดแวร์ในรูปที่ 3.1 จะนำมาทำการออกแบบวงจร เพื่อทำให้อุปกรณ์ทุกตัวในระบบทั้งหมดสามารถทำงานร่วมกันได้อย่างสมบูรณ์ จากนั้นจะต้องทำการเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ทั้งสองตัวทำงานตามที่ได้ออกแบบเอาไว้อย่างมีประสิทธิภาพอีกด้วย ซึ่งวงจรที่ได้ทำการออกแบบและโปรแกรมควบคุมการทำงานที่ได้ทำการเขียนขึ้นจะต้องสามารถทำงานร่วมกันได้อย่างมีประสิทธิภาพอีกด้วย โดยมีการออกแบบวงจรที่ใช้งานจริงดังรูปที่ 3.2



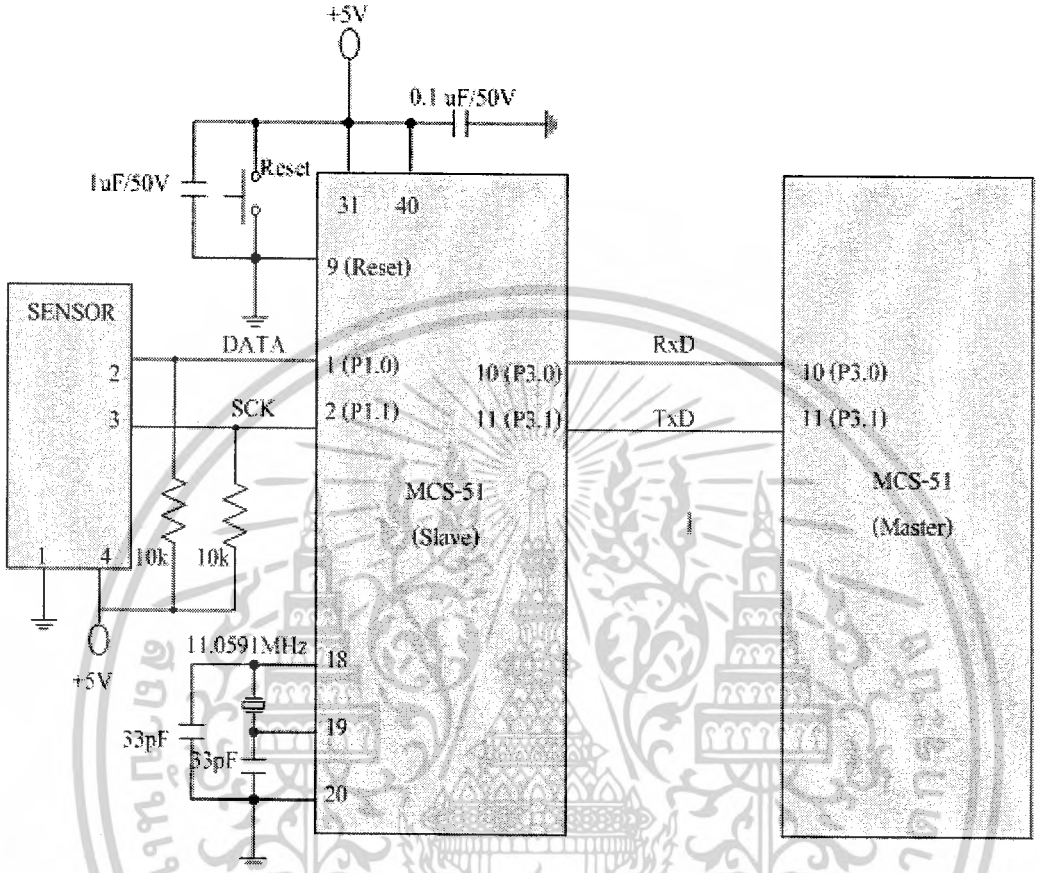
รูปที่ 3.2 แผนภาพการทำงานโดยรวมของระบบ

3.2 ส่วนเชื่อมต่อเซ็นเซอร์กับไมโครคอนโทรลเลอร์

ในการเชื่อมต่อเซ็นเซอร์กับไมโครคอนโทรลเลอร์จะเป็นการสื่อสารข้อมูลกันแบบอนุกรม (Serial Interface) โดยมีสัญญาณนาฬิกาเป็นตัวควบคุมจังหวะการทำงานของการรับและส่งข้อมูล โดยไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวรอง จะทำหน้าที่ติดต่อกับเซ็นเซอร์เพื่ออ่านค่าข้อมูลมาเก็บไว้ และรอไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวหลัก ร้องขอการติดต่อสื่อสารกับไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวรองให้ทำการส่งข้อมูลให้ ซึ่งเป็นการสื่อสารข้อมูลในระบบมัลติโปรเซสเซอร์ (Multiprocessor System) ซึ่งสามารถทำการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์หลายตัวได้ ซึ่งการสื่อสารข้อมูล

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบนี้จะใช้การสื่อสารข้อมูลอนุกรมในโหมด 2 หรือโหมด 3 เข้ามาเกี่ยวข้องด้วยดังที่ได้กล่าวไปแล้วในบทที่ 2



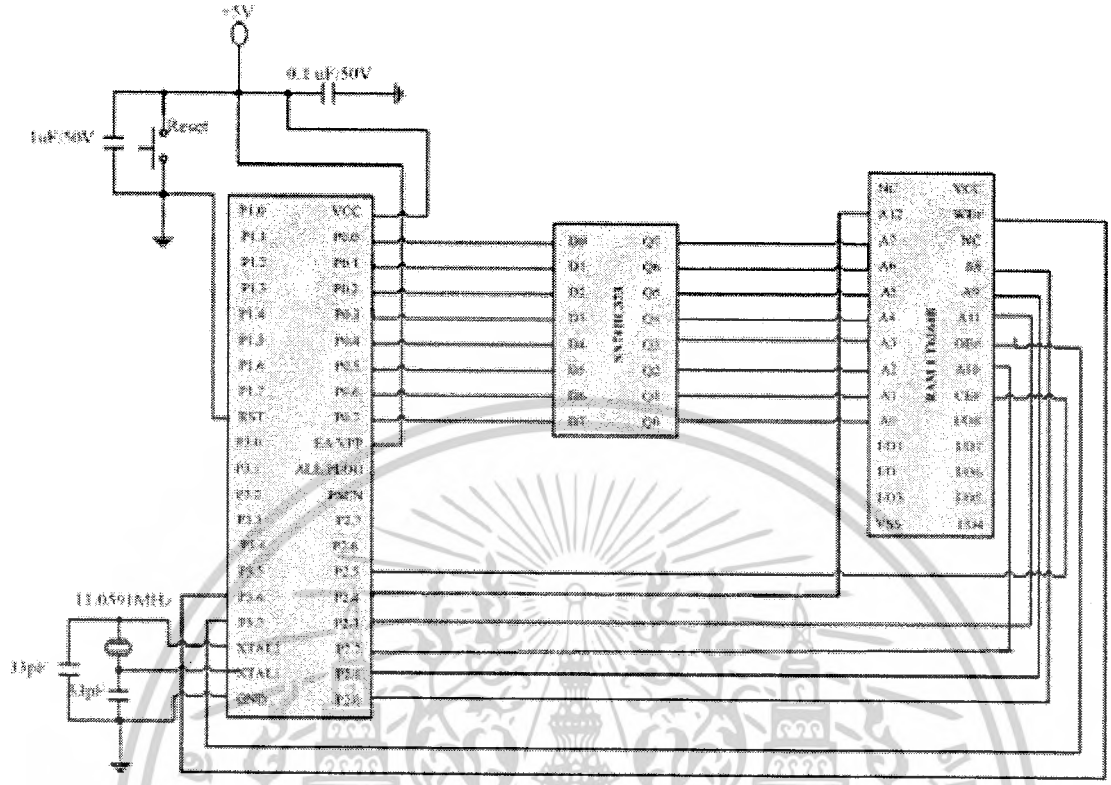
รูปที่ 3.3 วงจรรับและส่งค่าระหว่างเซ็นเซอร์กับไมโครคอนโทรลเลอร์

3.3 การต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ใช้งานร่วมกับหน่วยความจำข้อมูลภายนอก

การติดต่อรับส่งข้อมูลกับหน่วยความจำข้อมูลภายนอก (RAM) จะใช้คำสั่ง MOVX ในการถ่ายโอนข้อมูล สัญญาณต่าง ๆ ที่ใช้ติดต่อกับแรมจะมี P0 , P2 , WR (P3.6) , RD (P3.7) โดยพอร์ต P0 จะเป็นสัญญาณตำแหน่งไบต์ต่ำ หรือข้อมูล พอร์ต P2 เป็นสัญญาณตำแหน่งไบต์สูง สัญญาณ RD จะเป็นสัญญาณควบคุมการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำภายนอกที่เกิดจากการทำงานของคำสั่ง MOVX A , @DPTR ซึ่งเป็นการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำข้อมูลภายนอกในตำแหน่งที่กำหนดโดย รีจิสเตอร์ DPTR มาเก็บไว้ที่รีจิสเตอร์ A สัญญาณ WR เป็นสัญญาณควบคุมการบันทึกข้อมูลลงในหน่วยความจำข้อมูลภายนอก จะทำงานเมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์ต้องการบันทึกข้อมูลลงในหน่วยความจำข้อมูลภายนอกซึ่งเกิดจากคำสั่ง MOVX @DPTR , A

หน่วยความจำภายนอกที่นำมาใช้ในโครงงานนี้เป็นแบบสแตติก (SRAM) เบอร์ UT6264B ขนาด 8K x 8บิต ของบริษัท Utron Technology โดยมีตัวอย่างการต่อใช้งานดังรูปที่ 3.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



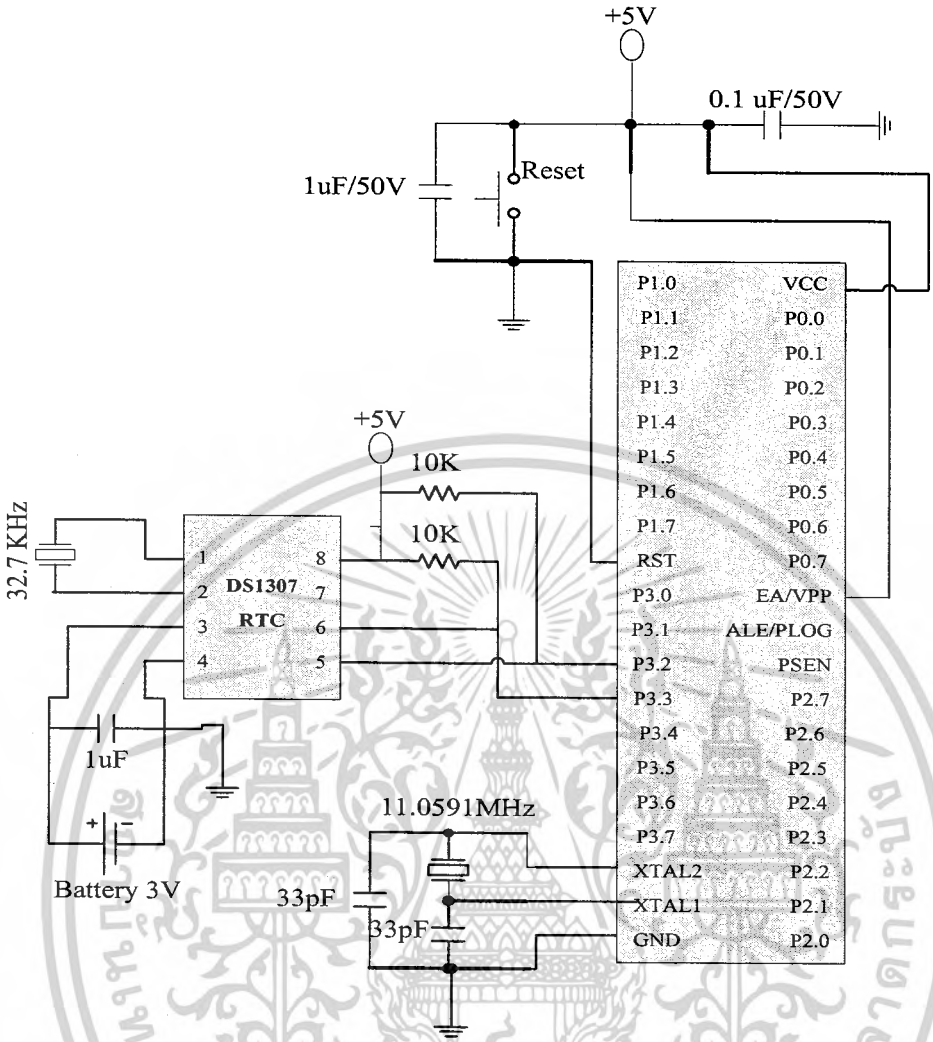
รูปที่ 3.4 การต่อไมโครคอนโทรลเลอร์กับหน่วยความจำภายนอก

3.4 การต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ใช้งานร่วมกับไอซีฐานเวลาจริง (Real Time Clock)

ไอซีฐานเวลาจริง (Real Time Clock) ที่เลือกใช้ในโครงงาน คือ DS1307 การใช้งานจะต้องต่อในแบบบัส I^2C โดยจะทำงานเป็นสเลฟเสมอ ดังนั้นการทำงานจึงต้องทำตามรูปแบบ I^2C วงจรออสซิลเลเตอร์ถือเป็นหัวใจสำคัญของไอซี เนื่องจากเป็นจุดเริ่มต้นในการสร้างข้อมูลฐานเวลาจริง ขณะที่ทำงานที่ขาสัญญาณ SQW/OUT จะมีสัญญาณพัลส์รูปสี่เหลี่ยม ส่งออกมาตลอดเวลาที่มีการอีเนเบิล พร้อมกันนั้นก็จะมีการเก็บค่าของเวลาไว้ในหน่วยความจำของตัวมันเองซึ่งมีขนาด 64 ไบต์ แต่ใช้เก็บข้อมูลเวลาเพียง 8 ไบต์ ส่วนที่เหลือมีไว้เพื่อเก็บข้อมูลทั่วไปของผู้ใช้งาน

การทำงานตามรูปแบบของบัส I^2C ภายใน DS1307 ใช้วงจรสื่อสารแบบอนุกรมเพื่อสื่อสารระหว่างตัวมันเองกับอุปกรณ์มาสเตอร์ ซึ่งในที่นี้คือไมโครคอนโทรลเลอร์ การเข้าถึงหน่วยความจำที่ใช้เก็บค่าเวลา และหน่วยความจำทั่วไปจึงต้องทำตามรูปแบบที่กำหนดในรูปแบบของบัส I^2C โดยมีการเชื่อมต่อไอซีฐานเวลากับไมโครคอนโทรลเลอร์ดังรูปที่ 3.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



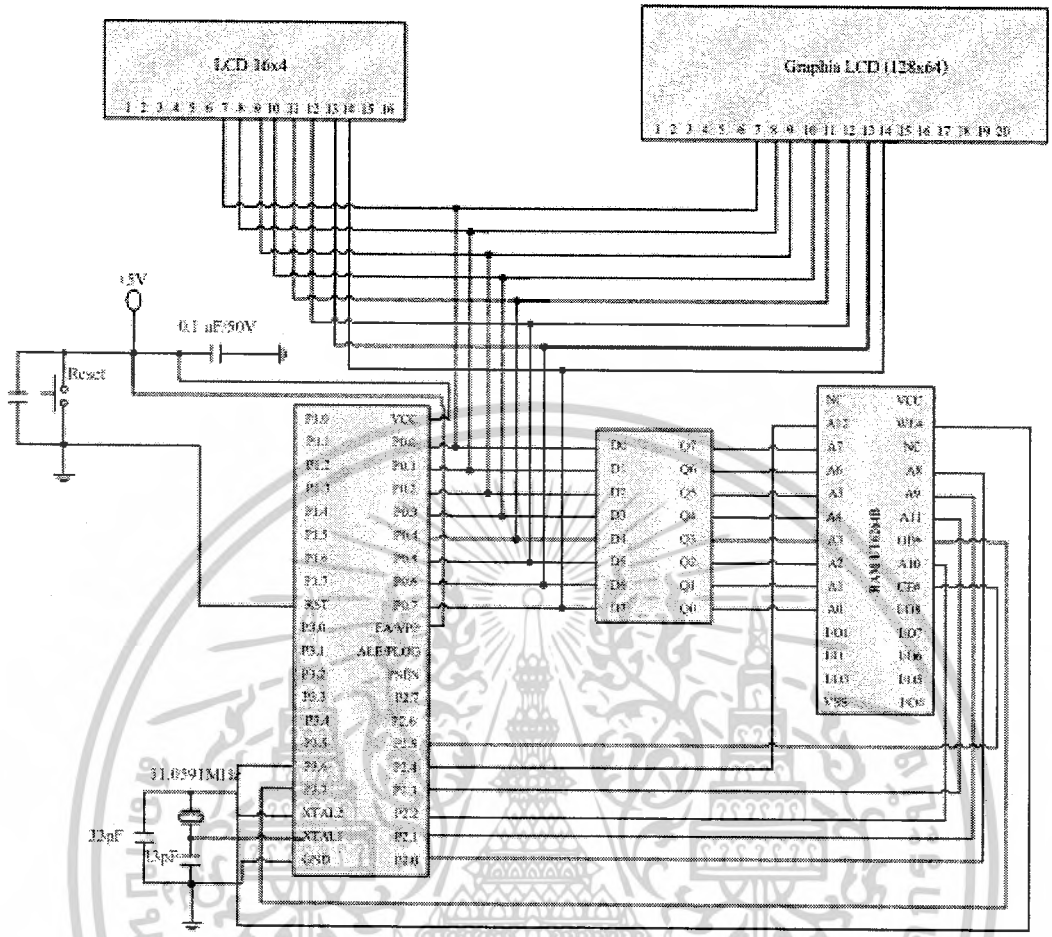
รูปที่ 3.5 การต่อไมโครคอนโทรลเลอร์กับไอซีฐานเวลา

3.5 การต่อใช้งานในส่วนของจอแสดงผล

การแสดงผลข้อมูลบนจอแสดงผลทั้ง 2 จอจะต่อบัสข้อมูลร่วมกัน โดยส่งค่าของข้อมูลมาจากพอร์ต 0 ทั้งหมด 8 บิต แล้วทำการเชื่มต่อเข้ากับจอแสดงผลทั้ง 2 ชุดเพื่อเป็นการส่งข้อมูลไปให้จอแสดงผลได้ทำการประมวลผลแล้วนำข้อมูลที่ได้มาแสดง โดยจะต้องการเชื่อมต่อบัสของข้อมูลจากพอร์ต 0 ซึ่งในส่วนของบัสข้อมูลที่จะทำหน้าที่เป็นแอดเดรสบัสจะทำการเชื่อต่อกับไอซีแลตซ์เบอร์ SN74HC393 เพื่อที่จะค้างค่าแอสเดรสให้กับหน่วยความจำ ข้อมูลภายนอก

ข้อมูลที่ส่งจากพอร์ต 0 ไปยังจอแสดงผลจะมีทั้งข้อมูลที่เป็นคำสั่ง และข้อมูลที่จะทำการแสดงผล ดังนั้นการส่งข้อมูลของพอร์ต 0 จะต้องมีการกำหนดว่าเป็นข้อมูลชนิดใด ซึ่งสามารถทำได้โดยการกำหนดสัญญาณลอจิกที่ขา RS ถ้าหากเป็นลอจิก “ 0 ” แสดงว่า ข้อมูลนั้นเป็นคำสั่ง แต่ถ้าเป็นลอจิก “ 1 ” แสดงว่า ข้อมูลนั้นเป็นข้อมูลที่ใช้ในการแสดงผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

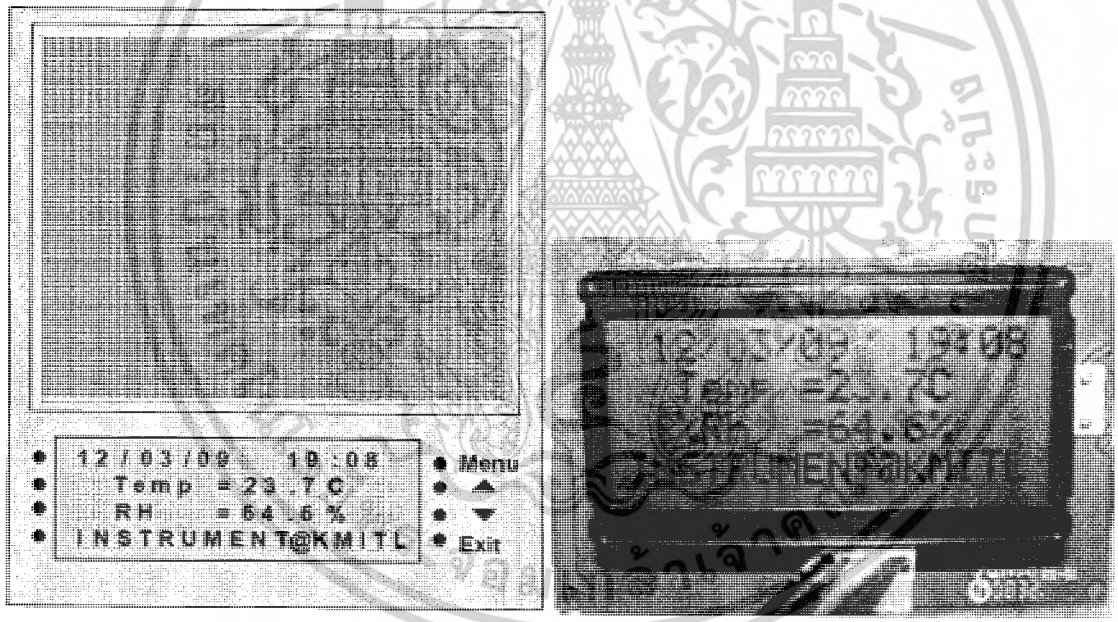


รูปที่ 3.6 การต่อใช้งานในส่วนของจอแสดงผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
การใช้งาน

ในบทนี้จะเป็นการอธิบายถึงฟังก์ชัน และรูปแบบการใช้งานทั้งหมดของเครื่องวัดความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิแบบบันทึกค่าได้ โดยจะมีภาพประกอบทั้งรูปที่ได้ทำการออกแบบไว้ และรูปที่ถ่ายมาจากชิ้นงานจริงควบคู่กันไปเพื่อเป็นการเปรียบเทียบให้เห็นความแตกต่างด้วยภาพประกอบคำอธิบาย และบอกฟังก์ชันการใช้งานทีละขั้นตอนอย่างละเอียดและสามารถเข้าใจได้ง่าย โดยจะมีการอธิบายทีละฟังก์ชันตามลำดับการใช้งาน และอธิบายถึงปุ่มกดว่าปุ่มไหนมีหน้าที่และการใช้งานเป็นอย่างไร เพื่อให้ผู้ใช้งานเข้าใจถึงฟังก์ชันการทำงานได้ง่ายและสามารถทดลองใช้ได้อย่างถูกวิธี โดยมีคำอธิบายพร้อมภาพประกอบในขณะที่ได้ทำการเปิดเครื่องทดลองใช้งานจริงซึ่งมีรูปแบบการแสดงผลดังรูปที่ 4.1



(ก) (ข)

รูปที่ 4.1 (ก) อุปกรณ์ที่ได้ทำการออกแบบไว้
(ข) อุปกรณ์ที่ได้สร้างขึ้น

4.1 การทำงานในรูปแบบการวัดแบบปกติ

การทำงานในรูปแบบการวัดแบบปกตินี้จะเป็นการวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์แล้วนำมาแสดงบนจอแสดงผลชนิดตัวอักษรขนาด 16 ตัวอักษร 4 บรรทัด พร้อมทั้งแสดงวันที่และเวลาไว้ด้วยและสามารถนำค่าที่ได้จากการวัดมาทำการเปรียบเทียบ เมื่อพบว่ามีการเปลี่ยนแปลงข้อมูลใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนของอุณหภูมิหรือความชื้นสัมพัทธ์จะทำการบันทึกค่าข้อมูล วันที่ และเวลาที่ทำการวัดได้ลงในหน่วยความจำข้อมูลภายนอก โดยการแสดงผลจะแสดงให้เห็นดังรูปที่ 4.1

4.2 ฟังก์ชันการทำงานของตัวอุปกรณ์

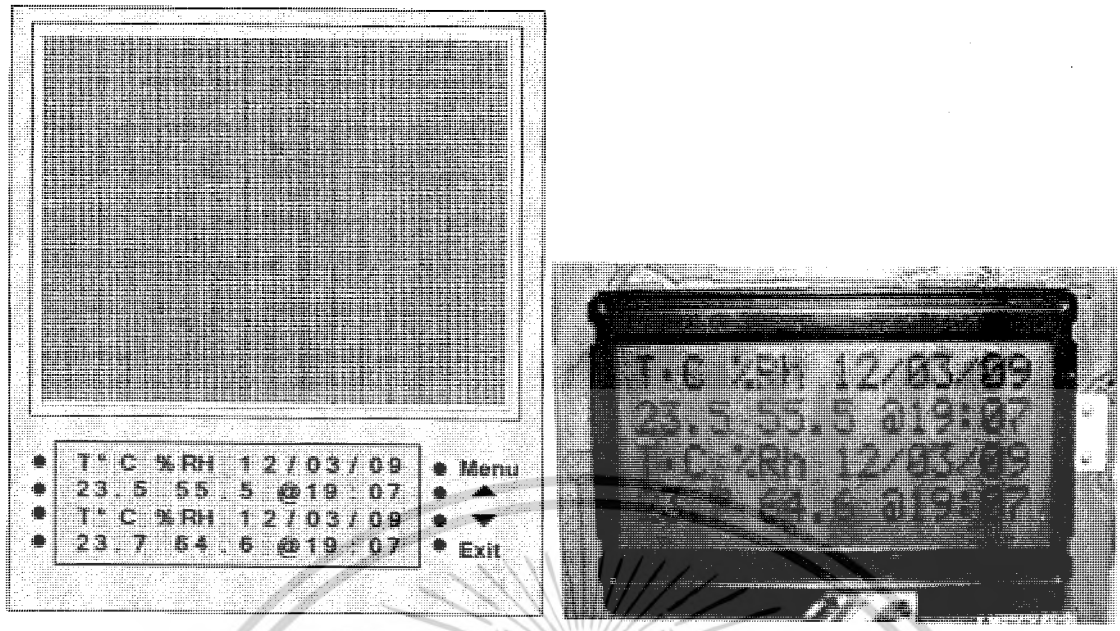
สามารถเลือกฟังก์ชันการทำงานของตัวอุปกรณ์ได้โดยการกดเลือกที่ปุ่ม Menu เมื่อทำการกดแล้วจะมีโหมดตัวเลือกขึ้นมา 3 ฟังก์ชัน ดังรูปที่ 4.2

(ก) (ข)

รูปที่ 4.2 (ก) ฟังก์ชันการทำงานในโหมดต่าง ๆ
(ข) ฟังก์ชันการใช้งานจากชิ้นงาน

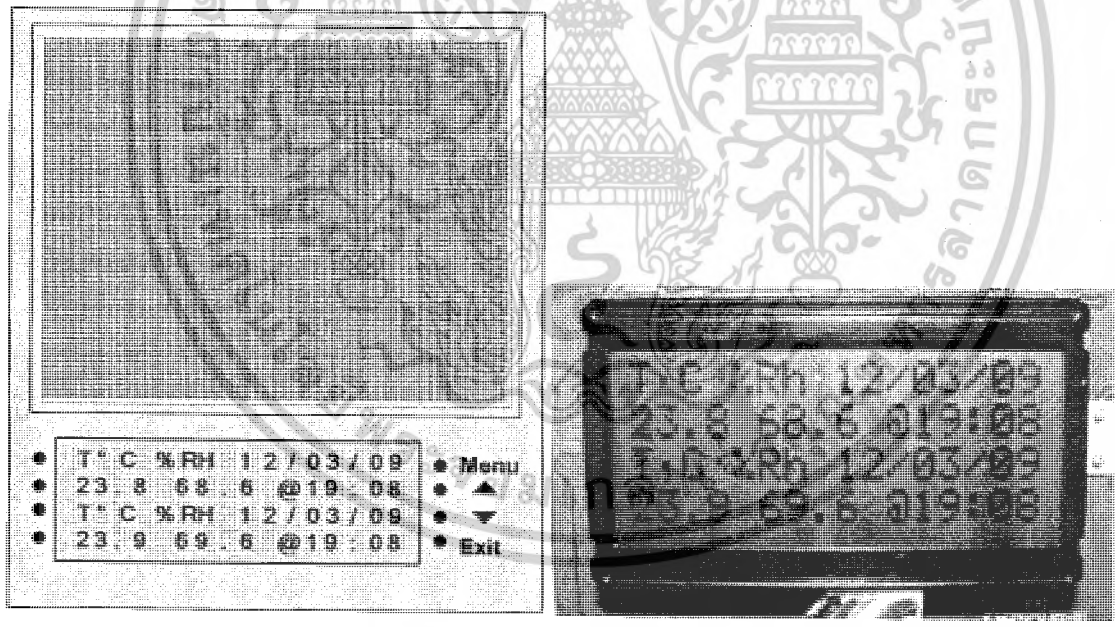
4.2.1 Log (Text Mode) เป็นฟังชันก์ชันการทำงานในโหมดที่สามารถเรียกดูค่าย้อนหลังได้ โดยจะทำการเรียกข้อมูลที่เก็บไว้ในหน่วยความจำข้อมูลภายนอกมาแสดงบนจอแสดงผลแบบตัวอักษรขนาด 16 ตัวอักษร 4 บรรทัด แต่จะไม่มีการแสดงการเปรียบเทียบข้อมูลในรูปแบบของกราฟบนจอแสดงผลแบบกราฟฟิค การเรียกดูข้อมูลที่ได้ทำการบันทึกไว้แล้วย้อนหลังนั้น ข้อมูลที่เรียกมาแสดงจะมีวันที่ และ เวลา ที่ได้ทำการบันทึกข้อมูลนั้น ๆ กำกับอยู่ด้วย และสามารถกดลูกศรขึ้น-ลง เพื่อเลื่อนดูข้อมูลได้ตามลำดับก่อนหลังของเวลาที่ได้ทำการบันทึกข้อมูลนั้น ๆ ไว้ ดังรูปที่ 4.3 และรูปที่ 4.4 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) (ข)

รูปที่ 4.3 (ก) การเรียกดูข้อมูลย้อนหลัง (ข้อมูลที่ได้บันทึกไว้ก่อน)
(ข) การเรียกดูข้อมูลย้อนหลัง (ข้อมูลที่ได้บันทึกไว้ก่อน)จากชิ้นงาน



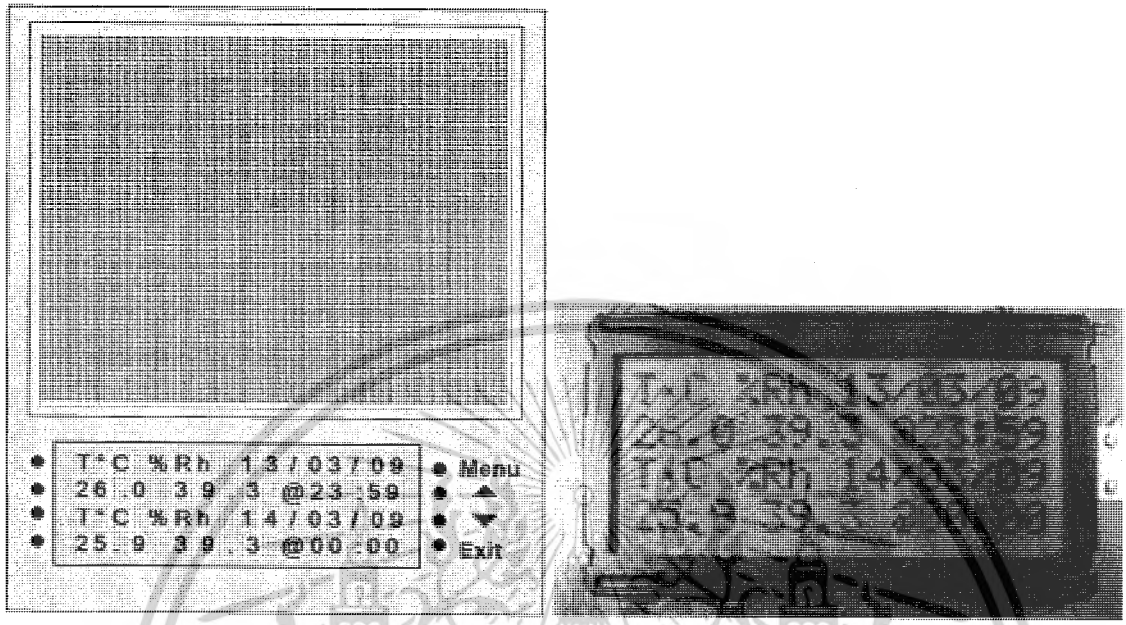
(ก) (ข)

รูปที่ 4.4 (ก) การเรียกดูข้อมูลย้อนหลัง (ข้อมูลที่ได้บันทึกไว้ทีหลัง)
(ข) การเรียกดูข้อมูลย้อนหลัง (ข้อมูลที่ได้บันทึกไว้ทีหลัง)จากชิ้นงานจริง

ในส่วนของการเรียกดูข้อมูลย้อนหลังนั้น ถ้าข้อมูลที่มีการเก็บบันทึกไว้ในวันหนึ่งหมดก็จะทำการเรียกข้อมูลที่มีการบันทึกไว้ในวันอื่นมาแสดงแทนตามลำดับก่อนหลังของวันที่และเวลาที่ได้ทำการบันทึกไว้ โดยการเรียกดูข้อมูลย้อนหลังที่บันทึกจากคนละวันก็สามารถทำการกดปุ่มเลื่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดูข้อมูลได้ตามปกติเหมือนกับข้อมูลในวันเดียวกัน เพียงแต่วันที่ และ เวลา ที่แสดงกำกับอยู่ต่างกันเท่านั้น โดยรูปแบบการแสดงผลจะเป็นดังรูปที่ 4.5

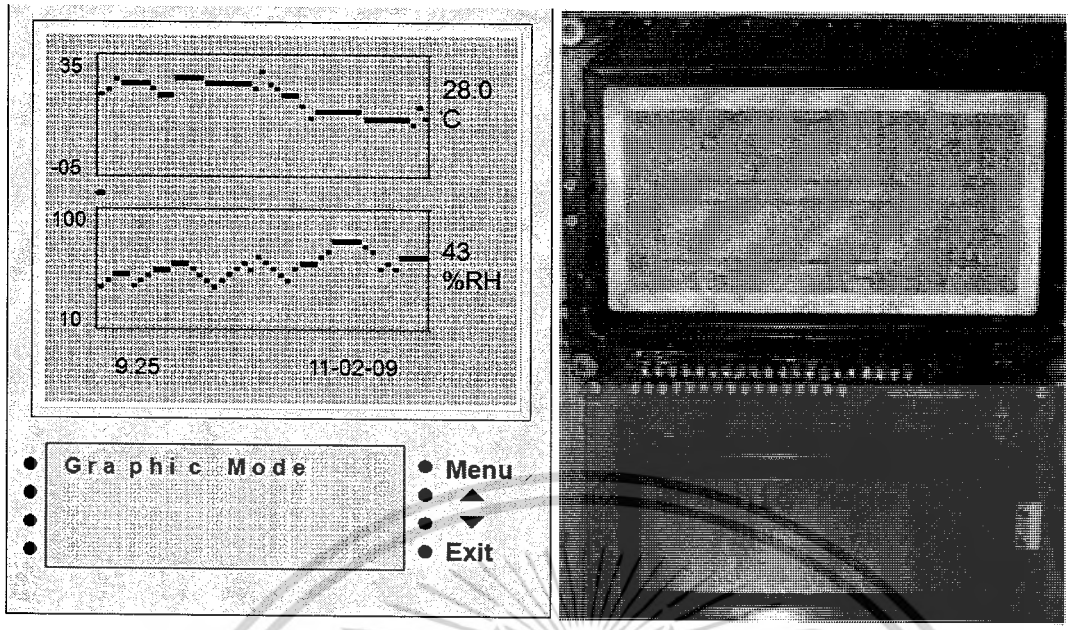


(ก) (ข)

รูปที่ 4.5 (ก) ข้อมูลที่ถูกบันทึกไว้คนละวันเมื่อทำการเรียกดูข้อมูลย้อนหลัง
(ข) ข้อมูลที่ถูกบันทึกไว้คนละวันเมื่อทำการเรียกดูข้อมูลย้อนหลังจากชิ้นงานจริง

4.2.2 Graphic Mode เป็นฟังก์ชันการทำงานในโหมดที่สามารถแสดงการเปรียบเทียบค่าข้อมูลในรูปแบบของกราฟได้ ซึ่งจะสามารถแสดงให้เห็นการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลได้ชัดเจนมากขึ้น ซึ่งเป็นการเพิ่มความสะดวกในการวิเคราะห์ทิศทางการเปลี่ยนแปลงของความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิเมื่อเปรียบเทียบกับเวลา สามารถดูการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลและกราฟเปรียบเทียบข้อมูลกับเวลาได้โดยจะใช้ปุ่มกดลูกศรเลื่อน ขึ้น-ลง มีรูปแบบการนำเสนอดังรูปที่ 4.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



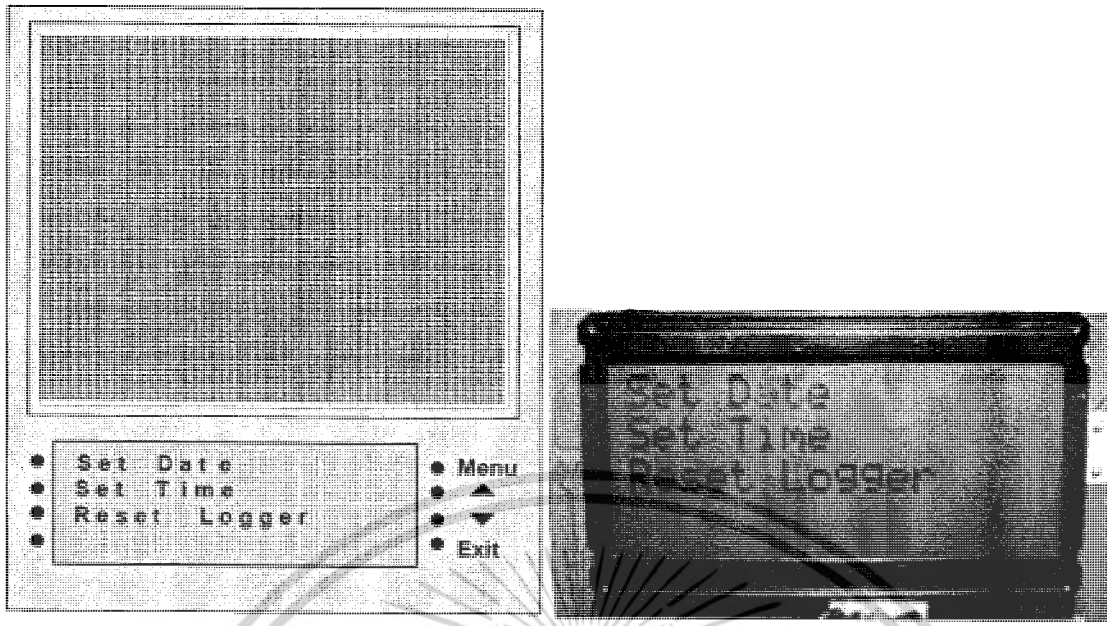
(ก) (ข)

รูปที่ 4.6 (ก) การนำเสนอข้อมูลในรูปแบบของกราฟ
(ข) การนำเสนอข้อมูลในรูปแบบของกราฟจากชิ้นงานจริง

- ปุ่มกด ลูกศรเลื่อนลงเพื่อเลื่อนการแสดงผลของกราฟไปทางด้านซ้าย
- ปุ่มกด ลูกศรเลื่อนขึ้นเพื่อเลื่อนการแสดงผลของกราฟไปทางด้านขวา

4.2.3 Setting ฟังก์ชันการทำงานโหมดนี้จะเป็นการตั้งค่าในส่วนของเวลา และวันที่ ที่ใช้ในการใช้งานของเครื่องวัดความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิแบบบันทึกค่า ได้อีกทั้งยังสามารถเลือกใช้ฟังก์ชัน Reset Logger เพื่อทำการลบข้อมูลที่ได้ทำการบันทึกไว้ในหน่วยความจำข้อมูลภายนอกทิ้งเมื่อไม่ต้องการใช้ข้อมูลนั้น ซึ่งจะประกอบไปด้วย 3 โหมดย่อย ดังรูปที่ 4.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) (ข)

รูปที่ 4.7 (ก) รูปแบบของฟังก์ชันในโหมดของฟังก์ชัน Setting
(ข) รูปแบบของฟังก์ชันในโหมดของฟังก์ชัน Setting ของชิ้นงานจริง

4.2.3.1 Set Date ฟังก์ชันนี้จะเป็นการตั้งค่าการใช้งานในส่วนของวันที่ เดือนและปี ในการใช้งานให้กับเครื่องวัดความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิแบบบันทึกค่าได้ เพื่อที่จะแสดงเวลาและวันที่ ในการใช้งานได้อย่างถูกต้อง อีกทั้งยังมีผลต่อความถูกต้องในการเก็บบันทึกค่าของข้อมูลที่สามารถทำการวัดได้อีกด้วย เนื่องจากการเก็บบันทึกข้อมูลที่ได้จากการวัดจะมีการบันทึกเวลาที่เกิดการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลนั้น ๆ ไว้ด้วย ดังนั้นจึงต้องตั้งค่าในส่วนของวันที่และเวลาให้ถูกต้องอยู่เสมอ

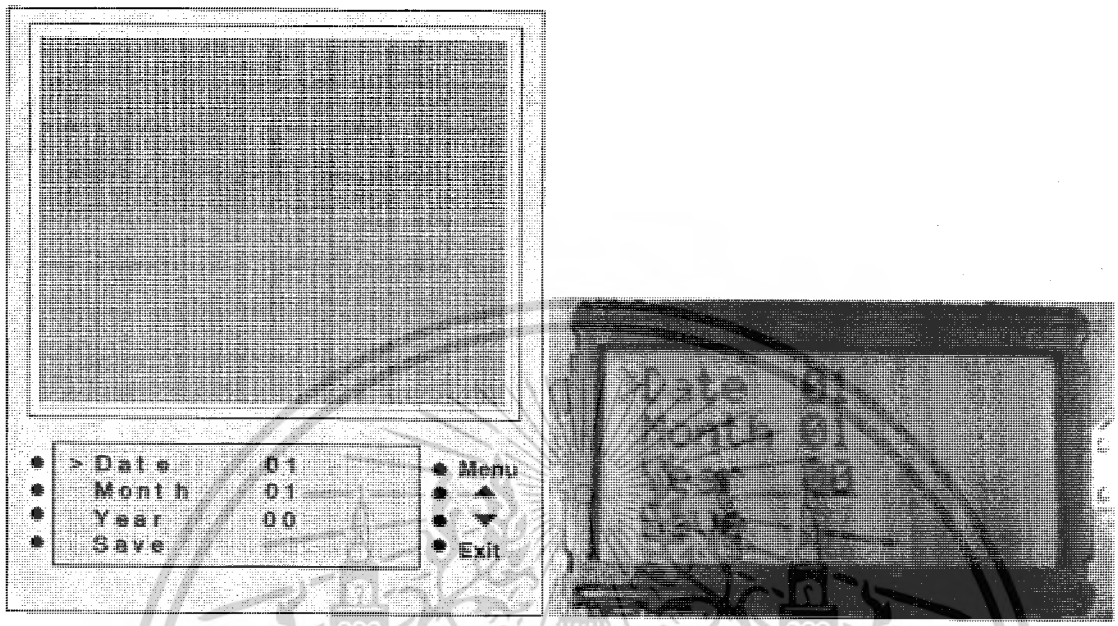
ในการตั้งวันที่ให้เลือกไปที่ฟังก์ชัน Date โดยการกดปุ่มทางด้านซ้ายมือที่อยู่ตรงกับคำว่า Date จะเห็นว่ามีลูกศรชี้อยู่ที่หน้าคำว่า Date ดังรูปที่ 4.8 แล้วจึงทำการเปลี่ยนวันที่โดยการเลือกที่ลูกศรเลื่อน ขึ้น –ลง ที่อยู่ทางด้านขวาเพื่อเพิ่มหรือลดค่า เมื่อทำการตั้งค่าวันที่ได้แล้วจะเป็นดังรูปที่ 4.9

การตั้งค่าเดือนให้เลือกไปที่ฟังก์ชัน Month โดยกดปุ่มทางด้านซ้ายมือที่อยู่ตรงกับคำว่า Month จะเห็นว่ามีลูกศรชี้อยู่ที่หน้าคำว่า Month แล้วจึงทำการเปลี่ยนค่าเดือนโดยการเลือกที่ลูกศรเลื่อน ขึ้น –ลง ที่อยู่ทางด้านขวามือที่อยู่ทางด้านขวาเพื่อเพิ่มหรือลดค่า เมื่อทำการตั้งค่าเดือนได้แล้วจะเป็นดังรูปที่ 4.10

การตั้งปีให้เลือกไปที่ฟังก์ชัน Year ซึ่งสามารถเลือกการโดยกดปุ่มทางด้านซ้ายมือที่อยู่ตรงกับคำว่า Year จะเห็นว่ามีลูกศรชี้อยู่ที่หน้าคำว่า Year แล้วทำการเปลี่ยนค่าปีโดยการเลือกที่ลูกศรเลื่อน ขึ้น –ลง ที่อยู่ทางด้านขวามือเพื่อเพิ่มหรือลดค่า เมื่อทำกดตั้งวันที่ได้แล้วจะเป็นดังรูป

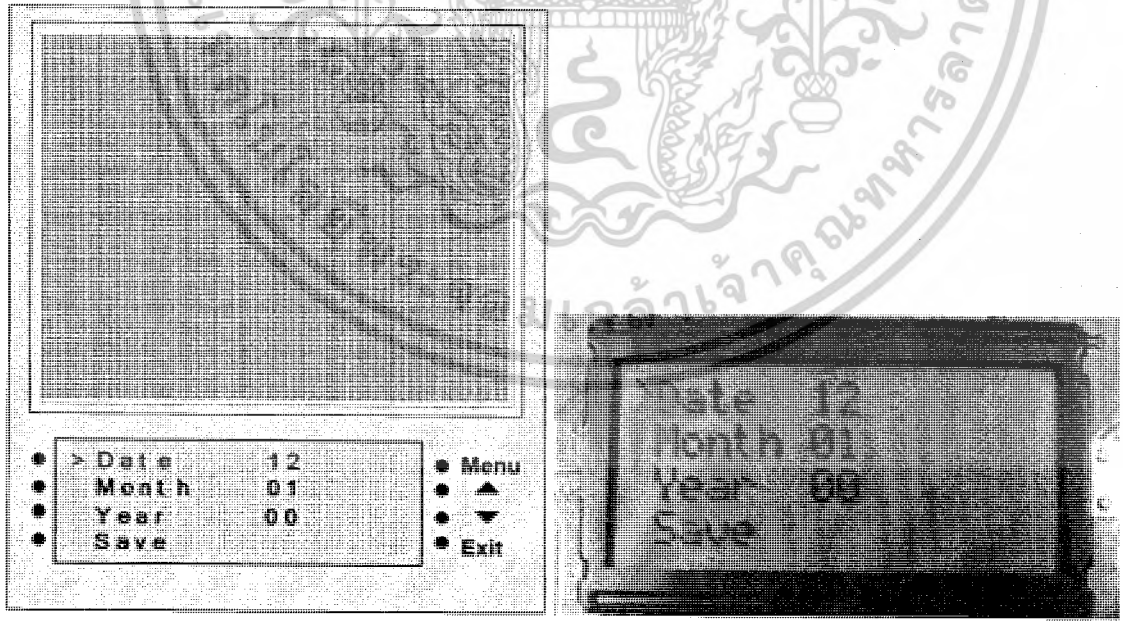
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ 4.11 เมื่อทำการตั้งค่าในส่วนของวันที่ เดือน และปีแล้วให้เลือกไปที่ฟังก์ชัน Save เพื่อเป็นการเก็บบันทึกค่าที่ได้ทำการเปลี่ยนแปลง โดยการกดปุ่มทางด้านซ้ายมือที่อยู่ตรงกับคำว่า Save



(ก) (ข)

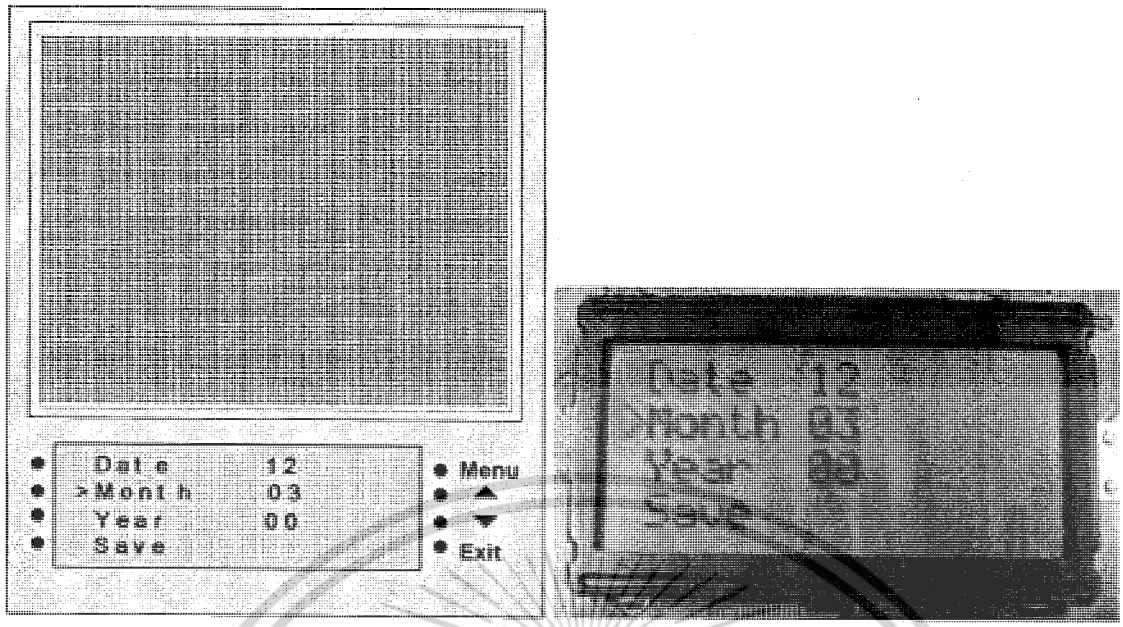
รูปที่ 4.8 (ก) รูปแบบของฟังก์ชันย่อย Set Date
(ข) รูปแบบของฟังก์ชันย่อย Set Date ของชิ้นงานจริง



(ก) (ข)

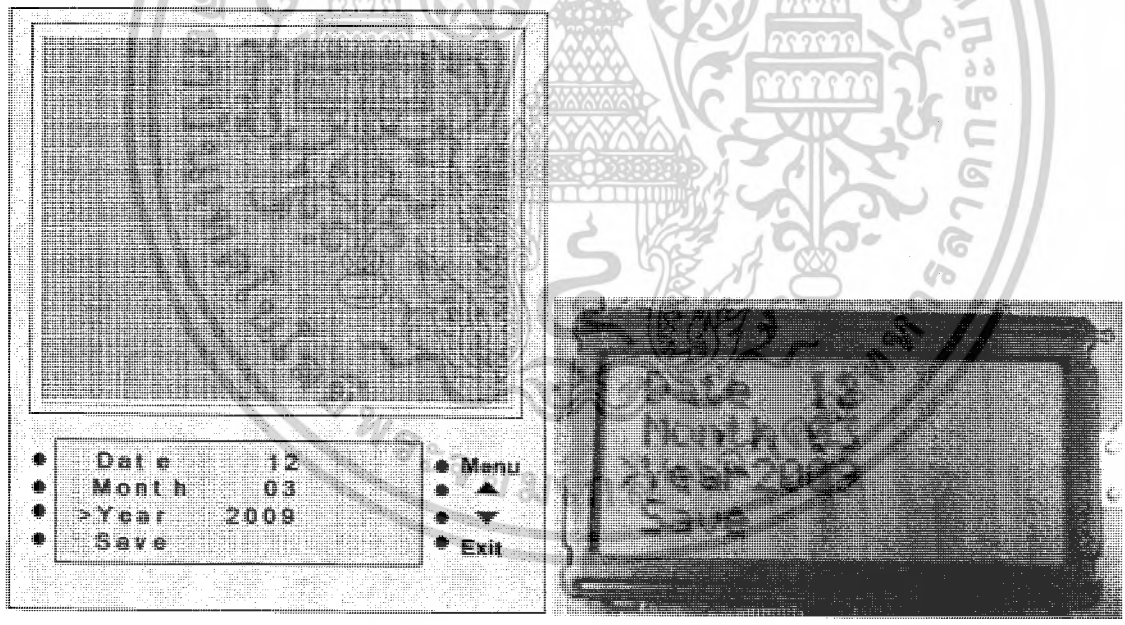
รูปที่ 4.9 (ก) ฟังก์ชันการตั้งค่าวันที่
(ข) ฟังก์ชันการตั้งค่าวันที่ของชิ้นงานจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) (ข)

รูปที่ 4.10 (ก) ฟังก์ชันการตั้งค่าเดือน
(ข) ฟังก์ชันการตั้งค่าเดือนของชิ้นงานจริง



(ก) (ข)

รูปที่ 4.11 (ก) ฟังก์ชันการตั้งค่าปี
(ข) ฟังก์ชันการตั้งค่าปีของชิ้นงานจริง

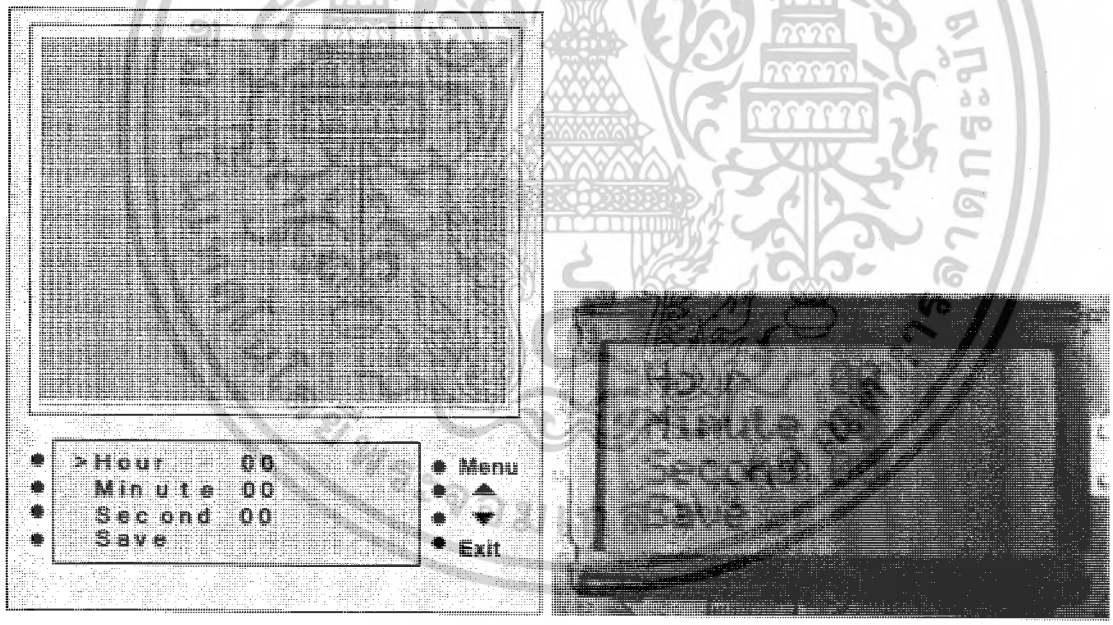
4.2.3.2 Set Time ฟังก์ชันนี้จะเป็นการตั้งค่าการใช้งานในส่วนของเวลา อาจกล่าวได้ว่าเป็นนาฬิกาที่คอยบอกเวลาให้แก่ตัวอุปกรณ์ก็ได้ เนื่องจากจะต้องใช้เวลาในการบันทึกค่าการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิและความชื้น จึงต้องทำการตั้งค่าให้ถูกต้องเสมอทุกครั้งที่นำมาใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตั้งค่าชั่วโมงให้เลือกไปที่ฟังก์ชัน Hour โดยการเลือกไปที่ปุ่มทางด้านซ้ายมือที่อยู่ตรงกับคำว่า Hour จะเห็นได้ว่ามีลูกศรชี้อยู่ที่หน้าคำว่า Hour ดังรูปที่ 4.12 แล้วทำการเปลี่ยนค่าชั่วโมงโดยการกดที่ปุ่มลูกศรเลื่อน ขึ้น –ลง ที่อยู่ทางด้านขวามือเพื่อเพิ่มหรือลดค่า เมื่อทำการตั้งค่าในส่วนชั่วโมงได้แล้วจะเป็นดังรูปที่ 4.13

การตั้งค่านาทีให้เลือกไปที่ฟังก์ชัน Minute โดยการเลือกไปที่ปุ่มทางด้านซ้ายมือที่อยู่ตรงกับคำว่า Minute และจะเห็นได้ว่ามีลูกศรชี้อยู่ที่หน้าคำว่า Minute แล้วทำการเปลี่ยนค่านาทีโดยการเลือกที่ปุ่มลูกศรเลื่อน ขึ้น –ลง ที่อยู่ทางด้านขวามือ เพื่อเพิ่มหรือลดค่า เมื่อทำการตั้งค่าในส่วนของนาทีได้แล้วจะเป็นดังรูปที่ 4.14

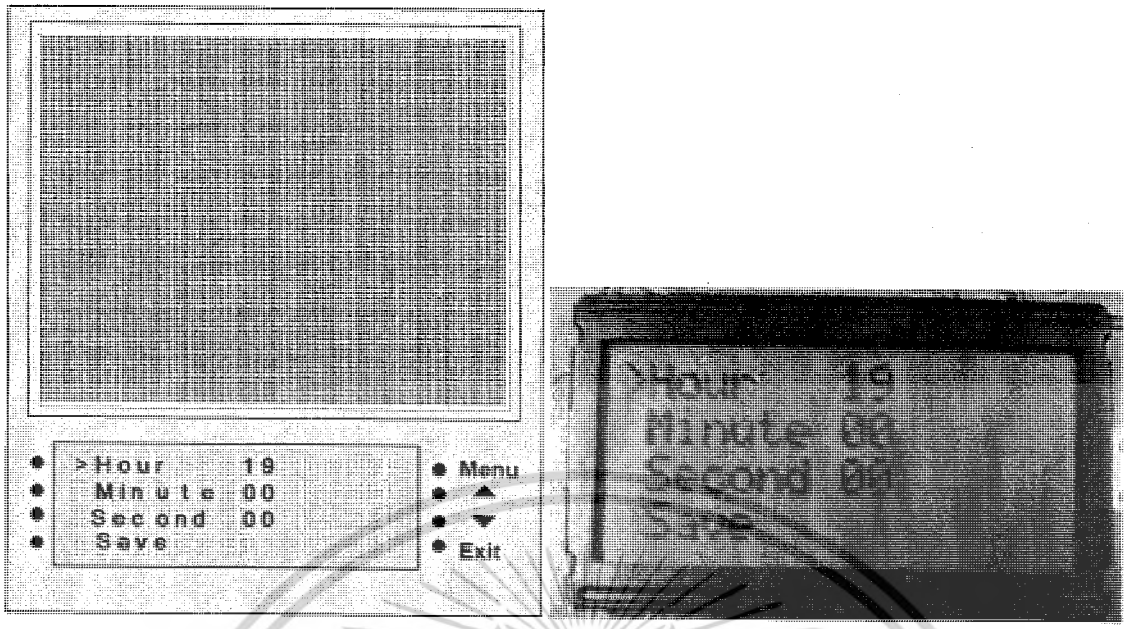
การตั้งค่าวินาทีให้เลือกไปที่ฟังก์ชัน Second โดยการเลือกไปที่ปุ่มทางด้านซ้ายมือที่อยู่ตรงกับคำว่า Second จะเห็นได้ว่ามีลูกศรชี้อยู่ที่หน้าคำว่า Second แล้วทำการเปลี่ยนค่าวินาทีโดยการกดที่ปุ่มลูกศรเลื่อน ขึ้น –ลง ที่อยู่ทางด้านขวามือ เมื่อทำกดตั้งค่าในส่วนของวินาทีได้แล้วจะเป็นดังรูปที่ 4.15 เมื่อทำการตั้งค่าในส่วนของวันที่ เดือน และปีแล้วให้เลือกไปที่ฟังก์ชัน Save เพื่อเก็บบันทึกค่าที่ได้ทำการเปลี่ยนแปลง โดยเลือกปุ่มทางด้านซ้ายมือที่อยู่ตรงกับคำว่า Save



(ก) (ข)

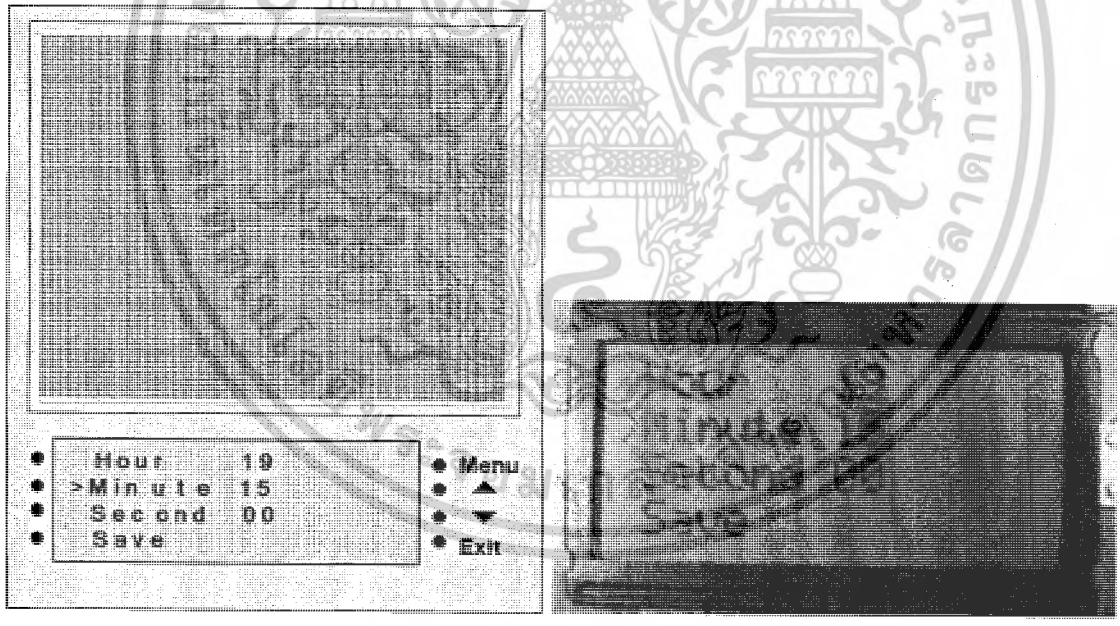
รูปที่ 4.12 (ก) รูปแบบของฟังชั่นย่อย Set Time
(ข) รูปแบบของฟังชั่นย่อย Set Time ของชิ้นงานจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) (ข)

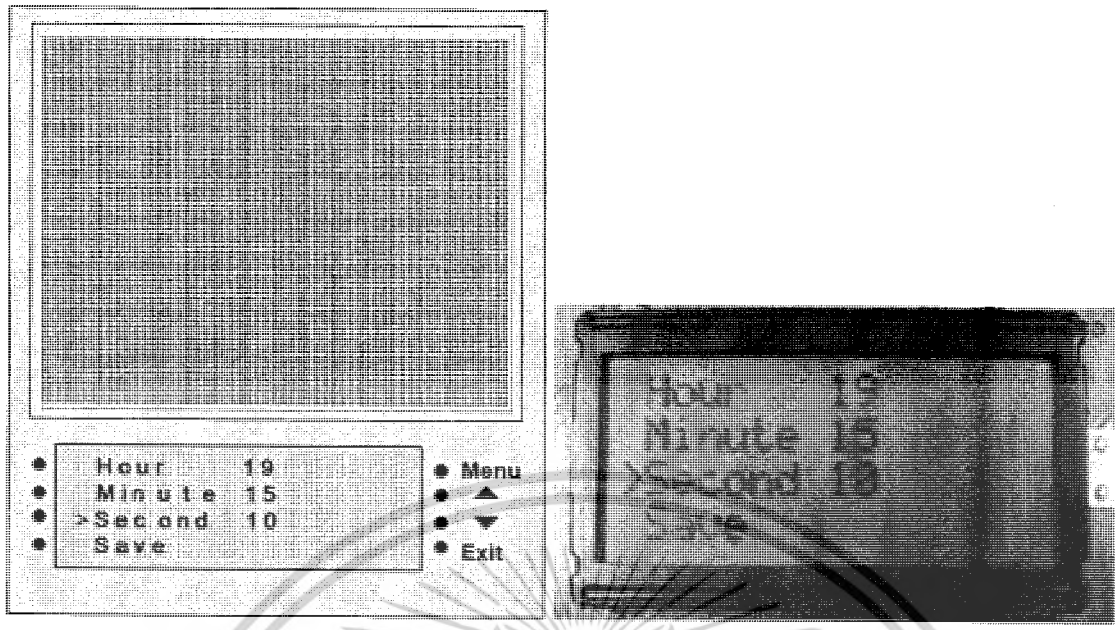
รูปที่ 4.13 (ก) ฟังก์ชันการตั้งค่าเวลาในหน่วยชั่วโมง
(ข) ฟังก์ชันการตั้งค่าเวลาในหน่วยชั่วโมงของชิ้นงานจริง



(ก) (ข)

รูปที่ 4.14 (ก) ฟังก์ชันการตั้งค่าเวลาในหน่วยนาที
(ข) ฟังก์ชันการตั้งค่าเวลาในหน่วยนาทีของชิ้นงานจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) (ข)

รูปที่ 4.15 (ก) ฟังก์ชันการตั้งค่าเวลาในหน่วยวินาที
(ข) ฟังก์ชันการตั้งค่าเวลาในหน่วยวินาทีของชิ้นงานจริง

4.2.3.3 Reset Logger ฟังก์ชันนี้จะเป็นฟังก์ชันที่ใช้ลบข้อมูลที่ได้ทำการบันทึกไว้ในหน่วยความจำข้อมูลภายนอกออก เมื่อไม่ต้องการใช้ข้อมูลนั้นหรือเพื่อเพิ่มพื้นที่การใช้งานให้กับหน่วยความจำ โดยการลบข้อมูลทิ้งนั้นจะเป็นการลบข้อมูลทั้งหมดที่ถูกบันทึกไว้ในหน่วยความจำภายนอก และไม่สามารถเลือกทำการลบข้อมูลใดข้อมูลหนึ่ง หรือเลือกทำการลบข้อมูลในบางส่วนออกไปได้

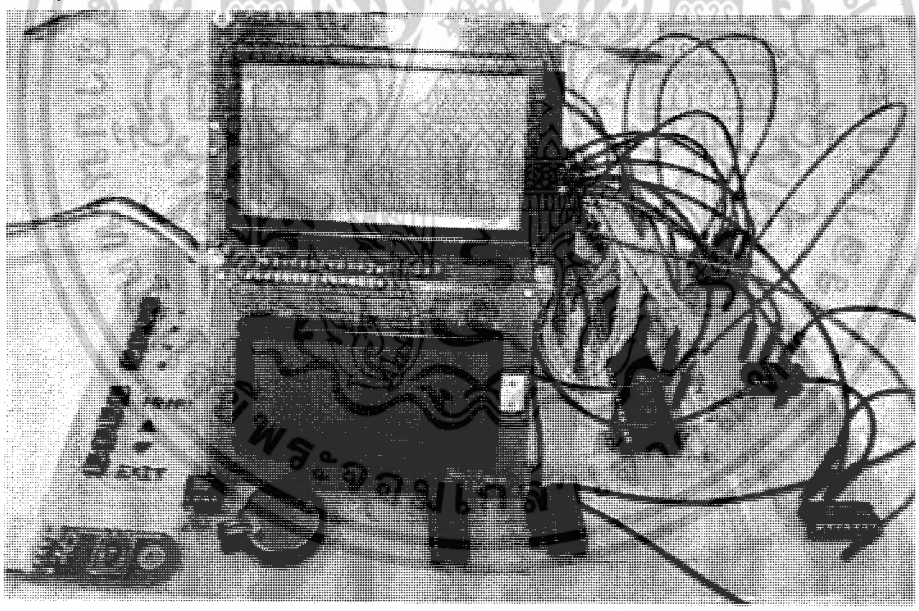
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

การทดลองและผลการทดลอง

5.1 การทดลองเปรียบเทียบค่าที่ทำการวัดได้จากอุปกรณ์

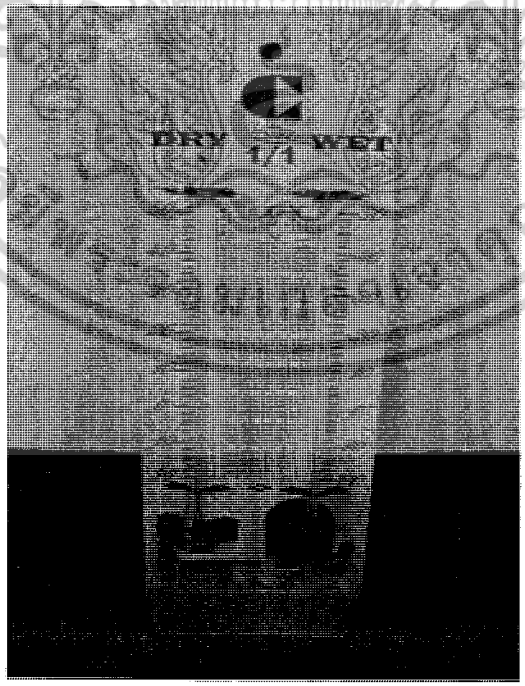
การทดลองเพื่อเปรียบเทียบค่าความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิที่วัดได้จากเครื่องวัดความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิแบบบันทึกค่าได้ (HUMIDITY AND TEMPERATURE DATA LOGGER) แสดงดังรูปที่ 5.1 โดยค่าของอุณหภูมิที่สามารถวัดได้ จะนำมาทำการเปรียบเทียบกับค่าที่วัดได้จากอุปกรณ์มาตรฐาน FLUKE 52 K/J THERMOMETER ดังรูปที่ 5.2 ในการวัดค่าความชื้นสัมพัทธ์ที่วัดได้จะนำมาเปรียบเทียบกับค่าที่วัดได้จากอุปกรณ์มาตรฐาน DENKI HYGROMETER ดังรูปที่ 5.3 โดยผลการเปรียบเทียบค่าความแตกต่างของอุณหภูมิได้ทำการแสดงในตารางที่ 5.1 ส่วนผลการเปรียบเทียบค่าความแตกต่างของความชื้นสัมพัทธ์ได้ทำการแสดงในตารางที่ 5.2



รูปที่ 5.1 HUMIDITY AND TEMPERATURE DATA LOGGER

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 5.2 FLUKE 52 K/J THERMOMETER



รูปที่ 5.3 DENKI HYGROMETER

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.1 แสดงผลการวัดค่าอุณหภูมิเปรียบเทียบกับอุปกรณ์วัดมาตรฐาน

HUMIDITY AND TEMPERATURE DATA LOGGER	FLUKE 52 K/J THERMOMETER	ERROR
TEMPERATURE (°C)	TEMPERATURE (°C)	%
24.2	23.8	1.68
25.5	26.2	2.67
25.6	26.2	2.29
27.8	28.0	0.71
28.4	28.7	1.04
28.5	28.9	1.38
29.1	30.0	3.00
29.3	29.9	2.00

ตารางที่ 5.2 แสดงผลการวัดค่าความชื้นสัมพัทธ์เปรียบเทียบกับอุปกรณ์วัดมาตรฐาน

HUMIDITY AND TEMPERATURE DATA LOGGER	DENKI Hygrometer	ERROR
HUMIDITY (%RH)	HUMIDITY (%RH)	%
51.1	46.0	11.08
64.6	56.0	15.35
63.6	56.0	13.21
51.5	51.0	0.78
59.5	52.0	17.45
66.6	52.0	28.07
78.7	71.0	10.84
78.7	71.0	10.84

5.2 ผลการทดลอง

การเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิที่วัดได้จากเครื่องวัดความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิแบบบันทึกค่าได้ เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับอุปกรณ์วัดอุณหภูมิมาตรฐาน FLUKE 52 K/J THERMOMETER ซึ่งเป็นอุปกรณ์วัดแบบดิจิตอลซึ่งมีการแสดงค่าที่ทำการวัดได้ในรูปแบบของตัวเลขฐานสิบจะได้ผลตามตารางที่ 5.1 จะสามารถสรุปได้ว่า เมื่อนำเครื่องวัดความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิแบบบันทึกค่าได้มาทำการวัดอุณหภูมิจะให้ค่าอุณหภูมิที่สามารถทำการวัดได้นั้นอยู่ในเกณฑ์ที่สามารถยอมรับได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยมีค่าเปอร์เซ็นความผิดพลาด (% ERROR) เฉลี่ยประมาณ 1.63% และมีเปอร์เซ็นความผิดพลาดสูงสุดอยู่ที่ 3%

ส่วนค่าความชื้นสัมพัทธ์ที่ได้จากเครื่องวัดความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิแบบบันทึกค่าได้นำมาทำการเปรียบเทียบกับ HYGROMETER แบบกระเปราะเปียกและกระเปาะแห้งของ DENKI ซึ่งเป็นอุปกรณ์มาตรฐาน ซึ่งผลการเปรียบเทียบเป็นไปตามตารางที่ 5.2 สามารถสรุปได้ว่าเครื่องวัดความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิแบบบันทึกค่าได้เมื่อนำมาวัดค่าความชื้นสัมพัทธ์ ค่าที่ได้จากการวัดจะมีน่าเชื่อถือต่ำเนื่องจากมีค่าเปอร์เซ็นความผิดพลาด (% ERROR) เฉลี่ยประมาณ 13.45% และมีเปอร์เซ็นความผิดพลาดสูงสุดอยู่ที่ 28.07%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผล

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นการศึกษาและออกแบบอุปกรณ์ที่สามารถใช้วัดความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิแบบที่สามารถบันทึกค่าเมื่อมีการเปลี่ยนแปลง โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 เป็นตัวควบคุม ในการศึกษาขั้นต้นทำให้ทราบถึงฟังก์ชันการในทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ เซนเซอร์ SHT-15 หน่วยความจำภายนอก ฐานเวลาจริง (Real Time Clock) จอแสดงผลในแบบตัวอักษร และจอแสดงผลในแบบกราฟฟิค

การทำงานของเครื่องวัดความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิจะเริ่มต้นด้วยการวัดค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ผ่านเซนเซอร์ที่ควบคุมโดยไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ทำหน้าที่เป็นสเลฟ จากนั้นจะนำข้อมูลที่วัดได้มาทำการคำนวณให้ได้เป็นค่าที่ถูกต้องและจะทำงานแบบนี้ซ้ำไปเรื่อย ๆ เพื่อรอให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวที่ทำหน้าที่เป็นมาสเตอร์ส่งสัญญาณมาทำการอินเตอร์รัป เพื่อทำการเรียกข้อมูลที่ได้จากการคำนวณไปแสดงผล และมีการนำค่าที่รับมานั้นมาเปรียบเทียบกับข้อมูลก่อนหน้า ถ้าข้อมูลใหม่ที่ทำการวัดค่าได้แตกต่างจากข้อมูลเดิม ก็จะบันทึกค่านั้นไว้ในหน่วยความจำภายนอก เพื่อให้สามารถเรียกดูค่าย้อนหลังได้หรือนำมาสร้างกราฟเพื่อเปรียบเทียบแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ในส่วนของข้อมูลที่บันทึกนอกจากค่าของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ แล้วจะมีในส่วนของเวลา และวันที่ บันทึกเอาไว้ด้วย โดยข้อมูลในส่วนของเวลาและวันที่ไมโครคอนโทรลเลอร์จะรับมาจากไอซีฐานเวลาจริง (Real Time Clock) ซึ่งจะเป็นตัวสร้างข้อมูลในส่วนของเวลาและวันที่ให้กับระบบเพื่อนำมาใช้บอกเวลาที่ทำการวัดและเก็บบันทึกข้อมูล

ค่าความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิที่เครื่องวัดความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิแบบบันทึกค่าได้สามารถวัดได้เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับอุปกรณ์วัดมาตรฐาน ค่าของอุณหภูมิที่สามารถทำการวัดได้นั้นอยู่ในเกณฑ์ที่สามารถยอมรับได้ ส่วนค่าความชื้นสัมพัทธ์มีค่าความผิดพลาดที่สูงเกินเกณฑ์ในการยอมรับได้ การจะนำมาทำการสอบเทียบเพื่อให้เกิดความแม่นยำในการวัดมากขึ้นนั้นสามารถทำได้ยากเพราะไม่สามารถทำการสอบเทียบ (Calibrate) ที่ตัวอุปกรณ์ได้ เนื่องจากเป็นไอซีสำเร็จรูป หากจะทำให้ความแม่นยำในการวัดค่าเพิ่มขึ้น จะต้องทำการปรับแก้ในส่วนของโปรมแกรมคำนวณทางคณิตศาสตร์แทน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.2 ข้อเสนอแนะ

- สามารถนำองค์ความรู้ที่ได้จากโครงงานการวัดค่าความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิไปใช้ในงานควบคุมเพื่อการตรวจสอบแก้ไขปัญหา งานบำรุงรักษาคุณภาพอากาศ และงานตรวจรับรองเพื่อให้ได้คุณภาพอากาศตามมาตรฐานที่ถูกต้องต่อไปได้

- สามารถนำชิ้นงานมาพัฒนาเชื่อมต่อกับจอระบบสัมผัส เพื่อการใช้งานในฟังก์ชันต่าง ๆ ได้สะดวกและง่ายมากยิ่งขึ้นหรือนำมาเชื่อมต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อเก็บบันทึกค่าข้อมูลลงในระบบฐานข้อมูลเพื่อนำไปใช้งานในด้ายอื่น ๆ ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] วรพจน์ กรแก้ววัฒนกุล, ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล **"เรียนรู้และปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลช ฉบับ AT89C5X/AT89Sxxxx (ปรับปรุงครั้งที่ 4)"**

[2] สุนทร วิทูสุรพจน์ **"การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ ตระกูล 8051"**

[3] อุดม รานอก **"ภาษาC สำหรับงานควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51"**

[4] http://www.ett.co.th

[5] http://www.es.co.th

[6] http://www.elecfree.com/electronic/

[7] http://www.sensirion.ch/en/01_humidity_sensors/03_humidity_sensor_sht15.htm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
Datasheet ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับเครื่องวัดความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิแบบบันทึกค่าได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DALLAS SEMICONDUCTOR

DS1307
64 x 8 Serial Real-Time Clock

www.maxim-ic.com

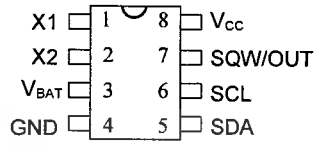
FEATURES

- Real-time clock (RTC) counts seconds, minutes, hours, date of the month, month, day of the week, and year with leap-year compensation valid up to 2100
- 56-byte, battery-backed, nonvolatile (NV) RAM for data storage
- Two-wire serial interface
- Programmable squarewave output signal
- Automatic power-fail detect and switch circuitry
- Consumes less than 500nA in battery backup mode with oscillator running
- Optional industrial temperature range: -40°C to +85°C
- Available in 8-pin DIP or SOIC
- Underwriters Laboratory (UL) recognized

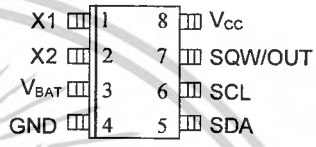
ORDERING INFORMATION

DS1307	8-Pin DIP (300-mil)
DS1307Z	8-Pin SOIC (150-mil)
DS1307N	8-Pin DIP (Industrial)
DS1307ZN	8-Pin SOIC (Industrial)

PIN ASSIGNMENT



DS1307 8-Pin DIP (300-mil)



DS1307 8-Pin SOIC (150-mil)

PIN DESCRIPTION

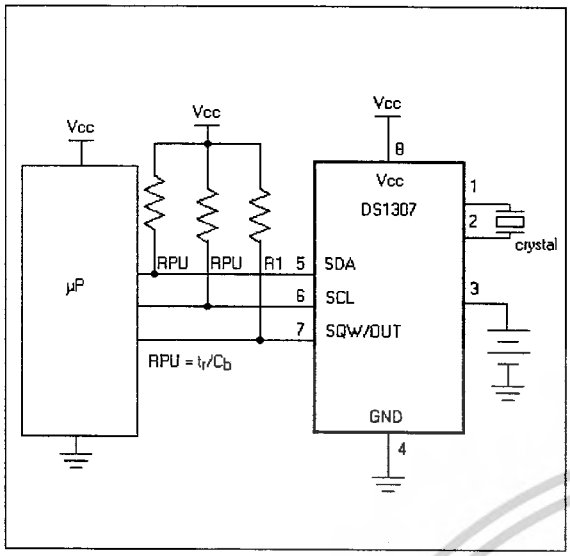
V_{CC}	- Primary Power Supply
X1, X2	- 32.768kHz Crystal Connection
V_{BAT}	- +3V Battery Input
GND	- Ground
SDA	- Serial Data
SCL	- Serial Clock
SQW/OUT	- Square Wave/Output Driver

DESCRIPTION

The DS1307 Serial Real-Time Clock is a low-power, full binary-coded decimal (BCD) clock/calendar plus 56 bytes of NV SRAM. Address and data are transferred serially via a 2-wire, bi-directional bus. The clock/calendar provides seconds, minutes, hours, day, date, month, and year information. The end of the month date is automatically adjusted for months with fewer than 31 days, including corrections for leap year. The clock operates in either the 24-hour or 12-hour format with AM/PM indicator. The DS1307 has a built-in power sense circuit that detects power failures and automatically switches to the battery supply.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

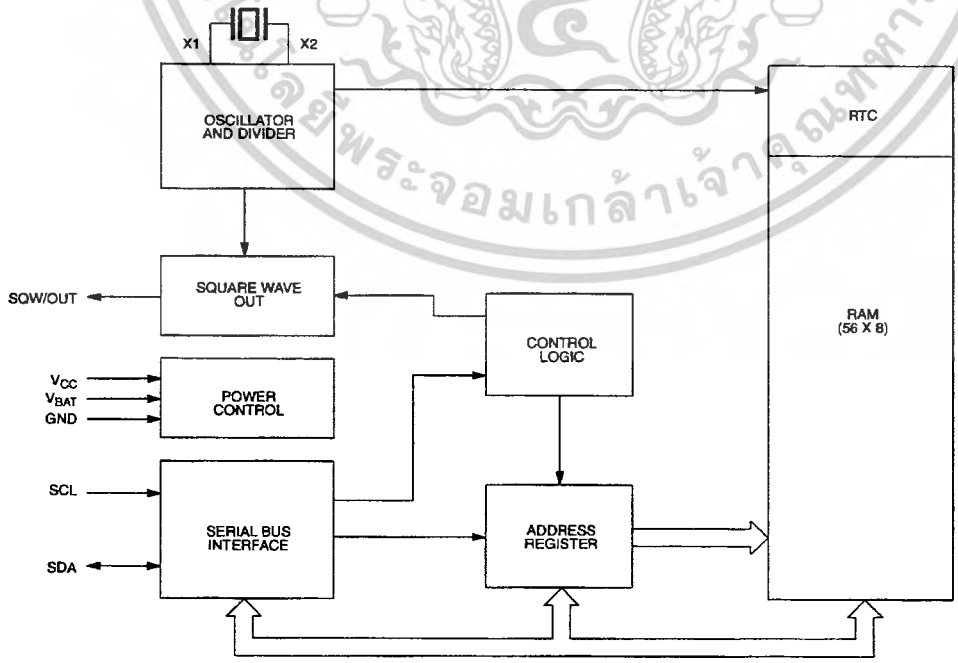
TYPICAL OPERATING CIRCUIT



OPERATION

The DS1307 operates as a slave device on the serial bus. Access is obtained by implementing a START condition and providing a device identification code followed by a register address. Subsequent registers can be accessed sequentially until a STOP condition is executed. When V_{CC} falls below 1.25 x V_{BAT} the device terminates an access in progress and resets the device address counter. Inputs to the device will not be recognized at this time to prevent erroneous data from being written to the device from an out of tolerance system. When V_{CC} falls below V_{BAT} the device switches into a low-current battery backup mode. Upon power-up, the device switches from battery to V_{CC} when V_{CC} is greater than V_{BAT} + 0.2V and recognizes inputs when V_{CC} is greater than 1.25 x V_{BAT}. The block diagram in Figure 1 shows the main elements of the serial RTC.

DS1307 BLOCK DIAGRAM Figure 1



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SIGNAL DESCRIPTIONS

V_{CC}, GND – DC power is provided to the device on these pins. V_{CC} is the +5V input. When 5V is applied within normal limits, the device is fully accessible and data can be written and read. When a 3V battery is connected to the device and V_{CC} is below 1.25 x V_{BAT}, reads and writes are inhibited. However, the timekeeping function continues unaffected by the lower input voltage. As V_{CC} falls below V_{BAT} the RAM and timekeeper are switched over to the external power supply (nominal 3.0V DC) at V_{BAT}.

V_{BAT} – Battery input for any standard 3V lithium cell or other energy source. Battery voltage must be held between 2.0V and 3.5V for proper operation. The nominal write protect trip point voltage at which access to the RTC and user RAM is denied is set by the internal circuitry as 1.25 x V_{BAT} nominal. A lithium battery with 48mAhr or greater will back up the DS1307 for more than 10 years in the absence of power at 25°C. UL recognized to ensure against reverse charging current when used in conjunction with a lithium battery.

See "Conditions of Acceptability" at http://www.maxim-ic.com/TechSupport/QA/ntrl.htm.

SCL (Serial Clock Input) – SCL is used to synchronize data movement on the serial interface.

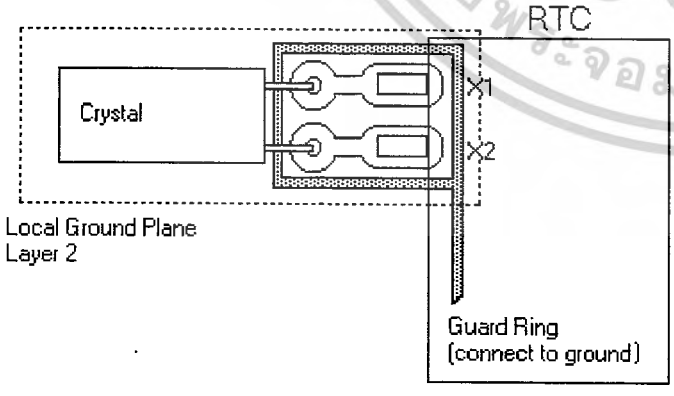
SDA (Serial Data Input/Output) – SDA is the input/output pin for the 2-wire serial interface. The SDA pin is open drain which requires an external pullup resistor.

SQW/OUT (Square Wave/Output Driver) – When enabled, the SQWE bit set to 1, the SQW/OUT pin outputs one of four square wave frequencies (1Hz, 4kHz, 8kHz, 32kHz). The SQW/OUT pin is open drain and requires an external pull-up resistor. SQW/OUT will operate with either Vcc or Vbat applied.

X1, X2 – Connections for a standard 32.768kHz quartz crystal. The internal oscillator circuitry is designed for operation with a crystal having a specified load capacitance (CL) of 12.5pF.

For more information on crystal selection and crystal layout considerations, please consult Application Note 58, "Crystal Considerations with Dallas Real-Time Clocks." The DS1307 can also be driven by an external 32.768kHz oscillator. In this configuration, the X1 pin is connected to the external oscillator signal and the X2 pin is floated.

RECOMMENDED LAYOUT FOR CRYSTAL



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CLOCK ACCURACY

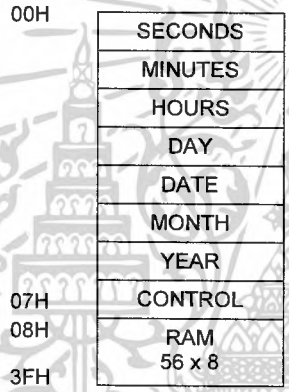
The accuracy of the clock is dependent upon the accuracy of the crystal and the accuracy of the match between the capacitive load of the oscillator circuit and the capacitive load for which the crystal was trimmed. Additional error will be added by crystal frequency drift caused by temperature shifts. External circuit noise coupled into the oscillator circuit may result in the clock running fast. See Application Note 58, "Crystal Considerations with Dallas Real-Time Clocks" for detailed information.

Please review Application Note 95, "Interfacing the DS1307 with a 8051-Compatible Microcontroller" for additional information.

RTC AND RAM ADDRESS MAP

The address map for the RTC and RAM registers of the DS1307 is shown in Figure 2. The RTC registers are located in address locations 00h to 07h. The RAM registers are located in address locations 08h to 3Fh. During a multi-byte access, when the address pointer reaches 3Fh, the end of RAM space, it wraps around to location 00h, the beginning of the clock space.

DS1307 ADDRESS MAP Figure 2



CLOCK AND CALENDAR

The time and calendar information is obtained by reading the appropriate register bytes. The RTC registers are illustrated in Figure 3. The time and calendar are set or initialized by writing the appropriate register bytes. The contents of the time and calendar registers are in the BCD format. Bit 7 of register 0 is the clock halt (CH) bit. When this bit is set to a 1, the oscillator is disabled. When cleared to a 0, the oscillator is enabled.

Please note that the initial power-on state of all registers is not defined. Therefore, it is important to enable the oscillator (CH bit = 0) during initial configuration.

The DS1307 can be run in either 12-hour or 24-hour mode. Bit 6 of the hours register is defined as the 12- or 24-hour mode select bit. When high, the 12-hour mode is selected. In the 12-hour mode, bit 5 is the AM/PM bit with logic high being PM. In the 24-hour mode, bit 5 is the second 10 hour bit (20-23 hours).

On a 2-wire START, the current time is transferred to a second set of registers. The time information is read from these secondary registers, while the clock may continue to run. This eliminates the need to re-read the registers in case of an update of the main registers during a read.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DS1307 TIMEKEEPER REGISTERS Figure 3

	BIT7							BIT0	
00H	CH	10 SECONDS			SECONDS				00–59
	0	10 MINUTES			MINUTES				00–59
	0	12/24	10 HR A/P	10 HR	HOURS				01–12 00–23
	0	0	0	0	0	DAY			1–7
	0	0	10 DATE		DATE				01–28/29 01–30 01–31
	0	0	0	10 MONTH	MONTH				01–12
	10 YEAR				YEAR				00–99
07H	OUT	0	0	SQWE	0	0	RS1	RS0	

CONTROL REGISTER

The DS1307 control register is used to control the operation of the SQW/OUT pin.

BIT 7	BIT 6	BIT 5	BIT 4	BIT 3	BIT 2	BIT 1	BIT 0
OUT	0	0	SQWE	0	0	RS1	RS0

OUT (Output control): This bit controls the output level of the SQW/OUT pin when the square wave output is disabled. If SQWE = 0, the logic level on the SQW/OUT pin is 1 if OUT = 1 and is 0 if OUT = 0.

SQWE (Square Wave Enable): This bit, when set to a logic 1, will enable the oscillator output. The frequency of the square wave output depends upon the value of the RS0 and RS1 bits. With the square wave output set to 1Hz, the clock registers update on the falling edge of the square wave.

RS (Rate Select): These bits control the frequency of the square wave output when the square wave output has been enabled. Table 1 lists the square wave frequencies that can be selected with the RS bits.

SQUAREWAVE OUTPUT FREQUENCY Table 1

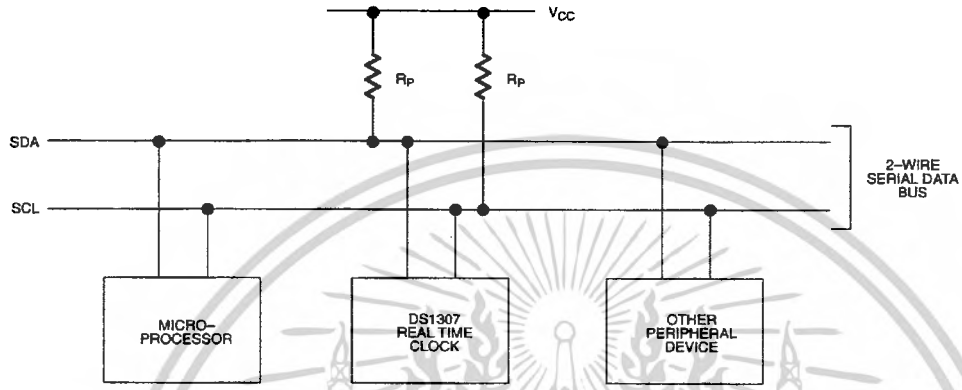
RS1	RS0	SQW OUTPUT FREQUENCY
0	0	1Hz
0	1	4.096kHz
1	0	8.192kHz
1	1	32.768kHz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2-WIRE SERIAL DATA BUS

The DS1307 supports a bi-directional, 2-wire bus and data transmission protocol. A device that sends data onto the bus is defined as a transmitter and a device receiving data as a receiver. The device that controls the message is called a master. The devices that are controlled by the master are referred to as slaves. The bus must be controlled by a master device that generates the serial clock (SCL), controls the bus access, and generates the START and STOP conditions. The DS1307 operates as a slave on the 2-wire bus. A typical bus configuration using this 2-wire protocol is show in Figure 4.

TYPICAL 2-WIRE BUS CONFIGURATION Figure 4



Figures 5, 6, and 7 detail how data is transferred on the 2-wire bus.

- Data transfer may be initiated only when the bus is not busy.
- During data transfer, the data line must remain stable whenever the clock line is HIGH. Changes in the data line while the clock line is high will be interpreted as control signals.

Accordingly, the following bus conditions have been defined:

Bus not busy: Both data and clock lines remain HIGH.

Start data transfer: A change in the state of the data line, from HIGH to LOW, while the clock is HIGH, defines a START condition.

Stop data transfer: A change in the state of the data line, from LOW to HIGH, while the clock line is HIGH, defines the STOP condition.

Data valid: The state of the data line represents valid data when, after a START condition, the data line is stable for the duration of the HIGH period of the clock signal. The data on the line must be changed during the LOW period of the clock signal. There is one clock pulse per bit of data.

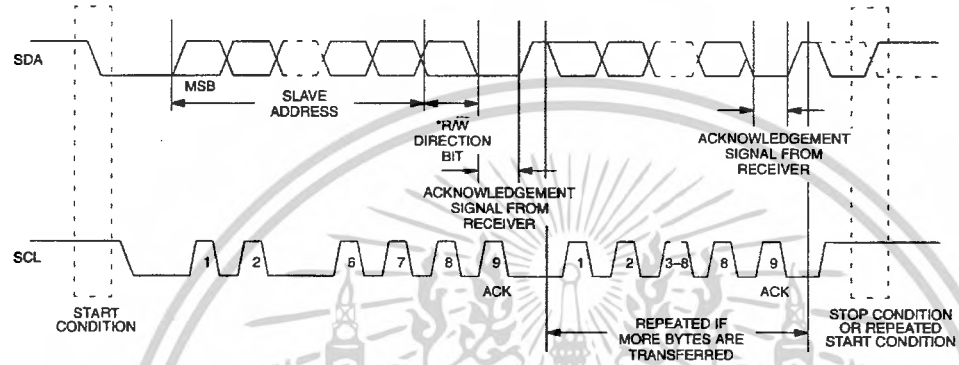
Each data transfer is initiated with a START condition and terminated with a STOP condition. The number of data bytes transferred between START and STOP conditions is not limited, and is determined by the master device. The information is transferred byte-wise and each receiver acknowledges with a ninth bit. Within the 2-wire bus specifications a regular mode (100kHz clock rate) and a fast mode (400kHz clock rate) are defined. The DS1307 operates in the regular mode (100kHz) only.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Acknowledge: Each receiving device, when addressed, is obliged to generate an acknowledge after the reception of each byte. The master device must generate an extra clock pulse which is associated with this acknowledge bit.

A device that acknowledges must pull down the SDA line during the acknowledge clock pulse in such a way that the SDA line is stable LOW during the HIGH period of the acknowledge related clock pulse. Of course, setup and hold times must be taken into account. A master must signal an end of data to the slave by not generating an acknowledge bit on the last byte that has been clocked out of the slave. In this case, the slave must leave the data line HIGH to enable the master to generate the STOP condition.

DATA TRANSFER ON 2-WIRE SERIAL BUS Figure 5



Depending upon the state of the R/$\overline{W}$ bit, two types of data transfer are possible:

1. **Data transfer from a master transmitter to a slave receiver.** The first byte transmitted by the master is the slave address. Next follows a number of data bytes. The slave returns an acknowledge bit after each received byte. Data is transferred with the most significant bit (MSB) first.

2. **Data transfer from a slave transmitter to a master receiver.** The first byte (the slave address) is transmitted by the master. The slave then returns an acknowledge bit. This is followed by the slave transmitting a number of data bytes. The master returns an acknowledge bit after all received bytes other than the last byte. At the end of the last received byte, a "not acknowledge" is returned.

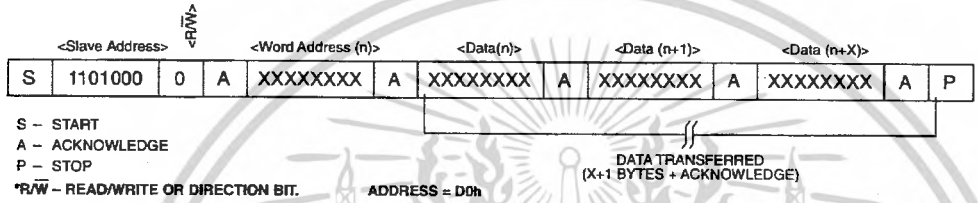
The master device generates all of the serial clock pulses and the START and STOP conditions. A transfer is ended with a STOP condition or with a repeated START condition. Since a repeated START condition is also the beginning of the next serial transfer, the bus will not be released. Data is transferred with the most significant bit (MSB) first.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

The DS1307 may operate in the following two modes:

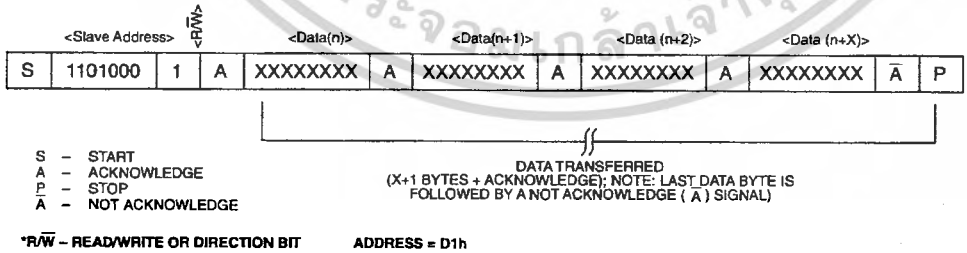
1. **Slave receiver mode (DS1307 write mode):** Serial data and clock are received through SDA and SCL. After each byte is received an acknowledge bit is transmitted. START and STOP conditions are recognized as the beginning and end of a serial transfer. Address recognition is performed by hardware after reception of the slave address and *direction bit (See Figure 6). The address byte is the first byte received after the start condition is generated by the master. The address byte contains the 7 bit DS1307 address, which is 1101000, followed by the *direction bit (R/$\overline{W}$) which, for a write, is a 0. After receiving and decoding the address byte the device outputs an acknowledge on the SDA line. After the DS1307 acknowledges the slave address + write bit, the master transmits a register address to the DS1307 This will set the register pointer on the DS1307. The master will then begin transmitting each byte of data with the DS1307 acknowledging each byte received. The master will generate a stop condition to terminate the data write.

DATA WRITE – SLAVE RECEIVER MODE Figure 6



2. **Slave transmitter mode (DS1307 read mode):** The first byte is received and handled as in the slave receiver mode. However, in this mode, the *direction bit will indicate that the transfer direction is reversed. Serial data is transmitted on SDA by the DS1307 while the serial clock is input on SCL. START and STOP conditions are recognized as the beginning and end of a serial transfer (See Figure 7). The address byte is the first byte received after the start condition is generated by the master. The address byte contains the 7-bit DS1307 address, which is 1101000, followed by the *direction bit (R/$\overline{W}$) which, for a read, is a 1. After receiving and decoding the address byte the device inputs an acknowledge on the SDA line. The DS1307 then begins to transmit data starting with the register address pointed to by the register pointer. If the register pointer is not written to before the initiation of a read mode the first address that is read is the last one stored in the register pointer. The DS1307 must receive a "not acknowledge" to end a read.

DATA READ – SLAVE TRANSMITTER MODE Figure 7



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS*

Voltage on Any Pin Relative to Ground	-0.5V to +7.0V
Storage Temperature	-55°C to +125°C
Soldering Temperature	260°C for 10 seconds DIP See JPC/JEDEC Standard J-STD-020A for Surface Mount Devices

* This is a stress rating only and functional operation of the device at these or any other conditions above those indicated in the operation sections of this specification is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods of time may affect reliability.

Range	Temperature	V_{CC}
Commercial	0°C to +70°C	4.5V to 5.5V V_{CC1}
Industrial	-40°C to +85°C	4.5V to 5.5V V_{CC1}

RECOMMENDED DC OPERATING CONDITIONS

(Over the operating range*)

PARAMETER	SYMBOL	MIN	TYP	MAX	UNITS	NOTES
Supply Voltage	V_{CC}	4.5	5.0	5.5	V	
Logic 1	V_{IH}	2.2		V_{CC} + 0.3	V	
Logic 0	V_{IL}	-0.5		+0.8	V	
V_{BAT} Battery Voltage	V_{BAT}	2.0		3.5	V	

*Unless otherwise specified.

DC ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(Over the operating range*)

PARAMETER	SYMBOL	MIN	TYP	MAX	UNITS	NOTES
Input Leakage (SCL)	I_{LI}			1	µA	
I/O Leakage (SDA & SQW/OUT)	I_{LO}			1	µA	
Logic 0 Output (I_{OL} = 5mA)	V_{OL}			0.4	V	
Active Supply Current	I_{CCA}			1.5	mA	7
Standby Current	I_{CCS}			200	µA	1
Battery Current (OSC ON); SQW/OUT OFF	I_{BAT1}		300	500	nA	2
Battery Current (OSC ON); SQW/OUT ON (32kHz)	I_{BAT2}		480	800	nA	
Power-Fail Voltage	V_{PF}	1.216 x V_{BAT}	1.25 x V_{BAT}	1.284 x V_{BAT}	V	8

*Unless otherwise specified.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AC ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(Over the operating range*)

PARAMETER	SYMBOL	MIN	TYP	MAX	UNITS	NOTES
SCL Clock Frequency	f_{SCL}	0		100	kHz	
Bus Free Time Between a STOP and START Condition	t_{BUF}	4.7			µs	
Hold Time (Repeated) START Condition	$t_{HD:STA}$	4.0			µs	3
LOW Period of SCL Clock	t_{LOW}	4.7			µs	
HIGH Period of SCL Clock	t_{HIGH}	4.0			µs	
Set-up Time for a Repeated START Condition	$t_{SU:STA}$	4.7			µs	
Data Hold Time	$t_{HD:DAT}$	0			µs	4,5
Data Set-up Time	$t_{SU:DAT}$	250			ns	
Rise Time of Both SDA and SCL Signals	t_R			1000	ns	
Fall Time of Both SDA and SCL Signals	t_F			300	ns	
Set-up Time for STOP Condition	$t_{SU:STO}$	4.7			µs	
Capacitive Load for each Bus Line	C_B			400	pF	6
I/O Capacitance (T_A = 25°C)	$C_{I/O}$		10		pF	
Crystal Specified Load Capacitance (T_A = 25°C)			12.5		pF	

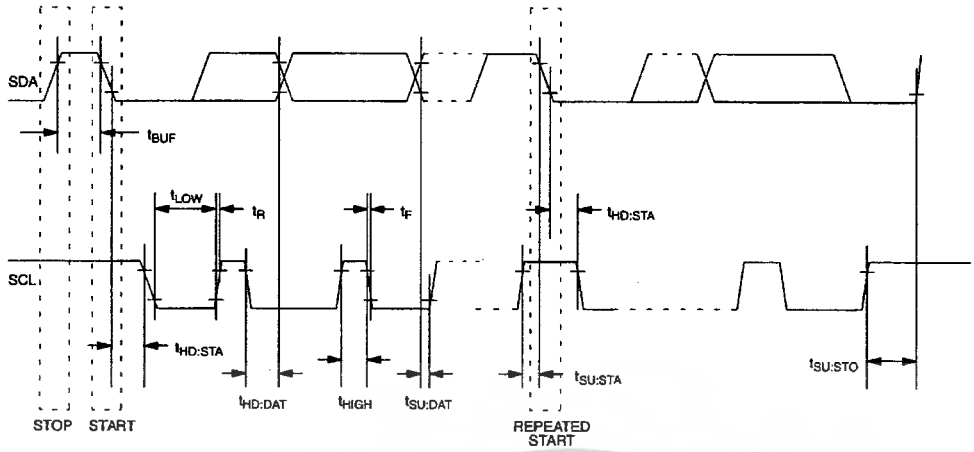
*Unless otherwise specified.

NOTES:

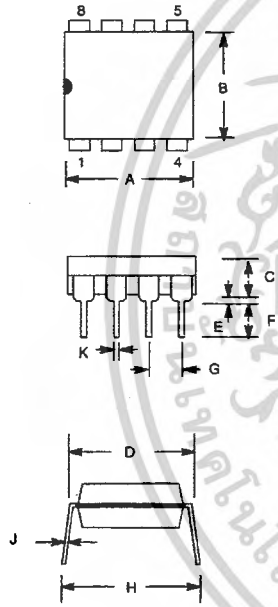
1. I_{CCS} specified with V_{CC} = 5.0V and SDA, SCL = 5.0V.
2. V_{CC} = 0V, V_{BAT} = 3V.
3. After this period, the first clock pulse is generated.
4. A device must internally provide a hold time of at least 300ns for the SDA signal (referred to the V_{IHMIN} of the SCL signal) in order to bridge the undefined region of the falling edge of SCL.
5. The maximum $t_{HD:DAT}$ has only to be met if the device does not stretch the LOW period (t_{LOW}) of the SCL signal.
6. C_B – Total capacitance of one bus line in pF.
7. I_{CCA} – SCL clocking at max frequency = 100kHz.
8. V_{PF} measured at V_{BAT} = 3.0V.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TIMING DIAGRAM Figure 8



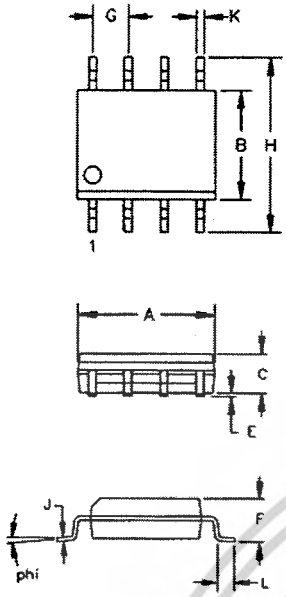
DS1307 64 X 8 SERIAL REAL-TIME CLOCK
8-PIN DIP MECHANICAL DIMENSIONS



PKG	8-PIN	
DIM	MIN	MAX
A IN.	0.360	0.400
MM	9.14	10.16
B IN.	0.240	0.260
MM	6.10	6.60
C IN.	0.120	0.140
MM	3.05	3.56
D IN.	0.300	0.325
MM	7.62	8.26
E IN.	0.015	0.040
MM	0.38	1.02
F IN.	0.120	0.140
MM	3.04	3.56
G IN.	0.090	0.110
MM	2.29	2.79
H IN.	0.320	0.370
MM	8.13	9.40
J IN.	0.008	0.012
MM	0.20	0.30
K IN.	0.015	0.021
MM	0.38	0.53

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DS1307Z 64 X 8 SERIAL REAL-TIME CLOCK
8-PIN SOIC (150-MIL) MECHANICAL DIMENSIONS



PKG	8-PIN (150 MIL)	
DIM	MIN	MAX
A IN.	0.188	0.196
MM	4.78	4.98
B IN.	0.150	0.158
MM	3.81	4.01
C IN.	0.048	0.062
MM	1.22	1.57
E IN.	0.004	0.010
MM	0.10	0.25
F IN.	0.053	0.069
MM	1.35	1.75
G IN.	0.050 BSC	
MM	1.27 BSC	
H IN.	0.230	0.244
MM	5.84	6.20
J IN.	0.007	0.011
MM	0.18	0.28
K IN.	0.012	0.020
MM	0.30	0.51
L IN.	0.016	0.050
MM	0.41	1.27
phi	0°	8°

56-G2008-001

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

深圳秋田视佳实业有限公司
SHENZHEN AV-DISPLAY CO., LTD

深圳秋田视佳实业有限公司
地址：深圳市华侨城东部工业区文昌街东北 C-7 栋

电话:(086)0755-26919178　　传真: (086)0755 -26911092
网址：Http://www.av-display.com.cn

SHENZHEN AV-DISPLAY CO.,LTD
Address: North East C-7 Building, Wenchang Street
Eastern District, OCT, ShenZhen, China
TEL: (086)0755-26919178　FAX: (086)0755-26911092
Http://www.av-display.com.cn

SPECIFICATION
FOR
LCM MODULE

MODULE NO.: HY-12864K-303
DOC.REVISION: 00

Customer Approval:

	SIGNATURE	DATE
PREPARED BY (RD ENGINEER)		Jul-01-2005
PREPARED BY (QA ENGINEER)		
CHECKED BY		
APPROVED BY		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CONTENTS

1. Functions & Features	1
2. Mechanical specifications	1
3. Block diagram	1
4. Dimensional Outline	2
5. Pin description	3
6. Maximum absolute limit	3
7. Electrical characteristics	4-5
8. Control and display command	6
9. Backlight drawing & specification	7
10. Electro-Optical characteristics	7
11. Quality Specifications	8~16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. FUNCTIONS & FEATURES

1.1. Format	: 128x64 dots
1.2. LCD mode	: STN / Positive Transflective Mode / Gray
1.3. Viewing direction	: 6 o'clock
1.4. Driving scheme	: 1/64 Duty , 1/6Bias
1.5. Power supply voltage (V_{DD})	: 5.0V
1.6. LCD driving voltage(Vop)	: 8.0V
1.7. Operation temp	: -20~70℃
1.8. Storage temp	: -30~80℃
1.9. Backlight color	: Yellow-Green
2.0. Driver IC	: KS0108B

2. MECHANICAL SPECIFICATIONS

2.1. Module size	: 93.0mm(L)*70.0mm(W)*13.8max mm(H)
2.2. Viewing area	: 70.7mm(L)*38.8mm(W)
2.3. Dot pitch	: 0.52mm(L)*0.52mm(W)
2.4. Dot size	: 0.48mm(L)*0.48mm(W)
2.5. Weight	: Approx.

3. BLOCK DIAGRAM

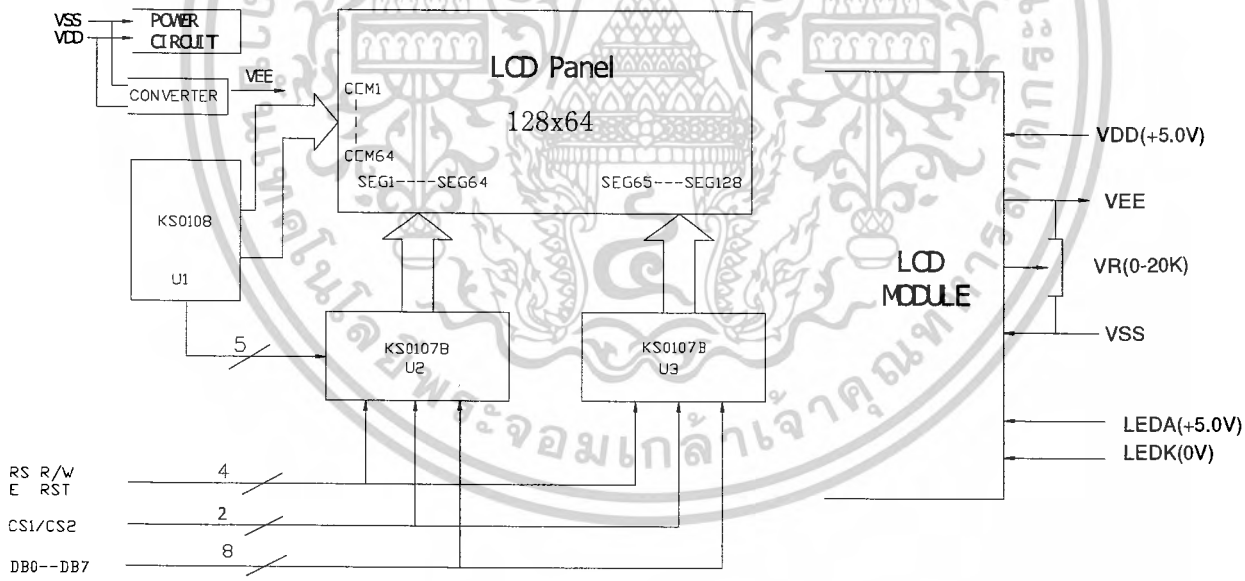
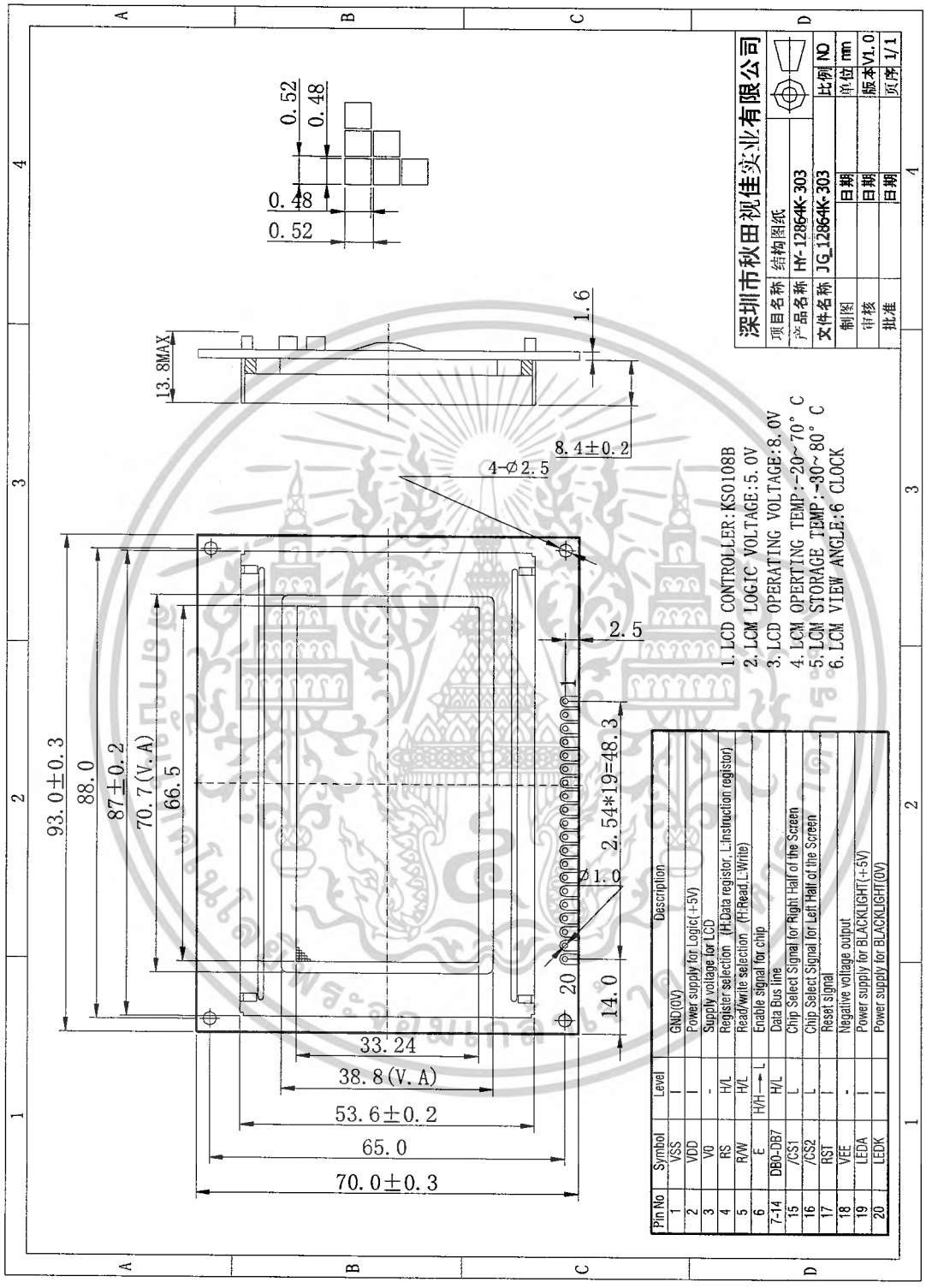


Figure1. Block diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. DIMENSIONAL OUTLINE



Pin No	Symbol	Level	Description
1	VSS	I	GND(0V)
2	VDD	I	Power supply for Logic(+5V)
3	V0	-	Supply voltage for LCD
4	RS	H/L	Register selection (H:Data register, L:Instruction register)
5	R/W	H/L	Read/write selection (H:Read, L:Write)
6	E	H/H→L	Enable signal for chip
7-14	DB0-DB7	H/L	Data Bus line
15	/CS1	L	Chip Select Signal for Right Half of the Screen
16	/CS2	L	Chip Select Signal for Left Half of the Screen
17	RST	I	Reset signal
18	VEE	-	Negative voltage output
19	LEDA	I	Power supply for BLACKLIGHT(+5V)
20	LEDK	I	Power supply for BLACKLIGHT(0V)

Figure 2. Dimensional outline

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. PIN DESCRIPTION

Pin No	Symbol	Level	Description
1	VSS	I	GND(0V)
2	VDD	I	Power supply for Logic(+5V)
3	V0	-	Supply voltage for LCD
4	RS	H/L	Register selection (H:Data registor, L:Instruction registor)
5	R/W	H/L	Read/write selection (H:Read,L:Write)
6	E	H/H ⟶ L	Enable signal for chip
7-14	DB0-DB7	H/L	Data Bus line
15	/CS1	L	Chip Select Signal for Right Half of the Screen
16	/CS2	L	Chip Select Signal for Left Half of the Screen
17	RST	I	Reset signal
18	VEE	-	Negative voltage output
19	LEDA	I	Power supply for BLACKLIGHT(+5V)
20	LEDK	I	Power supply for BLACKLIGHT(0V)

6. MAXIMUM ABSOLUTE LIMIT

Characteristic	Symbol	Value	Unit	Note
Operating voltage	V_{DD}	-0.3 to +7.0	V	(1)
Supply voltage	V_{EE}	V_{DD}-19.0 to V_{DD}+0.3	V	(4)
Driver supply voltage	V_B	-0.3 to V_{DD}+0.3	V	(1), (3)
	V_{LCD}	V_{EE}-0.3 to V_{DD}+0.3	V	(2)
Operating temperature	T_{OPR}	-30 to +85	°C	
Storage temperature	T_{STG}	-55 to +125	°C	

NOTES:
1. Based on V_{SS} = 0V.
2. Applies the same supply voltage to V_{EE1} and V_{EE2}. $V_{LCD}=V_{DD}-V_{EE}$.
3. Applies to M, FRM, CL, RSTB, ADC, CLK1, CLK2, CS1B, CS2B, CS3, E, R/W, RS and DB0 - DB7.
4. Applies to V0L(R), V2L(R), V3L(R) and V5L(R).
   Voltage level: $V_{DD} \geq V0L = V0R \geq V2L = V2R \geq V3L = V3R \geq V5L = V5R \geq V_{EE}$.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. ELECTRICAL CHARACTERISTICS

7.1 DC CHARACTERISTICS

DC CHARACTERISTICS (V_{DD} = +5V ± 10%, V_{SS} = 0V, V_{DD}-V_{EE} = 8 to 17V, Ta =-30 to +85°C)

Characteristic	Symbol	Condition	Min	Typ	Max	Unit	Note
Input high voltage	V_{IH1}	-	0.7V_{DD}	-	V_{DD}	V	(1)
	V_{IH2}	-	2.0	-	V_{DD}	V	(2)
Input low voltage	V_{IL1}	-	0	-	0.3V_{DD}	V	(1)
	V_{IL2}	-	0	-	0.8	V	(2)
Output high voltage	V_{OH}	I_{OH} = -200μA	2.4	-	-	V	(3)
Output low voltage	V_{OL}	I_{OL} = 1.6mA	-	-	0.4	V	(3)
Input leakage current	I_{LKG}	V_{IN} = V_{SS} - V_{DD}	-1.0	-	1.0	μA	(4)
Three-state(off) input current	I_{TSL}	V_{IN} = V_{SS} - V_{DD}	-5.0	-	5.0	μA	(5)
Driver input leakage current	I_{DIL}	V_{IN} = V_{EE} - V_{DD}	-2.0	-	2.0	μA	(6)
Operating current	I_{DD1}	During display	-	-	100	μA	(7)
	I_{DD2}	During access Access cycle = 1MHz	-	-	500	μA	(7)
On resistance	R_{ON}	V_{DD}-V_{EE} = 15V I_{LOAD} = ± 0.1mA	-	-	7.5	KΩ	(8)

NOTES:

1. CL, FRM, M RSTB, CLK1, CLK2
2. CS1B, CS2B, CS3, E, R/W, RS, DB0 - DB7
3. DB0 - DB7
4. Except DB0 - DB7
5. DB0 - DB7 at high impedance
6. V0L(R), V2L(R), V3L(R), V5L(R)
7. 1/64 duty, FCLK = 250kHz, frame frequency = 70HZ, output: no load
8. V_{DD} - V_{EE} = 15.5V
   V0L(R) > V2L(R) = V_{DD} - 2/7 (V_{DD}-V_{EE}) > V3L(R) = V_{EE} + 2/7 (V_{DD}-V_{EE}) > V5L(R)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.2 AC Characteristics

(V_{DD} = +5V ± 10%, V_{SS} = 0V, Ta =-30 to +85°C)

Characteristic	Symbol	Min	Typ	Max	Unit
CLK1, CLK2 cycle time	t_{CY}	2.5	-	20	μs
CLK1 "low" level width	t_{WL1}	625	-	-	ns
CLK2 "low" level width	t_{WL2}	625	-	-	
CLK1 "high" level width	t_{WH1}	1875	-	-	
CLK2 "high" level width	t_{WH2}	1875	-	-	
CLK1-CLK2 phase difference	t_{D12}	625	-	-	
CLK2-CLK1 phase difference	t_{D21}	625	-	-	
CLK1, CLK2 rise time	t_R	-	-	150	
CLK1, CLK2 fall time	t_F	-	-	150	

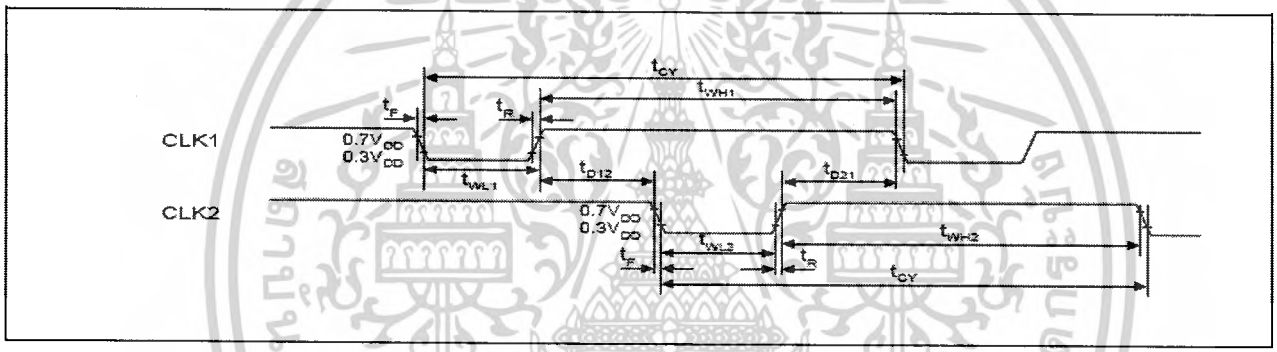


Figure 1. External Clock Waveform

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. CONTROL AND DISPLAY INSTRUCTION

Instruction	RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0	Function
Display on/off	L	L	L	L	H	H	H	H	H	L/H	Controls the display on or off. Internal status and display RAM data is not affected. L: OFF, H: ON
Set address (Y address)	L	L	L	H	Y address (0 - 63)						Sets the Y address in the Y address counter.
Set page (X address)	L	L	H	L	H	H	H	Page (0 - 7)			Sets the X address at the X address register.
Display start line (Z address)	L	L	H	H	Display start line (0 - 63)						Indicates the display data RAM displayed at the top of the screen.
Status read	L	H	Busy	L	On / Off	Reset	L	L	L	L	Read status. BUSY L: Ready H: In operation ON/OFF L: Display ON H: Display OFF RESET L: Normal H: Reset
Write display data	H	L	Write data								Writes data (DB0:7) into display data RAM. After writing instruction, Y address is increased by 1 automatically.
Read display data	H	H	Read data								Reads data (DB0: 7) from display data RAM to the data bus.

NOTE: When an MPU program with checking the Busy Flag (DB7) is made, it must be necessary 1/2 Fosc is necessary for executing the next instruction by the falling edge of the 'E' signal after the Busy Flag (DB7) goes to “Low”.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. BACK LIGHT CHARACTERISTICS

LCD Module with bottom LED Backlight

ELECTRICAL RATINGS

Ta = 25°C

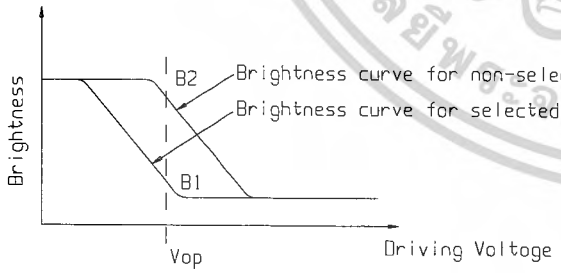
Item	Symbol	Condition	Min	Typ	Max	Unit
Forward Voltage	VF	IF=390mA	---	4.2	4.4	V
Reverse Current	IR	IF=390mA	---	---	0.2	mA
Wave length	λρ	---	---	572	---	nm
Color	Yellow-Green					

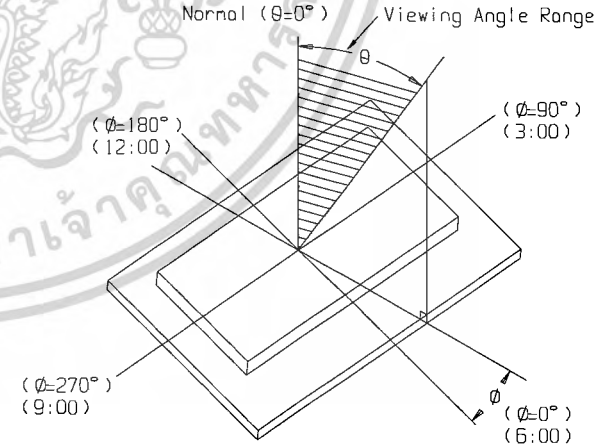
10. ELECTRO-OPTICAL CHARACTERISTICS

(V_{OP} = 5.0V, Ta = 25°C)

Item	Symbol	Condition	Min	Typ	Max	Unit
Operating Voltage for LCD	V_{LCD}	Ta = -20°C	8.3	8.5	8.7	V
		Ta = 25°C	7.7	8.0	8.3	
		Ta = 70°C	7.2	7.4	7.6	
Response time	Tr	Ta = 25°C	---	185	---	ms
	Tf		---	200	---	ms
Contrast	Cr	Ta = 25°C	---	4	---	---
Viewing angle range	θ	Cr≥2	-40	---	+40	deg
	Φ		-40	---	+40	deg

$$Cr = \frac{\text{Brightness of non-selected segment(B2)}}{\text{Brightness of selected segment(B1)}}$$





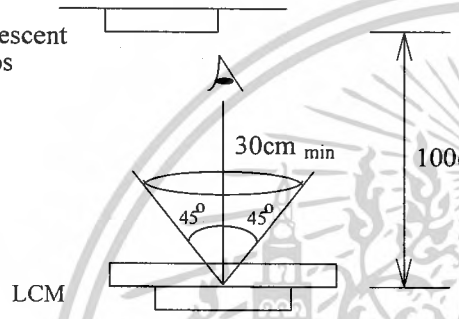
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

11.QUALITY SPECIFICATIONS

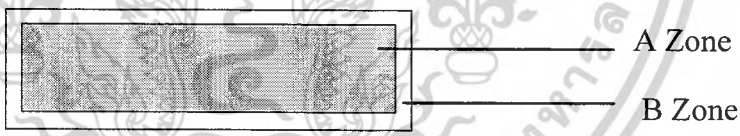
11.1 Standard of the product appearance test

Manner of appearance test: The inspection should be performed in using 20W x 2 fluorescent lamps. Distance between LCM and fluorescent lamps should be 100 cm or more. Distance between LCM and inspector eyes should be 30 cm or more.

Viewing direction for inspection is 45° from vertical against LCM.



Definition of zone:



A Zone: Active display area (minimum viewing area).
B Zone: Non-active display area (outside viewing area).

11.2 Specification of quality assurance

AQL inspection standard

Sampling method: MIL-STD-105E, Level II, single sampling

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Defect classification **(Note: * is not including)**

Classify	Item		Note	AQL
Major	Display state	Short or open circuit	1	0.65
		LC leakage		
		Flickering		
		No display		
		Wrong viewing direction		
		Contrast defect (dim, ghost)	2	
		Back-light	1,8	
	Non-display	Flat cable or pin reverse	10	
		Wrong or missing component	11	
Minor	Display State	Background color deviation	2	1.0
		Black spot and dust	3	
		Line defect, Scratch	4	
		Rainbow	5	
		Chip	6	
		Pin hole	7	
	Polarizer	Protruded	12	
		Bubble and foreign material	3	
	Soldering	Poor connection	9	
	Wire	Poor connection	10	
	TAB	Position, Bonding strength	13	

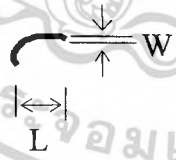
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Note on defect classification

<table>
<tr><th>No.</th><th>Item</th><th>Criterion</th></tr>
<tr><td>1</td><td>Short or open circuit</td><td rowspan="6">Not allow</td></tr>
<tr><td></td><td>LC leakage</td></tr>
<tr><td></td><td>Flickering</td></tr>
<tr><td></td><td>No display</td></tr>
<tr><td></td><td>Wrong viewing direction</td></tr>
<tr><td></td><td>Wrong Back-light</td></tr>
<tr><td>2</td><td>Contrast defect</td><td rowspan="2">Refer to approval sample</td></tr>
<tr><td></td><td>Background color deviation</td></tr>
<tr><td>3</td><td>Point defect,
Black spot, dust
(including Polarizer)

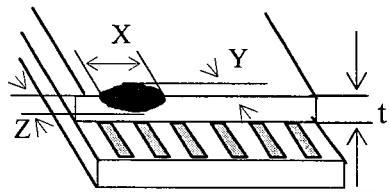
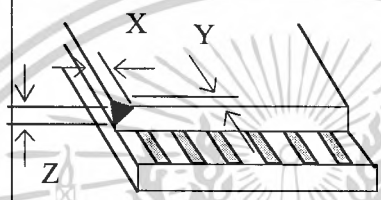
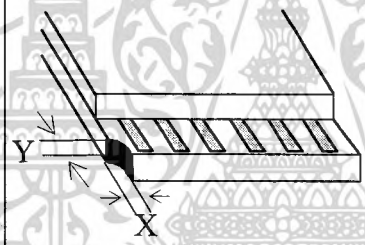
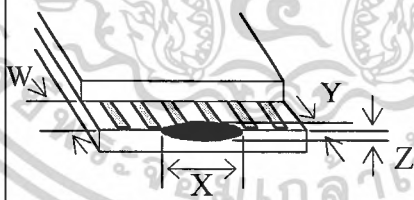
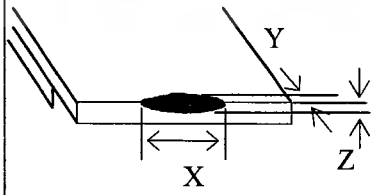
$\phi = (X+Y)/2$</td><td>

<table>
<tr><th>Point Size</th><th>Acceptable Qty.</th></tr>
<tr><td>$\phi \leq 0.10$</td><td>Disregard</td></tr>
<tr><td>$0.10 < \phi \leq 0.20$</td><td>3</td></tr>
<tr><td>$0.20 < \phi \leq 0.25$</td><td>2</td></tr>
<tr><td>$0.25 < \phi \leq 0.30$</td><td>1</td></tr>
<tr><td>$\phi > 0.30$</td><td>0</td></tr>
</table>
Unit: mm</td></tr>
<tr><td>4</td><td>Line defect,

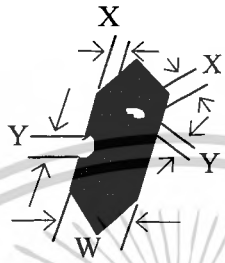
Scratch</td><td> 

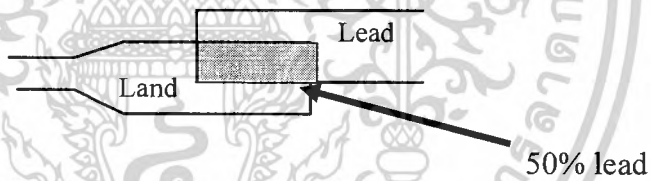
<table>
<tr><th colspan="2">Line</th><th rowspan="2">Acceptable Qty.</th></tr>
<tr><th>L</th><th>W</th></tr>
<tr><td>---</td><td>0.015≥W</td><td>Disregard</td></tr>
<tr><td>3.0≥L</td><td>0.03≥W</td><td rowspan="2">2</td></tr>
<tr><td>2.0≥L</td><td>0.05≥W</td></tr>
<tr><td>1.0≥L</td><td>0.1>W</td><td>1</td></tr>
<tr><td>---</td><td>0.05<W</td><td>Applied as point defect</td></tr>
</table>
Unit: mm</td></tr>
<tr><td>5</td><td>Rainbow</td><td>Not more than two color changes across the viewing area.</td></tr>
</table>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

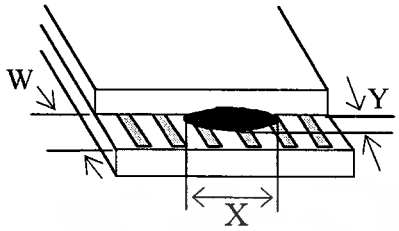
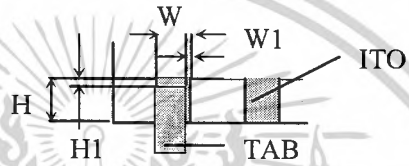
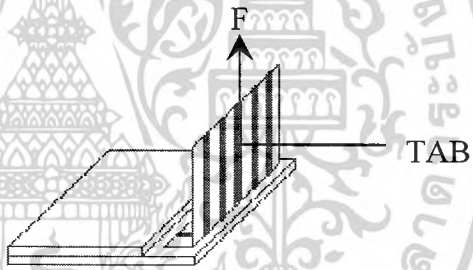
No	Item	Criterion
6	Chip Remark: X: Length direction Y: Short direction Z: Thickness direction t: Glass thickness W: Terminal Width	 Acceptable criterion X: ≤2, Y: 0.5mm, Z: ≤t/2  Acceptable criterion X: ≤2, Y: 0.5mm, Z: ≤t  Acceptable criterion X: ≤3, Y: ≤2, Z: ≤t shall not reach to ITO  Acceptable criterion X: Disregard, Y: ≤0.2, Z: ≤t  Acceptable criterion X: ≤5, Y: ≤2, Z: ≤t/3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<table>
<tr><th>No.</th><th>Item</th><th>Criterion</th></tr>
<tr><td>7</td><td>Segment
pattern
W = Segment width
ϕ = (X+Y)/2</td><td>(1) Pin hole
ϕ < 0.10mm is acceptable.
 

<table>
<tr><th>Point Size</th><th>Acceptable Qty</th></tr>
<tr><td>ϕ≤1/4W</td><td>Disregard</td></tr>
<tr><td>1/4W< ϕ≤1/2W</td><td>1</td></tr>
<tr><td>ϕ>1/2W</td><td>0</td></tr>
</table>
Unit: mm</td></tr>
<tr><td>8</td><td>Back-light</td><td>(1) The color of backlight should correspond its specification.
(2) Not allow flickering</td></tr>
<tr><td>9</td><td>Soldering</td><td>(1) Not allow heavy dirty and solder ball on PCB.
(The size of dirty refer to point and dust defect)
(2) Over 50% of lead should be soldered on Land.
 
</td></tr>
<tr><td>10</td><td>Wire</td><td>(1) Copper wire should not be rusted
(2) Not allow crack on copper wire connection.
(3) Not allow reversing the position of the flat cable.
(4) Not allow exposed copper wire inside the flat cable.</td></tr>
<tr><td>11*</td><td>PCB</td><td>(1) Not allow screw rust or damage.
(2) Not allow missing or wrong putting of component.</td></tr>
</table>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

No	Item	Criterion
12	Protruded W: Terminal Width	 Acceptable criteria: Y ≤ 0.4
13	TAB	1. Position  W1≤1/3W H1≤1/3H 2 TAB bonding strength test  P (=F/TAB bonding width) ≥650gf/cm ,(speed rate: 1mm/min) 5pcs per SOA (shipment)
14	Total no. of acceptable Defect	A. Zone Maximum 2 minor non-conformities per one unit. Defect distance: each point to be separated over 10mm B. Zone It is acceptable when it is no trouble for quality and assembly in customer's end product.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

11.3 Reliability of LCM

Reliability test condition:

Item	Condition	Time (hrs)	Assessment
High temp. Storage	80°C	48	No abnormalities in functions and appearance
High temp. Operating	70°C	48	
Low temp. Storage	-30°C	48	
Low temp. Operating	-20°C	48	
Humidity	40°C/ 90%RH	48	
Temp. Cycle	0°C ← 25°C →50°C (30 min ← 5 min → 30min)	10cycles	

Recovery time should be 24 hours minimum. Moreover, functions, performance and appearance shall be free from remarkable deterioration within 50,000 hours under ordinary operating and storage conditions room temperature (20±8°C), normal humidity (below 65% RH), and in the area not exposed to direct sun light.

11.4 Precaution for using LCD/LCM

LCD/LCM is assembled and adjusted with a high degree of precision. Do not attempt to make any alteration or modification. The followings should be noted.

General Precautions:

1. LCD panel is made of glass. Avoid excessive mechanical shock or applying strong pressure onto the surface of display area.
2. The polarizer used on the display surface is easily scratched and damaged. Extreme care should be taken when handling. To clean dust or dirt off the display surface, wipe gently with cotton, or other soft material soaked with isoproply alcohol, ethyl alcohol or trichlorotriflorothane, do not use water, ketone or aromatics and never scrub hard.
3. Do not tamper in any way with the tabs on the metal frame.
4. Do not make any modification on the PCB without consulting AV.
5. When mounting a LCM, make sure that the PCB is not under any stress such as bending or twisting. Elastomer contacts are very delicate and missing pixels could result from slight dislocation of any of the elements.
6. Avoid pressing on the metal bezel, otherwise the elastomer connector could be deformed and lose contact, resulting in missing pixels and also cause rainbow on the display.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. Be careful not to touch or swallow liquid crystal that might leak from a damaged cell. Any liquid crystal adheres to skin or clothes, wash it off immediately with soap and water.

Static Electricity Precautions:

1. CMOS-LSI is used for the module circuit; therefore operators should be grounded whenever he/she comes into contact with the module.
2. Do not touch any of the conductive parts such as the LSI pads; the copper leads on the PCB and the interface terminals with any parts of the human body.
3. Do not touch the connection terminals of the display with bare hand; it will cause disconnection or defective insulation of terminals.
4. The modules should be kept in anti-static bags or other containers resistant to static for storage.
5. Only properly grounded soldering irons should be used.
6. If an electric screwdriver is used, it should be grounded and shielded to prevent sparks.
7. The normal static prevention measures should be observed for work clothes and working benches.
8. Since dry air is inductive to static, a relative humidity of 50-60% is recommended.

Soldering Precautions:

1. Soldering should be performed only on the I/O terminals.
2. Use soldering irons with proper grounding and no leakage.
3. Soldering temperature: 280°C±10°C
4. Soldering time: 3 to 4 second.
5. Use eutectic solder with resin flux filling.
6. If flux is used, the LCD surface should be protected to avoid spattering flux.
7. Flux residue should be removed.

Operation Precautions:

1. The viewing angle can be adjusted by varying the LCD driving voltage Vo.
2. Since applied DC voltage causes electro-chemical reactions, which deteriorate the display, the applied pulse waveform should be a symmetric waveform such that no DC component remains. Be sure to use the specified operating voltage.
3. Driving voltage should be kept within specified range; excess voltage will shorten display life.
4. Response time increases with decrease in temperature.
5. Display color may be affected at temperatures above its operational range.
6. Keep the temperature within the specified range usage and storage. Excessive temperature and humidity could cause polarization degradation, polarizer peel-off or generate bubbles.
7. For long-term storage over 40°C is required, the relative humidity should be kept below 60%, and avoid direct sunlight.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Limited Warranty

AV LCDs and modules are not consumer products, but may be incorporated by AV's customers into consumer products or components thereof, AV does not warrant that its LCDs and components are fit for any such particular purpose.

1. The liability of AV is limited to repair or replacement on the terms set forth below. AV will not be responsible for any subsequent or consequential events or injury or damage to any personnel or user including third party personnel and/or user. Unless otherwise agreed in writing between AV and the customer, AV will only replace or repair any of its LCD which is found defective electrically or visually when inspected in accordance with AV general LCD inspection standard . (Copies available on request)
2. No warranty can be granted if any of the precautions state in handling liquid crystal display above has been disregarded. Broken glass, scratches on polarizer mechanical damages as well as defects that are caused accelerated environment tests are excluded from warranty.
3. In returning the LCD/LCM, they must be properly packaged; there should be detailed description of the failures or defect.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

深圳市秋田视佳实业有限公司
SHENZHEN AV-DISPLAY CO.,LTD.

深圳秋田视佳实业有限公司
地址：深圳市华侨城东部工业区文昌街东北 C-7 栋

电话:(086)0755-88860696　传真:(086)0755 -26911092
网址：Http://www.av-display.com.cn

SHENZHEN AV-DISPLAY CO.,LTD
Address: North East C-7 Building, Wenchang Street Eastern District, OCT, ShenZhen, China
TEL: (086)0755-88860696　FAX: (086)0755-26911092
Http://www.av-display.com.cn

SPECIFICATION
FOR
LCM MODULE

MODULE NO.: ABC016004A06-GHY-R
DOC. REVISION 00

Customer Approval:

	SIGNATURE	DATE
PREPARED BY (RD ENGINEER)		JUL-20-2007
PREPARED BY (QA ENGINEER)		
CHECKED BY		
APPROVED BY		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

深圳市秋田视佳实业有限公司
SHENZHEN AV-DISPLAY CO.,LTD.

CONTENTS

1. Functions & Features	**1**
2. Mechanical specifications	**1**
3. Block diagram	**1**
4. Dimensional Outline	**2**
5. Pin description	**3**
6. Maximum absolute limit	**3**
7. Electrical characteristics	**3**
8. Backlight Characteristics	**4**
9. Electro-Optical characteristics	**4**
10. Timing Characteristics	**4~5**
11. Control and display command	**6**
12. Character ROM	**7**
13. Quality Specifications	**8~16**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. FUNCTIONS & FEATURES

1.1. Format	: 16x4 characters
1.2. LCD mode	: STN / Transflective /Positive Mode / Gray
1.3. Viewing direction	: 6 o'clock
1.4. Driving scheme	: 1/16 Duty, 1/4Bias
1.5. Power supply voltage (V_{DD})	: 5.0V
1.6. LCD driving voltage(Vop)	: 4.2V
1.7. Operation temp	: -20~70℃
1.8. Storage temp	: -30~80℃
1.9. Backlight color	: Yellow-Green (Bottom).
1.10. RoHS standard	

2. MECHANICAL SPECIFICATIONS

2.1. Module size	: 87.0mm (L)*60.0mm (W)*14.5 mm (H) max
2.2. Viewing area	: 61.8mm (L)*25.2mm (W)
2.3 Character pitch	: 3.55mm (L)*5.35mm (W)
2.4 Character size	: 2.96mm (L)*4.76 mm (W)
2.5. Dot pitch	: 0.6mm (L)*0.6mm (W)
2.6. Dot size	: 0.56mm (L)*0.56mm (W)
2.7. Weight	: Approx.

3. BLOCK DIAGRAM

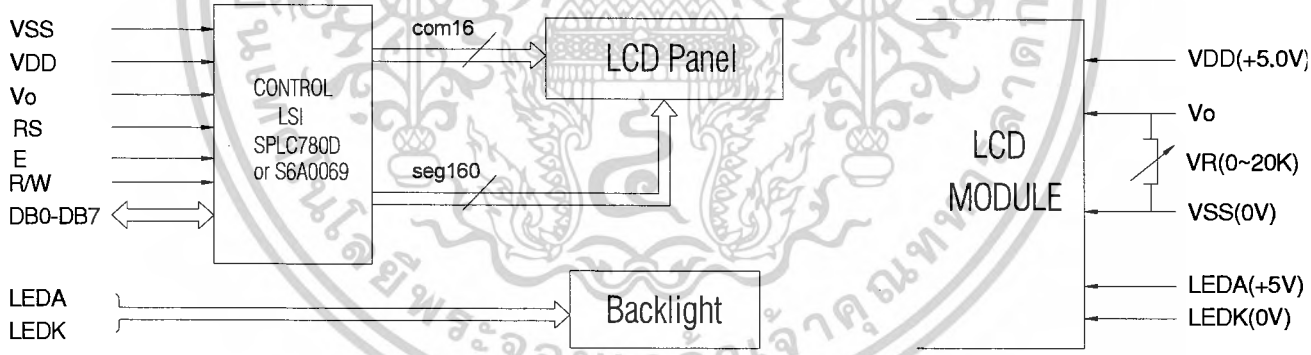
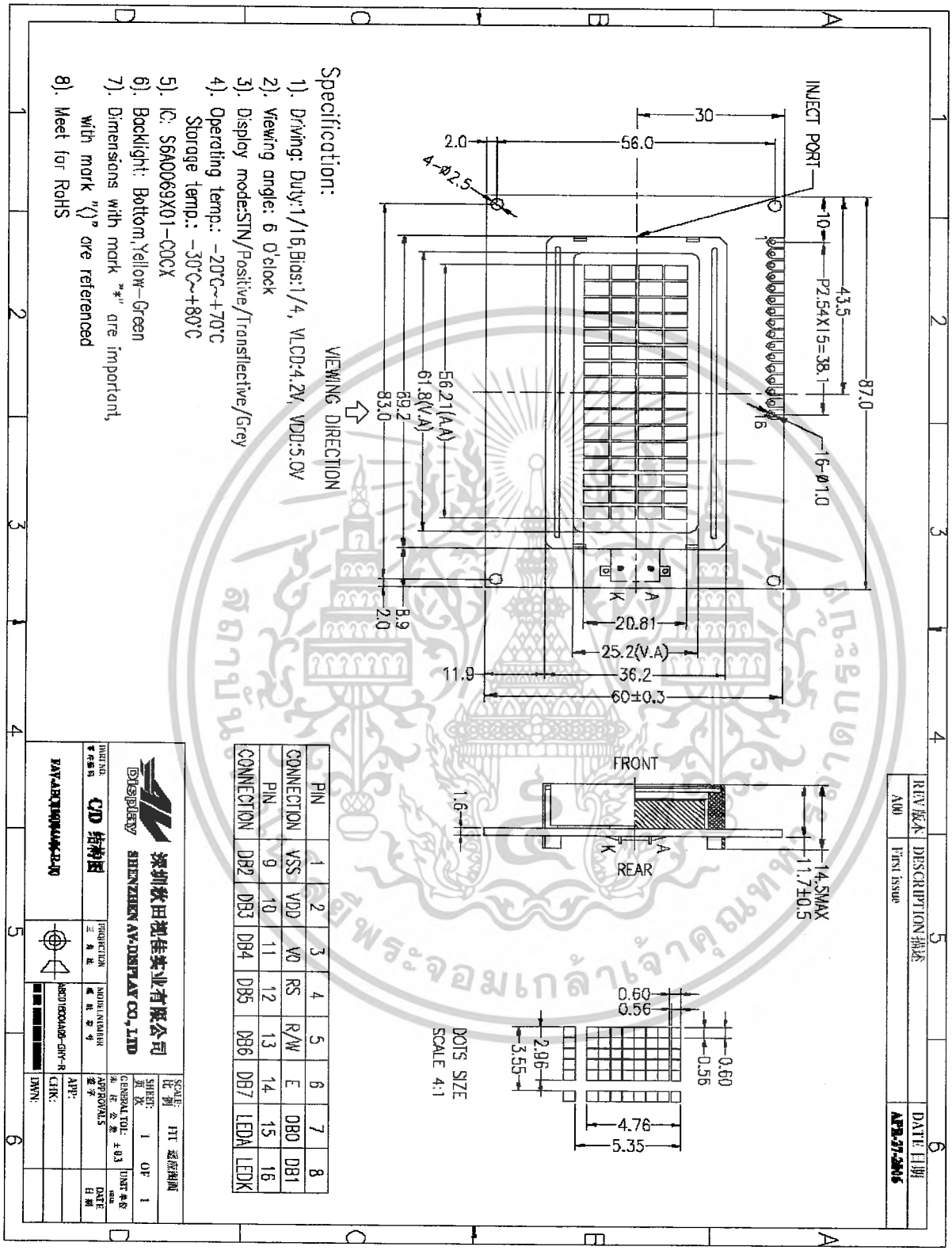


Figure 2. Block diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. DIMENSIONAL OUTLINE



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. PIN DESCRIPTION

No.	Symbol	Function
1	VSS	GND(0V)
2	VDD	Power supply for Logic(+5.0V)
3	V0	Power supply for LCD drive
4	RS	Register selection (H: Data register , L :Instruction register)
5	R/W	Read/write selection (H: Read , L: Write)
6	E	Enable signal for LCM
7-14	DB0~DB7	Data Bus lines
15	LEDA	Power supply for backlight（5.0V）
16	LEDK	Power supply for backlight（0V）

6. MAXIMUM ABSOUTE LIMIT

Item	Symbol	MIN	MAX	Unit
Supply Voltage for Logic	V_{DD}	-0.3	7.0	V
Supply Voltage for LCD	V0	V_{DD}-15.0	V_{DD}+0.3	V
Input Voltage	Vin	-0.3	V_{DD}+0.3	V
Supply Current for Backlight	I_F(Ta = 25°C)	---	120+120*20%	mA
Reverse Voltage for Backlight	V_R(Ta = 25°C)	---	10	V
Operating Temperature	Top	-20	70	
Storage Temperature	Tst	-30	80	

7. ELECTRICAL CHARACTERISTICS

Item	Symbol	Condition	Min	Typ	Max	Unit
Supply Voltage for Logic	V_{DD}-V_{SS}	Ta = 25°C	4.75	5.0	5.25	V
Input High Voltage	V_{IH}	Ta = 25°C	0.7V_{DD}	---	V_{DD}	V
Input Low Voltage	V_{IL}	Ta = 25°C	0	---	0.3V_{DD}	V
Output High Voltage	V_{OH}	Ta = 25°C	2.4	---	---	V
Output Low Voltage	V_{OL}	Ta = 25°C	---	---	0.4	V
Supply Current	I_{DD}	Ta = 25°C	---	2.0	---	mA

8. BACKLIGHT CHARACTERISTICS

Ta = 25°C

Item	Symbol	Condition	Min	Typ	Max	Unit
Forward Voltage	VF	IF=120mA	4.0	4.2	4.4	V
Reverse Current	IR	VR=10V	---	120	600	uA
Luminous Intensity (With LCD dots off)	IV	IF=120mA	---	---	---	Cd/m^2
Wave length(Without LCD)	λρ		568	572	575	nm
Color	Yellow-green					

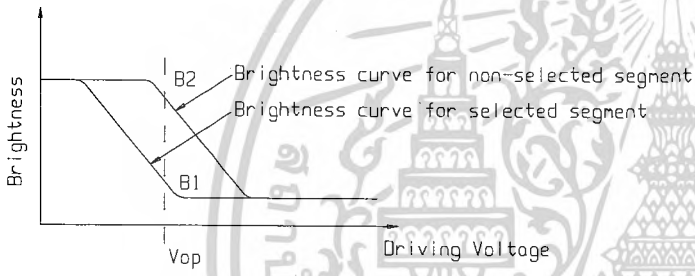
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

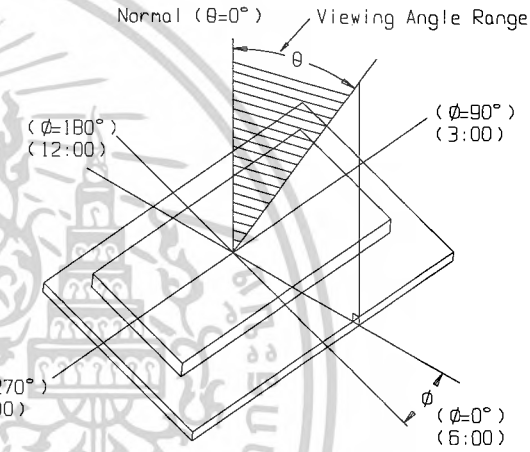
9. ELECTRO-OPTICAL CHARACTERISTICS

(V_{OP} =8.0V, Ta = 25°C)

Item	Symbol	Condition	Min	Typ	Max	Unit
Operating Voltage	Vop	Ta = -20°C	4.5	4.7	4.9	V
		Ta = 25°C	4.0	4.2	4.4	
		Ta = 70°C	3.5	3.7	3.9	
Response time	Tr	Ta = 25°C	---	185	---	ms
	Tf		---	200	---	ms
Contrast	Cr	Ta = 25°C	---	4	---	---
Viewing angle range	θ	Cr≥2	-40	---	+40	deg
	Φ		-40	---	+40	deg

$$Cr = \frac{\text{Brightness of non-selected segment(B2)}}{\text{Brightness of selected segment(B1)}}$$





10. TIMING CHARACTERISTICS (Please refer SAMSUNG S6A0069 DATASHEES)

Mode	Characteristic	Symbol	Min.	Typ.	Max.	Unit
Write Mode (Refer to Fig-6)	E Cycle Time	tc	500	-	-	ns
	E Rise / Fall Time	t_R,t_F	-	-	20	
	E Pulse Width (High, Low)	tw	230	-	-	
	R/W and RS Setup Time	tsu1	40	-	-	
	R/W and RS Hold Time	t_{H1}	10	-	-	
	Data Setup Time	tsu2	80	-	-	
	Data Hold Time	t_{H2}	10	-	-	
Read Mode (Refer to Fig-7)	E Cycle Time	tc	500	-	-	ns
	E Rise / Fall Time	t_R,t_F	-	-	20	
	E Pulse Width (High, Low)	tw	230	-	-	
	R/W and RS Setup Time	tsu	40	-	-	
	R/W and RS Hold Time	t_H	10	-	-	
	Data Output Delay Time	t_D	-	-	120	
	Data Hold Time	t_{DH}	5	-	-	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

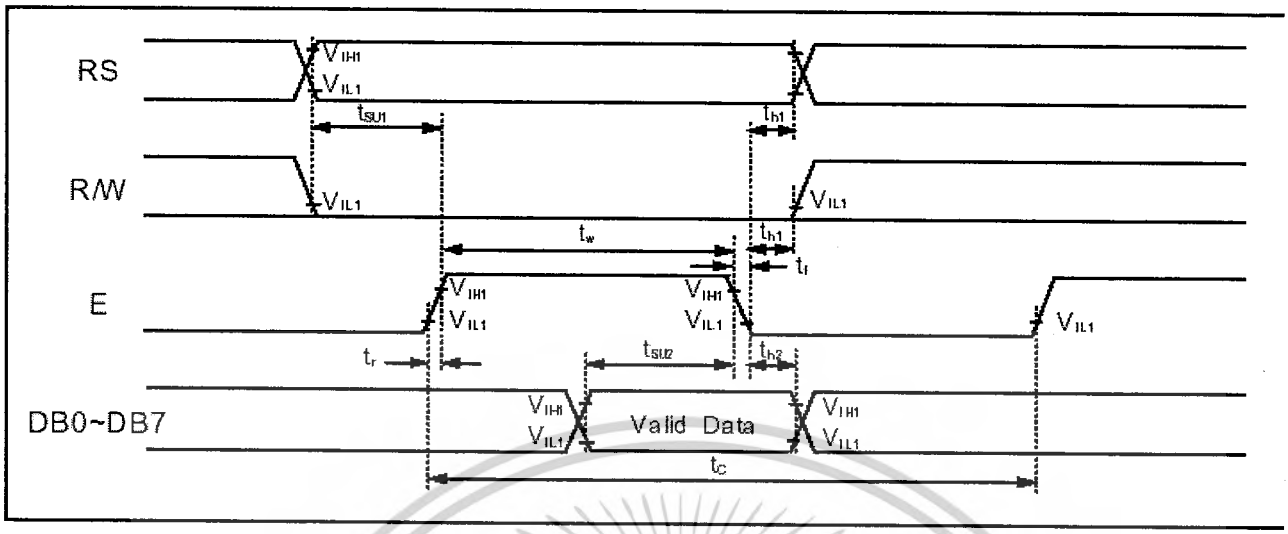


Figure 6 . Write Mode Timing Diagram

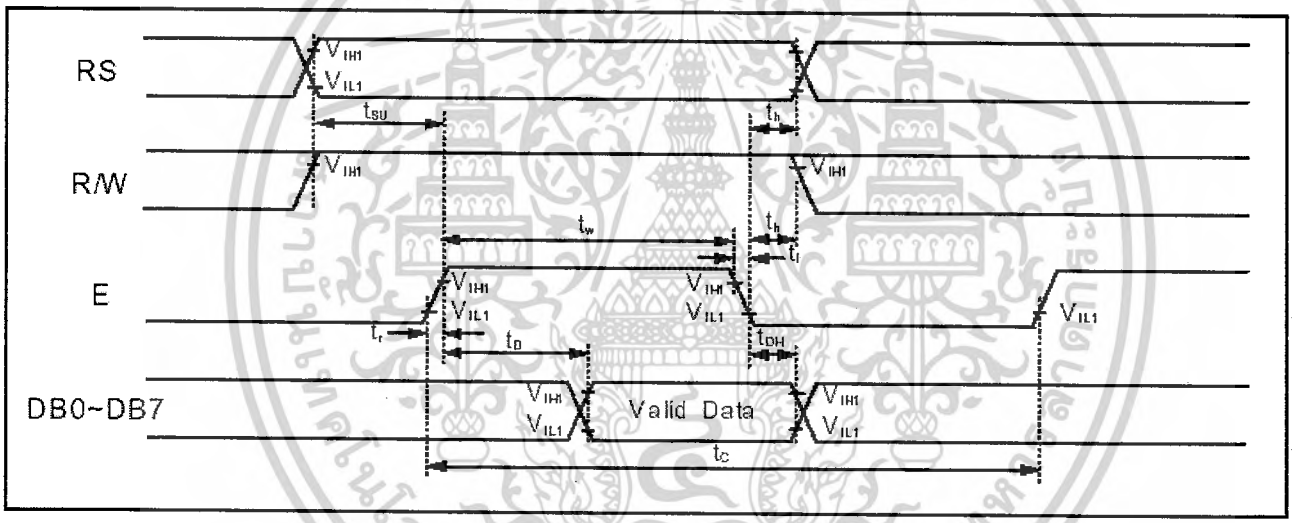


Figure 7 . Read Mode Timing Diagram

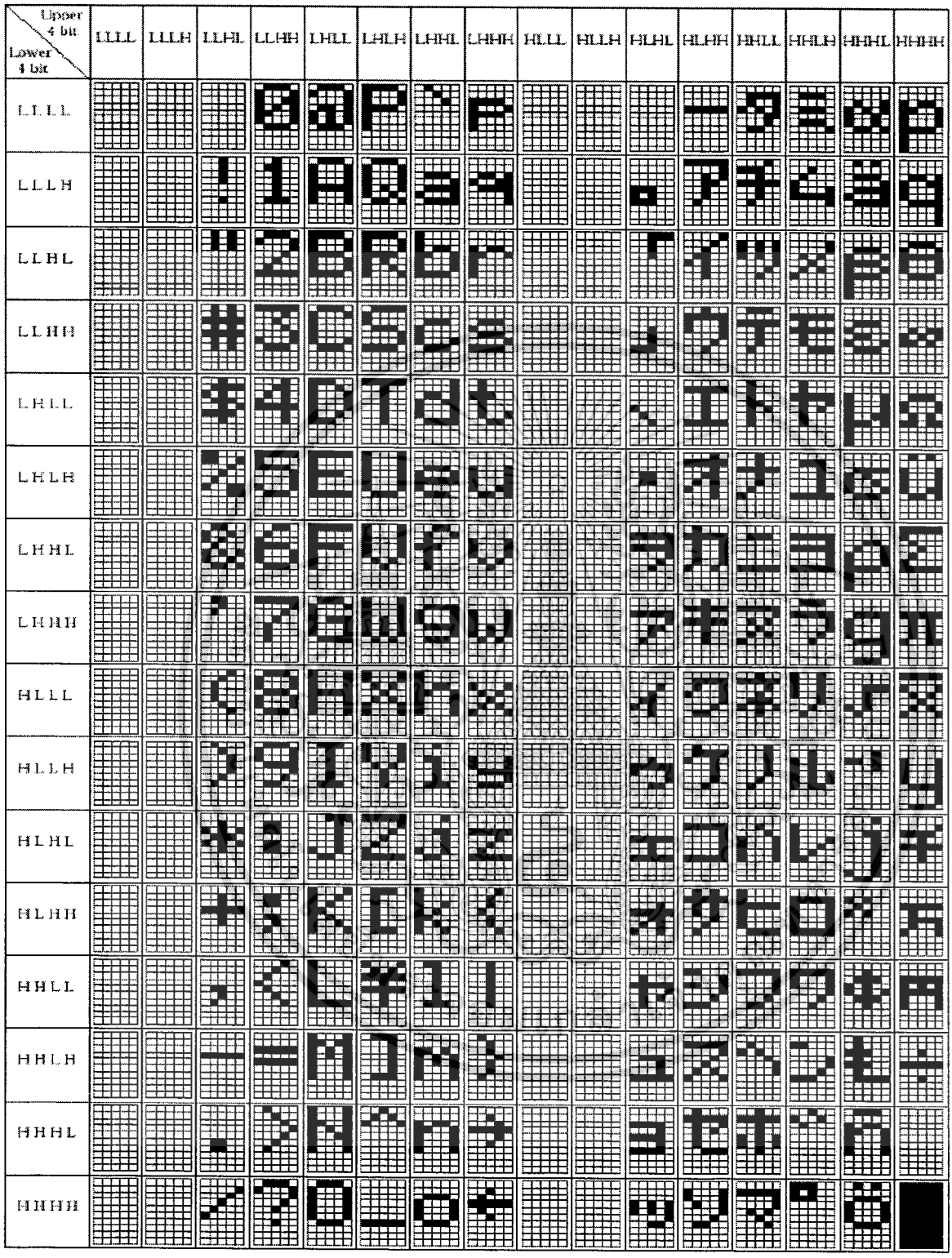
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

11. CONTROL AND DISPLAY INSTRUCTION(Please refer SAMSUNG S6A0069 DATASHEES)

Instruction	Instruction Code										Description	Execution time (fosc=270KHz)
	RS	RW	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0		
Clear Display	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	Write "20H" to DDRAM and set DDRAM address to "00H" from AC	1.52ms
Return Home	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-	Set DDRAM address to "00H" from AC and return cursor to its original position if shifted. The contents of DDRAM are not changed.	1.52ms
Entry Mode Set	0	0	0	0	0	0	0	1	I/D	S	Assign cursor moving direction and enable the shift of entire display	38μs
Display ON/ OFF Control	0	0	0	0	0	0	1	D	C	B	Set display(D), cursor(C), and blinking of cursor(B) on/off control bit.	38μs
Cursor or Display Shift	0	0	0	0	0	1	S/C	R/L	-	-	Set cursor moving and display shift control bit, and the direction, without changing of DDRAM data.	38μs
Function Set	0	0	0	0	1	DL	N	F	-	-	Set interface data length (DL: 8-bit/4-bit), numbers of display line (N: 2-line/1-line) and, display font type (F:5x10 dots/5x8 dots)	38μs
Set CGRAM Address	0	0	0	1	AC5	AC4	AC3	AC2	AC1	AC0	Set CGRAM address in address counter.	38μs
Set DDRAM Address	0	0	1	AC6	AC5	AC4	AC3	AC2	AC1	AC0	Set DDRAM address in counter	38μs
Read Busy Flag and Address Counter	0	1	BF	AC6	AC5	AC4	AC3	AC2	AC1	AC0	Whether during internal operation or not can be known by reading BF. The contents of address counter can also be read.	
Write Data to RAM	1	0	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	Write data into internal RAM (DDRAM/CGRAM).	38μs
Read Data from RAM	1	1	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	Read data from internal RAM (DDRAM/CGRAM).	38μs

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

12.CHARACTER ROM



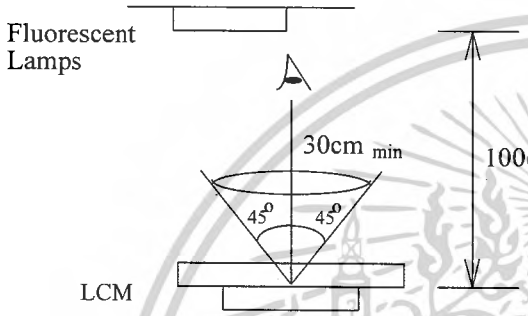
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

13.QUALITY SPECIFICATIONS

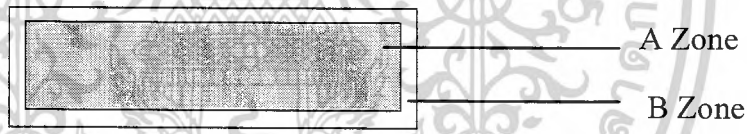
13.1 Standard of the product appearance test

Manner of appearance test: The inspection should be performed in using 20W x 2 fluorescent lamps. Distance between LCM and fluorescent lamps should be 100 cm or more. Distance between LCM and inspector eyes should be 30 cm or more.

Viewing direction for inspection is 45° from vertical against LCM.



Definition of zone:



A Zone: Active display area (minimum viewing area).
B Zone: Non-active display area (outside viewing area).

13.2 Specification of quality assurance

AQL inspection standard

Sampling method: MIL-STD-105E, Level II, single sampling

Defect classification **(Note: * is not including)**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Classify	Item		Note	AQL
Major	Display state	Short or open circuit	1	0.65
		LC leakage		
		Flickering		
		No display		
		Wrong viewing direction		
		Contrast defect (dim, ghost)	2	
		Back-light	1,8	
	Non-display	Flat cable or pin reverse	10	
		Wrong or missing component	11	
Minor	Display state	Background color deviation	2	1.0
		Black spot and dust	3	
		Line defect, Scratch	4	
		Rainbow	5	
		Chip	6	
		Pin hole	7	
	Polarizer	Protruded	12	
		Bubble and foreign material	3	
	Soldering	Poor connection	9	
	Wire	Poor connection	10	
	TAB	Position, Bonding strength	13	

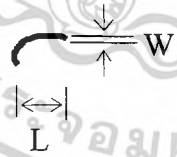
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Note on defect classification

<table>
<tr><th>No.</th><th>Item</th><th>Criterion</th></tr>
<tr><td>1</td><td>Short or open circuit</td><td rowspan="6">Not allow</td></tr>
<tr><td></td><td>LC leakage</td></tr>
<tr><td></td><td>Flickering</td></tr>
<tr><td></td><td>No display</td></tr>
<tr><td></td><td>Wrong viewing direction</td></tr>
<tr><td></td><td>Wrong Back-light</td></tr>
<tr><td>2</td><td>Contrast defect</td><td rowspan="2">Refer to approval sample</td></tr>
<tr><td></td><td>Background color deviation</td></tr>
<tr><td>3</td><td>Point defect,
Black spot, dust
(including Polarizer)

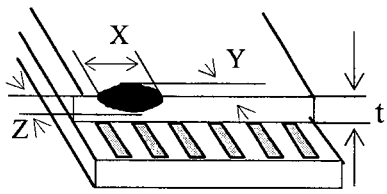
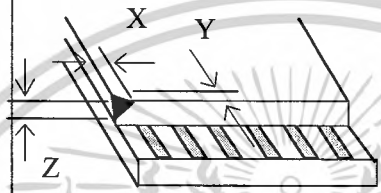
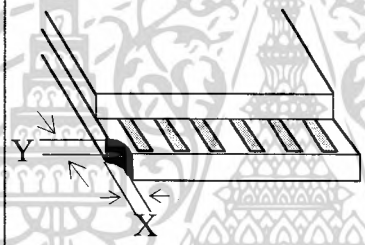
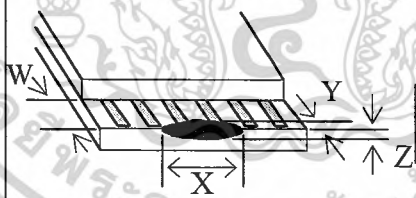
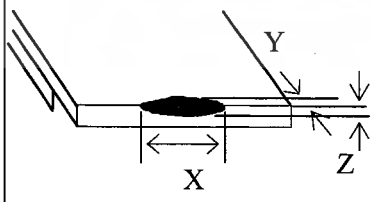
$\phi = (X+Y)/2$</td><td>

<table>
<tr><th>Point Size</th><th>Acceptable Qty.</th></tr>
<tr><td>$\phi \leq 0.10$</td><td>Disregard</td></tr>
<tr><td>$0.10 < \phi \leq 0.20$</td><td>3</td></tr>
<tr><td>$0.20 < \phi \leq 0.25$</td><td>2</td></tr>
<tr><td>$0.25 < \phi \leq 0.30$</td><td>1</td></tr>
<tr><td>$\phi > 0.30$</td><td>0</td></tr>
</table>
Unit: mm</td></tr>
<tr><td>4</td><td>Line defect,

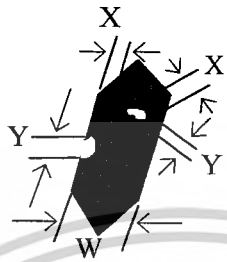
Scratch</td><td> 

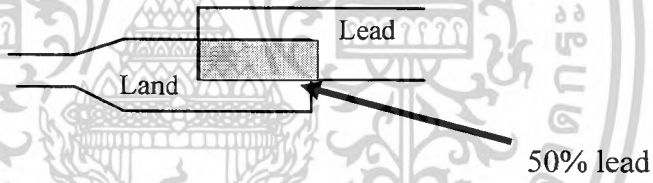
<table>
<tr><th colspan="2">Line</th><th rowspan="2">Acceptable Qty.</th></tr>
<tr><th>L</th><th>W</th></tr>
<tr><td>---</td><td>0.015≥W</td><td>Disregard</td></tr>
<tr><td>5.0≥L</td><td>0.03≥W</td><td rowspan="2">2</td></tr>
<tr><td>5.0≥L</td><td>0.05≥W</td></tr>
<tr><td>5.0≥L</td><td>0.1＞W</td><td>1</td></tr>
<tr><td>---</td><td>0.05<W</td><td>Applied as point defect</td></tr>
</table>
Unit: mm</td></tr>
<tr><td>5</td><td>Rainbow</td><td>Not more than two color changes across the viewing area.</td></tr>
</table>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

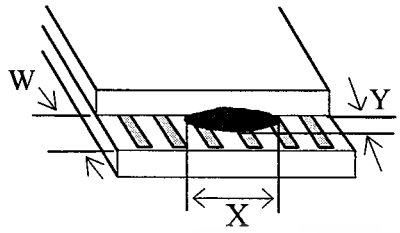
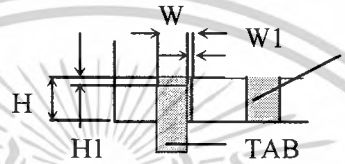
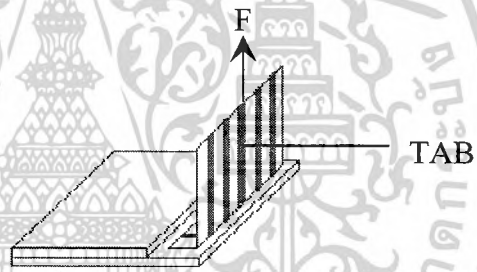
No	Item	Criterion
6	Chip Remark: X: Length direction Y: Short direction Z: Thickness direction t: Glass thickness W: Terminal Width	 Acceptable criterion X: ≤2; Y: 0.5mm; Z: ≤t/2  Acceptable criterion X: ≤3; Y: 0.5mm; Z: ≤t  Acceptable criterion X: ≤3; Y: ≤2; Z: ≤t shall not reach to ITO  Acceptable criterion X: Disregard; Y: ≤0.2; Z: ≤t  Acceptable criterion X: ≤5; Y: ≤2; Z: ≤t/3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<table>
<tr><th>No.</th><th>Item</th><th>Criterion</th></tr>
<tr><td>7</td><td>Segment
pattern
W = Segment width
ϕ = (X+Y)/2</td><td>(1) Pin hole
ϕ < 0.10mm is acceptable.
 

<table>
<tr><th>Point Size</th><th>Acceptable Qty</th></tr>
<tr><td>ϕ≤1/4W</td><td>Disregard</td></tr>
<tr><td>1/4W< ϕ≤1/2W</td><td>1</td></tr>
<tr><td>ϕ>1/2W</td><td>0</td></tr>
</table>
Unit: mm</td></tr>
<tr><td>8</td><td>Back-light</td><td>(1) The color of backlight should correspond its specification.
(2) Not allow flickering</td></tr>
<tr><td>9</td><td>Soldering</td><td>(1) Not allow heavy dirty and solder ball on PCB.
(The size of dirty refer to point and dust defect)
(2) Over 50% of lead should be soldered on Land.
 
</td></tr>
<tr><td>10</td><td>Wire</td><td>(1) Copper wire should not be rusted
(2) Not allow crack on copper wire connection.
(3) Not allow reversing the position of the flat cable.
(4) Not allow exposed copper wire inside the flat cable.</td></tr>
<tr><td>11*</td><td>PCB</td><td>(1) Not allow screw rust or damage.
(2) Not allow missing or wrong putting of component.</td></tr>
</table>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

No	Item	Criterion
12	Protruded W: Terminal Width	 Acceptable criteria: Y ≤ 0.4
13	TAB	1. Position  W1≤1/3W H1≤1/3H 2 TAB bonding strength test  P (=F/TAB bonding width) ≥650gf/cm ,(speed rate: 1mm/min) 5pcs per SOA (shipment)
14	Total no. of acceptable Defect	A. Zone Maximum 2 minor non-conformities per one unit. Defect distance: each point to be separated over 10mm B. Zone It is acceptable when it is no trouble for quality and assembly in customer's end product.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

13.3 Reliability of LCM

Reliability test condition:

Item	Condition	Time (hrs)	Assessment
High temp. Storage	80°C	48	No abnormalities in functions and appearance
High temp. Operating	70°C	48	
Low temp. Storage	-30°C	48	
Low temp. Operating	-20°C	48	
Humidity	40°C/ 90%RH	48	
Temp. Cycle	0°C ← 25°C →50°C (30 min ← 5 min → 30min)	10cycles	

Recovery time should be 24 hours minimum. Moreover, functions, performance and appearance ,etc. shall be free from remarkable deterioration within 50,000 hours under ordinary operating and storage conditions room temperature (20±8°C), normal humidity (below 45±20% RH), and in the area not exposed to direct sun light.

13.4 Precaution for using LCD/LCM

LCD/LCM is assembled and adjusted with a high degree of precision. Do not attempt to make any alteration or modification. The followings should be noted.

General Precautions:

1. LCD panel is made of glass. Avoid excessive mechanical shock or applying strong pressure onto the surface of display area.
2. The polarizer used on the display surface is easily scratched and damaged. Extreme care should be taken when handling. To clean dust or dirt off the display surface, wipe gently with cotton, or other soft material soaked with isoproply alcohol, ethyl alcohol or trichlorotriflorothane, do not use water, ketone or aromatics and never scrub hard.
3. Do not tamper in any way with the tabs on the metal frame.
4. Do not make any modification on the PCB without consulting AV.
5. When mounting a LCM, make sure that the PCB is not under any stress such as bending or twisting. Elastomer contacts are very delicate and missing pixels could result from slight dislocation of any of the elements.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. Avoid pressing on the metal bezel, otherwise the elastomer connector could be deformed and lose contact, resulting in missing pixels and also cause rainbow on the display.
7. Be careful not to touch or swallow liquid crystal that might leak from a damaged cell. Any liquid crystal adheres to skin or clothes, wash it off immediately with soap and water.

Static Electricity Precautions:

1. CMOS-LSI is used for the module circuit; therefore operators should be grounded whenever he/she comes into contact with the module.
2. Do not touch any of the conductive parts such as the LSI pads; the copper leads on the PCB and the interface terminals with any parts of the human body.
3. Do not touch the connection terminals of the display with bare hand; it will cause disconnection or defective insulation of terminals.
4. The modules should be kept in anti-static bags or other containers resistant to static for storage.
5. Only properly grounded soldering irons should be used.
6. If an electric screwdriver is used, it should be grounded and shielded to prevent sparks.
7. The normal static prevention measures should be observed for work clothes and working benches.
8. Since dry air is inductive to static, a relative humidity of 50-60% is recommended.

Soldering Precautions:

1. Soldering should be performed only on the I/O terminals.
2. Use soldering irons with proper grounding and no leakage.
3. Soldering temperature: 280°C±10°C
4. Soldering time: 3 to 4 second.
5. Use eutectic solder with resin flux filling.
6. If flux is used, the LCD surface should be protected to avoid spattering flux.
7. Flux residue should be removed.

Operation Precautions:

1. The viewing angle can be adjusted by varying the LCD driving voltage Vo.
2. Since applied DC voltage causes electro-chemical reactions, which deteriorate the display, the applied pulse waveform should be a symmetric waveform such that no DC component remains. Be sure to use the specified operating voltage.
3. Driving voltage should be kept within specified range; excess voltage will shorten display life.
4. Response time increases with decrease in temperature.
5. Display color may be affected at temperatures above its operational range.
6. Keep the temperature within the specified range usage and storage. Excessive temperature and humidity could cause polarization degradation, polarizer peel-off or generate bubbles.
7. For long-term storage over 40°C is required, the relative humidity should be kept below 60%, and avoid direct sunlight.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Limited Warranty

AV LCDs and modules are not consumer products, but may be incorporated by AV's customers into consumer products or components thereof, AV does not warrant that its LCDs and components are fit for any such particular purpose.

1. The liability of AV is limited to repair or replacement on the terms set forth below. AV will not be responsible for any subsequent or consequential events or injury or damage to any personnel or user including third party personnel and/or user. Unless otherwise agreed in writing between AV and the customer, AV will only replace or repair any of its LCD which is found defective electrically or visually when inspected in accordance with AV general LCD inspection standard . (Copies available on request)
2. No warranty can be granted if any of the precautions state in handling liquid crystal display above has been disregarded. Broken glass, scratches on polarizer mechanical damages as well as defects that are caused accelerated environment tests are excluded from warranty.
3. In returning the LCD/LCM, they must be properly packaged; there should be detailed description of the failures or defect.

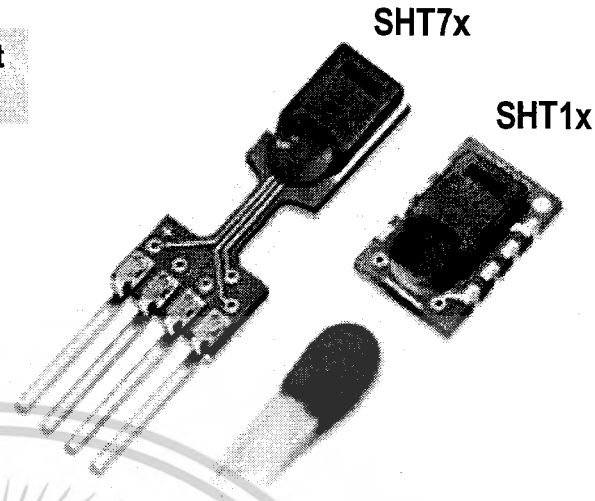
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SENSIRION
THE SENSOR COMPANY

SHT1x / SHT7x

Humidity & Temperature Sensor

Evaluation Kit Available



- Relative humidity and temperature sensors
- Dew point
- Fully calibrated, digital output
- Excellent long-term stability
- No external components required
- Ultra low power consumption
- Surface mountable or 4-pin fully interchangeable
- Small size
- Automatic power down

SHT1x / SHT7x Product Summary

The SHTxx is a single chip relative humidity and temperature multi sensor module comprising a calibrated digital output. Application of industrial CMOS processes with patented micro-machining (CMOSens® technology) ensures highest reliability and excellent long term stability. The device includes a capacitive polymer sensing element for relative humidity and a bandgap temperature sensor. Both are seamlessly coupled to a 14bit analog to digital converter and a serial interface circuit on the same chip. This results in superior signal quality, a fast response time and insensitivity to external disturbances (EMC) at a very competitive price. Each SHTxx is individually calibrated in a precision humidity chamber with a chilled mirror hygrometer as reference. The calibration coefficients are programmed into the OTP memory. These coefficients are used internally during measurements to calibrate the signals from the sensors.

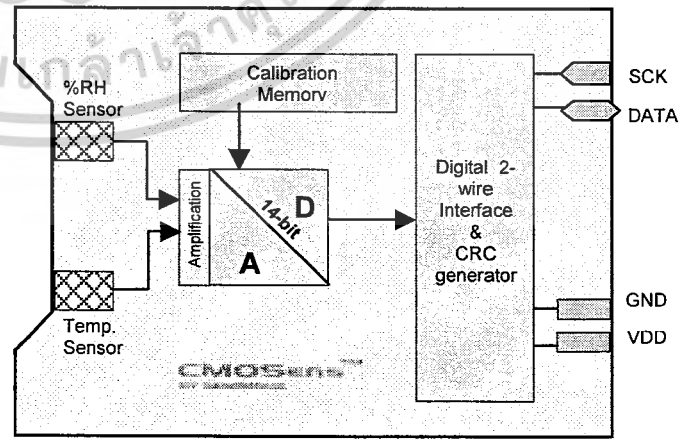
The 2-wire serial interface and internal voltage regulation allows easy and fast system integration. Its tiny size and low power consumption makes it the ultimate choice for even the most demanding applications.

The device is supplied in either a surface-mountable LCC (Leadless Chip Carrier) or as a pluggable 4-pin single-in-line type package. Customer specific packaging options may be available on request.

Applications

- HVAC
- Automotive
- Consumer Goods
- Weather Stations
- Humidifiers
- Dehumidifiers
- Test & Measurement
- Data Logging
- Automation
- White Goods
- Medical

Block Diagram



Ordering Information

SHT11	±3.5	±0.5 @ 25 °C	SMD (LCC)
SHT15	±2.0	±0.4 @ 5-40 °C	SMD (LCC)
SHT71	±3.5	±0.5 @ 25 °C	4-pin single-in-line
SHT75	±2.0	±0.4 @ 5-40 °C	4-pin single-in-line

เอกสารนี้ในเอกสารทุกหน้าเพื่อการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1 Sensor Performance Specifications

Parameter	Conditions	Min.	Typ.	Max.	Units
Humidity					
Resolution (2)		0.5	0.03	0.03	%RH
		8	12	12	bit
Repeatability			±0.1		%RH
Accuracy (1) Uncertainty	linearized	see figure 1			
Interchangeability		Fully interchangeable			
Nonlinearity	raw data		±3		%RH
	linearized		<<1		%RH
Range		0		100	%RH
Response time	1/e (63%) slowly moving air		4		s
Hysteresis			±1		%RH
Long term stability	typical		< 1		%RH/yr
Temperature					
Resolution (2)		0.04	0.01	0.01	°C
		0.07	0.02	0.02	°F
		12	14	14	bit
Repeatability			±0.1		°C
			±0.2		°F
Accuracy		see figure 1			
Range		-40		123.8	°C
		-40		254.9	°F
Response Time	1/e (63%)	5		30	s

Table 1 Sensor Performance Specifications

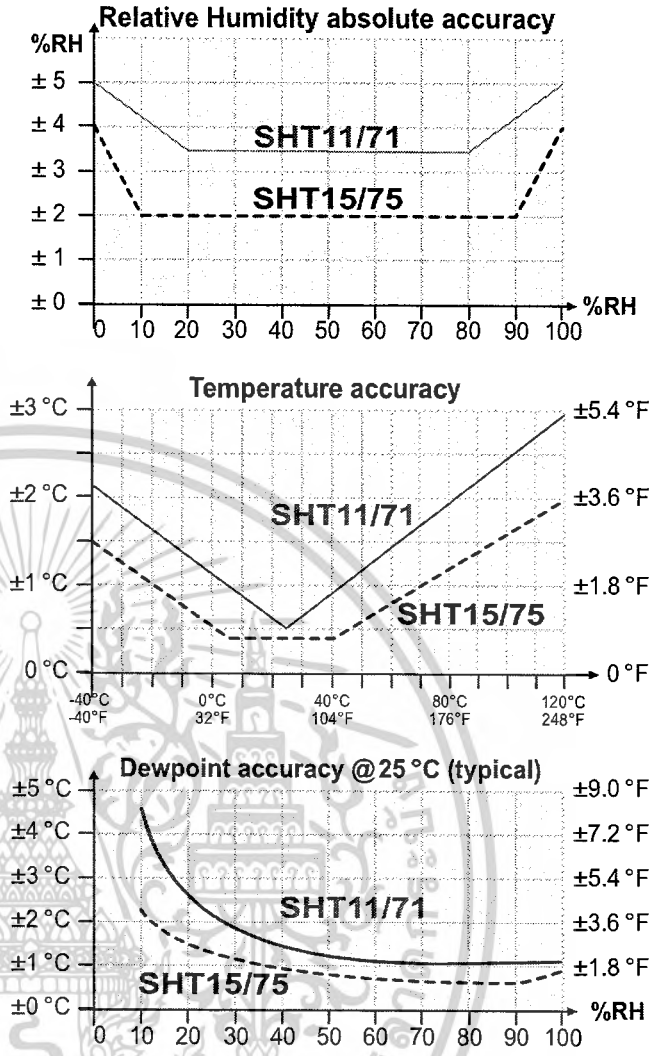


Figure 1 Rel. Humidity, Temperature and Dewpoint accuracies

2 Interface Specifications

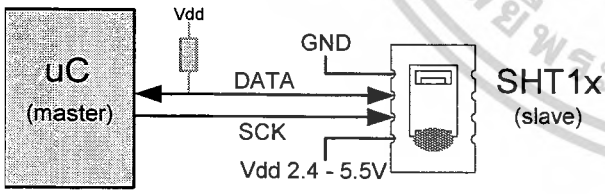


Figure 2 Typical application circuit

2.1 Power Pins

The SHTxx requires a voltage supply between 2.4 and 5.5 V. After powerup the device needs 11ms to reach its "sleep" state. No commands should be sent before that time. Power supply pins (VDD, GND) may be decoupled with a 100 nF capacitor.

2.2 Serial Interface (Bidirectional 2-wire)

The serial interface of the SHTxx is optimized for sensor readout and power consumption and is not compatible with I²C interfaces, see FAQ for details.

2.2.1 *Serial clock input (SCK)*

The SCK is used to synchronize the communication between a microcontroller and the SHTxx. Since the interface consists of fully static logic there is no minimum SCK frequency.

2.2.2 *Serial data (DATA)*

The DATA tristate pin is used to transfer data in and out of the device. DATA **changes after the falling edge** and is **valid on the rising edge** of the serial clock SCK. During transmission the DATA line must remain stable while SCK is high. To avoid signal contention the microcontroller should only drive DATA low. An external pull-up resistor (e.g. 10 kΩ) is required to pull the signal high. (See Figure 2) Pull-up resistors are often included in I/O circuits of microcontrollers. See Table 5 for detailed IO characteristics.

[1] Each SHTxx is tested to be fully within RH accuracy specifications at 25 °C (77 °F) and 48 °C (118.4 °F)
[2] The default measurement resolution of 14bit (temperature) and 12bit (humidity) can be reduced to 12 and 8 bit through the status register.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ไม่มีส่วนรับผิดชอบต่อความเสียหายใดๆ ที่เกิดขึ้นจากการนำเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3 *Sending a command*

To initiate a transmission, a "Transmission Start" sequence has to be issued. It consists of a lowering of the DATA line while SCK is high, followed by a low pulse on SCK and raising DATA again while SCK is still high.

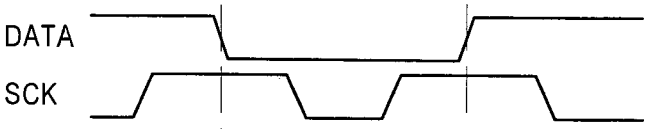


Figure 3 "Transmission Start" sequence

The subsequent command consists of three address bits only "000" is currently supported) and five command bits. The SHTxx indicates the proper reception of a command by pulling the DATA pin low (ACK bit) after the falling edge of the 8th SCK clock. The DATA line is released (and goes high) after the falling edge of the 9th SCK clock.

Command	Code
Reserved	0000x
Measure Temperature	**00011**
Measure Humidity	**00101**
Read Status Register	00111
Write Status Register	00110
Reserved	0101x-1110x
Soft reset, resets the interface, clears the status register to default values wait minimum 11 ms before next command	**11110**

Table 2 SHTxx list of commands

2.2.4 *Measurement sequence (RH and T)*

After issuing a measurement command ('00000101' for RH, '00000011' for Temperature) the controller has to wait for the measurement to complete. This takes approximately 11/55/210 ms for a 8/12/14bit measurement. The exact time varies by up to ±15% with the speed of the internal oscillator. To signal the completion of a measurement, the SHTxx pulls down the data line. The controller **must** wait for this "data ready" signal before starting to toggle SCK again.

Two bytes of measurement data and one byte of CRC checksum will then be transmitted. The uC must acknowledge each byte by pulling the DATA line low. All values are MSB first, right justified. (e.g. the 5th SCK is MSB for a 12bit value, for a 8bit result the first byte is not used).
Communication terminates after the acknowledge bit of the CRC data. If CRC-8 checksum is not used the controller may terminate the communication after the measurement data LSB by keeping ack high.
The device automatically returns to sleep mode after the measurement and communication have ended.

Warning: To keep self heating below 0.1 °C the SHTxx should not be active for more than 15% of the time (e.g. max. 3 measurements / second for 12bit accuracy).

2.2.5 *Connection reset sequence*

If communication with the device is lost the following signal sequence will reset its serial interface:
While leaving DATA high, toggle SCK 9 or more times. This must be followed by a "Transmission Start" sequence preceding the next command. This sequence resets the interface only. The status register preserves its content.

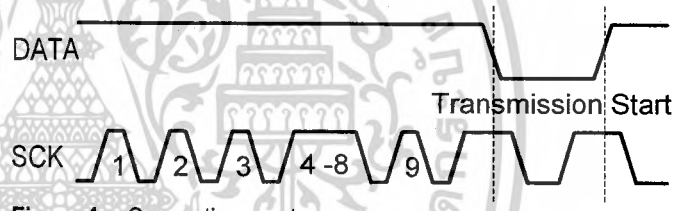


Figure 4 Connection reset sequence

2.2.6 *CRC-8 Checksum calculation*

The whole digital transmission is secured by a 8 bit checksum. It ensures that any wrong data can be detected and eliminated.
Please consult application note "CRC-8 Checksum Calculation" for information on how to calculate the CRC.

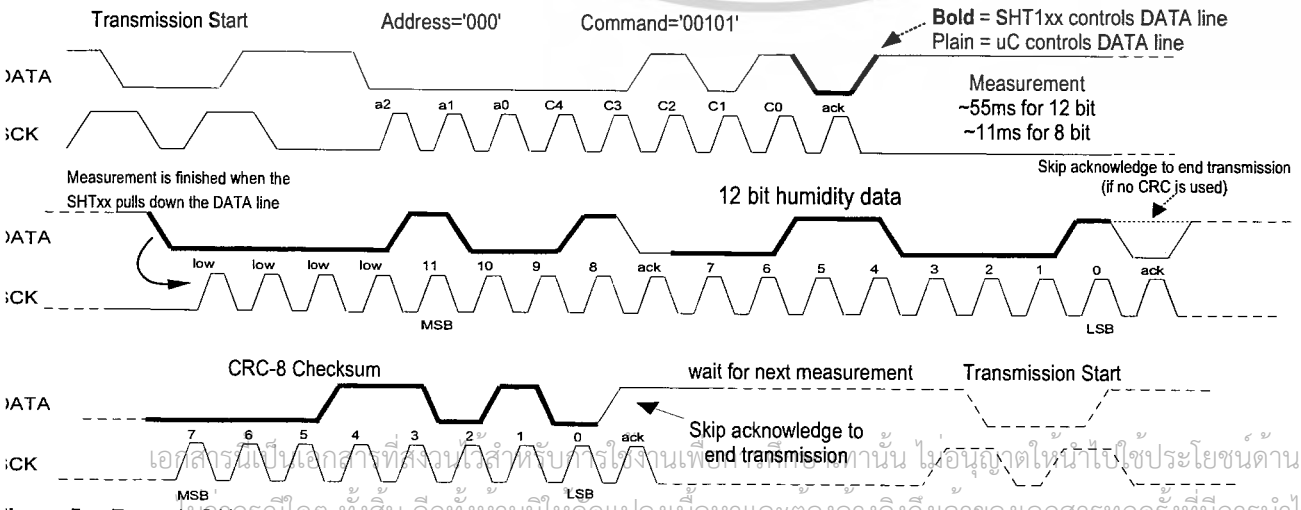


Figure 5 Example RH measurement sequence for value "0000'1001 0011'0001"= 2353 = 75.79 %RH (without temperature compensation)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า การแสวงหาผลกำไร ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

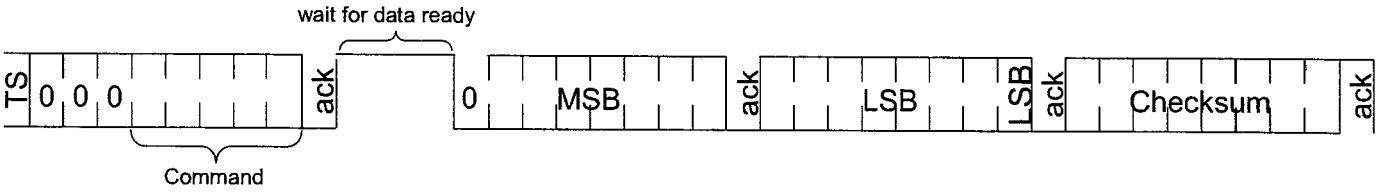


Figure 6 Overview of Measurement Sequence (TS = Transmission Start)

2.3 Status Register

Some of the advanced functions of the SHTxx are available through the status register. The following section gives a brief overview of these features. A more detailed description is available in the application note "Status Register"

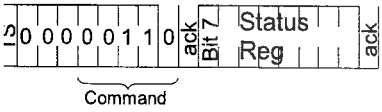


Figure 7 Status Register Write

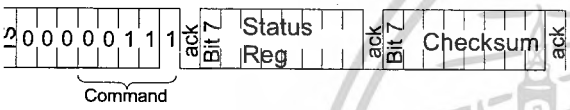


Figure 8 Status Register Read

Bit	Type	Description	Default	
		reserved	0	
	R	End of Battery (low voltage detection) '0' for Vdd > 2.47 '1' for Vdd < 2.47	X	No default value, bit is only updated after a measurement
		reserved	0	
		reserved	0	
		For Testing only, do not use	0	
	R/W	Heater	0	off
	R/W	no reload from OTP	0	reload
	R/W	'1' = 8bit RH / 12bit Temperature resolution '0' = 12bit RH / 14bit Temperature resolution	0	12bit RH 14bit Temp.

Table 3 Status Register Bits

2.3.1 *Measurement resolution*

The default measurement resolution of 14bit (temperature) and 12bit (humidity) can be reduced to 12 and 8bit. This is especially useful in high speed or extreme low power applications.

2.3.2 *End of Battery*

The "End of Battery" function detects VDD voltages below 2.47 V. Accuracy is ±0.05 V

2.3.3 *Heater*

An on chip heating element can be switched on. It will increase the temperature of the sensor by approximately 5°C (9 °F). Power consumption will increase by ~8 mA @ 5 V. Applications:

By comparing temperature and humidity values before and after switching on the heater, proper functionality of both sensors can be verified.

- In high (>95 %RH) RH environments heating the sensor element will prevent condensation, improve response time and accuracy

Warning: While heated the SHTxx will show higher temperatures and a lower relative humidity than with no heating.

2.4 Electrical Characteristics[1]

VDD=5V, Temperature = 25 °C unless otherwise noted

Parameter	Conditions	Min.	Typ.	Max.	Units
Power supply DC		2.4	5	5.5	V
Supply current	measuring		550		µA
	average	2[2]	28[3]		µA
	sleep		0.3	1	µA
Low level output voltage		0		20%	Vdd
High level output voltage		75%		100%	Vdd
Low level input voltage	Negative going	0		20%	Vdd
High level input voltage	Positive going	80%		100%	Vdd
Input current on pads				1	µA
Output peak current	on			4	mA
	Tristated (off)		10		µA

Table 4 SHTxx DC Characteristics

	Parameter	Conditions	Min	Typ.	Max.	Unit
F_{SCK}	SCK frequency	VDD > 4.5 V			10	MHz
		VDD < 4.5 V			1	MHz
T_{RFO}	DATA fall time	Output load 5 pF	3.5	10	20	ns
		Output load 100 pF	30	40	200	ns
T_{CLK}	SCK hi/low time		100			ns
T_V	DATA valid time			250		ns
T_{SU}	DATA set up time		100			ns
T_{HO}	DATA hold time		0	10		ns
T_R/T_F	SCK rise/fall time			200		ns

Table 5 SHTxx I/O Signals Characteristics

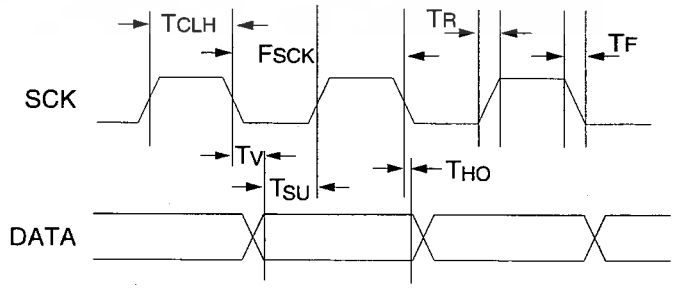


Figure 9 Timing Diagram

Parameters are periodically sampled and not 100% tested
With one measurement of 8 bit accuracy without OTP reload per second
With one measurement of 12bit accuracy per second

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3 Converting Output to Physical Values

3.1 Relative Humidity

To compensate for the non-linearity of the humidity sensor and to obtain the full accuracy it is recommended to convert the readout with the following formula[1]:

$$RH_{linear} = c_1 + c_2 \bullet SO_{RH} + c_3 \bullet SO_{RH}^2$$

SO_{RH}	c_1	c_2	c_3
12 bit	-4	0.0405	$-2.8 * 10^{-6}$
8 bit	-4	0.648	$-7.2 * 10^{-4}$

Table 6 Humidity conversion coefficients

For simplified, less computation intense conversion formulas see application note "RH and Temperature Non-Linearity Compensation".

The humidity sensor has no significant voltage dependency.

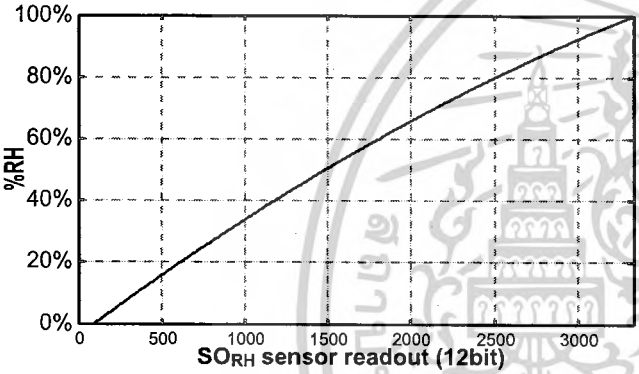


Figure 10 Conversion from SO_{RH} to relative humidity

3.1.1 *Compensation of RH/Temperature dependency*

For temperatures significantly different from 25 °C (~77 °F) the temperature coefficient of the RH sensor should be considered:

$$RH_{true} = (T_{°C} - 25) \bullet (t_1 + t_2 \bullet SO_{RH}) + RH_{linear}$$

SO_{RH}	t_1	t_2
12 bit	0.01	0.00008
8 bit	0.01	0.00128

Table 7 Temperature compensation coefficients

This equals ~0.12 %RH / °C @ 50 %RH

3.2 Temperature

The bandgap PTAT (Proportional To Absolute Temperature) temperature sensor is very linear by design. Use the following formula to convert from digital readout to temperature:

$$Temperature = d_1 + d_2 \bullet SO_T$$

VDD	d_1 [°C]	d_1 [°f]
5V	-40.00	-40.00
4V	-39.75	-39.50
3.5V	-39.66	-39.35
3V	-39.60	-39.28
2.5V	-39.55	-39.23

SO_T	d_2 [°C]	d_2 [°f]
14bit	0.01	0.018
12bit	0.04	0.072

Table 8 Temperature conversion coefficients

For improved accuracies in extreme temperatures with more computation intense conversion formulas see application note "RH and Temperature Non-Linearity Compensation".

3.3 Dewpoint

Since humidity and temperature are both measured on the same monolithic chip, the SHTxx allows superb dewpoint measurements. See application note "Dewpoint calculation" for more.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[1] Where SO_{RH} is the sensor output for relative humidity

4 Applications Information

4.1 Operating and Storage Conditions

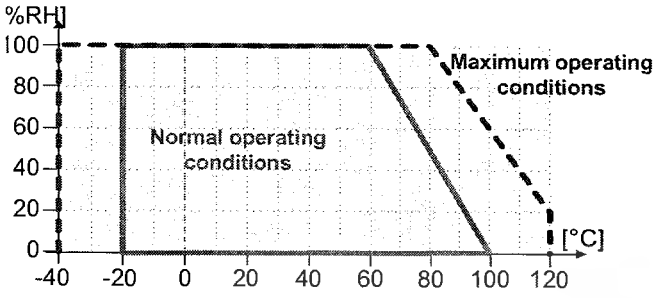


Figure 11 Recommended operating conditions

Conditions outside the recommended range may temporarily offset the RH signal up to ±3 %RH. After return to normal conditions it will slowly return towards calibration state by itself. See 4.3 "Reconditioning Procedure" to accelerate this process. Prolonged exposure to extreme conditions may accelerate ageing.

4.2 Exposure to Chemicals

Vapors may interfere with the polymer layers used for capacitive humidity sensors. The diffusion of chemicals into the polymer may cause a shift in both offset and sensitivity. In a clean environment the contaminants will slowly outgas. The reconditioning procedure described below will accelerate this process.
High levels of pollutants may cause permanent damage to the sensing polymer.

4.3 Reconditioning Procedure

The following reconditioning procedure will bring the sensor back to calibration state after exposure to extreme conditions or chemical vapors.
80-90 °C (176-194°F) at < 5 %RH for 24h (baking) followed by
20-30 °C (70-90°F) at > 74 %RH for 48h (re-hydration)

4.4 Qualifications

Extensive tests were performed in various environments. Please contact SENSIRION for additional information.

Environment	Norm	Results[1]
Temperature Cycles	JESD22-A104-B -40 °C / 125°C, 1000cy	Within Specifications
HAST Pressure Cooker	JESD22-A110-B 2.3bar 125°C 85%RH	Reversible shift by +2 %RH
Salt Atmosphere	DIN-50021ss	Within Spec.
Condensing Air	-	Within Spec.
Freezing cycles fully submerged	-20 / +90°C, 100cy 30min dwell time	Reversible shift by +2 %RH
Various Automotive Chemicals	DIN 72300-5	Within Specifications
Cigarette smoke	Equivalent to 15years in a mid-size car	Within Specifications

Table 9 Qualification tests (excerpt)

1) The temperature sensor passed all tests without any detectable drift. Package and electronics also passed 100%

4.5 ESD (Electrostatic Discharge)

ESD immunity is qualified according to MIL STD 883E, method 3015 (Human Body Model at ±2 kV)).
Latch-up immunity is provided at a force current of ±100 mA with T_{amb} = 80 °C according to JEDEC 17.
See application note "ESD, Latchup and EMC" for more information.

4.6 Temperature Effects

The relative humidity of a gas strongly depends on its temperature. It is therefore essential to keep humidity sensors at the same temperature as the air of which the relative humidity is to be measured.
If the SHTxx shares a PCB with electronic components that give off heat it should be mounted far away and below the heat source and the housing must remain well ventilated.
To reduce heat conduction copper layers between the SHT1x and the rest of the PCB should be minimized and a slit may be milled in between. (See figure 14)

4.7 Materials Used for Sealing / Mounting

Many materials absorb humidity and will act as a buffer, increasing response times and hysteresis. Materials in the vicinity of the sensor must therefore be carefully chosen.
Recommended materials are:
All Metals, LCP, POM (Delrin), PTFE (Teflon), PE, PEEK, PP, PB, PPS, PSU, PVDF, PVF
For sealing and gluing (use sparingly):
High filled epoxy for electronic packaging (e.g. glob top, underfill), and Silicone are recommended.

4.8 Membranes

A membrane can be used to prevent dirt from entering the housing and to protect the sensor. It will also reduce peak concentrations of chemical vapors. For optimal response times air volume behind the membrane must be kept to a minimum.

4.9 Light

The SHTxx is not light sensitive. Prolonged direct exposure to sunshine or strong UV radiation may age the housing.

4.10 Wiring Considerations and Signal Integrity

Carrying the SCK and DATA signal parallel and in close proximity (e.g. in wires) for more than 10cm may result in cross talk and loss of communication. This may be resolved by routing VDD and/or GND between the two data signals.
Please see the application note "ESD, Latchup and EMC" for more information.
Power supply pins (VDD, GND) should be decoupled with a 100 nF capacitor if wires are used.

เอกสารนี้จัดทำขึ้นเพื่อสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5 Package Information

5.1 SHT1x (surface mountable)

Pin	Name	Comment
1	GND	Ground
2	DATA	Serial data, bidirectional
3	SCK	Serial clock, input
4	VDD	Supply 2.4 – 5.5 V
	NC	Remaining pins must be left unconnected

Table 10 SHT1x Pin Description

5.1.1 *Package type*

The SHT1x is supplied in a surface-mountable LCC (Leadless Chip Carrier) type package. The sensors housing consists of a Liquid Crystal Polymer (LCP) cap with epoxy glob top on a standard 0.8 mm FR4 substrate. The device is free of lead, Cd and Hg.
Device size is 7.42 x 4.88 x 2.5 mm (0.29 x 0.19 x 0.1 inch)
Weight 100 mg

The production date is printed onto the cap in white numbers in the form wwy. e.g. "351" = week 35, 2001.

5.1.2 *Delivery Conditions*

The SHT1x are shipped in standard IC tubes by 80 units per tube or in 12mm tape. Reels are individually labelled with barcode and human readable labels.

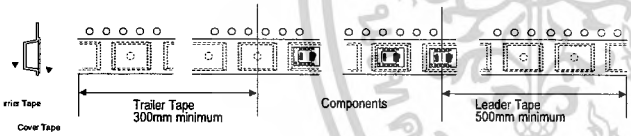


Figure 12 Tape configuration and unit orientation

5.1.3 *Mounting Examples*

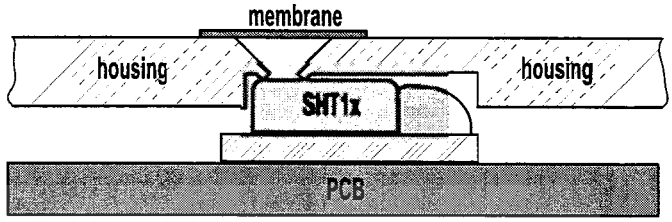


Figure 13 SHT1x housing mounting example

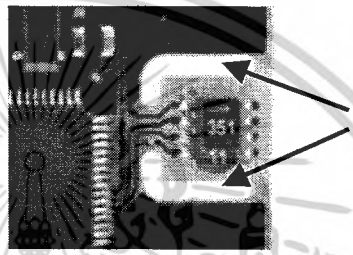


Figure 14 SHT1x PCB Mounting example

5.1.4 *Soldering Information*

Standard reflow soldering ovens may be used at maximum 235 °C for 20 seconds.
For manual soldering contact time must be limited to 5 seconds at up to 350 °C.
After soldering the devices should be stored at >74 %RH for at least 24h to allow the polymer to rehydrate.
Please consult the application note "Soldering procedure" for more information.

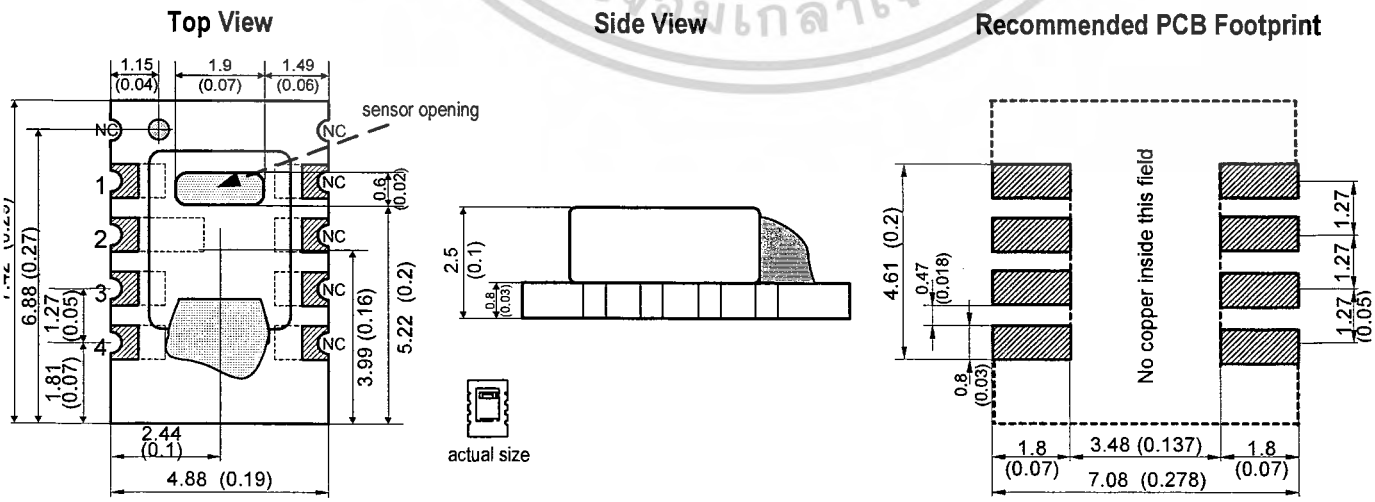


Figure 15 SHT1x drawing and footprint dimensions in mm (inch)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 SHT7x (4-pin single-in-line)

Pin	Name	Comment
1	*SCK*	*Serial clock input*
2	*VDD*	*Supply 2.4 – 5.5 V*
3	*GND*	*Ground*
4	*DATA*	*Serial data bidirectional*

Table 11 SHT7x Pin Description

5.2.1 *Package type*[1]

The device is supplied in a single-in-line pin type package. The sensor housing consists of a Liquid Crystal Polymer (LCP) cap with epoxy glob top on a standard 0.6 mm FR4 substrate. The device is Cd and Hg free.

The sensor head is connected to the pins by a small bridge to minimize heat conduction and response times. The gold plated back side of the sensor head is connected to the GND pin.

A 100nF capacitor is mounted on the back side between VDD and GND.

All pins are gold plated to avoid corrosion. They can be soldered or mate with most 1.27 mm (0.05") sockets e.g.: Preci-dip / Mill-Max 851-93-004-20-001 or similar

Total weight: 168 mg, weight of sensor head: 73 mg

The production date is printed onto the cap in white numbers in the form wwy. e.g. "351" = week 35, 2001.

5.2.2 *Delivery Conditions*

The SHT7x are shipped in 32 mm tape. These reeled parts in standard option are shipped with 500 units per 13 inch diameter reel. Reels are individually labelled with barcode and human readable labels.

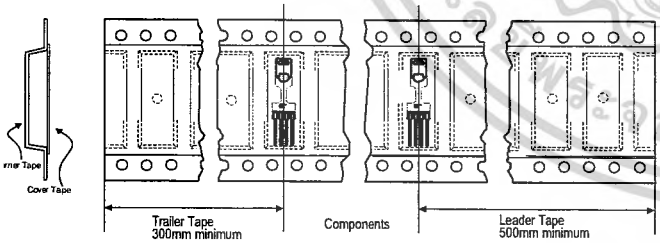


Figure 16 Tape configuration and unit orientation

5.2.3 *Soldering Information*

Standard wave SHT7x soldering ovens may be used at maximum 235 °C for 20 seconds.

For manual soldering contact time must be limited to 5 seconds at up to 350 °C.

After wave soldering the devices should be stored at <74 %RH for at least 24h to allow the polymer to rehydrate.

Please consult the application note "Soldering procedure" for more information.

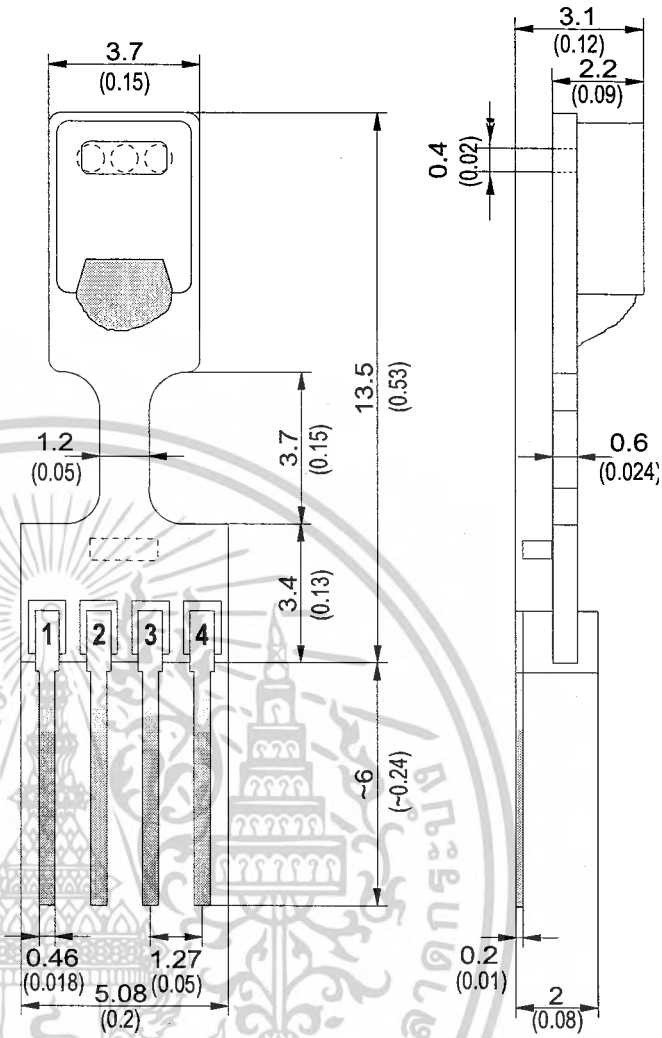


Figure 17 SHT7x dimensions in mm (inch)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[1] Other packaging options may be available on request.

6 Revision history

Date	Version	Page(s)	Changes
February 2002	Preliminary	1-9	First public release
June 2002	Preliminary		Added SHT7x information
March 2003	Final v2.0	1-9	Major remake, added application information etc. Various small modifications
	V2.01	1-9	Typos, Graph labeling

The latest version of this document and all application notes can be found at:
www.sensirion.com/en/download/humiditysensor/SHT11.htm

7 Important Notices

7.1 Warning, personal injury

Do not use this product as safety or emergency stop devices or in any other application where failure of the product could result in personal injury. Failure to comply with these instructions could result in death or serious injury.

Should buyer purchase or use SENSIRION AG products for any such unintended or unauthorized application, Buyer shall indemnify and hold SENSIRION AG and its officers, employees, subsidiaries, affiliates and distributors harmless against all claims, costs, damages and expenses, and reasonable attorney fees arising out of, directly or indirectly, any claim of personal injury or death associated with such unintended or unauthorized use, even if such claim alleges that SENSIRION AG was negligent regarding the design or manufacture of the part.

7.2 ESD Precautions

The inherent design of this component causes it to be sensitive to electrostatic discharge (ESD). To prevent ESD-induced damage and/or degradation, take normal ESD precautions when handling this product.

See application note "ESD, Latchup and EMC" for more information.

7.3 Warranty

SENSIRION AG makes no warranty, representation or guarantee regarding the suitability of its product for any particular purpose, nor does SENSIRION AG assume any liability arising out of the application or use of any product or circuit and specifically disclaims any and all liability, including without limitation consequential or incidental damages. "Typical" parameters can and do vary in different applications. All operating parameters, including "Typical" must be validated for each customer applications by customer's technical experts.

SENSIRION AG reserves the right, without further notice, to change the product specifications and/or information in this document and to improve reliability, functions and design.

Copyright© 2001-2003, SENSIRION AG.
All rights reserved.

Headquarters and Sales Office

SENSIRION AG
Eggbühlstr. 14
P.O. Box
CH-8052 Zürich
Switzerland

Phone: + 41 (0)1 306 40 00
Fax: + 41 (0)1 306 40 30
e-mail: info@sensirion.com
http://www.sensirion.com/

Sensirion humidity sensors are available from:

find your local representative at:
www.sensirion.com/reps

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข
Source Code ของซอฟแวร์ที่ได้พัฒนาขึ้น
โดยใช้ภาษาซี และ แอสแซมบลี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
#include <REGF51RC.H>
#include <intrins.h>
#include <math.h>
#include <stdio.h>
///////LCD//////////
sbit e  = P3^6;
sbit rs = P3^7;
#define NUMBER_OF_DIGITS 16
unsigned int temp_no,rh_no,temp_f,rh_f;

void delay(unsigned int ms)
{
   unsigned int x,a;
   for (x=0;x<ms;x++)
   {
      for (a=0;a<230;a++);
   }
}

void lcd_command(unsigned char com)
{
   rs = 0;
   P0 = com;
   e = 1;
   delay(10);
   e = 0;
   delay(10);
}

void lcd_clear()
{
   lcd_command(1);
}

void lcd_origin()
{
   lcd_command(2);
}

void lcd_init()
{
   delay(100);
   lcd_command(0x38);
   lcd_command(0x38);
   lcd_command(0x08);
   lcd_command(0x06);
   lcd_command(0x02);
   lcd_command(0x01);
   lcd_command(0x0C);
}

void set_addr_lcd(unsigned char addr)
{
   rs = 0;
   P0 = addr;
   P0 = P0 | 0x80;
   e = 1;
   delay(10);
   e = 0;
   delay(10);
}
void lcd_text(unsigned char text)
{
   rs = 1;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
66      P0 = text;
67      e = 1;
68      delay(2);
69      e = 0;
70      delay(2);
71  }
72
73  void lcd_puts(unsigned char addr, char *ptr)
74  {
75      set_addr_lcd(addr);
76      while(*ptr)
77
78      {
79          lcd_text(*ptr);
80          ptr++;
81      }
82  }
83
84  void _ultoa(unsigned long value1, char* string, unsigned char radix)
85  {
86      unsigned char index;
87      char buffer[NUMBER_OF_DIGITS];
88      index = NUMBER_OF_DIGITS;
89
90      do
91      {
92      buffer[--index] = '0' + (value1 % radix);
93
94      if (buffer[index] > '9') buffer[index] += 'A' - '9' - 1;
95      value1 /= radix;
96      }while (value1 != 0);
97
98      do
99      {
100     *string++ = buffer[index++];
101     }while (index < NUMBER_OF_DIGITS);
102     *string = 0;
103 }
104
105 void _ltoa(long value_l, char *string_l, unsigned char radix_l)
106 {
107     if (value_l < 0 && radix_l == 10)
108     {
109     *string_l++ = '-';
110     _ultoa(-value_l, string_l, radix_l);
111     }
112     else
113     {
114     _ultoa(value_l, string_l, radix_l);
115     }
116 }
117
118 void inttolcd(unsigned char posi, int value)
119 {
120     char buff[12];
121     _ltoa(value,&buff[0],10);
122     lcd_puts(posi,&buff[0]);
123 }
124
125 ////////sht15///////
126 typedef union
127 { unsigned int i;
128   float f;
129 } value;
130 enum {TEMP,HUMI};
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
131 sbit   DATA= P1^0;
132 sbit   SCK     = P1^1;
133 sbit   led     = P1^2;
134
135 unsigned char d = 0;
136 unsigned char p = 0;
137
138 #define noACK 0
139 #define ACK   1
140
141 #define MEASURE_TEMP 0x03
142 #define MEASURE_HUMI 0x05
143
144 void s_transstart(void)
145 {
146    DATA=1; SCK=0;
147    _nop_();
148    SCK=1;
149    _nop_();
150    DATA=0;
151    _nop_();
152    SCK=0;
153    _nop_();
154    _nop_();
155    _nop_();
156    SCK=1;
157    _nop_();
158    DATA=1;
159    _nop_();
160    SCK=0;
161 }
162
163 void s_connectionreset(void)
164 {
165    unsigned char i;
166    DATA=1; SCK=0;
167    for(i=0;i<9;i++)
168    {
169     SCK=1;
170     SCK=0;
171    }
172    s_transstart();
173 }
174
175 char s_write_byte(unsigned char value)
176 {
177    unsigned char i,error=0;
178
179    for (i=0x80;i>0;i/=2)
180    {
181       if (i & value) DATA=1;
182       else DATA=0;
183       SCK=1;
184       _nop_();_nop_();_nop_();
185       SCK=0;
186    }
187    DATA=1;
188    SCK=1;
189    error=DATA;
190    SCK=0;
191    return error;
192 }
193
194 char s_read_byte(unsigned char ack)
195 {
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
196   unsigned char i,val=0;
197   DATA=1;                    //release DATA-line
198   for (i=0x80;i>0;i/=2)        //shift bit for masking
199   { SCK=1;                   //clk for SENSI-BUS
200     if (DATA) val=(val | i);    //read bit
201     SCK=0;
202   }
203   DATA=!ack;                  //in case of "ack==1" pull down DATA-Line
204   SCK=1;                     //clk #9 for ack
205   _nop_();_nop_();_nop_();        //pulswith approx. 5 us
206   SCK=0;
207   DATA=1;                    //release DATA-line
208   return val;
209 }
210
211 char s_measure(unsigned char *p_value, unsigned char *p_checksum, unsigned char mode)
212 {
213   unsigned error=0;
214   unsigned int i;
215
216   s_transstart();                //transmission start
217   switch(mode){                  //send command to sensor
218     case TEMP : error+=s_write_byte(MEASURE_TEMP); break;
219     case HUMI : error+=s_write_byte(MEASURE_HUMI); break;
220     default     : break;
221   }
222   for (i=0;i<65535;i++) if(DATA==0) break; //wait until sensor has finished the measurement
223   if(DATA) error+=1;                // or timeout (~2 sec.) is reached
224   *(p_value)  =s_read_byte(ACK);    //read the first byte (MSB)
225   *(p_value+1)=s_read_byte(ACK);    //read the second byte (LSB)
226   *p_checksum =s_read_byte(noACK);  //read checksum
227   return error;
228 }
229
230 void init_uart()
231 //9600 bps @ 11.059 MHz
232 {
233    SCON  = 0x52;
234    TMOD  = 0x20;
235    TCON  = 0x69;
236    TH1   = 0xfd;
237 }
238
239 void init_muti()
240 //9600 bps @ 11.059 MHz
241 {
242    SCON  = 0xF2;
243    PCON = PCON & 0x7F;
244    TMOD  = 0x20;
245    TH1   = 0xfd;
246    TCON = TCON | 0x40;  //set bit tr1 or tcon.6
247 }
248
249 //-------------------------------------------//
250 // Initial register
251 //-------------------------------------------//
252 void init()
253 {
254 TMOD = 0x20;
255 TH1 = 0xfd;
256 IE = 0x90;
257 TR1 = 1;
258 //SCON = 0x52;
259 }
260
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
void serial_sht() interrupt 4
{
unsigned int R_ID;
   if(RI)
   {
      RI=0;
      R_ID = SBUF;
      if((R_ID == 1)&(RB8 == 1))
         {
         // lcd_puts(0x09,"Wait");
            SM2 = 0;      //if ok, prompt to recieve data
            //send data
            SBUF = '&';
            while(TI!=1)
               {
               }
            TI=0;
            SBUF = temp_no;
            while(TI!=1)
               {
               }
            TI=0;
            SBUF = temp_f;
            while(TI!=1)
               {
               }
            TI=0;
            SBUF = rh_no;
            while(TI!=1)
               {
               }
            TI=0;
            SBUF = rh_f;
            while(TI!=1)
               {
               }
            TI=0;
            SBUF = '$';
            while(TI!=1)
               {
               }
            TI=0;
            //send data
            SM2 = 1;      //finish, back to start
         }
   }
}

void calc_sht15(float *p_humidity ,float *p_temperature)
{  const float C1=-4.0;
   const float C2=+0.0405;
   const float C3=-0.0000028;
   const float T1=+0.01;
   const float T2=+0.00008;
   const float D3=-0.00000002;

   float rh=*p_humidity;
   float t=*p_temperature;
   float rh_lin;
   float rh_true;
   float t_C;
   int t_s1,rh_s1;

   t_C=(t*0.01)+(D3*(t-7000)*(t-7000))-40;
   rh_lin=C3*rh*rh + C2*rh + C1;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    rh_true=(t_C-25)*(T1+T2*rh)+rh_lin;
    if(rh_true>100)rh_true=100;
    if(rh_true<0.1)rh_true=0.1;
    *p_temperature=t_C;
    *p_humidity=rh_true;

    temp_no = t_C;
    rh_no = rh_true;

    inttolcd (0x09,t_C);
    inttolcd (0x49,rh_true);

    t_s1= t_C*10;
    t_s1 %=10;
    rh_s1= rh_true*10;
    rh_s1 %=10;

    temp_f = t_s1;
    rh_f = rh_true;

    inttolcd(0x0C,t_s1);
    inttolcd(0x4C,rh_true);
    while(d==0)
    {
       {
       for (p=0;p<=10;p++);
       }
       d=d+1;
    }
}
///////////////MAIN/////////////
void main()
{value humi_val,temp_val;
//  float dew_point;
  unsigned char error,checksum;
  unsigned int i;

    P0 = 0;
    e = 0;
    rs = 0;
    lcd_init();
    //init_uart();
    //set initial Multiprocressor
          init_muti();
    //set initial Multiprocressor
    init();
    s_connectionreset();
    lcd_puts(0x00," Temp :    .  C ");
    lcd_puts(0x40," Humi :    .  % ");
    while(1)
    {
    led = 0;
    error = 0;
    error+=s_measure((unsigned char*) &humi_val.i,&checksum,HUMI);
    error+=s_measure((unsigned char*) &temp_val.i,&checksum,TEMP);
    if(error!=0)   s_connectionreset();
    else
       {
          humi_val.f=(float)humi_val.i;
          temp_val.f=(float)temp_val.i;
          calc_sht15(&humi_val.f,&temp_val.f);
       }
       for(i=0;i<40000;i++);
    }
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
DMUXA           BIT   P2.5
DMUXB           BIT   P2.6
GPH_CS2         BIT   P2.7
GPH_CS1         BIT P3.4
E               BIT   P3.5  ;CS
RW              BIT   P3.6  ;WR,RW,RW
RS              BIT   P3.7  ;OE,RS1,RS2
SDA             BIT   P3.2
SCL             BIT   P3.3
;-------------------------------------------------------------------------
; Define User Register
;-------------------------------------------------------------------------
FLAG       EQU  02FH ; User FLAG
I2C_ACK         BIT   FLAG.0      ; Define I2C Acknowledge as bit
;-------------------------------------------------------------------------
; Define User Register
;-------------------------------------------------------------------------
LCD_ADDR EQU  030H ; For keep LCD Address
LCD_DATA EQU  031H ; For keep LCD Data
LCD_PTR         EQU  032H ; For keep LCD 3 Cha.r Pointer
I2C_ADDR EQU  033H ; For keep I2C Address
I2C_DATA EQU  034H ; For keep I2C Data
SECONDS         EQU  035H ; For keep Seconds
MINUTES         EQU  036H ; For keep Minutes
HOURS           EQU  037H ; For keep Hours
DAY             EQU  038H ; For keep Day
DATE       EQU  039H ; For keep Date
MONTH           EQU  03AH ; For keep Month
YEAR       EQU  03BH ; For keep Year
CONTROL         EQU  03CH ; For keep Control Byte
BUHOURS         EQU  03DH
BUSECONDS       EQU  03EH
BUMINUTES       EQU  03FH
BUDATE          EQU  040H
BUMONTH         EQU  041H
BUYEAR          EQU  042H
TEMP       EQU  043H
TEMP_f          EQU  044H
RH              EQU  045H
RH_f       EQU  046H
HBIT       EQU  047H
LBIT       EQU  048H
BUTEMPLOG       EQU  04CH
BURHLOG         EQU  04DH
BUHOURLOG       EQU  04EH
BUMINUTELOG     EQU  04FH
BUDATELOG       EQU  050H
BUMONTHLOG      EQU  051H
BUYEARLOG       EQU  052H
ST_SAMPLING     EQU  053H
DAT             EQU  054H
BCD             EQU  055H
COUNT_X         EQU  056H
COUNT_X_1       EQU  060H
BUDPH           EQU  06AH
BUDPL           EQU  06BH
PTEMP1          EQU  06CH
PTEMP1_1 EQU  06DH
PRH1       EQU  06EH
PRH1_1          EQU  06FH
PHOUR           EQU  070H
PMINIT          EQU  071H
PDATE           EQU  072H
PMONTH          EQU  073H
PYEAR           EQU  074H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
XTEMP           EQU  076H
XTEMPF          EQU  077H
XRH             EQU  078H
XRHF       EQU  079H
XHOUR           EQU  07AH
XMINUTE         EQU  07BH
XDATE           EQU  049H
XMONTH          EQU  04AH
XYEAR           EQU  04BH
CTEMP           EQU  07CH;COMPAIR TEMP TO XRAM
CTEMP_F         EQU  07DH
NUBDPTR         EQU  07EH       ;COUNTOR FOR DPTR
COUNTGPH        EQU  07FH
KEEPDPH         EQU  02CH       ;KEEP DPH FOR TEMP AND RRH AND DATE
KEEPDPL         EQU  02DH
TEMPLOG1 EQU  057H
TEMPFLOG1       EQU  058H
RHLOG1          EQU  059H
RHFLOG1         EQU  05AH
HOURLOG1        EQU  05BH
MINUTELOG1      EQU 05CH
DATELOG1 EQU  05DH
MONTHLOG1       EQU  05EH
YEARLOG1 EQU  05FH
NUBLOG          EQU  20H
BUTEMPLOG2      EQU  021H
BUTEMPFLOG2     EQU  022H
BURHLOG2EQU  023H
BURHFLOG2       EQU  024H
BUHOURLOG2      EQU  025H
BUMINUTELOG2 EQU 026H
BUDATELOG2      EQU  027H
BUMONTHLOG2  EQU  028H
BUYEARLOG2      EQU  029H
GPHDPH          EQU  02AH
GPHDPL          EQU  02BH

SW1L            BIT  P1.0
SW2L            BIT  P1.1
SW3L            BIT  P1.2
SW4L            BIT  P1.3
SWMENU          BIT  P1.4
SWUP            BIT  P1.5
SWDW            BIT  P1.6
SWEXT           BIT  P1.7
;-------------------------------------------------------------------------
; Define I2C Slave Address
;-------------------------------------------------------------------------
RTC_ID          EQU  11010000B      ; RTC Slave Address
;-------------------------------------------------------------------------
; Main Program.
;-------------------------------------------------------------------------
            ORG  0000H              ; Reset Vector
            MOV      P0,#00000000B ; Clear Databus
            SETB SDA         ; CLear I2C bus
            SETB SCL
MAIN:
            LCALL    INIT_GPH
            LCALL    DELAY_1s
            LCALL    INIT_LCD  ; Call LCD Initial subroutine
            LCALL    DELAY_1s
            MOV      08H,#00H
            MOV      09H,#00H
            MOV      NUBDPTR,#00H
            LCALL    MAIN2
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
131             MOV     CTEMP,#00H
132             MOV     CTEMP_F,#00H
133             MOV     BUDPH,#00H
134             MOV     BUDPL,#00H
135             MOV     NUBLOG,#00H
136             MOV     COUNTGPH,#00H
137     PAGE1:
138             LCALL   RTC_RD
139             SETB SWMENU
140             MOV     BUHOURLOG,HOURS
141             MOV     BUMINUTELOG,MINUTES
142             MOV     BUDATELOG,DATE
143             MOV     BUMONTHLOG,MONTH
144             MOV     BUYEARLOG,YEAR
145
146     PAGE1_1:MOV     LCD_ADDR,#81H
147             LCALL   SET_ADDR_LCD
148
149             MOV     LCD_DATA,BUDATELOG
150             LCALL   BCD2LCD
151             MOV     LCD_DATA,#'/'
152             LCALL   WRCHAR_LCD
153
154             MOV     LCD_DATA,BUMONTHLOG
155             LCALL   BCD2LCD
156             MOV     LCD_DATA,#'/'
157             LCALL   WRCHAR_LCD
158
159             MOV     LCD_DATA,BUYEARLOG
160             LCALL   BCD2LCD
161             MOV     LCD_ADDR,#8BH
162             LCALL   SET_ADDR_LCD
163
164             MOV     LCD_DATA,BUHOURLOG
165             LCALL   BCD2LCD
166             MOV     LCD_DATA,#':'
167             LCALL   WRCHAR_LCD
168
169             MOV     LCD_DATA,BUMINUTELOG
170             LCALL   BCD2LCD
171
172     PAGE1_2:MOV     LCD_ADDR,#0C2H
173             LCALL   SET_ADDR_LCD
174
175             MOV     LCD_DATA,#'T'
176             LCALL   WRCHAR_LCD
177             MOV     LCD_DATA,#'e'
178             LCALL   WRCHAR_LCD
179             MOV     LCD_DATA,#'m'
180             LCALL   WRCHAR_LCD
181             MOV     LCD_DATA,#'p'
182             LCALL   WRCHAR_LCD
183             MOV     LCD_DATA,#' '
184             LCALL   WRCHAR_LCD
185             MOV     LCD_DATA,#'='
186             LCALL   WRCHAR_LCD
187
188             MOV     LCD_DATA,TEMP
189             LCALL   BCD2LCD
190             MOV     LCD_DATA,#'.'
191             LCALL   WRCHAR_LCD
192             MOV     LCD_DATA,TEMP_f
193             LCALL   WRCHAR_LCD
194             MOV     LCD_DATA,#'C'
195             LCALL   WRCHAR_LCD
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
196
197 PAGE1_3:MOV     LCD_ADDR,#92H
198         LCALL   SET_ADDR_LCD
199
200         MOV     LCD_DATA,#'%'
201         LCALL   WRCHAR_LCD
202         MOV     LCD_DATA,#'R'
203         LCALL   WRCHAR_LCD
204         MOV     LCD_DATA,#'h'
205         LCALL   WRCHAR_LCD
206         MOV     LCD_DATA,#' '
207         LCALL   WRCHAR_LCD
208         MOV     LCD_DATA,#' '
209         LCALL   WRCHAR_LCD
210         MOV     LCD_DATA,#'='
211         LCALL   WRCHAR_LCD
212
213         MOV     LCD_DATA,RH
214         LCALL   BCD2LCD
215         MOV     LCD_DATA,#'.'
216         LCALL   WRCHAR_LCD
217         MOV     LCD_DATA,RH_f
218         LCALL   WRCHAR_LCD
219         MOV     LCD_DATA,#'%'
220         LCALL   WRCHAR_LCD
221
222 PAGE1_4:MOV     LCD_ADDR,#0D0H
223         LCALL   SET_ADDR_LCD
224
225         MOV     LCD_DATA,#'I'
226         LCALL   WRCHAR_LCD
227         MOV     LCD_DATA,#'N'
228         LCALL   WRCHAR_LCD
229         MOV     LCD_DATA,#'S'
230         LCALL   WRCHAR_LCD
231         MOV     LCD_DATA,#'T'
232         LCALL   WRCHAR_LCD
233         MOV     LCD_DATA,#'R'
234         LCALL   WRCHAR_LCD
235         MOV     LCD_DATA,#'U'
236         LCALL   WRCHAR_LCD
237         MOV     LCD_DATA,#'M'
238         LCALL   WRCHAR_LCD
239         MOV     LCD_DATA,#'E'
240         LCALL   WRCHAR_LCD
241         MOV     LCD_DATA,#'N'
242         LCALL   WRCHAR_LCD
243         MOV     LCD_DATA,#'T'
244         LCALL   WRCHAR_LCD
245         MOV     LCD_DATA,#'@'
246         LCALL   WRCHAR_LCD
247         MOV     LCD_DATA,#'K'
248         LCALL   WRCHAR_LCD
249         MOV     LCD_DATA,#'M'
250         LCALL   WRCHAR_LCD
251         MOV     LCD_DATA,#'I'
252         LCALL   WRCHAR_LCD
253         MOV     LCD_DATA,#'T'
254         LCALL   WRCHAR_LCD
255         MOV     LCD_DATA,#'L'
256         LCALL   WRCHAR_LCD
257 เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
258         JNB     SWMENU,PAGE2
259 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
260         PUSHACC
            MOV     A,ST_SAMPLING
```

```
261             CJNE A,#00H,pass_f
262             MOV     A,SECONDS
263             ANL     A,#00001111B
264             MOV     ST_SAMPLING,A  ;mov sec (2nd) to set the initial value of sampling
265
266 pass_f:    POP     ACC             ; *** Read SENSOR (start)
267             PUSHACC
268             MOV     A,SECONDS
269             ANL     A,#00001111B
270             CJNE A,ST_SAMPLING,PASS_SAMP
271             LCALL   SEND            ;connect with  Slave0
272                                             ;LCALL     I2C_DELAY
273             LCALL   RECIEVE                 ;connect with  Slave0
274             MOV     A,TEMP_F
275             SUBBA,CTEMP_F
276             CJNE A,#00H,XRAMPAGE
277             CLR     A
278             MOV     A,TEMP
279             SUBBA,CTEMP
280             CJNE A,#00H,XRAMPAGE
281
282 PASS_SAMP:     POP     ACC  ;  ***Read SENSOR  (END)
283                 LJMP PAGE1
284 PAGE2:         JNB     SWMENU,PAGE2
285                 LCALL   LCD_CLR
286                 LCALL   CLRREGIS
287                 LCALL   MODE1_1
288
289 XRAMPAGE:      PUSHACC
290                 MOV     CTEMP,TEMP
291                 MOV     CTEMP_F,TEMP_F
292                 MOV     R6,NUBDPTR
293                 CJNE R6,#00,XRAMPAGE2
294                 MOV     DPTR,#0000H
295                 SJMP XRAMPAGE1
296
297 XRAMPAGE2:     MOV     DPH,BUDPH
298                 MOV     DPL,BUDPL
299
300 XRAMPAGE1:     LCALL   DXRAM
301                 CLR     P3.5
302                 MOV     A,TEMP
303                 MOVX    @DPTR,A
304                 INC     DPTR
305
306                 MOV     A,TEMP_F
307                 MOVX    @DPTR,A
308                 INC     DPTR
309
310                 MOV     A,RH
311                 MOVX    @DPTR,A
312                 INC     DPTR
313
314                 MOV     A,RH_F
315                 MOVX    @DPTR,A
316                 INC     DPTR
317
318                 MOV     A,HOURS
319                 MOVX    @DPTR,A
320                 INC     DPTR
321
322                 MOV     A,MINUTES
323                 MOVX    @DPTR,A
324                 INC     DPTR
325
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOV     A,DATE
                MOVX    @DPTR,A
                INC     DPTR

                MOV     A,MONTH
                MOVX    @DPTR,A
                INC     DPTR

                MOV     A,YEAR
                MOVX    @DPTR,A
                INC     DPTR

                MOV     BUDPH,DPH
                MOV     BUDPL,DPL
                MOV     NUBDPTR,#01H
                INC     COUNTGPH
                POP     ACC
                LJMP PAGE1

;-------------------------------------------------------------
; SELECT  MODE            PAGE  2
;-------------------------------------------------------------
MODE1:
MODE1_1:
                MOV     LCD_ADDR,#80H
                LCALL   SET_ADDR_LCD
                MOV     LCD_DATA,#'L'
                LCALL   WRCHAR_LCD
                MOV     LCD_DATA,#'o'
                LCALL   WRCHAR_LCD
                MOV     LCD_DATA,#'g'
                LCALL   WRCHAR_LCD
                MOV     LCD_DATA,#'('
                LCALL   WRCHAR_LCD
                MOV     LCD_DATA,#'T'
                LCALL   WRCHAR_LCD
                MOV     LCD_DATA,#'e'
                LCALL   WRCHAR_LCD
                MOV     LCD_DATA,#'x'
                LCALL   WRCHAR_LCD
                MOV     LCD_DATA,#'t'
                LCALL   WRCHAR_LCD
                MOV     LCD_DATA,#' '
                LCALL   WRCHAR_LCD
                MOV     LCD_DATA,#'M'
                LCALL   WRCHAR_LCD
                MOV     LCD_DATA,#'o'
                LCALL   WRCHAR_LCD
                MOV     LCD_DATA,#'d'
                LCALL   WRCHAR_LCD
                MOV     LCD_DATA,#'e'
                LCALL   WRCHAR_LCD
                MOV     LCD_DATA,#')'
                LCALL   WRCHAR_LCD

MODE1_2: MOV        LCD_ADDR,#0C0H
                LCALL   SET_ADDR_LCD
                MOV     LCD_DATA,#'G'
                LCALL   WRCHAR_LCD
                MOV     LCD_DATA,#'r'
                LCALL   WRCHAR_LCD
                MOV     LCD_DATA,#'a'
                LCALL   WRCHAR_LCD
                MOV     LCD_DATA,#'p'
                LCALL   WRCHAR_LCD
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
391                 MOV     LCD_DATA,#'h'
392                 LCALL   WRCHAR_LCD
393                 MOV     LCD_DATA,#'i'
394                 LCALL   WRCHAR_LCD
395                 MOV     LCD_DATA,#'c'
396                 LCALL   WRCHAR_LCD
397                 MOV     LCD_DATA,#' '
398                 LCALL   WRCHAR_LCD
399                 MOV     LCD_DATA,#'M'
400                 LCALL   WRCHAR_LCD
401                 MOV     LCD_DATA,#'o'
402                 LCALL   WRCHAR_LCD
403                 MOV     LCD_DATA,#'d'
404                 LCALL   WRCHAR_LCD
405                 MOV     LCD_DATA,#'e'
406                 LCALL   WRCHAR_LCD
407
408 MODE1_3: MOV      LCD_ADDR,#90H
409                 LCALL   SET_ADDR_LCD
410                 MOV     LCD_DATA,#'S'
411                 LCALL   WRCHAR_LCD
412                 MOV     LCD_DATA,#'e'
413                 LCALL   WRCHAR_LCD
414                 MOV     LCD_DATA,#'t'
415                 LCALL   WRCHAR_LCD
416                 MOV     LCD_DATA,#'t'
417                 LCALL   WRCHAR_LCD
418                 MOV     LCD_DATA,#'i'
419                 LCALL   WRCHAR_LCD
420                 MOV     LCD_DATA,#'n'
421                 LCALL   WRCHAR_LCD
422                 MOV     LCD_DATA,#'g'
423                 LCALL   WRCHAR_LCD
424                 MOV     LCD_DATA,#' '
425                 LCALL   WRCHAR_LCD
426                 MOV     LCD_DATA,#' '
427                 LCALL   WRCHAR_LCD
428                 MOV     LCD_DATA,#' '
429                 LCALL   WRCHAR_LCD
430                 MOV     LCD_DATA,#' '
431                 LCALL   WRCHAR_LCD
432
433 MODE1_4: MOV      LCD_ADDR,#0D0H
434                 LCALL   SET_ADDR_LCD
435                 MOV     LCD_DATA,#' '
436                 LCALL   WRCHAR_LCD
437                 MOV     LCD_DATA,#' '
438                 LCALL   WRCHAR_LCD
439                 MOV     LCD_DATA,#' '
440                 LCALL   WRCHAR_LCD
441                 MOV     LCD_DATA,#' '
442                 LCALL   WRCHAR_LCD
443                 MOV     LCD_DATA,#' '
444                 LCALL   WRCHAR_LCD
445                 MOV     LCD_DATA,#' '
446                 LCALL   WRCHAR_LCD
447                 MOV     LCD_DATA,#' '
448                 LCALL   WRCHAR_LCD
449
450 MODECHECK:      SETB SW1L
451                 SETB SW2L
452                 SETB SW3L
453                 SETB SWEXT
454
455                 JNB     SW1L,PAGE3
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารสำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
456                 JNB         SW2L,APAGE4
457                 JNB         SW3L,APAGE5
458                 JNB         SWEXT,REPAGE1
459
460                 SJMP MODECHECK
461
462 APAGE4:   JNB         SW2L,APAGE4
463                 LCALL       LCD_CLR
464                 LCALL       PAGE4
465
466 APAGE5:        JNB         SW3L,APAGE5
467                 LCALL       LCD_CLR
468                 LCALL       PAGE5
469
470 REPAGE1: JNB         SWEXT,REPAGE1
471                 LCALL       LCD_CLR
472                 LCALL       CLRREGIS
473                 LCALL       PAGE1
474
475 ;-------------------------------------------------------
476 ;PAGE  3  SHOW DATA LOGGER
477 ;-------------------------------------------------------
478 PAGE3:     JNB         SW1L,PAGE3
479             LCALL       LCD_CLR
480
481 LOG1:      LCALL       XRAMDATA
482             LCALL       DELAY_10ms
483
484             MOV         LCD_ADDR,#80H
485             LCALL       SET_ADDR_LCD
486
487             MOV         LCD_DATA,#'T'
488             LCALL       WRCHAR_LCD
489             MOV         LCD_DATA,#10100101B
490             LCALL       WRCHAR_LCD
491             MOV         LCD_DATA,#'C'
492             LCALL       WRCHAR_LCD
493             MOV         LCD_DATA,#' '
494             LCALL       WRCHAR_LCD
495
496             MOV         LCD_DATA,#'%'
497             LCALL       WRCHAR_LCD
498             MOV         LCD_DATA,#'R'
499             LCALL       WRCHAR_LCD
500             MOV         LCD_DATA,#'h'
501             LCALL       WRCHAR_LCD
502             MOV         LCD_DATA,#' '
503             LCALL       WRCHAR_LCD
504
505             MOV         LCD_DATA,DATELOG1
506             LCALL       BCD2LCD
507
508             MOV         LCD_DATA,#'/'
509             LCALL       WRCHAR_LCD
510
511             MOV         LCD_DATA,MONTHLOG1
512             LCALL       BCD2LCD
513
514             MOV         LCD_DATA,#'/'
515             LCALL       WRCHAR_LCD
516
517             MOV         LCD_DATA,YEARLOG1
518             LCALL       BCD2LCD
519
520 LOG2:      MOV         LCD_ADDR,#0C0H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
521             LCALL   SET_ADDR_LCD
522
523             MOV     LCD_DATA,TEMPLOG1       ;SHOW TEMP  1
524             LCALL   BCD2LCD
525
526             MOV     LCD_DATA,#'.'
527             LCALL   WRCHAR_LCD
528
529             MOV     LCD_DATA,TEMPFLOG1
530             LCALL   WRCHAR_LCD
531
532             MOV     LCD_DATA,#' '
533             LCALL   WRCHAR_LCD
534
535             MOV     LCD_DATA,RHLOG1
536             LCALL   BCD2LCD
537
538             MOV     LCD_DATA,#'.'
539             LCALL   WRCHAR_LCD
540
541             MOV     LCD_DATA,RHFLOG1
542             LCALL   WRCHAR_LCD
543
544             MOV     LCD_DATA,#' '
545             LCALL   WRCHAR_LCD
546
547             MOV     LCD_DATA,#'@'
548             LCALL   WRCHAR_LCD
549
550             MOV     LCD_DATA,HOURLOG1
551             LCALL   BCD2LCD
552
553             MOV     LCD_DATA,#':'
554             LCALL   WRCHAR_LCD
555
556             MOV     LCD_DATA,MINUTELOG1
557             LCALL   BCD2LCD
558
559             LCALL   XRAMDATA3
560             LCALL   DELAY_10ms
561
562 LOG3:       MOV     LCD_ADDR,#90H
563             LCALL   SET_ADDR_LCD
564
565             MOV     LCD_DATA,#'T'
566             LCALL   WRCHAR_LCD
567             MOV     LCD_DATA,#10100101B
568             LCALL   WRCHAR_LCD
569             MOV     LCD_DATA,#'C'
570             LCALL   WRCHAR_LCD
571             MOV     LCD_DATA,#' '
572             LCALL   WRCHAR_LCD
573
574             MOV     LCD_DATA,#'%'
575             LCALL   WRCHAR_LCD
576             MOV     LCD_DATA,#'R'
577             LCALL   WRCHAR_LCD
578             MOV     LCD_DATA,#'h'
579             LCALL   WRCHAR_LCD
580             MOV     LCD_DATA,#' '
581             LCALL   WRCHAR_LCD
582 เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
583             MOV     LCD_DATA,BUDATELOG2
584             LCALL   BCD2LCD
585
```

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
586             MOV     LCD_DATA,#'/'
587             LCALL   WRCHAR_LCD
588
589             MOV     LCD_DATA,BUMONTHLOG2
590             LCALL   BCD2LCD
591
592             MOV     LCD_DATA,#'/'
593             LCALL   WRCHAR_LCD
594
595             MOV     LCD_DATA,BUYEARLOG2
596             LCALL   BCD2LCD
597
598 LOG4:       MOV     LCD_ADDR,#0D0H
599             LCALL   SET_ADDR_LCD
600
601             MOV     LCD_DATA,BUTEMPLOG2         ;SHOW  TEMP   1
602             LCALL   BCD2LCD
603
604             MOV     LCD_DATA,#'.'
605             LCALL   WRCHAR_LCD
606
607             MOV     LCD_DATA,BUTEMPFLOG2
608             LCALL   WRCHAR_LCD
609
610             MOV     LCD_DATA,#' '
611             LCALL   WRCHAR_LCD
612
613             MOV     LCD_DATA,BURHLOG2
614             LCALL   BCD2LCD
615
616             MOV     LCD_DATA,#'.'
617             LCALL   WRCHAR_LCD
618
619             MOV     LCD_DATA,BURHFLOG2
620             LCALL   WRCHAR_LCD
621
622             MOV     LCD_DATA,#' '
623             LCALL   WRCHAR_LCD
624
625             MOV     LCD_DATA,#'@'
626             LCALL   WRCHAR_LCD
627
628             MOV     LCD_DATA,BUHOURLOG2
629             LCALL   BCD2LCD
630
631             MOV     LCD_DATA,#':'
632             LCALL   WRCHAR_LCD
633
634             MOV     LCD_DATA,BUMINUTELOG2
635             LCALL   BCD2LCD
636
637 CHECKLOG:SETB       SWUP
638             SETB SWDW
639             SETB SWEXT
640
641             JNB     SWUP,LOGUP
642             JNB     SWDW,LOGDW
643             JNB     SWEXT,LMODE
644
645             SJMP CHECKLOG
646
647 LOGUP:      JNB     SWUP,LOGUP
648             INC     DPTR
649             LJMP LOG1
650
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
LOGDW:  JNB     SWDW,LOGDW
        PUSHACC
        MOV     A,KEEPDPL
        SUBBA,#12H
        MOV     DPL,A
        MOV     DPH,KEEPDPH
        POP     ACC
        LJMP LOG1

LMODE:  JNB     SWEXT,LMODE
        MOV     NUBLOG,#00H
        LCALL   LCD_CLR
        LCALL   CLRREGIS
        LCALL   MODE1
;-------------------------------------------------------
;SELECT MODE GRAPHIC  PAGE 4
;-------------------------------------------------------
PAGE4:
GPH_1:  MOV     LCD_ADDR,#80H
        LCALL   SET_ADDR_LCD

        MOV     LCD_DATA,#'G'
        LCALL   WRCHAR_LCD
        MOV     LCD_DATA,#'r'
        LCALL   WRCHAR_LCD
        MOV     LCD_DATA,#'a'
        LCALL   WRCHAR_LCD
        MOV     LCD_DATA,#'p'
        LCALL   WRCHAR_LCD
        MOV     LCD_DATA,#'h'
        LCALL   WRCHAR_LCD
        MOV     LCD_DATA,#'i'
        LCALL   WRCHAR_LCD
        MOV     LCD_DATA,#'c'
        LCALL   WRCHAR_LCD

        MOV     LCD_DATA,#' '
        LCALL   WRCHAR_LCD

        MOV     LCD_DATA,#'M'
        LCALL   WRCHAR_LCD
        MOV     LCD_DATA,#'o'
        LCALL   WRCHAR_LCD
        MOV     LCD_DATA,#'d'
        LCALL   WRCHAR_LCD
        MOV     LCD_DATA,#'e'
        LCALL   WRCHAR_LCD

        Select  BIT     00H

LOOP:   CLR     SELECT
        MOV     A,#0B8H             ;PAGE 0
        LCALL   WRITE_INSTR
        MOV     A,#40H
        LCALL   WRITE_INSTR

        MOV     DPTR,#LEX40
        MOV     R1,#7
        MOV     R2,#0
LEK4:   CLR     A
        MOV     A,R2
        MOVC    A,@A+DPTR
        LCALL   WRITE_DATA
        INC     R2
        DJNZ R1,LEK4
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
716
717             MOV     A,#4AH              ;Y ADDRESS = 10
718             LCALL   WRITE_INSTR
719             MOV     A,#11111000B
720             LCALL   WRITE_DATA
721
722             MOV     R1,#53
723     LOOP_1: MOV     A,#00001000B
724             LCALL   WRITE_DATA
725             DJNZ R1,LOOP_1
726
727             MOV     A,#0B9H             ;PAGE 1
728             LCALL   WRITE_INSTR
729             MOV     A,#4AH
730             LCALL   WRITE_INSTR
731             MOV     A,#11111111B
732             LCALL   WRITE_DATA
733
734             MOV     A,#0BAH             ;PAGE 2
735             LCALL   WRITE_INSTR
736             MOV     A,#40H
737             LCALL   WRITE_INSTR
738
739             MOV     DPTR,#LEX20
740             MOV     R1,#7
741             MOV     R2,#0
742     LEK2:   CLR     A
743             MOV     A,R2
744             MOVC    A,@A+DPTR
745             LCALL   WRITE_DATA
746             INC     R2
747             DJNZ R1,LEK2
748
749             MOV     A,#4AH
750             LCALL   WRITE_INSTR
751             MOV     A,#11111111B
752             LCALL   WRITE_DATA
753
754             MOV     R3,#53
755     LOOP_2: MOV A,#00000000B
756             LCALL   WRITE_DATA
757             DJNZ R3,LOOP_2
758
759             MOV A,#0BBH                 ;PAGE 3
760             LCALL   WRITE_INSTR
761             MOV A,#4AH
762             LCALL   WRITE_INSTR
763             MOV A,#10000001B
764             LCALL   WRITE_DATA
765
766
767             MOV     R1,#53
768     LOOP7:  MOV     A,#10000001B
769             LCALL   WRITE_DATA
770             DJNZ R1,LOOP7
771
772             MOV     A,#0BCH             ;PAGE 4
773             LCALL   WRITE_INSTR
774             MOV     A,#40H
775             LCALL   WRITE_INSTR
776
777             MOV     DPTR,#LEX80
778             MOV     R1,#7
779             MOV     R2,#0
780     LEK8:   CLR     A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
781             MOV     A,R2
782             MOVC    A,@A+DPTR
783             LCALL   WRITE_DATA
784             INC     R2
785             DJNZ R1,LEK8
786
787             MOV     A,#4AH
788             LCALL   WRITE_INSTR
789             MOV     A,#11111111B
790             LCALL   WRITE_DATA
791
792             MOV     R1,#53
793     LOOP_3: MOV     A,#00000000B
794             LCALL   WRITE_DATA
795             DJNZ R1,LOOP_3
796
797             MOV     A,#0BDH         ;PAGE5
798             LCALL   WRITE_INSTR
799             MOV     A,#4AH
800             LCALL   WRITE_INSTR
801             MOV     A,#11111111B
802             LCALL   WRITE_DATA
803
804             MOV     A,#0BEH         ;PAGE 6
805             LCALL   WRITE_INSTR
806             MOV     A,#40H
807             LCALL   WRITE_INSTR
808
809             MOV     DPTR,#LEX60
810             MOV     R1,#7
811             MOV     R2,#0
812     LEK6:   CLR     A
813             MOV     A,R2
814             MOVC    A,@A+DPTR
815             LCALL   WRITE_DATA
816             INC     R2
817             DJNZ R1,LEK6
818
819
820             MOV     A,#4AH
821             LCALL   WRITE_INSTR
822             MOV     A,#00011111B
823             LCALL   WRITE_DATA
824
825             MOV     R3,#53
826     LOOP1_1:MOV     A,#00010000B
827             LCALL   WRITE_DATA
828             DJNZ R3,LOOP1_1
829
830             SETB SELECT
831
832             MOV     A,#0B8H         ;PAGE 0 CS2=1
833             LCALL   WRITE_INSTR
834             MOV     A,#40H
835             LCALL   WRITE_INSTR
836
837             MOV R1,#17
838     LOOPCS2_1:    MOV A,#00001000B
839             LCALL   WRITE_DATA
840             DJNZ R1,LOOPCS2_1
841
842             MOV A,#11111000B
843             LCALL   WRITE_DATA
844
845             MOV A,#0B9H             ;PAGE 1 CS2=1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
846             LCALL     WRITE_INSTR
847             MOV A,#51H
848             LCALL     WRITE_INSTR
849             MOV A,#11111111B
850             LCALL     WRITE_DATA
851
852             MOV A,#0BAH             ;PAGE  2
853             LCALL     WRITE_INSTR
854             MOV A,#40H
855             LCALL     WRITE_INSTR
856             MOV R1,#17
857   LOOPCS2_2:    MOV A,#00000000B
858             LCALL     WRITE_DATA
859             DJNZ R1,LOOPCS2_2
860             MOV A,#11111111B
861             LCALL     WRITE_DATA
862
863             MOV       A,#0BAH
864             LCALL     WRITE_INSTR
865             MOV       A,#63H              ;POSITION 35
866             LCALL     WRITE_INSTR
867             MOV       DPTR,#CHART
868             MOV       R1,#15
869             MOV       R2,#0
870   TEMPERATURE: CLR  A
871             MOV       A,R2
872             MOVC      A,@A+DPTR
873             LCALL     WRITE_DATA
874             INC       R2
875             DJNZ R1,TEMPERATURE
876
877
878             MOV       A,#0BBH             ;PAGE 3
879             LCALL     WRITE_INSTR
880             MOV       A,#40H
881             LCALL     WRITE_INSTR
882             MOV       R1,#18
883   LOOP8:    MOV       A,#10000001B
884             LCALL     WRITE_DATA
885             DJNZ R1,LOOP8
886
887             MOV       A,#0BCH             ;PAGE 4
888             LCALL     WRITE_INSTR
889             MOV       A,#40H
890             LCALL     WRITE_INSTR
891             MOV       R1,#17
892   LOOPCS2_3:    MOV A,#00000000B
893             LCALL     WRITE_DATA
894             DJNZ R1,LOOPCS2_3
895
896           MOV         A,#11111111B
897             LCALL     WRITE_DATA
898
899             MOV       A,#0BDH             ;PAGE 5
900             LCALL     WRITE_INSTR
901             MOV       A,#51H
902             LCALL     WRITE_INSTR
903             MOV       A,#11111111B
904             LCALL     WRITE_DATA
905
906             MOV       A,#0BEH             ;PAGE 6
907             LCALL     WRITE_INSTR
908             MOV       A,#40H
909             LCALL     WRITE_INSTR
910             MOV       R1,#17
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น รวมทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
LOOPCS2_4:    MOV A,#00010000B
              LCALL     WRITE_DATA
              DJNZ R1,LOOPCS2_4

              MOV       A,#00011111B
              LCALL     WRITE_DATA

              MOV       A,#63H              ;POSITION 35
              LCALL     WRITE_INSTR
              MOV       DPTR,#CHARRH
              MOV       R1,#15
              MOV       R2,#0
HUMI:         CLR       A
              MOV       A,R2
              MOVC      A,@A+DPTR
              LCALL     WRITE_DATA
              INC       R2
              DJNZ R1,HUMI


              CLR       SELECT
              LCALL     CLRREGIS
              MOV       R7,COUNTGPH
PLOT:         MOV       R5,#4BH       ;COUNTOR FOT X AXIS
              MOV       DPTR,#0009H
GRAPH:        LCALL     MOVOUTPLOT
              LCALL     CHECKTEMP
              LCALL     CMPTEMP

              LCALL     CHECKRH
              LCALL     CMPRH

              INC       R5
              DEC       R7
              CJNE R7,#00H,GRAPH


              MOV       DPTR,#0000H
              LCALL     CLRREGIS
              MOV       COUNT_X_1,#4AH
              MOV       DPTR,#0009H
CHARPLOT:
              LCALL     XRAMCHAR
              CLR       SELECT
              MOV       A,#0BBH                 ;PAGE3
              LCALL     WRITE_INSTR
              MOV       A,COUNT_X_1
              LCALL     WRITE_DATA
              MOV       A,#10011001B
              LCALL     WRITE_DATA


              MOV       A,#0BFH                 ;PAGE 7
              LCALL     WRITE_INSTR
              MOV       A,#54H
              LCALL     WRITE_INSTR
              MOV       BCD,XHOUR               ;WRITE  HOUR
              LCALL     BCD2GPH

              LCALL     PLOTPOINT1

              MOV       BCD,XMINUTE
              LCALL     BCD2GPH

              SETB SELECT
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
976             LCALL   CLRREGIS
977
978             MOV     A,#0B9H                 ;PAGE 1
979             LCALL   WRITE_INSTR
980             MOV     A,#63H
981             LCALL   WRITE_INSTR
982
983             MOV     BCD,XTEMP
984             LCALL   BCD2GPH
985             LCALL   PLOTPOINT2
986             MOV     A,XTEMPF
987             LCALL   BCD2GPH
988
989             MOV     A,#0BDH                 ;PAGE  5
990             LCALL   WRITE_INSTR
991             MOV     A,#63H
992             LCALL   WRITE_INSTR
993
994             MOV     BCD,XRH
995             LCALL   BCD2GPH
996             LCALL   PLOTPOINT2
997             MOV     BCD,XRHF
998             LCALL   BCD2GPH
999
1000            MOV     A,#0BFH                 ;PAGE  7
1001            LCALL   WRITE_INSTR
1002            MOV     A,#40H
1003            LCALL   WRITE_INSTR
1004
1005            MOV     BCD,XDATE
1006            LCALL   BCD2GPH
1007            LCALL   PLOTE
1008            MOV     BCD,XMONTH
1009            LCALL   BCD2GPH
1010            LCALL   PLOTE
1011            MOV     BCD,XYEAR
1012            LCALL   BCD2GPH
1013
1014    CHESKGPH:       SETB SWEXT
1015                    SETB SWUP
1016                    JNB     SWUP,FWXRAM
1017                    JNB     SWEXT,EXGPH
1018                    SJMP CHESKGPH
1019
1020    LOOP_a:         AJMP LOOP_a
1021
1022    FWXRAM:         JNB     SWUP,FWXRAM
1023                    INC     COUNT_X_1
1024                    MOV     DPH,GPHDPH
1025                    MOV     DPL,GPHDPL
1026                    LJMP CHARPLOT
1027
1028    EXGPH:          JNB     SWEXT,EXGPH
1029                    LCALL   CLR_DISP
1030                    LCALL   CLRREGIS
1031                    LCALL   MODE1
1032
1033    ;-------------------------------------------------------------------------
1034    Clr_Disp:               clr   Select          ; for selection of cs1
1035                    call  Init_LcdGPH       ; Initialise cs1
1036                    call  Page_Sel          ; clears all pages of cs1
1037                    setb  Select            ; for selection of cs2
1038                    call  Init_LcdGPH       ; Initialise cs2
1039                    call  Page_Sel          ; clears all pages of cs2
1040                    clr   Select
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนสำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
1041                ret
1042
1043  Page_Sel:         mov  r5, #0b8h      ; X address counter at First Page
1044  pag_sel1:         mov a,  r5
1045                call  Write_Instr
1046                mov  a,  #40h       ; Y address counter at First Column
1047                call  Write_Instr
1048                mov  a,  #00h       ; To be cleared
1049                mov  r1, #64
1050  next:             call   Write_Data
1051                dec  r1
1052                cjne  r1, #00,next    ; Clear all columns in one page
1053                inc  r5
1054                cjne  r5,#0c0h, pag_sel1   ; Loop for clearing all pages
1055                ret
1056
1057  Init_LcdGPH:      mov     a, #3eh         ; Display off
1058                call  Write_Instr
1059                mov  r7, 0ffh
1060                djnz  r7, $
1061                mov  a,  #3fh       ; Display on
1062                call  Write_Instr
1063                mov  r7, #0ffh
1064                djnz  r7,  $
1065                mov  a, #0c0h
1066                call  Write_Instr
1067                mov  a, #40h        ; Y address counter at First column
1068                call  Write_Instr
1069                mov  a,  #0b8h      ; X address counter at Starting point
1070                call  Write_Instr
1071                ret
1072
1073
1074  Write_Instr:      LCALL     DGPH
1075                      jb          Select, Cs_2
1076                clr       P2.7
1077                setb  P3.4          ;Chip select cs1 enabled
1078                jmp  WInstr
1079  Cs_2:             clr         P3.4
1080                setb  P2.7          ;Chip select cs2 enabled
1081  WInstr:             nop
1082                mov  r0,  #10
1083                    djnz  r0, $
1084                    clr    RW               ;Write mode selected
1085                clr   RS                 ;Instruction mode selected
1086                mov  P0, acc             ;Place Instruction on bus
1087                setb  E                    ;Enable High
1088                nop
1089                clr   E               ;Enable Low
1090                nop
1091                clr   P3.4            ;put cs1 in non select mode
1092                clr   P2.7            ;put cs2 in non select mode
1093                      LCALL      DCLR
1094                ret
1095
1096  Write_Data:       LCALL      DGPH
1097                      jb          Select,Cs_2a
1098                      clr         P2.7
1099                setb  P3.4            ;Chip select cs1 enabled
1100                jmp  WData
1101  Cs_2a:            clr         P3.4
1102                setb  P2.7            ;Chip select cs2 enabled
1103
1104  WData:            nop
1105                mov       r0,  #10
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
1106                    djnz  r0, $
1107                    clr   RW            ;Write mode selected
1108                setb  RS            ;Data mode selected
1109                mov   P0,a              ;Place data on bus
1110                setb  E                 ;Enable High
1111                nop
1112                clr   E                 ;Enable Low
1113                nop
1114                clr   P3.4          ;put cs1 in non select mode
1115                clr   P2.7          ;put cs2 in non select mode
1116                        LCALL     DCLR
1117            ret
1118
1119    Dly150mS:           mov       r7,  #60h
1120    d1:                 mov  r0,   #0ffh
1121                djnz  r0,   $
1122                djnz  r0,   $
1123                djnz  r7,   d1
1124                ret
1125
1126    HEX2GPH: PUSHACC
1127                PUSHB
1128                MOV       A,BCD
1129                MOV       B,#5
1130                MUL       AB
1131                LCALL     LABEL1
1132                POP       B
1133                POP       ACC
1134                RET
1135
1136    BCD2GPH: PUSHACC
1137                PUSHB
1138                MOV       A,BCD
1139                MOV       DAT,A
1140
1141                ANL       A,#11110000B
1142                SWAP      A
1143                MOV       B,#5
1144                MUL       AB
1145                LCALL     LABEL1
1146                MOV       A,DAT
1147                ANL       A,#00001111B
1148                MOV       B,#5
1149                MUL       AB
1150                LCALL     LABEL1
1151                POP       B
1152                POP       ACC
1153                RET
1154
1155    LABEL1:
1156                MOV       DPTR,#NUMBER0
1157                MOV       R1,A
1158                MOV       R5,#5
1159                CLR       A
1160    LABEL_11: MOV       A,R1
1161                MOVC      A,@A+DPTR
1162                LCALL     WRITE_DATA
1163                INC       R1
1164                DJNZ R5,LABEL_11
1165                RET
1166
1167    PLOTE:      MOV       DPTR,#POINT1
1168                MOV       R6,#5
1169                MOV       R5,0
1170                MOV       A,R5
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
PLOT2:      MOVC    A,@A+DPTR     ;PLOT /
            LCALL   WRITE_DATA
            INC     R5
            DJNZ R6,PLOT2

            RET

CMPTEMP:                                        ;COMPARE TEMP TO PLOT
        CLR     A
        MOV     R3,PTEMP1
        CJNE R3,#20,NEXT21          ; 20
        MOV     A,#0BAH
        LCALL   WRITE_INSTR
        MOV     A,R5
        LCALL   WRITE_INSTR
        MOV     A,#10000000B
        LCALL   WRITE_DATA
        RET
NEXT21:
        CJNE R3,#21,NEXT22
        MOV A,#0BAH
        LCALL   WRITE_INSTR
        MOV A,R5                ; Y ADDRESS
        LCALL   WRITE_INSTR
        MOV A,#01000000B
        LCALL   WRITE_DATA
        RET
NEXT22:
        CJNE R3,#22,NEXT23 ;22
        MOV A,#0BAH
        LCALL   WRITE_INSTR
        MOV A,R5                ; Y ADDRESS
        LCALL   WRITE_INSTR
        MOV A,#00100000B
        LCALL   WRITE_DATA
        RET
NEXT23:
        CJNE R3,#23,NEXT24      ;23
        MOV A,#0BAH
        LCALL   WRITE_INSTR
        MOV A,R5                ; Y ADDRESS
        LCALL   WRITE_INSTR
        MOV A,#00010000B
        LCALL   WRITE_DATA
        RET
NEXT24:
        CJNE R3,#24,NEXT25          ;24
        MOV A,#0BAH
        LCALL   WRITE_INSTR
        MOV A,R5                ; Y ADDRESS
        LCALL   WRITE_INSTR
        MOV A,#00001000B
        LCALL   WRITE_DATA
        RET
NEXT25:
        CJNE R3,#25,NEXT26              ;25
        MOV A,#0BAH
        LCALL   WRITE_INSTR
        MOV A,R5                ; Y ADDRESS
        LCALL   WRITE_INSTR
        MOV A,#00000100B
        LCALL   WRITE_DATA
        RET
NEXT26:
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
1236            CJNE R3,#26,NEXT27              ;26
1237            MOV     A,#0BAH
1238            LCALL   WRITE_INSTR
1239            MOV     A,R5                    ; Y ADDRESS
1240            LCALL   WRITE_INSTR
1241            MOV     A,#00000010B
1242            LCALL   WRITE_DATA
1243            RET
1244    NEXT27:
1245            CJNE R3,#27,NEXT28              ;27
1246            MOV     A,#0BAH
1247            LCALL   WRITE_INSTR
1248            MOV     A,R5                    ; Y ADDRESS
1249            LCALL   WRITE_INSTR
1250            MOV     A,#00000001B
1251            LCALL   WRITE_DATA
1252            RET
1253    NEXT28:
1254            CJNE R3,#28,NEXT29              ;28
1255            MOV     A,#0B9H
1256            LCALL   WRITE_INSTR
1257            MOV     A,R5                    ; Y ADDRESS
1258            LCALL   WRITE_INSTR
1259            MOV     A,#10000000B
1260            LCALL   WRITE_DATA
1261            RET
1262    NEXT29:
1263            CJNE R3,#29,NEXT30      ;29
1264            MOV     A,#0B9H
1265            LCALL   WRITE_INSTR
1266            MOV     A,R5                    ; Y ADDRESS
1267            LCALL   WRITE_INSTR
1268            MOV     A,#01000000B
1269            LCALL   WRITE_DATA
1270            RET
1271    NEXT30:
1272            CJNE R3,#30,NEXT31              ;30
1273            MOV     A,#0B9H
1274            LCALL   WRITE_INSTR
1275            MOV     A,R5                    ; Y ADDRESS
1276            LCALL   WRITE_INSTR
1277            MOV     A,#00100000B
1278            LCALL   WRITE_DATA
1279            RET
1280    NEXT31:
1281            CJNE R3,#31,NEXT32      ;31
1282            MOV     A,#0B9H
1283            LCALL   WRITE_INSTR
1284            MOV     A,R5                    ; Y ADDRESS
1285            LCALL   WRITE_INSTR
1286            MOV     A,#00010000B
1287            LCALL   WRITE_DATA
1288            RET
1289    NEXT32:
1290            CJNE R3,#32,NEXT33              ;32
1291            MOV     A,#0B9H
1292            LCALL   WRITE_INSTR
1293            MOV     A,R5                    ; Y ADDRESS
1294            LCALL   WRITE_INSTR
1295            MOV     A,#00001000B
1296            LCALL   WRITE_DATA
1297            RET
1298    NEXT33:
1299            CJNE R3,#33,NEXT34      ;33
1300            MOV A,#0B9H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
1301            LCALL     WRITE_INSTR
1302            MOV A,R5                ; Y ADDRESS
1303            LCALL     WRITE_INSTR
1304            MOV A,#00000100B
1305            LCALL     WRITE_DATA
1306            RET
1307  NEXT34:
1308            CJNE R3,#34,NEXT35      ;34
1309            MOV A,#0B9H
1310            LCALL     WRITE_INSTR
1311            MOV A,R5                ; Y ADDRESS
1312            LCALL     WRITE_INSTR
1313            MOV A,#00000010B
1314            LCALL     WRITE_DATA
1315            RET
1316  NEXT35:
1317            CJNE R3,#35,NEXT36      ;35
1318            MOV A,#0B9H
1319            LCALL     WRITE_INSTR
1320            MOV A,R5                ; Y ADDRESS
1321            LCALL     WRITE_INSTR
1322            MOV A,#00000001B
1323            LCALL     WRITE_DATA
1324            RET
1325  NEXT36:
1326            CJNE R3,#36,NEXT37          ;36
1327            MOV A,#0B8H
1328            LCALL     WRITE_INSTR
1329            MOV A,R5                ; Y ADDRESS
1330            LCALL     WRITE_INSTR
1331            MOV A,#10001000B
1332            LCALL     WRITE_DATA
1333            RET
1334  NEXT37:
1335            CJNE R3,#37,NEXT38      ;37
1336            MOV A,#0B8H
1337            LCALL     WRITE_INSTR
1338            MOV A,R5                ; Y ADDRESS
1339            LCALL     WRITE_INSTR
1340            MOV A,#01001000B
1341            LCALL     WRITE_DATA
1342            RET
1343  NEXT38:
1344            CJNE R3,#38,NEXT39          ;38
1345            MOV A,#0B8H
1346            LCALL     WRITE_INSTR
1347            MOV A,R5                ; Y ADDRESS
1348            LCALL     WRITE_INSTR
1349            MOV A,#00101000B
1350            LCALL     WRITE_DATA
1351            RET
1352  NEXT39:
1353            CJNE R3,#39,NEXT40      ;39
1354            MOV A,#0B8H
1355            LCALL     WRITE_INSTR
1356            MOV A,R5                ; Y ADDRESS
1357            LCALL     WRITE_INSTR
1358            MOV A,#00011000B
1359            LCALL     WRITE_DATA
1360            RET
1361  NEXT40:
1362            CJNE R3,#40,NEXT41      ;40
1363            MOV A,#0B8H
1364            LCALL     WRITE_INSTR
1365            MOV A,R5                ; Y ADDRESS
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
1366            LCALL     WRITE_INSTR
1367            MOV A,#00001000B
1368            LCALL     WRITE_DATA
1369            RET
1370  NEXT41:   NOP
1371            RET
1372
1373  CMPRH:
1374            MOV       R2,PRH1                 ;COMPARE RH TO PLOT
1375            MOV       A,R2
1376            CJNE A,#40,NEXT41_1
1377            NOP
1378            RET
1379  NEXT41_1:
1380            CJNE R2,#41,NEXT42
1381            NOP
1382            RET
1383  NEXT42:
1384            CJNE R2,#42,NEXT43
1385            NOP
1386            RET
1387  NEXT43:
1388            CJNE R2,#43,NEXT44
1389            NOP
1390            RET
1391  NEXT44:
1392            CJNE R2,#44,NEXT45
1393            NOP
1394            RET
1395  NEXT45:
1396            CJNE R2,#45,NEXT46
1397            NOP
1398            RET
1399  NEXT46:
1400            CJNE R2,#46,NEXT47
1401            NOP
1402            RET
1403  NEXT47:
1404            CJNE R2,#47,NEXT48
1405            NOP
1406            RET
1407  NEXT48:
1408            CJNE R2,#48,NEXT49
1409            NOP
1410            RET
1411  NEXT49:
1412            CJNE R2,#49,NEXT50
1413            NOP
1414            RET
1415  NEXT50:
1416            CJNE R2,#50,NEXT51
1417            NOP
1418            RET
1419  NEXT51:
1420            CJNE R2,#51,NEXT52
1421            NOP
1422            RET
1423  NEXT52:
1424            CJNE R2,#52,NEXT53
1425            NOP
1426            RET
1427  NEXT53:   CJNE R2,#53,NEXT54
1428            NOP
1429            RET
1430
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
NEXT54:
        CJNE R2,#54,NEXT55
        NOP
        RET
NEXT55:
        CJNE R2,#55,NEXT56
        NOP
        RET
NEXT56:
        CJNE R2,#56,NEXT57
        NOP
        RET
NEXT57:
        CJNE R2,#57,NEXT58
        NOP
        RET
NEXT58:
        CJNE R2,#58,NEXT59
        NOP
        RET
NEXT59:
        CJNE R2,#59,NEXT60
        NOP
        RET
NEXT60:
        CJNE R2,#60,NEXT61
        NOP
        RET
NEXT61:
        CJNE R2,#61,NEXT62
        MOV     A,#0BEH
        LCALL   WRITE_INSTR
        MOV     A,R5            ; Y ADDRESS
        LCALL   WRITE_INSTR
        MOV     A,#00010100B
        LCALL   WRITE_DATA
        RET
NEXT62:
        CJNE R2,#62,NEXT63          ;62
        MOV     A,#0BEH
        LCALL   WRITE_INSTR
        MOV     A,R5                ; Y ADDRESS
        LCALL   WRITE_INSTR
        MOV     A,#00010010B
        LCALL   WRITE_DATA
        RET
NEXT63:
        CJNE R2,#63,NEXT64      ;63
        MOV     A,#0BEH
        LCALL   WRITE_INSTR
        MOV     A,R5                ; Y ADDRESS
        LCALL   WRITE_INSTR
        MOV     A,#00010001B
        LCALL   WRITE_DATA
        RET
NEXT64:
        CJNE R2,#64,NEXT65      ;64
        MOV     A,#0BDH
        LCALL   WRITE_INSTR
        MOV     A,R5                ; Y ADDRESS
        LCALL   WRITE_INSTR
        MOV     A,#10000000B
        LCALL   WRITE_DATA
        RET
NEXT65:
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
1496            CJNE R2,#65,NEXT66              ;65
1497            MOV     A,#0BDH
1498            LCALL   WRITE_INSTR
1499            MOV     A,R5                    ; Y ADDRESS
1500            LCALL   WRITE_INSTR
1501            MOV     A,#01000000B
1502            LCALL   WRITE_DATA
1503            RET
1504    NEXT66:
1505            CJNE R2,#66,NEXT67      ;66
1506            MOV     A,#0BDH
1507            LCALL   WRITE_INSTR
1508            MOV     A,R5                    ; Y ADDRESS
1509            LCALL   WRITE_INSTR
1510            MOV     A,#00100000B
1511            LCALL   WRITE_DATA
1512            RET
1513    NEXT67:
1514            CJNE R2,#67,NEXT68      ;67
1515            MOV     A,#0BDH
1516            LCALL   WRITE_INSTR
1517            MOV     A,R5                    ; Y ADDRESS
1518            LCALL   WRITE_INSTR
1519            MOV     A,#00010000B
1520            LCALL   WRITE_DATA
1521            RET
1522    NEXT68:
1523            CJNE R2,#68,NEXT69      ;68
1524            MOV     A,#0BDH
1525            LCALL   WRITE_INSTR
1526            MOV     A,R5                    ; Y ADDRESS
1527            LCALL   WRITE_INSTR
1528            MOV     A,#00001000B
1529            LCALL   WRITE_DATA
1530            RET
1531    NEXT69:
1532            CJNE R2,#69,NEXT70              ;69
1533            MOV     A,#0BDH
1534            LCALL   WRITE_INSTR
1535            MOV     A,R5                    ; Y ADDRESS
1536            LCALL   WRITE_INSTR
1537            MOV     A,#00000100B
1538            LCALL   WRITE_DATA
1539            RET
1540    NEXT70:
1541            CJNE R2,#70,NEXT71              ;70
1542            MOV     A,#0BDH
1543            LCALL   WRITE_INSTR
1544            MOV     A,R5                    ; Y ADDRESS
1545            LCALL   WRITE_INSTR
1546            MOV     A,#00000010B
1547            LCALL   WRITE_DATA
1548            RET
1549    NEXT71:
1550            CJNE R2,#71,NEXT72              ;71
1551            MOV     A,#0BDH
1552            LCALL   WRITE_INSTR
1553            MOV     A,R5                    ; Y ADDRESS
1554            LCALL   WRITE_INSTR
1555            MOV A,#00000001B
1556            LCALL   WRITE_DATA
1557            RET
1558    NEXT72:
1559            CJNE R2,#72,NEXT73              ;72
1560            MOV     A,#0BCH
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
1561            LCALL   WRITE_INSTR
1562            MOV     A,R5                    ; Y ADDRESS
1563            LCALL   WRITE_INSTR
1564            MOV     A,#10000000B
1565            LCALL   WRITE_DATA
1566            RET
1567    NEXT73:
1568            CJNE R2,#73,NEXT74              ;73
1569            MOV     A,#0BCH
1570            LCALL   WRITE_INSTR
1571            MOV     A,R5                    ; Y ADDRESS
1572            LCALL   WRITE_INSTR
1573            MOV     A,#01000000B
1574            LCALL   WRITE_DATA
1575            RET
1576    NEXT74:
1577            CJNE R2,#74,NEXT75              ;74
1578            MOV     A,#0BCH
1579            LCALL   WRITE_INSTR
1580            MOV     A,R5                    ; Y ADDRESS
1581            LCALL   WRITE_INSTR
1582            MOV     A,#00100000B
1583            LCALL   WRITE_DATA
1584            RET
1585    NEXT75:
1586            CJNE R2,#75,NEXT76              ;75
1587            MOV     A,#0BCH
1588            LCALL   WRITE_INSTR
1589            MOV     A,R5                    ; Y ADDRESS
1590            LCALL   WRITE_INSTR
1591            MOV     A,#00010000B
1592            LCALL   WRITE_DATA
1593            RET
1594    NEXT76:
1595            CJNE R2,#76,NEXT77      ;76
1596            MOV     A,#0BCH
1597            LCALL   WRITE_INSTR
1598            MOV     A,R5                    ; Y ADDRESS
1599            LCALL   WRITE_INSTR
1600            MOV     A,#00001000B
1601            LCALL   WRITE_DATA
1602            RET
1603    NEXT77:
1604            CJNE R2,#77,NEXT78      ;77
1605            MOV     A,#0BCH
1606            LCALL   WRITE_INSTR
1607            MOV     A,R5                    ; Y ADDRESS
1608            LCALL   WRITE_INSTR
1609            MOV     A,#00000100B
1610            LCALL   WRITE_DATA
1611            RET
1612    NEXT78:
1613            CJNE R2,#78,NEXT79              ;78
1614            MOV     A,#0BCH
1615            LCALL   WRITE_INSTR
1616            MOV     A,R5                    ; Y ADDRESS
1617            LCALL   WRITE_INSTR
1618            MOV     A,#00000010B
1619            LCALL   WRITE_DATA
1620            RET
1621    NEXT79:
1622            CJNE R2,#79,NEXT80      ;79
1623            MOV     A,#0BCH
1624            LCALL   WRITE_INSTR
1625            MOV     A,R5                    ; Y ADDRESS
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
1626            LCALL     WRITE_INSTR
1627            MOV       A,#00000001B
1628            LCALL     WRITE_DATA
1629            RET
1630    NEXT80:
1631            CJNE R2,#80,NEXT80_1
1632            NOP
1633            RET
1634    NEXT80_1:
1635            NOP
1636            RET
1637
1638    ;-------------------------------------------------------------------------
1639    CHECKTEMP:
1640            PUSHACC         ;CHECK TEMP VALUE >=5 OR <=5
1641            PUSHB
1642            MOV A,PTEMP1_1
1643            MOV B,#5
1644            CJNE A,B,GOTEMP
1645    GOTEMP:       JC    TEMPUP
1646    TEMPDOWN:     CLR   A                 ;COMEPAIR TEMP < 5 UP  TEMP
1647            CLR   C
1648            POP   B
1649            POP   ACC
1650            RET
1651
1652    TEMPUP:       MOV A,PTEMP1  ;COMEPAIR TEMP >= 5DOWN TEMP
1653            ADD   A,#1
1654            MOV   PTEMP1,A
1655            CLR   C
1656            CLR   A
1657            RET
1658    ;-------------------------------------------------------------------
1659    CHECKRH:PUSH ACC
1660            PUSHB
1661            MOV       A,PRH1_1
1662            MOV       B,#5
1663            CJNE A,B,GORH
1664    GORH:   JC        RHUP
1665    RHDOWN: CLR       C               ;COMEPAIR RH < 5 UP  RH
1666            CLR       A
1667            POP       B
1668            POP       ACC
1669            RET
1670
1671    RHUP:   MOV       R2,PRH1         ;COMEPAIR RH >= 5DOWN RH
1672            INC   R2
1673            MOV PRH1,R2
1674            POP   B
1675            POP   ACC
1676            RET
1677
1678    ;-------------------------------------------------------------------------
1679
1680    MOVOUTPLOT:   PUSHACC         ;get data from xram to plot
1681            LCALL     DXRAM
1682            CLR       P3.5
1683            MOVX      A,@DPTR
1684            MOV       R2,A
1685            LCALL     BCD2DEC
1686            MOV       PTEMP1,R2
1687            INC       DPTR
1688
1689            MOVX      A,@DPTR
1690            MOV       PTEMP1_1,A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
1691            INC     DPTR
1692
1693            MOVX    A,@DPTR
1694            MOV     R2,A
1695            LCALL   BCD2DEC
1696            MOV     PRH1,R2
1697            INC     DPTR
1698
1699            MOVX    A,@DPTR
1700            MOV     PRH1_1,A
1701            INC     DPTR
1702
1703            MOVX    A,@DPTR
1704            MOV     PHOUR,A
1705            INC     DPTR
1706
1707            MOVX    A,@DPTR
1708            MOV     PMINIT,A
1709            INC     DPTR
1710
1711            MOVX    A,@DPTR
1712            MOV     PDATE,A
1713            INC     DPTR
1714
1715            MOVX    A,@DPTR
1716            MOV     PMONTH,A
1717            INC     DPTR
1718
1719            MOVX    A,@DPTR
1720            MOV     PYEAR,A
1721            INC     DPTR
1722
1723            POP     ACC
1724            RET
1725
1726
1727  ;-------------------------------------------------------------------------------
1728
1729  CHARRH:
1730                    db      20h, 14h, 08h, 24h, 02h      ; '/'
1731                    db      7fh, 09h, 19h, 29h, 46h      ; 'R'
1732                    db      7fh, 08h, 08h, 08h, 7fh      ; 'H'
1733
1734  CHART:
1735                    db      01h, 01h, 7fh, 01h, 01h      ; 'T'
1736                    db      0h, 6h, 9h, 6h, 0h           ; 'o'
1737                    db      3eh, 41h, 41h, 41h, 22h      ; 'C'
1738
1739
1740  NUMBER0: db       3eh, 51h, 49h, 45h, 3eh      ; '0'
1741                    db      00h, 42h, 7fh, 40h, 00h      ; '1'
1742                    db      42h, 61h, 51h, 49h, 46h      ; '2'
1743                    db      21h, 41h, 45h, 4bh, 31h      ; '3'
1744                    db      18h, 14h, 12h, 7fh, 10h      ; '4'
1745                    db      27h, 45h, 45h, 45h, 39h      ; '5'
1746                    db      3ch, 4ah, 49h, 49h, 30h      ; '6'
1747                    db      01h, 71h, 09h, 05h, 03h      ; '7'
1748                    db      36h, 49h, 49h, 49h, 36h      ; '8'
1749                    db      06h, 49h, 49h, 29h, 1eh      ; '9'
1750
1751  POINT:            db      00h, 14h, 14h, 00h, 00h      ; ':'
1752  POINT1:           db      4H, 4H, 4H, 4h, 4h           ; '/'
1753  POINT2:           db      00h, 60h, 60h, 00h, 00h      ; '.'
1754
1755  LEX0:             DB    1FH,11H,1FH                  ;0
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
1756  LEX1:               DB   10H,0F8H,0H              ;1
1757  LEX2:               DB   1DH,15H,17H             ;2
1758  LEX3:               DB   0A8H,0A8H,0F8H                ;3
1759  LEX4:               DB   7H,4H,1FH          ;4
1760  LEX5:               DB   0B8H,0A8H,0E8H                ;5
1761  LEX6:               DB   0F8H,0A8H,0E8H                ;6
1762  LEX7:               DB   0C8H,28H,18H            ;7
1763  LEX8:               DB   1FH,15H,1FH             ;8
1764  LEX9:               DB   0B8H,0A8H,0F8H                ;9
1765  LEX20:              DB   0E8H,0A8H,0B8H,0H,0F8H,88H,0F8H                    ;1DH,15H,17H,0H,1F
1766  LEX40:              DB   7H,4H,1FH,0H,1FH,11H,1FH
1767  LEX80:              DB   1FH,15H,1FH,0H,1FH,11H,1FH
1768  LEX60:              DB   0F8H,0A8H,0E8H,0H,0F8H,88H,0F8H
1769
1770  ;-----------------------------------------------------
1771  ;SELECT  MODE SETTING PAGE 5
1772  ;-----------------------------------------------------
1773  SDMY2MODE:   JNB  SWEXT,SDMY2MODE
1774            LCALL     LCD_CLR
1775  PAGE5:
1776  PAGESET5_1:   MOV LCD_ADDR,#80H
1777            LCALL     SET_ADDR_LCD
1778
1779            MOV       LCD_DATA,#'S'
1780            LCALL     WRCHAR_LCD
1781            MOV       LCD_DATA,#'e'
1782            LCALL     WRCHAR_LCD
1783            MOV       LCD_DATA,#'t'
1784            LCALL     WRCHAR_LCD
1785            MOV       LCD_DATA,#' '
1786            LCALL     WRCHAR_LCD
1787            MOV       LCD_DATA,#'D'
1788            LCALL     WRCHAR_LCD
1789            MOV       LCD_DATA,#'a'
1790            LCALL     WRCHAR_LCD
1791            MOV       LCD_DATA,#'t'
1792            LCALL     WRCHAR_LCD
1793            MOV       LCD_DATA,#'e'
1794            LCALL     WRCHAR_LCD
1795
1796  PAGESET5_2:   MOV LCD_ADDR,#0C0H
1797            LCALL     SET_ADDR_LCD
1798
1799            MOV       LCD_DATA,#'S'
1800            LCALL     WRCHAR_LCD
1801            MOV       LCD_DATA,#'e'
1802            LCALL     WRCHAR_LCD
1803            MOV       LCD_DATA,#'t'
1804            LCALL     WRCHAR_LCD
1805            MOV       LCD_DATA,#' '
1806            LCALL     WRCHAR_LCD
1807            MOV       LCD_DATA,#'T'
1808            LCALL     WRCHAR_LCD
1809            MOV       LCD_DATA,#'i'
1810            LCALL     WRCHAR_LCD
1811            MOV       LCD_DATA,#'m'
1812            LCALL     WRCHAR_LCD
1813            MOV       LCD_DATA,#'e'
1814            LCALL     WRCHAR_LCD
1815
1816  PAGESET5_3:   MOV LCD_ADDR,#90H
1817            LCALL     SET_ADDR_LCD
1818
1819            MOV       LCD_DATA,#'R'
1820            LCALL     WRCHAR_LCD
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
1821            MOV     LCD_DATA,#'e'
1822            LCALL   WRCHAR_LCD
1823            MOV     LCD_DATA,#'s'
1824            LCALL   WRCHAR_LCD
1825            MOV     LCD_DATA,#'e'
1826            LCALL   WRCHAR_LCD
1827            MOV     LCD_DATA,#'t'
1828            LCALL   WRCHAR_LCD
1829            MOV     LCD_DATA,#' '
1830            LCALL   WRCHAR_LCD
1831            MOV     LCD_DATA,#'L'
1832            LCALL   WRCHAR_LCD
1833            MOV     LCD_DATA,#'o'
1834            LCALL   WRCHAR_LCD
1835            MOV     LCD_DATA,#'g'
1836            LCALL   WRCHAR_LCD
1837            MOV     LCD_DATA,#'g'
1838            LCALL   WRCHAR_LCD
1839            MOV     LCD_DATA,#'e'
1840            LCALL   WRCHAR_LCD
1841            MOV     LCD_DATA,#'r'
1842            LCALL   WRCHAR_LCD
1843
1844  CHECKPAGESET:         SETB SW1L
1845                        SETB SW2L
1846                        SETB SW3L
1847                        SETB SWEXT
1848
1849                        JNB     SW1L,ASDMY
1850                        JNB     SW2L,ATIME
1851                        JNB     SW3L,ARESET
1852                        JNB     SWEXT,JSET2MODE
1853
1854                        SJMP CHECKPAGESET
1855
1856  JSET2MODE:            LCALL           LCD_CLR
1857                    LJMP        MODE1
1858
1859  ASDMY:                JNB     SWEXT,ASDMY
1860                    LCALL           LCD_CLR
1861                    LJMP        SDMY
1862
1863  ATIME:                JNB     SW2L,ATIME
1864                    LCALL           LCD_CLR
1865                    LJMP        TMS
1866
1867  ARESET:               JNB     SWEXT,ARESET
1868                    LCALL           LCD_CLR
1869                    LJMP        BRESET
1870
1871  ;-----------------------------------------------------
1872  ;SETUP  FOR  DATE  MONTH  YEAR
1873  ;-----------------------------------------------------
1874
1875  SDMY:             MOV BUDATE,DATE
1876              MOV BUMONTH,MONTH
1877              MOV BUYEAR,YEAR
1878
1879              MOV R2,BUDATE
1880              MOV R3,BUMONTH
1881              MOV R4,BUYEAR
1882  เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
1883  SDMY1:            MOV     LCD_ADDR,#81H
1884  ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
1884                LCALL           SET_ADDR_LCD
1885
```

```
1886                MOV     LCD_DATA,#'D'       ;WRITE DATE
1887                LCALL   WRCHAR_LCD
1888                MOV     LCD_DATA,#'a'
1889                LCALL   WRCHAR_LCD
1890                MOV     LCD_DATA,#'t'
1891                LCALL   WRCHAR_LCD
1892                MOV     LCD_DATA,#'e'
1893                LCALL   WRCHAR_LCD
1894                MOV     LCD_DATA,#' '
1895                LCALL   WRCHAR_LCD
1896                MOV     LCD_DATA,#' '
1897                LCALL   WRCHAR_LCD
1898
1899                MOV     LCD_DATA,R2
1900                LCALL       BCD2LCD
1901
1902  SDMY2:            MOV       LCD_ADDR,#0C1H
1903                LCALL       SET_ADDR_LCD
1904
1905                MOV     LCD_DATA,#'M'       ;WRITE MONTH
1906                LCALL   WRCHAR_LCD
1907                MOV     LCD_DATA,#'o'
1908                LCALL   WRCHAR_LCD
1909                MOV     LCD_DATA,#'n'
1910                LCALL   WRCHAR_LCD
1911                MOV     LCD_DATA,#'t'
1912                LCALL   WRCHAR_LCD
1913                MOV     LCD_DATA,#'h'
1914                LCALL   WRCHAR_LCD
1915                MOV     LCD_DATA,#' '
1916                LCALL   WRCHAR_LCD
1917
1918                MOV     LCD_DATA,R3
1919                LCALL       BCD2LCD
1920
1921  SDMY3:            MOV       LCD_ADDR,#91H
1922                LCALL       SET_ADDR_LCD
1923
1924                MOV     LCD_DATA,#'Y'       ;WRITE YEAR
1925                LCALL   WRCHAR_LCD
1926                MOV     LCD_DATA,#'e'
1927                LCALL   WRCHAR_LCD
1928                MOV     LCD_DATA,#'a'
1929                LCALL   WRCHAR_LCD
1930                MOV     LCD_DATA,#'r'
1931                LCALL   WRCHAR_LCD
1932                MOV     LCD_DATA,#' '
1933                LCALL   WRCHAR_LCD
1934                MOV     LCD_DATA,#' '
1935                LCALL   WRCHAR_LCD
1936
1937                MOV     LCD_DATA,R4
1938                LCALL       BCD2LCD
1939
1940  SDMY4:            MOV       LCD_ADDR,#0D1H
1941                LCALL       SET_ADDR_LCD
1942
1943                MOV     LCD_DATA,#'S'  ;WRITE SAVE
1944                LCALL   WRCHAR_LCD
1945                MOV     LCD_DATA,#'a'
1946                LCALL   WRCHAR_LCD
1947                MOV     LCD_DATA,#'v'
1948                LCALL   WRCHAR_LCD
1949                MOV     LCD_DATA,#'e'
1950                LCALL   WRCHAR_LCD
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
1951
1952  SDMYCHECK:        SETB SW1L
1953                    SETB SW2L
1954                    SETB SW3L
1955                    SETB SW4L                   ;SW SAVE
1956                    SETB SWEXT
1957
1958                    JNB     SW1L,SETDS
1959                    JNB     SW2L,SETM0
1960                    JNB     SW3L,SETY0
1961                    JNB     SW4L,FIRSTSAVERTC
1962                    JNB     SWEXT,RESDMY2MODE
1963
1964                    SJMP SDMYCHECK
1965
1966                    LJMP SDMY
1967
1968  SETDS:            JNB  SW1L,SETDS
1969                    SJMP SETD
1970
1971  SETM0:            JNB  SW2L,SETM0
1972                    LJMP SETM2
1973
1974  SETY0:            JNB  SW3L,SETY0
1975                    LJMP SETY3
1976
1977  FIRSTSAVERTC:     JNB     SW4L,FIRSTSAVERTC     ;     LJMP DATE2RTC
1978                    LJMP    SAVERTC
1979
1980  RESDMY2MODE:      JNB     SWEXT,RESDMY2MODE
1981                    LCALL   LCD_CLR
1982                    LJMP MODE1
1983  ;-------------------------------------------------------
1984  ;SET DATE FOR RTC
1985  ;-------------------------------------------------------
1986  SETD:
1987  SETD1:
1988                    MOV     LCD_ADDR,#80H
1989                    LCALL       SET_ADDR_LCD
1990
1991                    MOV     LCD_DATA,#3EH
1992                    LCALL       WRCHAR_LCD
1993
1994                    MOV     LCD_DATA,#'D'             ; choose date
1995                    LCALL   WRCHAR_LCD
1996                    MOV     LCD_DATA,#'a'
1997                    LCALL   WRCHAR_LCD
1998                    MOV     LCD_DATA,#'t'
1999                    LCALL   WRCHAR_LCD
2000                    MOV     LCD_DATA,#'e'
2001                    LCALL   WRCHAR_LCD
2002                    MOV     LCD_DATA,#' '
2003                    LCALL   WRCHAR_LCD
2004                    MOV     LCD_DATA,#' '
2005                    LCALL   WRCHAR_LCD
2006
2007                    MOV     LCD_DATA,BUDATE
2008                    LCALL       BCD2LCD
2009
2010                    MOV     LCD_ADDR,#0C0H
2011                    LCALL       SET_ADDR_LCD
2012                    MOV     LCD_DATA,#' '
2013                    LCALL       WRCHAR_LCD
2014
2015                    MOV     LCD_ADDR,#90H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                LCALL       SET_ADDR_LCD
                MOV     LCD_ADDR,#' '
                LCALL       WRCHAR_LCD

SETD1CHECK:     SETB        SWUP
                SETB    SWDW
                SETB    SW2L
                SETB    SW3L
                SETB    SW4L
                SETB    SWEXT

                JNB     SWUP,RESETD1_1
                JNB     SWDW,RSETD1_2
                JNB     SW2L,SETM2
                JNB     SW3L,FSETY3
                JNB     SW4L,LSAVERTC
                JNB     SWEXT,AMODE1

                SJMP    SETD1CHECK

                LJMP    SETD1

RESETD1_1:      JNB         SWUP,RESETD1_1          ; JUMP TO SETD1_1 , SETD1_2
                LJMP    SETD1_1

RSETD1_2:       JNB     SWDW,RSETD1_2
                LJMP    SETD1_2

FSETY3:         JNB         SW3L,FSETY3
                LJMP    SETY3

LSAVERTC:       JNB     SW4L,LSAVERTC
                LJMP    SAVERTC

AMODE1:         JNB         SWEXT,AMODE1
                LJMP    MODE1


SETM2:          MOV         LCD_ADDR,#80H
                LCALL       SET_ADDR_LCD
                MOV     LCD_DATA,#' '
                LCALL       WRCHAR_LCD

                MOV     LCD_ADDR,#0C0H
                LCALL       SET_ADDR_LCD

                MOV     LCD_DATA,#3EH
                LCALL       WRCHAR_LCD

                MOV     LCD_DATA,#'M'       ;CHOOSE MONTH
                LCALL   WRCHAR_LCD
                MOV     LCD_DATA,#'o'
                LCALL   WRCHAR_LCD
                MOV     LCD_DATA,#'n'
                LCALL   WRCHAR_LCD
                MOV     LCD_DATA,#'t'
                LCALL   WRCHAR_LCD
                MOV     LCD_DATA,#'h'
                LCALL   WRCHAR_LCD
                MOV     LCD_DATA,#' '
                LCALL   WRCHAR_LCD
                MOV     LCD_DATA,BUMONTH
                LCALL   BCD2LCD
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOV     LCD_ADDR,#90H
                LCALL       SET_ADDR_LCD
                MOV     LCD_DATA,#' '
                LCALL       WRCHAR_LCD

SETM2CHECK:     SETB    SWUP
                SETB    SWDW
                SETB    SW2L
                SETB    SW3L
                SETB    SW4L
                SETB    SWEXT

                JNB     SWUP,ASETM1_1
                JNB     SWDW,BSETM1_2
                JNB     SW1L,ESETD1
                JNB     SW3L,SETY3
                JNB     SW4L,KSAVERTC
                JNB     SWEXT,BMODE1
                SJMP    SETM2CHECK
                LJMP    SETM2
ESETD1:         JNB     SW1L,ESETD1
                LJMP    SETD1

ASETM1_1:       JNB     SWUP,ASETM1_1
                LJMP    SETM1_1
BSETM1_2:       JNB     SWDW,BSETM1_2
                LJMP    SETM1_2

KSAVERTC:       JNB     SW4L,KSAVERTC
                LJMP    SAVERTC

BMODE1:         JNB     SWEXT,BMODE1
                LJMP    MODE1

SETYCHECK:      JNB     SW3L,SETYCHECK

SETY3:          MOV     LCD_ADDR,#80H
                LCALL       SET_ADDR_LCD
                MOV     LCD_DATA,#' '
                LCALL       WRCHAR_LCD

                MOV     LCD_ADDR,#0C0H
                LCALL       SET_ADDR_LCD
                MOV     LCD_DATA,#' '
                LCALL       WRCHAR_LCD

                MOV     LCD_ADDR,#90H
                LCALL       SET_ADDR_LCD

                MOV     LCD_DATA,#3EH
                LCALL       WRCHAR_LCD

                MOV     LCD_DATA,#'Y'       ;CHOOSE YEAR
                LCALL   WRCHAR_LCD
                MOV     LCD_DATA,#'e'
                LCALL   WRCHAR_LCD
                MOV     LCD_DATA,#'a'
                LCALL   WRCHAR_LCD
                MOV     LCD_DATA,#'r'
                LCALL   WRCHAR_LCD
                MOV     LCD_DATA,#'2'
                LCALL   WRCHAR_LCD
                MOV     LCD_DATA,#'0'
                LCALL   WRCHAR_LCD
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
2146                    MOV     LCD_DATA,BUYEAR
2147                    LCALL       BCD2LCD
2148
2149    SETY3CHECK:         SETB    SWUP
2150                    SETB    SWDW
2151                    SETB    SW1L
2152                    SETB    SW2L
2153                    SETB    SW4L
2154                    SETB    SWEXT
2155
2156                    JNB     SWUP,SETYJUMP
2157                    JNB     SWDW,SETYJUMP1
2158                    JNB     SW1L,RSETD          ;RETURN TO SETD
2159                    JNB     SW2L,ESETM2
2160                    JNB     SW4L,SAVERTC
2161                    JNB     SWEXT,CMODE1
2162
2163                    SJMP    SETY3CHECK
2164
2165                    LJMP    SETY3
2166
2167    RSETD:              LJMP    SETD
2168    ESETM2:             JNB     SW2L,ESETM2
2169                    LJMP    SETM2
2170
2171    SETYJUMP:           LJMP    SETY1_1
2172    SETYJUMP1:          LJMP    SETY1_2
2173
2174    CMODE1:             JNB     SWEXT,CMODE1
2175                    LJMP    MODE1
2176
2177    SAVERTC:                        ;WRITE TO RTC DATE
2178                    LCALL       LCD_CLR
2179    DATE2RTC:           MOV     DATE,BUDATE
2180                    MOV     MONTH,BUMONTH
2181                    MOV     YEAR,BUYEAR
2182                    LCALL       RTC_WR
2183                    LJMP    MODE1
2184    ;-------------------------------------------------------------------
2185    ;Set Date MONTH YEAR UP DOWN RTC
2186    ;-------------------------------------------------------------------
2187    SETD1_1:        JNB     SWUP,SETD1_1
2188    SSETD_1:                                ; SWITCH UP  FOR DATE
2189                    MOV     R2,BUDATE
2190                    LCALL       BCD2DEC
2191                    INC     R2
2192                    CJNE    R2,#32,SSETD1_1
2193                    mov     r2,#1
2194                    LJMP    SSETD1_1
2195    SSETD1_1:       LCALL       DEC2BCD
2196                    MOV     BUDATE,R1
2197                    LJMP    SETD1
2198
2199
2200    SETD1_2:        JNB     SWDW,SETD1_2                ; SWITCH  DOWN  FOR  DATE
2201    SETD1_2_1:          MOV     R2,BUDATE
2202                    LCALL       BCD2DEC
2203                    DEC     R2
2204                    CJNE    R2,#0,SETD1_2_2
2205                    MOV     R2,#31
2206                    LJMP    SETD1_2_2
2207    SETD1_2_2:      LCALL       DEC2BCD
2208                    MOV     BUDATE,R1
2209                    LJMP    SETD1
2210
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
2211  SETM1_1:
2212  SSETM_1:                                  ; SWITCH UP  FOR MONTH
2213                  MOV       R2,BUMONTH
2214                  LCALL           BCD2DEC
2215                  INC       R2
2216                  CJNE      R2,#13,SETM2_1_1
2217                  MOV       R2,#1
2218                  LJMP      SETM2_1_1
2219  SETM2_1_1:          LCALL           DEC2BCD
2220                  MOV       BUMONTH,R1
2221                  LJMP      SETM2
2222
2223  SETM1_2:                                  ; SWITCH  DOWN  FOR  MONTH
2224  SETM2_2_1:          MOV       R2,BUMONTH
2225                  LCALL           BCD2DEC
2226                  DEC       R2
2227                  CJNE      R2,#0,SETM2_2_2
2228                  MOV       R2,#12
2229                  LJMP      SETM2_2_2
2230  SETM2_2_2:          LCALL           DEC2BCD
2231                  MOV       BUMONTH,R1
2232                  LJMP      SETM2
2233
2234  SETY1_1:        JNB       SWUP,SETY1_1
2235  SSETY_1:                                  ; SWITCH UP  FOR YEAR
2236                  MOV       R2,BUYEAR
2237                  LCALL           BCD2DEC
2238                  INC       R2
2239                  CJNE      R2,#20,SETY2_1_1
2240                  MOV       R2,#0
2241                  LJMP      SETY2_1_1
2242  SETY2_1_1:          LCALL           DEC2BCD
2243                  MOV       BUYEAR,R1
2244                  LJMP      SETY3
2245
2246  SETY1_2:        JNB       SWDW,SETY1_2              ; SWITCH  DOWN  FOR  YEAR
2247  SETY2_2_1:          MOV       R2,BUYEAR
2248                  LCALL           BCD2DEC
2249                  CJNE      R2,#0,yearset
2250                  MOV       R2,#20
2251                  LJMP      SETY2_2_2
2252
2253  yearset:        DEC       R2
2254  SETY2_2_2:          LCALL           DEC2BCD
2255                  MOV       BUYEAR,R1
2256                  LJMP      SETY3
2257
2258  ;-------------------------------------------------------------------
2259  ;TIME  HOUR  MINUTE  SECOND
2260  ;-------------------------------------------------------------------
2261  TMS:      MOV BUHOURS,HOURS
2262            MOV BUMINUTES,MINUTES
2263            MOV BUSECONDS,SECONDS
2264
2265  TMS1:           MOV LCD_ADDR,#81H
2266            LCALL     SET_ADDR_LCD
2267
2268            MOV       LCD_DATA,#'H'
2269            LCALL     WRCHAR_LCD
2270            MOV       LCD_DATA,#'o'
2271            LCALL     WRCHAR_LCD
2272            MOV       LCD_DATA,#'u'
2273            LCALL     WRCHAR_LCD
2274            MOV       LCD_DATA,#'r'
2275            LCALL     WRCHAR_LCD
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
2276            MOV     LCD_DATA,#' '
2277            LCALL   WRCHAR_LCD
2278            MOV     LCD_DATA,#' '
2279            LCALL   WRCHAR_LCD
2280            MOV     LCD_DATA,#' '
2281            LCALL   WRCHAR_LCD
2282
2283            MOV LCD_DATA,BUHOURS
2284            LCALL   BCD2LCD
2285
2286  TMS2:         MOV LCD_ADDR,#0C1H
2287            LCALL   SET_ADDR_LCD
2288
2289            MOV     LCD_DATA,#'M'
2290            LCALL   WRCHAR_LCD
2291            MOV     LCD_DATA,#'i'
2292            LCALL   WRCHAR_LCD
2293            MOV     LCD_DATA,#'n'
2294            LCALL   WRCHAR_LCD
2295            MOV     LCD_DATA,#'u'
2296            LCALL   WRCHAR_LCD
2297            MOV     LCD_DATA,#'t'
2298            LCALL   WRCHAR_LCD
2299            MOV     LCD_DATA,#'e'
2300            LCALL   WRCHAR_LCD
2301            MOV     LCD_DATA,#' '
2302            LCALL   WRCHAR_LCD
2303
2304            MOV LCD_DATA,BUMINUTES
2305            LCALL   BCD2LCD
2306
2307  TMS3:         MOV LCD_ADDR,#91H
2308            LCALL   SET_ADDR_LCD
2309
2310            MOV     LCD_DATA,#'S'
2311            LCALL   WRCHAR_LCD
2312            MOV     LCD_DATA,#'e'
2313            LCALL   WRCHAR_LCD
2314            MOV     LCD_DATA,#'c'
2315            LCALL   WRCHAR_LCD
2316            MOV     LCD_DATA,#'o'
2317            LCALL   WRCHAR_LCD
2318            MOV     LCD_DATA,#'n'
2319            LCALL   WRCHAR_LCD
2320            MOV     LCD_DATA,#'d'
2321            LCALL   WRCHAR_LCD
2322            MOV     LCD_DATA,#' '
2323            LCALL   WRCHAR_LCD
2324
2325            MOV LCD_DATA,BUSECONDS
2326            LCALL   BCD2LCD
2327
2328  TMS4:         MOV LCD_ADDR,#0D1H
2329            LCALL   SET_ADDR_LCD
2330
2331            MOV     LCD_DATA,#'S'
2332            LCALL   WRCHAR_LCD
2333            MOV     LCD_DATA,#'a'
2334            LCALL   WRCHAR_LCD
2335            MOV     LCD_DATA,#'v'
2336            LCALL   WRCHAR_LCD
2337            MOV     LCD_DATA,#'e'
2338            LCALL   WRCHAR_LCD
2339
2340  CHECKTMS:     SETB SW1L
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
2341            SETB SW2L
2342            SETB SW3L
2343            SETB SW4L
2344            SETB SWEXT
2345
2346            JNB  SW1L,ASETHO
2347            JNB  SW2L,ASETMI
2348            JNB  SW3L,ASETSE
2349            JNB  SW4L,TOSAVERTC
2350
2351            JNB  SWEXT,ZMODE1
2352            SJMP CHECKTMS
2353
2354  ASETHO:       JNB  SW1L,ASETHO
2355            LJMP SETHO
2356
2357  ASETMI:       JNB  SW2L,ASETMI
2358            LJMP SETMI
2359
2360  ASETSE:       JNB  SW3L,ASETSE
2361            LJMP SETSE
2362
2363  ZMODE1:       JNB  SWEXT,ZMODE1
2364            LCALL     LCD_CLR
2365            LJMP MODE1
2366
2367  TOSAVERTC:    JNB  SW4L,TOSAVERTC
2368            LJMP TISAVERTC
2369
2370  ;-------------------------------------------------------
2371  ;SET TIMW FOR RTC
2372  ;-------------------------------------------------------
2373  SETHO:
2374  SETHO1:
2375                  MOV       LCD_ADDR,#80H
2376                  LCALL          SET_ADDR_LCD
2377
2378                  MOV       LCD_DATA,#3EH
2379                  LCALL          WRCHAR_LCD
2380
2381                  MOV       LCD_DATA,#'H'          ;CHOOSE HOUR
2382                  LCALL     WRCHAR_LCD
2383                  MOV       LCD_DATA,#'o'
2384                  LCALL     WRCHAR_LCD
2385                  MOV       LCD_DATA,#'u'
2386                  LCALL     WRCHAR_LCD
2387                  MOV       LCD_DATA,#'r'
2388                  LCALL     WRCHAR_LCD
2389                  MOV       LCD_DATA,#' '
2390                  LCALL     WRCHAR_LCD
2391                  MOV       LCD_DATA,#' '
2392                  LCALL     WRCHAR_LCD
2393                  MOV       LCD_DATA,#' '
2394                  LCALL     WRCHAR_LCD
2395
2396                  MOV       LCD_DATA,BUHOURS
2397                  LCALL          BCD2LCD
2398
2399                  MOV       LCD_ADDR,#0C0H
2400                  LCALL          SET_ADDR_LCD
2401                  MOV       LCD_DATA,#' '
2402                  LCALL          WRCHAR_LCD
2403
2404                  MOV       LCD_ADDR,#90H
2405                  LCALL          SET_ADDR_LCD
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งนี้ อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOV     LCD_ADDR,#' '
                LCALL       WRCHAR_LCD

SETHOCHECK:     SETB    SWUP
                SETB    SWDW
                SETB    SW2L
                SETB    SW3L
                SETB    SW4L
                SETB    SWEXT

                JNB     SWUP,RESETH1_1
                JNB     SWDW,RESETH1_2
                JNB     SW2L,SETMI
                JNB     SW3L,FSETSE3
                JNB     SW4L,VSAVERTC
                JNB     SWEXT,YMODE1

                SJMP    SETHOCHECK

                LJMP    SETHO

RESETH1_1:      LJMP    SETH1_1         ; JUMP TO SETH1_1 , SETH1_2


RESETH1_2:      LJMP    SETH1_2

FSETSE3:  JNB       SW3L,FSETSE3
                LJMP    SETSE

VSAVERTC:       JNB     SW4L,VSAVERTC
                LJMP    TISAVERTC;;;;;;

YMODE1:         JNB     SWEXT,YMODE1
                LJMP    MODE1

SETMI:
                MOV     LCD_ADDR,#80H
                LCALL       SET_ADDR_LCD
                MOV     LCD_DATA,#' '
                LCALL       WRCHAR_LCD

                MOV     LCD_ADDR,#0C0H
                LCALL       SET_ADDR_LCD

                MOV     LCD_DATA,#3EH
                LCALL       WRCHAR_LCD

                MOV     LCD_DATA,#'M'       ;CHOOSE  MINUTE
                LCALL   WRCHAR_LCD
                MOV     LCD_DATA,#'i'
                LCALL   WRCHAR_LCD
                MOV     LCD_DATA,#'n'
                LCALL   WRCHAR_LCD
                MOV     LCD_DATA,#'u'
                LCALL   WRCHAR_LCD
                MOV     LCD_DATA,#'t'
                LCALL   WRCHAR_LCD
                MOV     LCD_DATA,#'e'
                LCALL   WRCHAR_LCD
                MOV     LCD_DATA,#' '
                LCALL   WRCHAR_LCD
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOV     LCD_DATA,BUMINUTES
                LCALL   BCD2LCD
```

```
                MOV     LCD_ADDR,#90H
                LCALL       SET_ADDR_LCD
                MOV     LCD_DATA,#' '
                LCALL       WRCHAR_LCD

SETMICHECK:         SETB    SWUP
                SETB    SWDW
                SETB    SW1L
                SETB    SW3L
                SETB    SW4L
                SETB    SWEXT

                JNB     SWUP,HSETMI1_1
                JNB     SWDW,HSETMI1_2
                JNB     SW1L,JSETHO
                JNB     SW3L,SETSE1CHECK
                JNB     SW4L,KTISAVERTC
                JNB     SWEXT,TIMODE1

                SJMP    SETMICHECK
                LJMP    SETMI

JSETHO:         JNB     SW1L,JSETHO
                LJMP    SETHO

HSETMI1_1:      LJMP    SETMI1_1
HSETMI1_2:      LJMP    SETMI1_2

KTISAVERTC:     JNB     SW4L,KTISAVERTC
                LJMP    TISAVERTC

TIMODE1: JNB        SWEXT,TIMODE1
                LJMP    MODE1

SETSE1CHECK:JNB         SW3L,SETSE1CHECK

SETSE:          MOV     LCD_ADDR,#80H
                LCALL   SET_ADDR_LCD
                MOV     LCD_DATA,#' '
                LCALL   WRCHAR_LCD

                MOV     LCD_ADDR,#0C0H
                LCALL   SET_ADDR_LCD
                MOV     LCD_DATA,#' '
                LCALL   WRCHAR_LCD

                MOV     LCD_ADDR,#90H
                LCALL   SET_ADDR_LCD

                MOV     LCD_DATA,#3EH
                LCALL   WRCHAR_LCD

                MOV     LCD_DATA,#'S'       ;CHOOSE SECOND
                LCALL   WRCHAR_LCD
                MOV     LCD_DATA,#'e'
                LCALL   WRCHAR_LCD
                MOV     LCD_DATA,#'c'
                LCALL   WRCHAR_LCD
                MOV     LCD_DATA,#'o'
                LCALL   WRCHAR_LCD
                MOV     LCD_DATA,#'n'
                LCALL   WRCHAR_LCD
                MOV     LCD_DATA,#'d'
                LCALL   WRCHAR_LCD
                MOV     LCD_DATA,#' '
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
2536                LCALL     WRCHAR_LCD
2537
2538                MOV       LCD_DATA,BUSECONDS
2539                LCALL     BCD2LCD
2540
2541  SETSECHECK:   SETB      SWUP
2542                SETB      SWDW
2543                SETB      SW1L
2544                SETB      SW2L
2545                SETB      SW4L
2546                SETB      SWEXT
2547
2548                JNB       SWUP,HSETSE1_1
2549                JNB       SWDW,HSETSE1_2
2550                JNB       SW1L,RSETHO         ;RETURN TO SETD
2551                JNB       SW2L,ESETMI
2552                JNB       SW4L,TISAVERTC
2553                JNB       SWEXT,SEMODE1
2554
2555                SJMP      SETSECHECK
2556
2557                LJMP      SETSE
2558
2559  RSETHO:       LJMP      SETHO
2560
2561  ESETMI:       JNB       SW2L,ESETMI
2562                LJMP      SETMI
2563
2564  HSETSE1_1:    LJMP      SETSE1_1
2565  HSETSE1_2:    LJMP      SETSE1_2
2566
2567  SEMODE1: JNB        SWEXT,SEMODE1
2568                LJMP      MODE1
2569
2570
2571  TISAVERTC:                            ;WRITE TO RTC TIME
2572                LCALL         LCD_CLR
2573  TDATE2RTC:    MOV       HOURS,BUHOURS
2574                MOV       MINUTES,BUMINUTES
2575                MOV       SECONDS,BUSECONDS
2576                LCALL         RTC_WR
2577                LJMP      MODE1
2578
2579  ;-------------------------------------------------------------------
2580  ;Set HOUR  MINUTE  SECOND  UP DOWN RTC
2581  ;-------------------------------------------------------------------
2582  SETH1_1:      JNB       SWUP,SETH1_1
2583  SSETH_1:                              ; SWITCH UP  FOR HOUR
2584                MOV       R2,BUHOURS
2585                LCALL         BCD2DEC
2586                INC       R2
2587                CJNE      R2,#25,SETH1_1_1
2588                MOV       R2,#00
2589                LJMP      SETH1_1_1
2590  SETH1_1_1:        LCALL           DEC2BCD
2591                MOV       BUHOURS,R1
2592                LJMP      SETHO1
2593
2594  SETH1_2:      JNB       SWDW,SETH1_2                ; SWITCH  DOWN  FOR  HOUR
2595  SETH1_2_1:
2596                MOV       R2,BUHOURS
2597                LCALL         BCD2DEC
2598                CJNE      R2,#0,SETH1_2_2
2599                MOV       R2,#24
2600                LJMP      SETH1_2_222
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
2601  SETH1_2_2:          DEC       R2
2602  SETH1_2_222:        LCALL           DEC2BCD
2603                MOV       BUHOURS,R1
2604                LJMP      SETHO1
2605
2606  SETMI1_1:     JNB       SWUP,SETMI1_1
2607  SSETMI1_1:                                    ; SWITCH UP  FOR MINUTE
2608                MOV       R2,BUMINUTES
2609                LCALL           BCD2DEC
2610                INC       R2
2611                CJNE      R2,#60,SETMI2_1_1
2612                MOV       R2,#00
2613                LJMP      SETMI2_1_1
2614  SETMI2_1_1:       LCALL           DEC2BCD
2615                MOV       BUMINUTES,R1
2616                LJMP      SETMI
2617
2618  SETMI1_2:     JNB       SWDW,SETMI1_2                   ; SWITCH  DOWN  FOR  MINUT
2619  SETMI2_2_1:
2620                MOV       R2,BUMINUTES
2621                LCALL           BCD2DEC
2622                CJNE      R2,#0,SETMI2_2_2
2623                MOV       R2,#59
2624                LJMP      SETMI2_2_22
2625  SETMI2_2_2:       DEC       R2
2626  SETMI2_2_22:      LCALL           DEC2BCD
2627                MOV       BUMINUTES,R1
2628                LJMP      SETMI
2629
2630  SETSE1_1:     JNB       SWUP,SETSE1_1
2631  SSETSE_1:                                     ; SWITCH UP  FOR SECOND
2632                MOV       R2,BUSECONDS
2633                LCALL           BCD2DEC
2634                INC       R2
2635                CJNE      R2,#60,SETSE2_1_1
2636                MOV       R2,#0
2637                LJMP      SETSE2_1_1
2638  SETSE2_1_1:       LCALL           DEC2BCD
2639                MOV       BUSECONDS,R1
2640                LJMP      SETSE
2641
2642  SETSE1_2:     JNB       SWDW,SETSE1_2                   ; SWITCH  DOWN  FOR  SECON
2643  SETSE2_2_1:       MOV       R2,BUSECONDS
2644                LCALL           BCD2DEC
2645                CJNE      R2,#0,SETSE2_2_2
2646                MOV       R2,#59
2647                LJMP      SETSE2_2_22
2648  SETSE2_2_2:       DEC       R2
2649  SETSE2_2_22:      LCALL           DEC2BCD
2650                MOV       BUSECONDS,R1
2651                LJMP      SETSE
2652
2653  ;-------------------------------------------------------------------------
2654  ; MODE RESET DATA LOGGER
2655  ;-------------------------------------------------------------------------
2656  BRESET:
2657            MOV R2,#80
2658            MOV R1,#100
2659            MOV DPTR,#0000H
2660
2661  CRESET:         CLR  A
2662            MOVX      @DPTR,A
2663            DEC  R1
2664            INC  DPTR
2665            DJNZ R1,CRESET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
2666            DEC  R2
2667            DJNZ R2,CRESET
2668
2669            MOV LCD_ADDR,#0D1H
2670            LCALL     SET_ADDR_LCD
2671
2672            MOV       LCD_DATA,#'R'
2673            LCALL     WRCHAR_LCD
2674            MOV       LCD_DATA,#'e'
2675            LCALL     WRCHAR_LCD
2676            MOV       LCD_DATA,#'s'
2677            LCALL     WRCHAR_LCD
2678            MOV       LCD_DATA,#'e'
2679            LCALL     WRCHAR_LCD
2680            MOV       LCD_DATA,#'t'
2681            LCALL     WRCHAR_LCD
2682            MOV       LCD_DATA,#' '
2683            LCALL     WRCHAR_LCD
2684            MOV       LCD_DATA,#'C'
2685            LCALL     WRCHAR_LCD
2686            MOV       LCD_DATA,#'o'
2687            LCALL     WRCHAR_LCD
2688            MOV       LCD_DATA,#'m'
2689            LCALL     WRCHAR_LCD
2690            MOV       LCD_DATA,#'p'
2691            LCALL     WRCHAR_LCD
2692            MOV       LCD_DATA,#'l'
2693            LCALL     WRCHAR_LCD
2694            MOV       LCD_DATA,#'e'
2695            LCALL     WRCHAR_LCD
2696            MOV       LCD_DATA,#'t'
2697            LCALL     WRCHAR_LCD
2698            MOV       LCD_DATA,#'e'
2699            LCALL     WRCHAR_LCD
2700
2701  CHECKRESET:   SETB SWEXT
2702
2703            JNB  SWEXT,MMODE1
2704            MOV NUBLOG,#00H
2705
2706            SJMP CHECKRESET
2707
2708  MMODE1:         JNB  SWEXT,MMODE1
2709            LCALL     LCD_CLR
2710            LCALL     CLRREGIS
2711            LCALL     MODE1
2712
2713  ;-------------------------------------------------------------------------
2714  ; BCD Code to show LCD
2715  ; I/P:       LCD_DATA
2716  ;-------------------------------------------------------------------------
2717  BCD2LCD:PUSH  ACC         ; Push ACC. To Stack
2718            PUSHB           ; Push B to Stack
2719            LCALL     D164
2720            MOV       A,LCD_DATA      ; Get input data value
2721            MOV       B,A       ; Copy to B
2722            ANL       A,#11110000B    ; Get higher 4 bit
2723            SWAP      A         ; Swap nibble
2724            ADD       A,#030H         ; Convert to ASCII
2725            MOV       LCD_DATA,A      ; Write LCD
2726            LCALL     WRCHAR_LCD      ;
2727            MOV       A,B       ; Restore value
2728            ANL       A,#00001111B    ; Get lower 4 bit
2729            ADD       A,#030H         ; Convert to ASCII
2730            MOV       LCD_DATA,A      ; Write LCD
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
2731            LCALL     WRCHAR_LCD   ;
2732            POP       B            ; Pop B from Stack
2733            POP       ACC          ; Pop ACC. from Stack
2734            RET                    ; Return
2735
2736  ;-------------------------------------------------------------------------
2737  ; Define LCD's command constant
2738  ;-------------------------------------------------------------------------
2739  LCD_CMD_CLR  EQU 00000001B; Clear
2740  LCD_CMD_HOME      EQU 00000010B; Cursor home
2741  LCD_CMD_AUTOINC   EQU 00000110B; Auto increment
2742  LCD_CMD_OFF  EQU 00001000B; Off
2743  LCD_CMD_ON   EQU 00001100B; On
2744  LCD_CMD_BLINK     EQU 00001111B; Cursor on & blink
2745  LCD_CMD_LSHF EQU 00011000B; Shift display to left
2746  LCD_CMD_RSHF EQU 00011100B; Shift display to right
2747
2748  ;-------------------------------------------------------------------------
2749  ; LCD Initialize
2750  ;-------------------------------------------------------------------------
2751  INIT_LCD: LCALL   DELAY_100ms       ; Delay
2752
2753            LCALL     D164
2754            CLR       P3.7        ; Clear LCD_RS pin
2755            MOV       P0,#00111000B ; Force 8bit mode on first times
2756            LCALL     LCD_CLK       ; Pulse LCD clock
2757            LCALL     DELAY_10ms    ; Delay
2758
2759                                    ; force previous possible mode (4 or 8 bit) to be 8 bit
2760            MOV P0,#00111000B ; Force 8bit mode again
2761            LCALL     LCD_CLK       ; Pulse LCD clock
2762
2763            LCALL     LCD_OFF       ; Display off
2764            LCALL     LCD_AUTOINC   ; Set auto increment cursor after write
2765            LCALL     LCD_HOME      ; Return cursor to home
2766            LCALL     LCD_CLR       ; Display cleared
2767            LCALL     LCD_ON        ; Display on
2768            RET
2769
2770  ;-------------------------------------------------------------------------
2771  ; LCD Clear Display
2772  ;-------------------------------------------------------------------------
2773  LCD_CLR:  MOV LCD_DATA,#LCD_CMD_CLR; Display cleared
2774            LCALL     WRCMD_LCD     ; Send command
2775            RET
2776  ;-------------------------------------------------------------------------
2777  ; LCD Return Home
2778  ;-------------------------------------------------------------------------
2779  LCD_HOME:      MOV LCD_DATA,#LCD_CMD_HOME     ; Return cursor to uppper left
2780            LCALL     WRCMD_LCD     ; Send command
2781            RET
2782  ;-------------------------------------------------------------------------
2783  ; LCD Return Home
2784  ;-------------------------------------------------------------------------
2785  LCD_AUTOINC:  MOV LCD_DATA,#LCD_CMD_AUTOINC; Cursor auto increment after write
2786                LCALL     WRCMD_LCD     ; Send command
2787                RET
2788  ;-------------------------------------------------------------------------
2789  ; LCD Display Off
2790  ;-------------------------------------------------------------------------
2791  LCD_OFF:  MOV LCD_DATA,#LCD_CMD_OFF; Display off
2792            LCALL     WRCMD_LCD     ; Send command
2793            RET
2794  ;-------------------------------------------------------------------------
2795  ; LCD Display On
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;-------------------------------------------------------------------------
LCD_ON:         MOV LCD_DATA,#LCD_CMD_ON ; Display on
                LCALL   WRCMD_LCD    ; Send command
                RET
;-------------------------------------------------------------------------
; LCD Cursor On
;-------------------------------------------------------------------------
LCD_BLINK:      MOV LCD_DATA,#LCD_CMD_BLINK    ; Display blink
                LCALL   WRCMD_LCD    ; Send command
                RET
;-------------------------------------------------------------------------
; LCD Left Shift Display
;-------------------------------------------------------------------------
LCD_LSHF:MOV LCD_DATA,#LCD_CMD_LSHF     ; Shift display to left
                LCALL   WRCMD_LCD    ; Send command
                RET
;-------------------------------------------------------------------------
; LCD Right Shift Display
;-------------------------------------------------------------------------
LCD_RSHF:       MOV LCD_DATA,#LCD_CMD_RSHF     ; Shift display to right
                LCALL   WRCMD_LCD    ; Send command
                RET
;-------------------------------------------------------------------------
; Set LCD Address
; I/P:          LCD_ADDR
;-------------------------------------------------------------------------
SET_ADDR_LCD:       LCALL       D164
                CLR     P3.7                    ; Clear LCD_RS pin
                MOV     P0,LCD_ADDR; Move LCD_ADDR to P0
                ORL  P0,#10000000B ; Set MSB of P0
                LCALL   LCD_CLK             ; Pulse LCD clock
                RET             ; Return

;-------------------------------------------------------------------------
; LCD Clear Display
; I/P:          LCD_DATA
;-------------------------------------------------------------------------
WRCMD_LCD:      LCALL       D164
                CLR  P3.7       ; Clear LCD_RS Pin
                CLR  P3.6
                MOV P0,LCD_DATA    ; Write command to LCD
                LCALL       LCD_CLK         ; Pulse LCD Clock
                RET             ; Return

;-------------------------------------------------------------------------
; Write Character to show LCD
; I/P:          LCD_DATA
;-------------------------------------------------------------------------
WRCHAR_LCD:     LCALL       D164
                SETB P3.7  ; Set LCD_RS Pin
                CLR         P3.6
                MOV         P0,LCD_DATA    ; Move LCD_DATA to DATABUS
                LCALL       LCD_CLK         ; Pulse LCD Clock
                RET                             ; Return

;-------------------------------------------------------------------------
; Write Line of 16 Character from ROM
; I/P:          DPTR : Locate ROM Address
;-------------------------------------------------------------------------
WRLINE_LCD:     LCALL       D164
WRLINE_LCD_1:
                SETB P3.7 ; Set LCD_RS Pin
                CLR         P3.6
                CLR         A               ; Clear ACC.
                MOVC        A,@A+DPTR       ; Move data from @DPTR to ACC.
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
2861                MOV     P0,A        ; Move ACC. to DATABUS
2862                ACALL   LCD_CLK         ; Pulse LCD Clock
2863                INC     DPTR
2864                DJNZ r0,WRLINE_LCD_1
2865                RET
2866
2867  ;-------------------------------------------------------------------------
2868  ; LCD Clk
2869  ;-------------------------------------------------------------------------
2870  LCD_CLK:SETB  P3.5        ; Pulse Clock to LCD_EN
2871            LCALL   LCD_DELAY
2872            CLR  P3.5
2873            LCALL   LCD_DELAY
2874            RET
2875
2876
2877
2878  ;-------------------------------------------------------------------------
2879  ; I2C RTC Read
2880  ;-------------------------------------------------------------------------
2881  RTC_RD:   MOV I2C_ADDR,#RTC_ID ; Set RTC as I2C Write Slave
2882            LCALL   I2C_SLAVE; Connect Slave
2883
2884            MOV I2C_DATA,#000H      ; Set Slave Address 00H
2885            LCALL   I2C_DATA_WR   ; Write Data to Slave
2886
2887            MOV I2C_ADDR,#RTC_ID+1 ; Set RTC as I2C Read Slave
2888            LCALL   I2C_SLAVE; Connect Slave
2889            LCALL   I2C_DATA_RD   ; Read Data from Slave
2890
2891            MOV SECONDS,I2C_DATA ; Read Data to SECONDS
2892            LCALL   I2C_ACK_BIT   ; Send Acknowledge
2893
2894            LCALL   I2C_DATA_RD   ; Read Data from Slave
2895            MOV MINUTES,I2C_DATA ; Read Data to MINUTES
2896            LCALL   I2C_ACK_BIT   ; Send Acknowledge
2897
2898            LCALL   I2C_DATA_RD   ; Read Data from Slave
2899            MOV HOURS,I2C_DATA      ; Read Data to HOURS
2900            LCALL   I2C_ACK_BIT   ; Send Acknowledge
2901
2902            LCALL   I2C_DATA_RD   ; Read Data from Slave
2903            MOV DAY,I2C_DATA  ; Read Data to DAY
2904            LCALL   I2C_ACK_BIT   ; Send Acknowledge
2905
2906            LCALL   I2C_DATA_RD   ; Read Data from Slave
2907            MOV DATE,I2C_DATA ; Read Data to DATE
2908            LCALL   I2C_ACK_BIT   ; Send Acknowledge
2909
2910            LCALL   I2C_DATA_RD   ; Read Data from Slave
2911            MOV MONTH,I2C_DATA      ; Read Data to MONTH
2912            LCALL   I2C_ACK_BIT   ; Send Acknowledge
2913
2914            LCALL   I2C_DATA_RD   ; Read Data from Slave
2915            MOV YEAR,I2C_DATA ; Read Data to YEAR
2916            LCALL   I2C_ACK_BIT   ; Send Acknowledge
2917
2918            LCALL   I2C_DATA_RD   ; Read Data from Slave
2919            MOV CONTROL,I2C_DATA ; Read Data to CONTROL
2920            LCALL   I2C_NACK_BIT  ; Send Not Acknowledge
2921
2922            LCALL   I2C_STOP ; Send Stop Condition
2923            RET             ; Return
2924
2925  ;-------------------------------------------------------------------------
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
; I2C RTC Write
;-------------------------------------------------------------------------
RTC_WR:  MOV I2C_ADDR,#RTC_ID ; Set RTC as I2C Write Slave
         LCALL    I2C_SLAVE; Connect Slave

         MOV I2C_DATA,#000H     ; Set Slave Address 00H
         LCALL    I2C_DATA_WR  ; Write Data to Slave

         MOV I2C_DATA,SECONDS ; Write SECONDS to RTC
         LCALL    I2C_DATA_WR  ;

         MOV I2C_DATA,MINUTES ; Write MINUTES to RTC
         LCALL    I2C_DATA_WR  ;

         MOV I2C_DATA,HOURS     ; Write HOURS to RTC
         LCALL    I2C_DATA_WR  ;

         MOV I2C_DATA,DAY  ; Write DAY to RTC
         LCALL    I2C_DATA_WR  ;

         MOV I2C_DATA,DATE ; Write DATE to RTC
         LCALL    I2C_DATA_WR  ;

         MOV I2C_DATA,MONTH     ; Write MONTH to RTC
         LCALL    I2C_DATA_WR  ;

         MOV I2C_DATA,YEAR ; Write YEAR to RTC
         LCALL    I2C_DATA_WR  ;

         MOV I2C_DATA,CONTROL ; Write CONTROL to RTC
         LCALL    I2C_DATA_WR  ;

         LCALL    I2C_STOP ; Send Stop Condition
         RET              ; Return

;-------------------------------------------------------------------------
; I2C Data Write
; I/P:      I2C_DATA
; Reserve: R5
;-------------------------------------------------------------------------
I2C_DATA_WR:  PUSHACC         ; Push ACC.
         SETB I2C_ACK         ; Set ACK. bit
         MOV A,I2C_DATA       ; Get Data
         MOV R5,#008          ; Set loop 8 times
I2C_DATA_WR_1:     RLC  A             ; Rotate ACC. to Left with Carry
         MOV SDA,C            ; Move Carry Flag to SDA
         LCALL    I2C_CLK          ; Pulse I2C Clock
         DJNZ R5,I2C_DATA_WR_1; Do until 8 times
         SETB SDA         ; Set SDA
         LCALL    I2C_DELAY; Delay
         SETB SCL         ; Set SCL
         LCALL    I2C_DELAY; Delay
         JB   SDA,I2C_DATA_WR_2; Check Acknowledge from Slave
         CLR  I2C_ACK          ; Clear ACK. bit
I2C_DATA_WR_2:     CLR  SCL         ; Clear SCL
         POP  ACC         ; Pop ACC.
         RET              ; Return

;-------------------------------------------------------------------------
; I2C Data Read
; O/P:           I2C_DATA
; Reserve: R5
;-------------------------------------------------------------------------
I2C_DATA_RD:  PUSHACC         ; Push ACC.
         CLR  A           ; Clear ACC.
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
2991            MOV R5,#008          ; Set loop 8 times
2992  I2C_DATA_RD_1:    LCALL       I2C_DELAY; Delay
2993            SETB SCL             ; Set SCL
2994            LCALL       I2C_DELAY; Delay
2995            MOV C,SDA            ; Get SDA to Carry Flag
2996            RLC  A               ; Rotate ACC. to Left with Carry
2997            CLR  SCL             ; Clear SCL
2998            DJNZ R5,I2C_DATA_RD_1; Do until 8 times
2999            MOV I2C_DATA,A       ; Move Data to I2C_DATA
3000            POP  ACC             ; Pop ACC.
3001            RET                  ; Return
3002
3003  ;---------------------------------------------------------------------------
3004  ; I2C Slave Connect
3005  ; I/P:       I2C_ADDR
3006  ; O/P Flag: I2C_ACK
3007  ; Reserve:  R5
3008  ;---------------------------------------------------------------------------
3009  I2C_SLAVE:       PUSHACC          ; Push ACC.
3010            SETB I2C_ACK          ; Set ACK. bit
3011            MOV A,I2C_ADDR        ; Get Slave Address
3012            LCALL       I2C_START       ; Send Start Condition
3013            MOV R5,#008           ; Set loop 8 times
3014  I2C_SLAVE_1:    RLC  A          ; Rotate ACC. to Left with Carry
3015            MOV SDA,C             ; Move Carry Flag to SDA
3016            LCALL       I2C_CLK         ; Pulse I2C Clock
3017            DJNZ R5,I2C_SLAVE_1; Do until 8 times
3018
3019            SETB SDA              ; Set SDA
3020            LCALL       I2C_DELAY; Delay
3021            SETB SCL              ; Set SCL
3022            LCALL       I2C_DELAY; Delay
3023            JB    SDA,I2C_SLAVE_2 ; Check Acknowledge from Slave
3024            CLR  I2C_ACK          ; Clear ACK.
3025  I2C_SLAVE_2:    CLR  SCL        ; Clear SCL
3026            POP  ACC              ; Pop ACC.
3027            RET                   ; Return
3028
3029  ;---------------------------------------------------------------------------
3030  ; I2C Start Condition
3031  ;---------------------------------------------------------------------------
3032  I2C_START:       JNB  SCL,I2C_START_1      ; Check current SCL set?
3033            CLR  SCL              ; Clear SCL
3034
3035  I2C_START_1:    SETB SDA       ; Set SDA
3036            SETB SCL              ; Set SCL
3037
3038            LCALL       I2C_DELAY; Delay
3039            CLR  SDA              ; Clear SDA during SCL set
3040            LCALL       I2C_DELAY; Delay
3041            CLR  SCL              ; Clear SCL
3042            RET                   ; Return
3043
3044  ;---------------------------------------------------------------------------
3045  ; I2C Stop Condition
3046  ;---------------------------------------------------------------------------
3047  I2C_STOP: JNB  SCL,I2C_STOP_1       ; Check current SCL set?
3048            CLR  SCL              ; Clear SCL
3049
3050  I2C_STOP_1:     CLR  SDA        ; Clear SDA
3051            LCALL       I2C_DELAY; Delay
3052            SETB SCL              ; Set SCL
3053            LCALL       I2C_DELAY; Delay
3054            SETB SDA              ; Set SDA during SCL set
3055            RET                   ; Return
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
3056
3057  ;-------------------------------------------------------------------------
3058  ; I2C Clock
3059  ;-------------------------------------------------------------------------
3060  I2C_CLK:  LCALL     I2C_DELAY; Pulse SCL
3061            SETB SCL        ;
3062            LCALL     I2C_DELAY;
3063            CLR  SCL        ;
3064            RET             ; Return
3065
3066  ;-------------------------------------------------------------------------
3067  ; I2C Acknowledge
3068  ;-------------------------------------------------------------------------
3069  I2C_ACK_BIT:   CLR  SDA        ; Clear SDA
3070            LCALL     I2C_DELAY; Delay
3071            LCALL     I2C_CLK         ; Pulse I2C Clock
3072            SETB SDA
3073            RET             ; Return
3074
3075  ;-------------------------------------------------------------------------
3076  ; I2C Not Acknowledge
3077  ;-------------------------------------------------------------------------
3078  I2C_NACK_BIT:  SETB SDA        ; Set SDA
3079            LCALL     I2C_DELAY; Delay
3080            LCALL     I2C_CLK         ; Pulse I2C Clock
3081            SETB SCL
3082            RET             ; Return
3083
3084  ;-------------------------------------------------------------------------
3085  ; Dummy Delay time I2C_DELAY, LCD_DELAY, 10m, 100m, 1s
3086  ;-------------------------------------------------------------------------
3087  I2C_DELAY:      MOV R6,#00CH ; Each loop = 50 us
3088  I2C_DELAY_1:NOP
3089                  NOP
3090                  DJNZ R6,I2C_DELAY_1
3091                  RET
3092
3093  LCD_DELAY:      MOV R7,#002         ; Do 2 times
3094  LCD_DELAY_1:    MOV R6,#0E6H ; Each loop = 1 ms
3095  LCD_DELAY_2:    NOP
3096            NOP
3097            DJNZ R6,LCD_DELAY_2
3098            DJNZ R7,LCD_DELAY_1
3099            RET
3100
3101  DELAY_10ms:    MOV R7,#010         ; Do 10 times
3102  DELAY_10ms_1: MOV R6,#0E6H ; Each loop = 1 ms
3103  DELAY_10ms_2: NOP
3104            NOP
3105            DJNZ R6,DELAY_10ms_2
3106            DJNZ R7,DELAY_10ms_1
3107            RET
3108
3109  DELAY_100ms:   MOV R7,#100         ; Do 100 times
3110  DELAY_100ms_1:      MOV R6,#0E6H ; Each loop = 1 ms
3111  DELAY_100ms_2:      NOP
3112            NOP
3113            DJNZ R6,DELAY_100ms_2
3114            DJNZ R7,DELAY_100ms_1
3115            RET
3116
3117  DELAY_1s: MOV R5,#100         ; Do 100 times
3118  DELAY_1s_1:     LCALL     DELAY_10ms
3119            DJNZ R5,DELAY_1s_1
3120            RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น และห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
3121
3122  BCD2DEC:PUSH ACC        ; Push ACC. To Stack
3123          PUSHB           ; Push B to Stack
3124          MOV A,R2        ; Get input data value
3125          MOV LBIT,A          ; Copy to B
3126
3127          ANL  A,#11110000B  ; Get higher 4 bit
3128          SWAP      A         ; Swap nibble
3129          MOV B,#10
3130          MUL  AB
3131          PUSHACC
3132          CLR  A
3133          MOV A,LBIT
3134          ANL  A,#00001111B
3135          MOV R0,A
3136          CLR  A
3137          POP  ACC
3138          ADD  A,R0
3139          MOV R2,A
3140
3141          POP  B          ; Pop B from Stack
3142          POP  ACC        ; Pop ACC. from Stack
3143          RET
3144
3145  DEC2BCD:PUSH ACC        ; Push ACC. To Stack
3146          PUSHB           ; Push B to Stack
3147
3148          MOV A,R2
3149          MOV B,#10
3150          DIV  AB
3151          SWAP      A
3152          ANL  A,#11110000B
3153          PUSHACC
3154          CLR  A
3155          MOV A,B
3156          ANL  A,#00001111B
3157          MOV R0,A
3158          POP  ACC
3159          ORL  A,R0
3160          MOV R1,A
3161
3162          POP  B          ; Pop B from Stack
3163          POP  ACC        ; Pop ACC. from Stack
3164          RET
3165
3166  D164:   SETB DMUXB
3167          CLR       DMUXA
3168          CLR       RW
3169          RET
3170
3171  DXRAM:  CLR       DMUXB
3172          SETB DMUXA
3173          RET
3174
3175  DGPH:   SETB DMUXA
3176          SETB DMUXB
3177          RET
3178
3179  DCLR:   CLR       DMUXA
3180          CLR       DMUXB
3181          RET
3182
3183  ; ----------------------------------------Multiprocressing Mode (start)
3184  ;-----------------------------------------------------------------------
3185  ; SEND for  CONNECT MULTI PROCESSOR
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;-------------------------------------------------------------------------
SEND:     ;MOVSBUF,A
          MOV SBUF,#001H
          JNB  TI,$
          CLR  TI
          RET

;-------------------------------------------------------------------------
; RECIEVE  for  CONNECT MULTI PROCESSOR
;-------------------------------------------------------------------------
RECIEVE:  PUSHACC
               JNB  RI,$
               MOV A,SBUF
               CJNE A,#'&',quit1
               CLR  RI
               JNB  RI,$
               MOV A,SBUF

               MOV R2,A
               LCALL     DEC2BCD
               MOV A,R1

               MOV TEMP,A
               CLR  RI
               JNB  RI,$
               MOV A,SBUF

               MOV R2,A
               LCALL     DEC2BCD
               MOV A,R1
               ORL  A,#30H

               MOV TEMP_f,A
               CLR  RI
               JNB  RI,$
               MOV A,SBUF

               MOV R2,A
               LCALL     DEC2BCD
               MOV A,R1

               MOV RH,A
               CLR  RI
               JNB  RI,$
               MOV A,SBUF

               MOV R2,A
               LCALL     DEC2BCD
               MOV A,R1
               SWAP      A
               ANL  A,#0FH
               ORL  A,#30H

               MOV RH_f,A
quit1:         CLR  RI
               JNB  RI,$
               MOV A,SBUF
               CJNE A,#'$',quit1
               CLR  RI
               POP  ACC
               RET
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
; ----------------------------------Multiprocressing Mode (end)
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
INIT_GPH:
```

```
Normal:
      mov  p1,  #00h        ; clear port1
      mov  r1,  #5
Del:  call  Dly150mS
      djnz  r1,  Del        ; 150mS delay
      call  Clr_Disp        ; Clear the screen
            RET

MAIN2:
            ;** Process Multiprocessor (start)
            MOV       SCON,#0D8H    ;initial multiprocessor
            ANL       PCON,#07FH
            MOV       TMOD,#20H     ;initial multiprocessor
            MOV       TH1,#0FDH     ;initial multiprocessor
            SETB TR1                ;initial multiprocessor
            SETB TB8
            MOV       ST_SAMPLING,#00H
            LCALL     SEND          ;connect with  Slave0
            PUSHACC
            MOV       A,SECONDS
            ANL       A,#00001111B
            MOV       ST_SAMPLING,A  ;mov sec (2nd) to set the initial value of sampling
            POP       ACC
            ;**Process Multiprocessor  (END)
            RET

CLRREGIS:
            CLR       A
            MOV       R0,#00H
            MOV       R1,#00H
            MOV       R2,#00H
            MOV       R3,#00H
            MOV       R4,#00H
            MOV       R5,#00H
            MOV       R6,#00H
            MOV       R7,#00H
            RET

XRAMDATA:PUSH     ACC
            LCALL     DXRAM
            CLR       P3.5
            MOV       R6,NUBLOG
            CJNE R6,#00H,XRAMDATA1
            MOV       DPTR,#0009H
            SJMP XRAMDATA1
XRAMDATA1:
            MOVX      A,@DPTR
            MOV       TEMPLOG1,A
            INC       DPTR

            MOVX      A,@DPTR
            MOV       TEMPFLOG1,A
            INC       DPTR

            MOVX      A,@DPTR
            MOV       RHLOG1,A
            INC       DPTR

            MOVX      A,@DPTR
            MOV       RHFLOG1,A
            INC       DPTR
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
            MOVX      A,@DPTR
ไม่ว่ากรณีใดทั้งสิ้น รวมถึงการดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
            MOV       HOURLOG1,A
            INC       DPTR
```

```
3316
3317            MOVX    A,@DPTR
3318            MOV     MINUTELOG1,A
3319            INC     DPTR
3320
3321            MOVX    A,@DPTR
3322            MOV     DATELOG1,A
3323            INC     DPTR
3324
3325            MOVX    A,@DPTR
3326            MOV     MONTHLOG1,A
3327            INC     DPTR
3328
3329            MOVX    A,@DPTR
3330            MOV     YEARLOG1,A
3331            INC     DPTR
3332
3333            POP     ACC
3334            RET
3335
3336  XRAMDATA3:PUSH    ACC
3337            LCALL   DXRAM
3338            CLR     P3.5
3339            MOVX    A,@DPTR
3340            MOV     BUTEMPLOG2,A
3341            INC     DPTR
3342
3343            MOVX    A,@DPTR
3344            MOV     BUTEMPFLOG2,A
3345            INC     DPTR
3346
3347            MOVX    A,@DPTR
3348            MOV     BURHLOG2,A
3349            INC     DPTR
3350
3351            MOVX    A,@DPTR
3352            MOV     BURHFLOG2,A
3353            INC     DPTR
3354
3355            MOVX    A,@DPTR
3356            MOV     BUHOURLOG2,A
3357            INC     DPTR
3358
3359            MOVX    A,@DPTR
3360            MOV     BUMINUTELOG2,A
3361            INC     DPTR
3362
3363            MOVX    A,@DPTR
3364            MOV     BUDATELOG2,A
3365            INC     DPTR
3366
3367            MOVX    A,@DPTR
3368            MOV     BUMONTHLOG2,A
3369            INC     DPTR
3370
3371            MOVX    A,@DPTR
3372            MOV     BUYEARLOG2,A
3373
3374            MOV     NUBLOG,#01H
3375            MOV     KEEPDPH,DPH
3376            MOV     KEEPDPL,DPL
3377            POP     ACC
3378            RET
3379
3380  XRAMCHAR:
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
3381            PUSHACC
3382            LCALL   DXRAM
3383            CLR     P3.5
3384            MOVX    A,@DPTR
3385            MOV     XTEMP,A
3386            INC     DPTR
3387
3388            MOVX    A,@DPTR
3389            MOV     XTEMPF,A
3390            INC     DPTR
3391
3392            MOVX    A,@DPTR
3393            MOV     XRH,A
3394            INC     DPTR
3395
3396            MOVX    A,@DPTR
3397            MOV     XRHF,A
3398            INC     DPTR
3399
3400            MOVX    A,@DPTR
3401            MOV     XHOUR,A
3402            INC     DPTR
3403
3404            MOVX    A,@DPTR
3405            MOV     XMINUTE,A
3406            INC     DPTR
3407
3408            MOVX    A,@DPTR
3409            MOV     XDATE,A
3410            INC     DPTR
3411
3412            MOVX    A,@DPTR
3413            MOV     XMONTH,A
3414            INC     DPTR
3415
3416            MOVX    A,@DPTR
3417            MOV     XYEAR,A
3418            INC     DPTR
3419
3420            MOV     GPHDPH,DPH
3421            MOV     GPHDPL,DPL
3422            POP     ACC
3423            RET
3424
3425  PLOTPOINT1:       MOV     R4,#0                   ; PLOT :
3426  PLOTPOINT1_1: MOV     A,R4
3427                    MOV     DPTR,#POINT
3428                    MOVC    A,@A+DPTR
3429                    LCALL   WRITE_DATA
3430                    INC     R4
3431                    CJNE R4,#4,PLOTPOINT1_1
3432                    RET
3433
3434  PLOTPOINT2:       MOV     R4,#0                   ; PLOT .
3435  PLOTPOINT2_2: MOV     A,R4
3436                    MOV     DPTR,#POINT2
3437                    MOVC    A,@A+DPTR
3438                    LCALL   WRITE_DATA
3439                    INC     R4
3440                    CJNE R4,#4,PLOTPOINT2_2
3441                    RET
3442  เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
3443        END
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
```