สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ระบบตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้นแบบไร้สาย

WIRELESS TEMPERATURE AND HUMIDITY MEASURING SYSTEM

T119457

โดย

นางสาวคนึงนิจ จันทร์แก้ว

นายณภัทร พละศักดิ์

เลขหมู่.....
ลงทะเบียน.....119457
วัน,เดือน,ปี.....8 ธ.ค. 2554

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

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2553

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้นแบบไร้สาย

WIRELEES TEMPERATURE AND HUMIDITY MEASURING SYSTEM

โดย

นางสาวคนึงนิจ จันทร์แก้ว 50010170

นายณภัทร พละศักดิ์ 50010424

อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ.ดร.ไกรสิน ส่งวัฒนา

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2553

ผ่านการตรวจชิ้นงานแล้ว

(ลงชื่อ).....ผู้ตรวจ

ผ่านการตรวจรูปเล่มแล้ว

(ลงชื่อ).....ผู้ตรวจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2553

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ระบบตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้นแบบไร้สาย

WIRELESS TEMPERATURE AND HUMIDITY MEASURING SYSTEM

ผู้จัดทำ

1. นางสาวคนึงนิจ จันทร์แก้ว 50010170
2. นายณภัทร พละศักดิ์ 50010424

..... **อาจารย์ที่ปรึกษา**

(รศ.ดร. ไกรสิน ส่งวัฒนา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ก็ด้วยความช่วยเหลือจากหลาย ๆ ฝ่าย ซึ่งทางคณะผู้จัดทำขอแสดงความขอบคุณเอาไว้ ณ ที่นี้ ขอขอบพระคุณท่าน รศ.ดร. ไกรสิน ส่งวัฒนา ที่คอยแนะนำให้คำปรึกษามาโดยตลอด ขอขอบคุณเพื่อนๆ พี่ๆ น้องๆ ที่เป็นทั้งที่ปรึกษาและเป็นกำลังใจให้เสมอ สุดท้ายกราบขอบพระคุณบุพการีที่ให้กำเนิดและเลี้ยงดูมาเป็นอย่างดี

สุดท้ายนี้ทางคณะผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่า ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จะเป็นประโยชน์แก่ผู้ที่สนใจ ได้บ้างตามสมควร หากมีข้อเสนอแนะประการใดเพื่อปรับปรุงผลงานให้ดีขึ้น ทางคณะผู้จัดทำขอน้อมรับคำเสนอแนะด้วยความขอบพระคุณยิ่ง

คนึงนิจ จันทร์แก้ว
ณภัทร พละศักดิ์

ผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้นแบบไร้สาย
WIRELESS TEMPERATURE AND HUMIDITY MEASURING SYSTEM

โดย นางสาวคนึงนิจ จันทร์แก้ว 50010170
นายณภัทร พละศักดิ์ 50010424

อาจารย์ที่ปรึกษา รศ.ดร. ไกรสิน ส่งวัฒนา

บทคัดย่อ

เทคโนโลยีการสื่อสารไร้สายได้มาเป็นส่วนหนึ่งในชีวิตประจำวันของคนเรา ซึ่งสามารถนำมาประยุกต์ใช้งานได้มากมายหลายด้าน โดยโครงงานนี้ได้นำเทคโนโลยีการสื่อสารไร้สายมาสร้างเป็นระบบตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้นแบบไร้สายโดยมีไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นตัวประมวลผลทำงานร่วมกับตัวเซนเซอร์อุณหภูมิและความชื้น โครงงานนี้จะช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถดูข้อมูลได้โดยผ่านทางเทคโนโลยีการสื่อสารไร้สาย ซึ่งเป็นประโยชน์แก่ผู้ใช้งานและสามารถอำนวยความสะดวกให้แก่ผู้ใช้ได้เป็นอย่างดี

ABSTRACT

Wireless Communication Technology has became a part of our daily life. It can be applied in many ways. In this project we used Wireless Communication Technology to be a Wireless temperature and humidity measuring system. It was a microcontroller, to work with a temperature's sensor and humidity's sensor to collect temperature and humidity information. This project can be used for checking the information through Wireless Communication Technology. This is useful for users.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

		หน้า
กิตติกรรมประกาศ		I
บทคัดย่อ		II
สารบัญ		III
สารบัญรูป		VII
สารบัญตาราง		IX
บทที่ 1	**บทนำ**	**1**
	1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
	1.2 วัตถุประสงค์	1
	1.3 ขอบเขตของโครงงาน	1
บทที่ 2	**ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง**	**2**
	2.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์ (PIC16F877A)	2
	2.1.1 โครงสร้างและสถาปัตยกรรมของ PIC16F877A	2
	2.1.2 ลักษณะการจัดขาของ PIC16F877A	4
	2.1.3 หน่วยความจำภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877A	6
	2.1.4 ความเร็วของ PIC	8
	2.1.5 ชนิดของ PIC	9
	2.2 ส่วนเซนเซอร์อุณหภูมิและความชื้น (SHT-15)	9
	2.2.1 คุณสมบัติของ SHT-15	10
	2.2.2 ขาสัญญาณของ SHT-15	11
	2.2.3 TRANSMISSION START	11
	2.2.4 CONNECTION RESET SEQUENCE	11
	2.2.5 การอ่านข้อมูลจากเซนเซอร์	12
	2.2.6 การคำนวณค่า TEMPERATURE และ HUMIDITY	14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.3 ส่วนแสดงผลทาง LCD 15

2.3.1 โครงสร้างและการทำงานของจอแสดงผล LCD 15

2.3.2 การเชื่อมต่อจอแสดงผล LCD แบบ 4 บิต 17

2.4 ลักษณะการส่งจีพีอาร์เอส (GPRS) 18

2.4.1 ความหมายของคำสั่ง AT COMMAND กับการส่งจีพีอาร์เอส 19

2.5 พื้นฐานภาษาซี 20

2.5.1 โครงสร้างภาษาซี 20

2.5.2 ชนิดของตัวแปรในภาษาซี 22

2.5.3 ตัวกระทำทางคณิตศาสตร์ 23

2.5.4 ตัวกระทำระดับบิต 24

2.5.5 ตัวกระทำเปรียบเทียบ 24

2.5.6 ตัวกระทำลอจิก 25

2.5.7 คำสั่งที่ใช้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC 25

2.6 ฐานข้อมูล (MYSQL) 26

2.6.1 สิ่งที่ควรเข้าใจก่อนการใช้ฐานข้อมูล 27

2.6.2 ส่วนเชื่อมต่อกับภาษาการพัฒนาอื่น 27

2.7 ภาษาจาวา (JAVA) 28

2.7.1 ลักษณะโครงสร้างและรูปแบบการเขียนโปรแกรมจาวา 28

2.7.2 ค่าคงที่และชนิดของข้อมูล 31

2.8 ภาษาพีเอชพี (PHP) 33

2.8.1 โครงสร้างภาษาพีเอชพี 34

2.8.2 การแสดงผลในภาษาพีเอชพี 34

2.8.3 การกำหนดตัวแปรและชนิดของข้อมูล 37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 3 การออกแบบและการจัดทำปริญญานิพนธ์ **38**

3.1 การออกแบบระบบงาน 38

3.1.1 การออกแบบทางด้านฮาร์ดแวร์ 39

3.1.2 การออกแบบทางด้านซอฟต์แวร์ 42

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง 50

3.3 การจัดเก็บผลการทดลอง 50

3.3.1 การทดลองการส่งข้อมูลออกทางพอร์ต RS-232 50

3.3.2 การทดลองการเชื่อมต่อระหว่าง SHT-15 กับ PIC 16F877Aและ แสดงผลที่จอ LCD 51

3.3.3 การทดลองวัดค่าอุณหภูมิและความชื้นจากเซนเซอร์เปรียบเทียบ กับเครื่องวัดTHERMOMETERและHYGROMETER 51

3.3.4 การส่งข้อมูลจากไมโครคอนโทรลเลอร์ผ่านจีเอสเอ็มโมดูลไปที่ เครื่องเซิร์ฟเวอร์เพื่อแสดงผลทางเว็บไซต์ 52

บทที่ 4 ผลการทดลอง **53**

4.1 ผลการทดลองการส่งข้อมูลออกทางพอร์ต RS-232 53

4.2 ผลการทดลองการเชื่อมต่อระหว่าง SHT-15 กับ PIC 16F877A และแสดงผลที่จอ LCD 54

4.3 ผลทดลองวัดค่าอุณหภูมิและความชื้นจากเซนเซอร์เปรียบเทียบกับ เครื่องวัดTHERMOMETER และ HYGROMETER 57

4.4 ผลการส่งข้อมูลจากไมโครคอนโทรลเลอร์ผ่านจีเอสเอ็มโมดูลไปที่ เครื่องเซิร์ฟเวอร์และเก็บข้อมูลลงฐานข้อมูลเพื่อแสดงผลทางเว็บไซต์ 59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 5	**สรุปผลและข้อเสนอแนะ**	**65**
	5.1 สรุปผล	65
	5.2 ข้อเสนอแนะ	65
บรรณานุกรม		66
ภาคผนวก	DATASHEET	67

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1	สถาปัตยกรรมภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877A	4
2.2	การวางพื้นที่ของหน่วยความจำโปรแกรมของ PIC16F877A	7
2.3	ไอซี SHT-15	10
2.4	ลักษณะขาของ SHT-15	10
2.5	สัญญาณ TRANSMISSION START	11
2.6	การรับส่งข้อมูล	12
2.7	ลักษณะสัญญาณการอ่านข้อมูลจากเซนเซอร์	12
2.8	ลักษณะสัญญาณในการอ่านข้อมูล T/H 2 ไบต์จากเซนเซอร์	12
2.9	ขาสัญญาณของจอแสดงผล LCD ขนาด 16X2 บรรทัด	16
2.10	ตำแหน่งหน่วยความจำสำหรับแสดงผลของจอแสดงผล LCD 16X2	17
2.11	การเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์กับจอแสดงผล LCD แบบ 4 บิต	17
2.12	ระบบจีพีอาร์เอส	18
2.13	โครงสร้างภาษาซี	21
3.1	BLOCK DIAGRAM ของระบบงานทั้งหมด	38
3.2	วงจรทดสอบการทำงานของเซนเซอร์ SHT-15	39
3.3	วงจรที่ใช้เชื่อมต่อระหว่าง SHT-15 กับ ไมโครคอนโทรลเลอร์โดยแสดงผลทางจอ LCD	40
3.4	วงจรที่ต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ผ่านวงจร MAX232 เพื่อส่งข้อมูลผ่านจีเอสเอ็มโมดูล	41
3.5	โฟลว์ชาร์ตของระบบตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้น	42
3.6	สร้างโปรเจค	43
3.7	การคอมไพล์โปรแกรม	44
3.8	การคอมไพล์เสร็จสิ้น	44
3.9	หน้าแรกของโปรแกรม	46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่

3.10 คำสั่งทดสอบการประมวลผลของโปรแกรม 46

3.11 ผลลัพธ์การประมวลผลของโปรแกรม 46

3.12 หน้าแรกของการเข้าสู่โปรแกรมฐานข้อมูล 47

3.13 การสร้างฐานข้อมูล 47

3.14 ตารางเก็บข้อมูลในโปรแกรมฐานข้อมูล 48

3.15 โฟลว์ชาร์ตโปรแกรมรับค่าจากเซิร์ฟเวอร์ 49

4.1 โปรแกรมไฮเปอร์เทอมินอล เซ็ต BAUD RATE 9600 BPS 53

4.2 ค่าอุณหภูมิและความชื้นที่ส่งมาผ่านทาง RS-232 53

4.3 สัญญาณคำสั่งอ่านค่า TEMPERATURE จากเซนเซอร์ 54

4.4 สัญญาณในการอ่านข้อมูล TEMPERATURE และคำสั่งอ่านค่า HUMIDITY จากเซนเซอร์ 55

4.5 สัญญาณในการอ่านข้อมูล HUMIDITY จากเซนเซอร์ 56

4.6 อุณหภูมิและความชื้นที่แสดงบนจอ LCD 57

4.7 เปรียบเทียบค่าอุณหภูมิและความชื้น 58

4.8 กราฟเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิระหว่างวงจรกับเครื่องวัด 58

4.9 กราฟเปรียบเทียบค่าความชื้นระหว่างวงจรและเครื่องวัด 59

4.10 วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ต่อกับเซนเซอร์และ MAX232 59

4.11 จีเอสเอ็มจีเอสเอ็มโมดูลส่งข้อมูลผ่านไฮเปอร์เทอมินอล ไปเครื่องเซิร์ฟเวอร์ 60

4.12 โปรแกรม NETBEANS รับข้อมูลจากจีเอสเอ็มโมดูล 60

4.13 ตารางแสดงข้อมูลในฐานข้อมูล 61

4.14 หน้าหลักของเว็บไซต์ 61

4.15 แสดงข้อมูลผ่านทางเว็บไซต์ 62

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่

2.1 ขาสัญญาณของ SHT-15 11

2.2 ชุดคำสั่งของ SHT-15 14

2.3 ค่า D_1, D_2 ขนาด 14 บิต, 12 บิต ที่แรงดัน 5 และ 3 V 14

2.4 คำสั่ง AT#LTCPSTART 21

2.5 ชนิดของตัวแปรในโปรแกรม PIC C COMPILER 23

2.6 ตัวกระทำทางคณิตศาสตร์ 24

2.7 ตัวกระทำระดับบิต 25

2.8 ตัวกระทำเปรียบเทียบ 25

2.9 ตัวกระทำลอจิก 26

2.10 รูปแบบคำสั่งทั่วไปที่ใช้กับไมโครคอนโทรลเลอร์PIC 27

2.11 ขนาดและค่าเริ่มต้นของข้อมูลแต่ละชนิด 34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบัน เทคโนโลยีการสื่อสาร ได้เข้ามามีบทบาทในการใช้ชีวิตประจำวัน เป็นอย่างมากการติดต่อสื่อสารต่างๆก็มักจะเป็นแบบไร้สายเป็นส่วนใหญ่ การส่งข้อมูลก็จะเป็นแบบ GSM หรือ GPRS ซึ่งทำได้รวดเร็วขึ้นกว่าเดิมโครงงานนี้จึงได้เห็นถึงประโยชน์และความสามารถของ GSM Moduleจึงได้นำมาใช้ร่วมกับอุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้น และเทคโนโลยีแบบไร้สาย (Wireless Communication Technology) เพื่อใช้ในการตรวจสอบสภาพแวดล้อมในสถานที่ที่เราต้องการ ซึ่งการตรวจวัดนั้นไม่จำเป็นที่จะต้องเข้าไปเก็บข้อมูลด้วยตัวเอง เราจึงนำ GSM Module เข้ามาประยุกต์เป็นตัวส่งข้อมูลที่วัดได้ให้กับเครื่องเซิร์ฟเวอร์ โดยเมื่อเราต้องการทราบข้อมูลก็สามารถทำได้โดยการเข้าไปดูทางอินเทอร์เน็ตได้

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อสร้างระบบตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้น

1.2.2 เพื่อศึกษาการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC เบอร์16F877A

1.2.3 เพื่อศึกษาเทคโนโลยีการสื่อสาร แบบไร้สาย (Wireless Communication Technology)

1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์

1.3.1 สามารถตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้น

1.3.2 สามารถแสดงค่าอุณหภูมิและความชื้นทางหน้าจอ LCD

1.3.3 สามารถส่งข้อมูลที่ตรวจวัดได้มายังผู้ใช้โดยเทคโนโลยีการสื่อสารแบบไร้สาย (Wireless Communication Technology)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

2.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์ (PIC16F877A)

PIC คือ ไมโครคอนโทรลเลอร์อีกตระกูลหนึ่ง ย่อมาจากคำว่า Peripheral Interface Controller ซึ่ง concept ของ microcontroller ตระกูลนี้ก็คือ พยายามรวมทุกอย่างเอาไว้ในตัวของมันไม่ว่าจะเป็น PROGRAM MEMROY, RAM, EEPROM, SERIAL, PWM, A/D ฯลฯ โดยไม่จำเป็นต้องต่ออุปกรณ์เสริมจากภายนอก และในตัวของ PIC จะมีฟังก์ชันที่ใช้ในการประมวลผลรวมทั้งหน่วยความจำ ซึ่งทำให้มันมีลักษณะเหมือนกับ CPU

2.1.1 โครงสร้างและสถาปัตยกรรมของ PIC16F877A

ไมโครคอนโทรลเลอร์ ได้มีการคิดค้นและพัฒนาระบบมาอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้มีศักยภาพในการทำงานสูงขึ้น ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC ของทางบริษัท Microship เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มีฟังก์ชันการใช้งานต่างๆมากมาย เช่น โมดูล Analog to Digital, Timer/Counter, USART,SPI และอื่น ๆ ซึ่งส่วนต่างๆ เหล่านี้จะถูกสร้างรวมอยู่ภายในซีพียูเพียงตัวเดียว ทำให้สามารถทำงานได้หลาย ๆ อย่าง และสามารถลดในส่วนของฮาร์ดแวร์บางอย่างลง ส่วนในเรื่องของความเร็วซีพียูตระกูลนี้จะใช้เวลาในการกระทำคำสั่งต่าง ๆ เพียง 1 หรือ 2 ไซเคิลต่อคำสั่งเท่านั้น โดยการทำงานนี้เป็นลักษณะไปป์ไลน์ (Pipe Line) ทำให้มีความเร็วในการทำงานมากกว่าซีพียูทั่วไป (ที่ความถี่เดียวกัน) และมีสถาปัตยกรรมภายในดังภาพที่ 2.1 คุณสมบัติต่าง ๆ ของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877A สามารถสรุปอย่างคร่าว ๆ ได้ดังนี้

1) 35 ชุดคำสั่ง

2) ใ นการปฏิบัติงานคำสั่งต่าง ๆ จะใช้ไซเคิลเดียวและ 2 ไซเคิลในคำสั่งที่เป็นการกระโดด

3) ความถี่สูงสุดที่ทำงานได้คือ 20 MHz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) การทำงานจะเป็นลักษณะไปป์ ไลน์ทำให้มีการทำงานที่เร็วขึ้น

5) หน่วยความจำโปรแกรมแบบแฟลชขนาด 8k (14-Bit Word)

6) หน่วยความจำข้อมูลแบบแรม 368 ไบต์

7) หน่วยความจำข้อมูลแบบอีอีพรอม 256 ไบต์

8) สามารถตอบสนองการอินเตอร์รัพต์ได้ 14 แหล่ง

9) สแต็ก 8 ระดับ

10) เพาเวอร์ออนรีเซต (POR), เพาเวอร์อัพไทเมอร์ (PWRT) และ Oscillator Start-Up Time

11) สามารถเลือกการป้องกันข้อมูลได้ (Code Protection)

12) โหมดประหยัดพลังงาน (Sleep Mode)

13) เลือกโหมดของ สัญญาณนาฬิกาได้หลายโหมด

14) สามารถโปรแกรมโดยใช้แรงดัน +5 โวลต์ได้

15) ฟังก์ชันการโปรแกรมแบบ ICSP (In – Circuit Serial Programming)

16) ทำงานที่ไฟเลี้ยง 2.0 ถึง 5.5 โวลต์

17) Timer/Counter จำนวน 3 ตัวคือ Timer0, Timer1 และTimer2

18) โมดูล Capture/Compare/PWM จำนวน 2 ชุด

19) Analog to Digital Converter ความละเอียด 10 บิต 8 แชนแนล

20) มีโมดูลการสื่อสาร USART

21) มีโมดูลตรวจจับระดับแรงดันไฟเลี้ยง Brow – Out Reset (BOR)

22) มีพอร์ต I/O 5 พอร์ต ประกอบด้วย A, B, C, D, E แต่ละพอร์ตจะมีจำนวนบิตไม่เท่ากัน

PORTA = RA0 – RA5 จำนวน 6 บิต

PORTB = RB0 – RB7 จำนวน 8 บิต

PORTC = RC0 – RC7 จำนวน 8 บิต

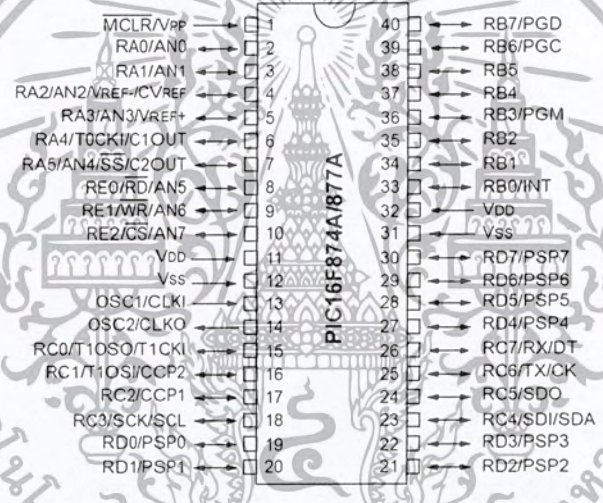
PORTD = RD0 – RD7 จำนวน 8 บิต

PORTE = RE0 – RE2 จำนวน 3 บิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 ลักษณะการจัดขาของ PIC16F77A

ขาสัญญาณของ PIC16F877A นี้จะมีทั้งหมด 40 ขาดังแสดงในรูปที่ 2.1 ประกอบไปด้วยขาที่ทำหน้าที่ต่าง ๆ โดยจะมีขาสัญญาณ I/O Ports ทั้งหมดจำนวน 33 ขา สามารถนำไปใช้เป็นอินพุต/เอาต์พุตได้ทั้งหมดทุกขา ยกเว้นขา RA4 ซึ่งโครงสร้างภายในเป็นแบบ Open Drain ดังนั้นหากต้องการนำไปใช้เป็นขาสัญญาณเอาต์พุต จะต้องต่อตัวต้านทานพูลอัพ (Pull – Up) ไว้ด้วย ส่วนขาที่เหลือสามารถใช้งานได้ตามปกติ นอกจากขาสัญญาณ I/O แล้ว ยังประกอบไปด้วยขาสัญญาณอื่นๆอีกคือ ขาไฟเลี้ยง, กราวนด์, ขารีเซ็ต และขาออสซิลเลเตอร์



รูปที่ 2.1 สถาปัตยกรรมภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877A

หน้าที่การทำงานของขาสัญญาณต่าง ๆ สามารถสรุปได้ดังนี้

1) ขา MCLR/VPP (ขา 1) ใช้ต่อสัญญาณรีเซ็ตแอคทีฟ 0 หรือใช้สำหรับป้อนแรงดัน

2) ขา OSC1/CLKI (ขา 9) ใช้ต่อสัญญาณอินพุตสัญญาณนาฬิกาของซีพียู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) ขา OSC2/CLKO (ขา 14) เป็นขาเอาต์พุตของสัญญาณนาฬิกา (1/4 ของ CLKI) และใช้ต่อร่วมกับขา OSC1 เพื่อกำเนิดสัญญาณนาฬิกา ในกรณีที่ใช้กับคริสตอล หรือวงจรเรโซเนเตอร์

4) ขา VSS (ขา 12, 31) ใช้สำหรับต่อกราวนด์

5) ขา VDD (ขา 11, 32) ใช้สำหรับต่อแรงดันไฟเลี้ยง

6) ขา RA0 – RA5 (ขา 2 – 7) ขาสัญญาณอินพุต/เอาต์พุต พอร์ต A การกำหนดว่าเป็นอินพุตหรือเอาต์พุตขึ้นอยู่กับการกำหนดข้อมูลให้รีจิสเตอร์ TRISA ถ้าให้บิตใดเป็น 1 บิตนั้นจะเป็นอินพุตและถ้าให้เป็น 0 บิตนั้นจะเป็นเอาต์พุต

7) ขา AN0 – AN7 (ขา 2 – 5, 7 – 10) ใช้สำหรับรับสัญญาณแอนะลอก

8) ขา VREF- (ขา 4) ขาสัญญาณแรงดันอ้างอิงลบของ A/D

9) ขา VREF+ (ขา 5) ขาสัญญาณแรงดันอ้างอิงบวกของ A/D

10) ขา T0CKI (ขา 6) ใช้สำหรับป้อนอินพุตสัญญาณนาฬิกาของ Timer 0

11) ขา SS (ขา 7) เป็นขาสัญญาณ Slave Select ใน โหมด Synchronous Serial Port

12) ขา RB0 – RB7 (ขา 33 – 40) ขาสัญญาณอินพุต/เอาต์พุตพอร์ต B การกำหนดว่าเป็นอินพุตหรือเอาต์พุตขึ้นอยู่กับการกำหนดข้อมูลให้รีจิสเตอร์ TRISB ถ้าให้บิตใดเป็น 1 บิตนั้นจะเป็นอินพุต และถ้าให้เป็น 0 บิตนั้นจะเป็นเอาต์พุต

13) ขา INT (ขา 33) ใช้สำหรับรับสัญญาณอินเตอร์รัพต์

14) ขา PGM (ขา 36) ใช้สำหรับการโปรแกรมแบบแรงดันต่ำ

15) ขา PGC (ขา 39) ใช้เป็นขาสัญญาณนาฬิกาในโหมดการโปรแกรม

16) ขา PGD (ขา 40) ใช้เป็นขาสัญญาณข้อมูลในการโปรแกรม

17) ขา RC0 – RC7 (ขา 33, 16 – 18, 23 – 16) ขาสัญญาณอินพุต/เอาต์พุต พอร์ต C การกำหนดว่าเป็นอินพุตหรือเอาต์พุตขึ้นอยู่กับการกำหนดข้อมูลให้รีจิสเตอร์ TRISC ถ้าให้บิตใดเป็น 1 บิตนั้นจะเป็นอินพุต และถ้าให้เป็น 0 บิตนั้นจะเป็นเอาต์พุต

18) ขา T1OSO/T1CKI (ขา 33) เป็นขาเอาต์พุตสัญญาณออสซิลเลเตอร์ และขาอินพุตสัญญานาฬิกาของ Timer1

19) ขา T1OSI/CCP2 (ขา 16) เป็นขาอินพุตสัญญาณออสซิลเลเตอร์ของ Timer1 และขาสัญญาณ Capture 2 input/Compare 2 output/PWM 2 output

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

20) CCP1 (ขา 17) ขาสัญญาณ Capture 1 input/Compare 1 output/PWM 1output

21) ขา SCK/SCL (ขา 18) ใช้เป็นขาอินพุตสัญญาณนาฬิกาในการสื่อสารแบบSynchronousและขาสัญญาณนาฬิกาในโหมด I2C และ SPI

22) ขา SDI/SDA (ขา 23) เป็นขาอินพุตสัญญาณข้อมูลในโหมด SPI และขาอินพุต/เอาต์พุตสัญญาณข้อมูลในโหมด I2C

23) ขา SDO (ขา 24) ขาเอาต์พุตสัญญาณข้อมูลในโหมด SDI

24) ขา TX/CX (ขา 25) ขาเอาต์พุตสัญญาณด้านส่งในการสื่อสาร แบบ USART และขาสัญญาณนาฬิกาในโหมด การสื่อสารแบบ Synchronous

25) ขา RX/DT (ขา 26) ขาอินพุตสัญญาณด้านรับของการสื่อสาร แบบ USART และขาสัญญาณข้อมูลในการสื่อสารแบบ Synchronous

26) ขา RD0/PSP0 – RD7/PSP7 (ขา 19 – 22, 27 – 30) ขาสัญญาณอินพุต/เอาต์พุตพอร์ต D การกำหนดว่าเป็นอินพุตหรือเอาต์พุตขึ้นอยู่กับการกำหนดข้อมูลให้รีจิสเตอร์ TRISD ถ้าให้บิตใดเป็น 1 บิตนั้นจะเป็นอินพุตและถ้าเป็น 0 บิตนั้นจะเป็นเอาต์พุต และสามารถใช้เป็น Slave Port กรณีติดต่อกับระบบบัสของไมโครโปรเซสเซอร์

27) ขา RE0 - RE2 (ขา 8 – 10) ขาสัญญาณอินพุต/เอาต์พุตพอร์ต E การกำหนดว่าเป็นอินพุตหรือเอาต์พุตขึ้นอยู่กับการกำหนดข้อมูลให้รีจิสเตอร์ TRISE บิตที่0 ถึง 2 ถ้าให้บิตใดเป็น 1 บิตนั้นจะเป็นอินพุต และถ้าเป็น 0 บิตนั้นจะเป็นเอาต์พุต

28) ขา RD (ขา 8) ใช้เป็นขาสัญญาณควบคุมการอ่านในโหมด Parallel Slave Port

29) ขา WR (ขา 9) ใช้เป็นขาสัญญาณควบคุมการเขียนในโหมด Parallel Slave Port

30) ขา CS (ขา 10) ใช้เป็นขาสัญญาณควบคุม ช่อง ip Select ในโหมด Parallel Slave Port

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

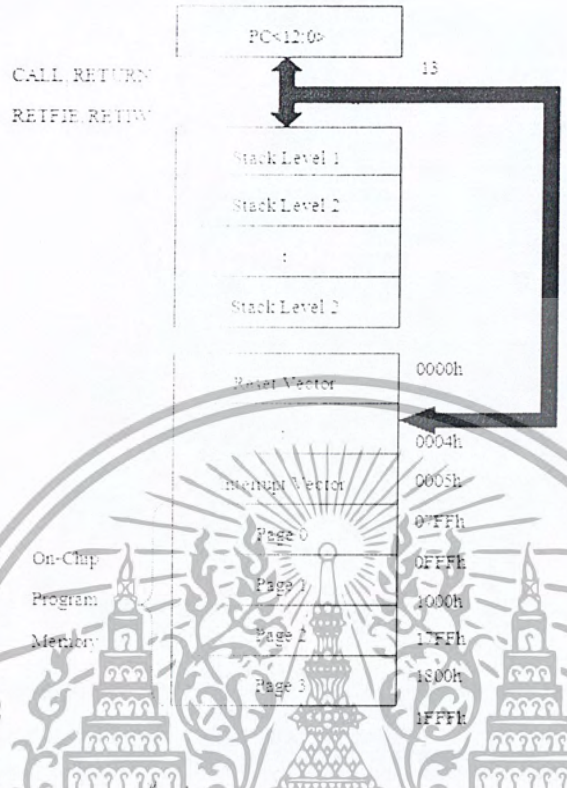
2.1.3 หน่วยความจำภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877A

หน่วยความจำ เป็นส่วนประกอบที่สำคัญสำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์ เป็นพื้นที่สำหรับเก็บออปโค้ดโปรแกรมและข้อมูลอื่นๆ ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC16F87X จะมีหน่วยความจำภายใน แบ่งออกเป็น 3 ส่วนด้วยกันคือ หน่วยความจำโปรแกรม, หน่วยความจำข้อมูล และหน่วยความจำข้อมูลอีอีพรอม

2.1.3.1 หน่วยความจำโปรแกรม

หน่วยความจำโปรแกรมเป็นพื้นที่ที่มีไว้ สำหรับใช้ในการเก็บซอร์สโค้ดโปรแกรม โดยจะเป็นหน่วยความจำแบบแฟลช จึงสามารถทำการเขียนและลบได้หลายครั้ง ทำให้สะดวกต่อการทดลองพัฒนาโปรแกรม โดยมีโปรแกรมเคาน์เตอร์ขนาด 13 บิต ซึ่งสามารถอ้างอิงตำแหน่งข้อมูลถึง 8 กิโลเวิร์ดตั้งแต่แอดเดรส 0000h ถึง 1FFFh ดังภาพที่ 2.2 หน่วยความจำโปรแกรม ของ PIC16F877A นี้จะมีขนาด 8 k×14 บิตเวิร์ด(8 กิโลเวิร์ด) แบ่งออกเป็น 4 Page จำนวนPage ละ 2 กิโลเวิร์ด ดังจะเห็นได้จากรูปที่ 2.2 จะมีรีเซตเวกเตอร์อยู่ที่ตำแหน่ง 0000h และอินเตอร์รัพท์เวกเตอร์อยู่ที่ 0004h ซึ่งจะเห็นได้ว่ามีแอดเดรสเวกเตอร์ของการอินเตอร์รัพท์อยู่ที่ตำแหน่งเดียว แต่ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F87X นั้นมีแหล่งกำเนิดสัญญาณอินเตอร์รัพท์ได้ถึง 14 แหล่ง ซึ่งเมื่อเกิดอินเตอร์รัพต์จากแหล่งใดก็ตาม ซีพียูจะกระโดดไปทำงานในตำแหน่งแอดเดรสเดียวกันนั้น คือแอดเดรส 0004h ดังนั้นเราจึงไม่สามารถลำดับความสำคัญของการอินเตอร์รัพท์ได้ ส่วนหน่วยความจำสแต็กจะมีขนาดความลึก 8 ระดับและไม่สามารถเข้าถึงได้โดยตรง จากการเขียนโปรแกรมไม่มีคำสั่ง PUSH –POP เหมือนกับซีพียูตระกูลอื่นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 การจัดพื้นที่ของหน่วยความจำโปรแกรมของ PIC16F877A

2.1.3.2 หน่วยความจำของมูล

หน่วยความจำข้อมูลนี้ จะประกอบไปด้วยพื้นที่ของรีจิสเตอร์ใช้งานทั่วไป (General Purpose Register) ขนาด 368 ไบต์ และพื้นที่ของรีจิสเตอร์ฟังก์ชันพิเศษ (SpecialFunction Register) ซึ่งพื้นที่ของหน่วยความจำเหล่านี้จะถูกแบ่งออกเป็น 4 แบงก์ การเข้าถึงข้อมูลในแต่ละส่วนต้องกำหนด แบงก์ข้อมูลที่เราต้องการเข้าถึง โดยการกำหนดค่าในรีจิสเตอร์ที่ทำหน้าที่เลือกแบงก์ คือ RP0 และ RP1 โดยจะอยู่ในรีจิสเตอร์ STATUS บิตที่ 5 และตามลำดับซึ่งค่าต่างๆ

2.1.3.3 หน่วยความจำข้อมูลอีอีพรอม

PIC16F877A มีหน่วยความจำอีอีพรอมจำนวน 256 ไบต์ โดยสามารถอ่านและเขียนในขณะทำงานปกติได้ แต่ต้องไม่มีการ Enable Code Protect Bit โดยการเข้าถึงนั้นจะต้องทำผ่านรีจิสเตอร์พิเศษ 4 ตัวคือ EECON1 ทำหน้าที่ควบคุมการเข้าถึงหน่วยความจำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

EECON2 ทำหน้าที่จัดลำดับการเขียนข้อมูล, EEDATA เป็นบัฟเฟอร์ใช้เก็บข้อมูล 8 บิต สำหรับการอ่านและเขียน และEEADR เป็นรีจิสเตอร์ที่เก็บแอดเดรส 00h – FFh (256 ไบต์) ข้อมูลที่ถูกเขียนลงในหน่วยความจำแบบอีอีพรอมจะคงสถานะเดิมอยู่ตลอด แม้จะไม่มีการจ่ายไฟเลี้ยงให้กับซีพียูแล้วก็ตาม ซึ่งในการอ่านและเขียนข้อมูลของอีอีพรอมนี้ ไม่สามารถใช้คำสั่งโอนย้ายข้อมูลแบบปกติเหมือนที่ใช้กับหน่วยความจำประเภทแรมแต่จะต้องใช้กระบวนการพิเศษผ่านรีจิสเตอร์พิเศษทั้ง 4 ตัว

2.1.4 ความเร็วของ PIC

ภาคของความถี่สัญญาณนาฬิกา ปัจจุบันสามารถทำสัญญาณนาฬิกาได้ที่ 20 MHz ซึ่งทำให้หนึ่งคำสั่งของ PIC ใช้เวลาเพียง 0.25 µSec แต่อย่างไรก็ตามได้มีบริษัทอื่นได้ซื้อลิขสิทธิ์ PIC จาก microship และได้สร้าง chip ที่มีความเร็วได้มากกว่าเดิมขึ้นไปอีก

2.1.5 ชนิดของ PIC

MCU ในตระกูล PIC ถ้าแบ่งออกตามชนิดของ PROGRAM MEMORY แบ่งได้เป็น 3 แบบ

2.1.7.1 OTP(One Time Programmable) OTP เป็น chip ที่มีราคาถูกที่สุดในสามประเภทสาเหตุก็มาจากคำว่า chip แบบ OTP จะสามารถทำการโปรแกรมได้แค่ครั้งเดียวเท่านั้น หลังจาก chip ได้ถูกโปรแกรมไปแล้วจะไม่สามารถโปรแกรมเข้าไปใหม่ได้อีก ดังนั้น chip ประเภทนี้จะนิยมใช้หลังจากได้พัฒนาโปรแกรมจนกระทั่งจุดบกพร่องต่างๆในโปรแกรมไม่มีอีกแล้วเพราะจะมีต้นทุนต่ำเมื่อเทียบตัว memory ประเภทอื่น จะมีตัวอักษร C แสดงบนตัว chip เช่น 16C84, 16C74

2.1.7.2 EPROM(Erasable Programmable ROM) EPROM เป็น chip ที่มี program memory ที่เมื่อเขียนโปรแกรมเข้าไปแล้วสามารถโปรแกรมใหม่ด้วยการลบโปรแกรมเดิมโดยให้แสง UV (Ultra Violet) ส่องผ่านเข้าไปยัง chip ประมาณ 5-10 นาที ดังนั้น ที่ด้านบนของ chip จะมีกรอบกระจกเพื่อให้แสง UV สามารถส่งผ่านเข้าไปในตัว chip ได้ แต่ก็มีจำนวนครั้งในการลบโปรแกรมเช่นกัน เมื่อลบโปรแกรมด้วยแสง UV มากๆ ตัว chip ก็จะหมดอายุเร็วขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.7.3 EEPROM/Flash (Electronically Erasable Programmable ROM) EEPROM/Flash เป็น chip ที่ออกมาไม่กี่ปีนี้เอง ส่วนของ program memory สามารถอ่านหรือเขียนด้วยสัญญาณทางไฟฟ้า ใช้เวลาในการลบข้อมูลไม่กี่วินาที และสามารถลบและเขียนใหม่ได้หลายพันครั้ง ทำให้เป็นที่นิยมที่สุดใน 3 ประเภท มีตัวอักษร F เป็นตัวบอก เช่น 16F84, 16F877A

2.2 ส่วนเซนเซอร์อุณหภูมิและความชื้น (SHT-15)

ส่วนวัดผลทางอุณหภูมิและความชื้นจะวัดค่าโดยใช้เซนเซอร์ SHT-15ดังรูปที่ 2.3 ซึ่ง SHT-15 จะมีตัวแปลงสัญญาณอนาลอก ไปเป็นสัญญาณดิจิตอล (A/D) ภายในตัว SHT-15 เป็นอุปกรณ์ที่ให้ค่าเอาต์พุตเป็นข้อมูลดิจิตอล ซึ่งค่าที่ได้ต้องนำมาผ่านการคำนวณตามสมการมาตรฐานของอุปกรณ์ จึงจะ ได้ค่าเอาต์พุตที่แท้จริงเป็นค่าของอุณหภูมิและความชื้น ส่วนลักษณะขาของ SHT-15 จะมีลักษณะดังรูปที่ 2.4

รูปที่ 2.3 ไอซี SHT-15

2.2.1 คุณสมบัติของ SHT-15

1)มีแพ็คเกจแบบ LCC (Leadless Chip Carrier)

2)สามารถวัดได้ทั้งอุณหภูมิและความชื้น

3)สามารถวัดอุณหภูมิได้ตั้งแต่ -40-123.8°C ความละเอียดในการวัด 0.1°C

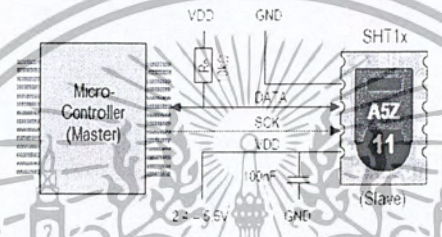
4)สามารถวัดความชื้นสัมพัทธ์ได้ตั้งแต่ 0-100%RH ความละเอียดในการวัด 0.1%RH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5) ใช้แหล่งจ่ายไฟ +5 V กินกระแสต่ำ

6) ใช้สัญญาณในการควบคุม 2 เส้น คือ DATA และ CLOCK ภายใต้มาตรฐาน I^2C

7) มีความแม่นยำในการวัดอุณหภูมิที่ ±0.5°C ส่วนความชื้นที่ ±2.0%RH



รูปที่ 2.4 ลักษณะขาของ SHT-15

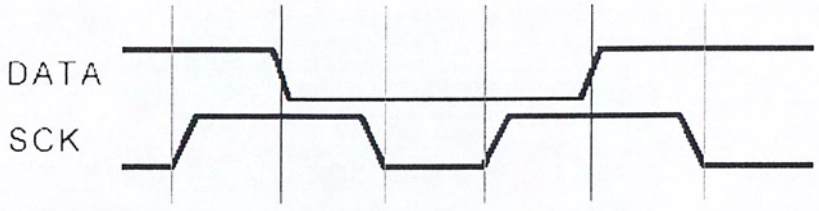
2.2.2 ขาสัญญาณของ SHT-15 ขาสัญญาณของ SHT-15 ดูได้จากตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ขาสัญญาณของ SHT-15

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3 TRANSMISSION START



รูปที่ 2.5 สัญญาณ Transmission Start

ลักษณะเงื่อนไขของสัญญาณมีลักษณะเป็น

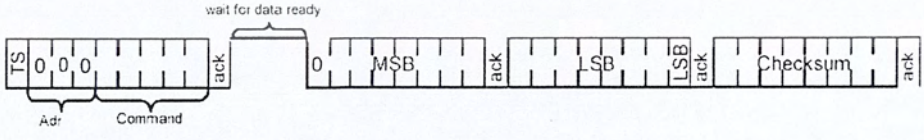
- ดาต้า เปลี่ยนจาก 1 เป็น 0 ขณะที่ SCK ลูกแรก เป็น 1
- ดาต้า เปลี่ยนจาก 0 เป็น 1 ขณะที่ SCK ลูกที่2 เป็น 1

2.2.4 CONNECTION RESET SEQUENCE

เมื่อขาดการติดต่อกับอุปกรณ์ ให้ส่ง SCK ไปอย่างน้อย 9 ลูก ขณะที่ดาต้า เป็น 1 แล้วตามด้วย Transmission Start

2.2.5 การอ่านข้อมูลจากเซนเซอร์

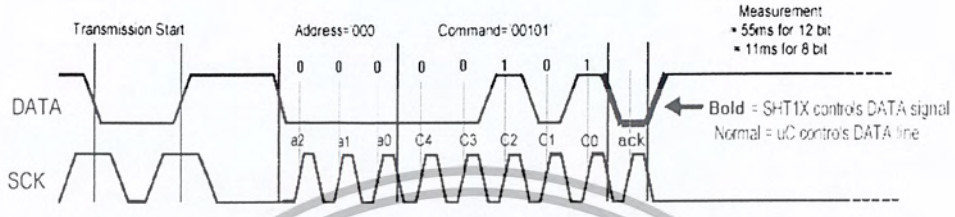
ชุดคำสั่งประกอบด้วย Transmission Start + Address + Command โดย Address = 000 3 + command 5 bit ชุดคำสั่งดูได้จากตารางที่ 2.2



รูปที่ 2.6 การรับส่งข้อมูล

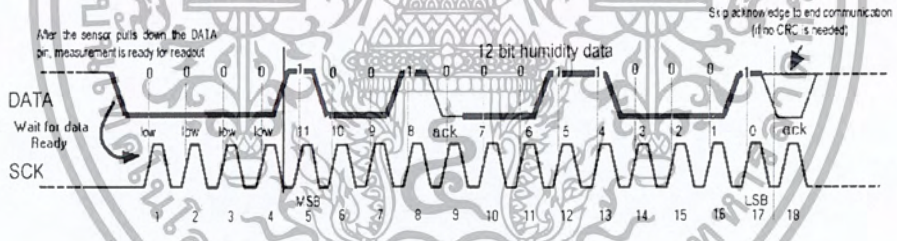
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การอ่านค่าอุณหภูมิและค่าความชื้นสัมพัทธ์ ตัวอย่างเมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์ต้องการอ่านค่า Humidity จากเซนเซอร์ ซึ่งมี address = 000 และคำสั่ง = 00101 จะมีชุดคำสั่งดังรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 ลักษณะสัญญาณในการอ่านข้อมูลจากเซนเซอร์

เมื่อเซนเซอร์รับทราบคำสั่งแล้วจะส่ง acknowledge (ACK) ด้วยการดึงขาดาต้า ลงเป็น 0 (เส้นทึบ)



รูปที่ 2.8 ลักษณะสัญญาณในการอ่านข้อมูล T/H 2 ไบต์จากเซนเซอร์

ข้อมูลของ temperature มีขนาด 14 บิตและ humidity มีขนาด 12 บิต (สามารถเปลี่ยนได้เป็น 12 และ 8 บิต โดย status register)

เมื่อได้รับ acknowledge แล้วให้ไมโครคอนโทรลเลอร์รอสักครู่ประมาณ >210 ms เพื่อให้ เซนเซอร์ พร้อม แล้วจึงส่งสัญญาณ SCK ต่อไปอีก 2 ไบต์ สำหรับรับข้อมูล และ 1 ไบต์ สำหรับ ข้อมูลตรวจสอบ ความผิดพลาด (CRC)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 2.8 จะสามารถอ่านข้อมูล 12 bit ของ Humidity (4 bit แรกเป็น 0 เสมอ) ได้เป็น 0000 1001 0011 1001 0011 0001 = 2353(dec) = 75.79%RH เมื่อได้ข้อมูลครบแล้วหากต้องการ CRC ให้ตอบ acknowledge ด้วยการดึงขาดาต้า ลงเป็น 0 หากไม่ต้องการก็ข้ามขั้นตอนนี้ไป

ตารางที่ 2.2 ชุดคำสั่งของ SHT-15

Command	**Code**	**Describtion**
Reserved	0000x	Reserved
Measure Temperature	00011	Temperature measurement
Measure Humidity	00101	Humidity measurement
Status Register Read	00111	Read access to the status register (see application note)
Status Register Write	00110	Write access to the status register (see application note)
Reserved	0101x-1110x	Reserved
Soft reset	11110	resets the chip, clears the status register to default values wait 11ms before next command

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

2.2.6 การคำนวณค่า Temperature และ Humidity

ตารางที่ 2.3 หาค่า d_1, d_2 ขนาด 14 บิต, 12 บิต ที่แรงดัน 5 และ 3 V

	Celsius		**Fahrenheit**	
SOT	d_1	d_2	d_1	d_2
14bit 5V	-40	0.01	-40	0.018
12bit 5V	-40	0.04	-40	0.072

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 หาค่า d_1, d_2 ขนาด 14 บิต, 12 บิต ที่แรงดัน 5 และ 3 V (ต่อ)

	Celsius		Fahrenheit	
SOT	d_1	d_2	d_1	d_2
14bit 5V	-38.4	0.0098	-37.1	0.0176
12bit 5V	-38.4	0.0392	-37.1	0.0704

การเปลี่ยนข้อมูลดิจิตอลเป็นข้อมูล temperature จะได้ค่าของข้อมูล temperature มีลักษณะเป็นเชิงเส้นสามารถคำนวณได้โดยใช้สูตร

$$\text{Temperature} = d_1 + d_2 * SO_T \qquad (2.1)$$

เมื่อค่า SO_T = Serial Output Temperature d_1, d_2 เป็นค่าคงที่เชิงเส้นจากตาราง 2.3 เช่นอ่านข้อมูลดิจิตอลขนาด 14 บิต ได้ SO_T = 01101011111111B = 06911 dec ที่แรงดัน 5 V เมื่อต้องการอ่านค่าเป็นองศา Celsius จะได้ค่า d_1 = -40, d_2 = 0.01 เมื่อนำไปคำนวณตามสูตรของการหาค่าอุณหภูมิแล้ว ผลการคำนวณ temperature = 29.11C

การเปลี่ยนข้อมูลดิจิตอล เป็นข้อมูล Humidity ค่าของข้อมูล Humidity มีลักษณะไม่เป็นเชิงเส้น สามารถคำนวณหา RH-Linear โดยใช้สูตร

$$RH_{Linear} = C_1 + C_2 * SO_{RH} + C_3 * (SO_{RH}) \qquad (2.2)$$

เมื่อ SO_{RH} = Serial Output humidity แบบ Linear และ C_1, C_2, C_3 มีค่าเป็น

$C_1 = -4$ $C_2 = 0.0405$ $C_3 = -2.8 * 10^{-6}$ for 12 bit SO_{RH}

$C_1 = -4$ $C_2 = 0.648$ $C_3 = -7.2 * 10^{-6}$ for 8 bit SO_{RH}

เมื่อได้ค่า RH-linear และ Tc (จาก2.1) แล้ว หาค่า RH true โดยใช้สูตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$RH_{true} = (T_C - 25) * (t_1 + t_2 * SO_{RH}) + RH_{Linear} \quad (2.3)$$

เมื่อ t_1 , t_2 มีค่าเป็น

$t_1 = 0.01$ $t_2 = 0.00008$ for 12 bit SO_{RH}

$t_1 = 0.01$ $t_2 = 0.00128$ for 8 bit SO_{RH}

เช่นอ่านข้อมูลดิจิตอลขนาด 12 บิต ได้ RH-linear = 011011111111B = 1791 dec ที่แรงดัน 5 V อ่านค่า Tc = 29.11 C เมื่อต้องการคำนวณหาค่า Humidity ใช้ค่าคงที่ในการคำนวณคือ $C_1 = -4$, $C_2 = 0.0405$, $C_3 = -0.0000028$ ผลการคำนวณค่า Humidity = 60.18%

2.3 ส่วนแสดงผลทาง LCD

2.3.1 โครงสร้างและการทำงานของจอแสดงผล LCD

เป็นจอแสดงผลแบบผลึกเหลว ซึ่งเป็นการรวมตัวกัน อย่างได้สัดส่วนระหว่างของเหลวกับผลึก LCD มีข้อดีหลายประการ

1) กินพลังงานน้อย ต้องการกำลังงานน้อย แรงดันต่ำ
2) เชื่อถือได้ใช้งานได้ในช่วงอุณหภูมิที่กว้างและมีอายุการใช้งานนาน
3) ง่ายที่จะทำการควบคุมการแสดงข้อมูล
4) ราคาถูก ใช้งานได้กว้างขวาง

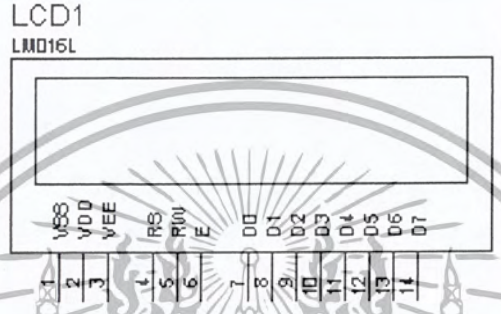
ซึ่งด้วยเหตุดังกล่าวจึงทำให้ LCD กลายเป็น ส่วนประกอบที่สำคัญของอุปกรณ์ต่างๆ ที่ผลิตออกสู่ท้องตลาดในยุคปัจจุบัน ในยุคแรกๆ จะเป็นส่วนประกอบของนาฬิกา เครื่องคิดเลข หรือเครื่องมือวัดต่างๆ และต่อมาได้มีการพัฒนาเข้ามามีบทบาทในระบบคอมพิวเตอร์อีกอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ในส่วนของการแสดงผลข้อมูลในปัจจุบัน LCD ได้เข้ามาแทนที่จอภาพแบบ CRT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

(Cathode Ray Tube) ในการแสดงผลกราฟฟิก ซึ่งมีแนวโน้มที่จะเข้ามาแทนที่จอภาพแบบ CRT

ในโครงงานนี้จะใช้ตัวแสดงผลแบบ LCD Module แบบแสดงผลตัวอักษร (Characters) ขนาด 16*2 (ขนาด 16 ตัวอักษร 2 บรรทัด)ดังรูปที่ 2.9 ต่อใช้งาน



รูปที่ 2.9 ขาสัญญาณของจอแสดงผล LCD ขนาด 16x2 บรรทัด

การใช้งานจอแสดงผล LCD ร่วมกับ PIC จะต้องเขียน โปรแกรมเพื่อควบคุมการแสดงผลที่หน้าจอ โดยการส่งข้อมูลออกทางบัสข้อมูล (Data Bus) ของจอแสดงผล LCD โดยการส่งข้อมูลมี 2 แบบ คือ แบบ 8 บิต ส่งข้อมูลออกขา D0-D7 และแบบ 4 บิตส่งข้อมูลออกขา D4-D7 นอกจากนี้ยังมีขาสัญญาณต่างๆอีกหลายขา

ขา 1 VSS ต่อลงกราวน์

ขา 2 VDD เป็นขาไฟเลี้ยงให้กับจอแสดงผล LCD ขนาด +5 VDS

ขา 3 VEE เป็นขาที่ใช้สำหรับปรับค่าความสว่างของหน้าจอแสดงผล LCD

ขา 4 RS เป็นขาแสดงสถานะของข้อมูลที่ส่งออกทางขาดาต้า ว่าเป็นคำสั่งหรือข้อมูล โดยถ้าขานี้เป็นลอจิก 0 ข้อมูลที่ส่งเข้ามาคือ คำสั่ง ถ้าขานี้เป็นลอจิก 1 ข้อมูลที่ส่งเข้ามาคือข้อมูลสำหรับแสดงผล

ขา 5 RWเป็นขาแสดงสถานะของการอ่านหรือเขียนข้อมูลของจอแสดงผล LCD โดยถ้าขานี้เป็นลอจิก 0 จะเป็นการเขียนข้อมูลลงในจอแสดงผล LCD ถ้าขาที่ลอจิก 1 จะเป็นการอ่านข้อมูลจากจอแสดงผล LCD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
119457

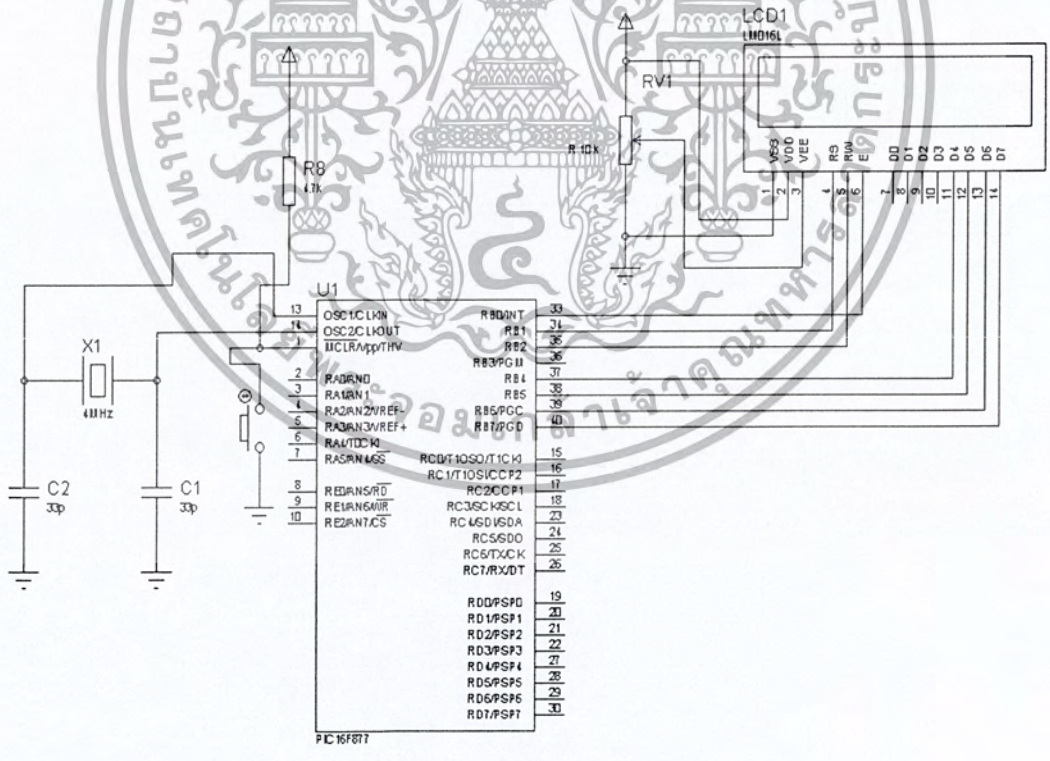
ขา 6 E เป็นขากำหนดการทำงานของจอแสดงผล LCD

ขา 7-14 (D0-D7) เป็นขาสำหรับเขียนหรืออ่านข้อมูลระหว่างจอแสดงผล LCD กับอุปกรณ์ภายนอกขนาด 8 บิต

80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	8A	8B	8C	8D	8E	8F
C0	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	CA	CB	CC	CD	CE	CF

รูปที่ 2.10 ตำแหน่งหน่วยความจำสำหรับแสดงผลของจอแสดงผล LCD 16x2

2.3.2 การเชื่อมต่อจอแสดงผล LCD แบบ 4 บิต

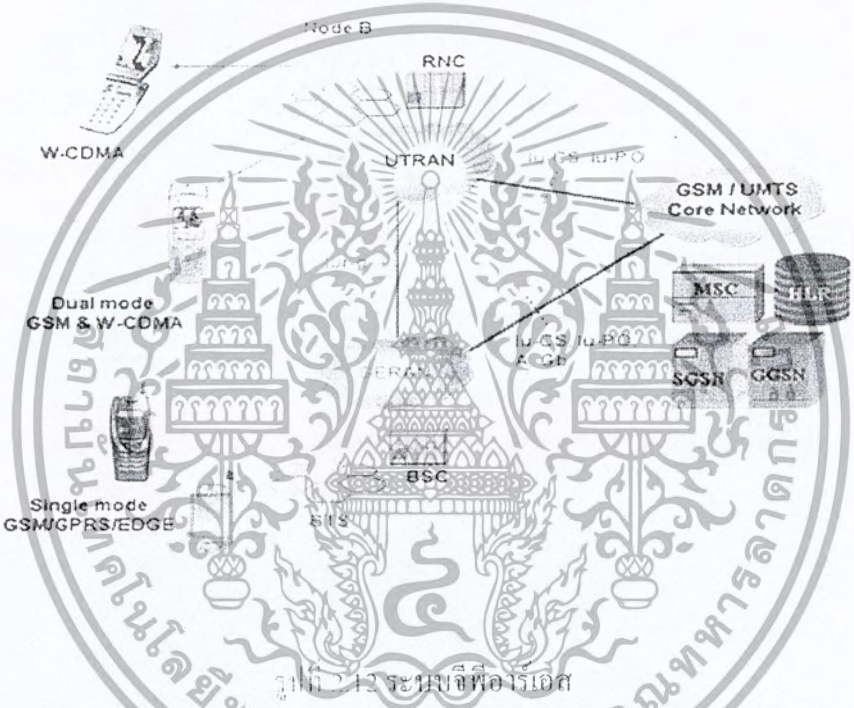


รูปที่ 2.11 การเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์กับจอแสดงผล LCD แบบ 4 บิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์กับจอแสดงผล LCD แบบ 4 บิต แตกต่างกับแบบ 8 บิต คือขาที่ใช้สำหรับส่งข้อมูลระหว่างจอแสดงผล LCD กับไมโครคอนโทรลเลอร์จะใช้ 4 ขา คือ ขา D4-D7 เท่านั้น สำหรับขาอื่นๆ ต่อเช่นเดียวกับแบบ 8 บิต

2.4 ลักษณะของการส่งจีพีอาร์เอส(GPRS)



รูปที่ 2.12 ระบบจีพีอาร์เอส

จีพีอาร์เอส (General Packet Radio Service) บริการต่างๆ ที่ผ่านทาง Radio Interface ระหว่างผู้ใช้ต้นทางและปลายทางซึ่งไม่ว่าจะเป็น แอพพลิเคชั่นเซิร์ฟเวอร์ หรือแม้แต่ตัวโทรศัพท์เคลื่อนที่เองก็ตาม จะถูกแปลงเป็นแพ็คเกจ ซึ่งมี IP Address กำกับอยู่ภายใน ซึ่งจะไม่เหมือนเดิมที่เคยใช้กัน (เดิมที่ใช้กันคือระบบ Radio Frame ที่ใช้ในการส่งข้อมูลเสียงพูดบนระบบจีเอสเอ็ม(GSM) จีพีอาร์เอสไม่ได้เป็นลักษณะที่สามารถให้บริการได้ด้วยตัวของระบบเอง แต่ตัวมันเองเป็นเพียงแค่ผู้ส่งสารให้กับ แอพพลิเคชั่น ต่างๆ ที่ต้องการใช้ความเร็วที่เพิ่มมากกว่าปกติในระบบจีเอสเอ็ม ที่เคยรองรับอยู่เดิม และระบบจีพีอาร์เอสจะต้องต่อไปยัง Packet Data Network ที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็น IP Network อีกต่อหนึ่ง ดังนั้นผู้ให้บริการระบบเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ ที่จะเปิดใช้ระบบจีพีอาร์เอส ได้นั้นจะต้องทำการติดตั้งระบบเครือข่าย ที่ประกอบด้วย 2 หน่วยหลักๆ คือ

1. SGSN (Service GPRS Supports Node)
2. GGSN (Gateway GPRS Support Node)

โดยทั้งสองหน่วยองค์ประกอบนี้จะถูกเชื่อมต่อเข้าด้วยกัน โดยมีอุปกรณ์อื่นๆ เป็นตัวช่วยเพื่อนำไปใช้ร่วมกับ Radio Interface จาก Base Station โดยผ่านตัวควบคุมที่เรียกว่า PCU (Packet Control Unit) ที่ติดตั้งไว้ที่ BSC (Base Station Controller) ทั้งนี้อาจมองได้ว่า GPRS Network เป็นอีก Network หนึ่งที่เข้าถึงโทรศัพท์เคลื่อนที่ ผ่านทาง Radio Interface ของระบบ GSM Network เดิม โดยเป็นการสื่อสารกันการรับ-ส่งข้อมูลเป็นแพ็คเกจโดยตรง ตามทฤษฎีแล้วจีพีอาร์เอส สามารถให้บริการที่ความเร็วสูงสุดถึง 171.2 kbps โดยต้องอาศัยการใช้ช่วงเวลา (Timeslot) ทั้งแปดช่วงของทั้งหมดด้วย ซึ่งนั่นหมายถึงความเร็วสูงสุดที่สูงขึ้นถึงสามเท่าของการส่งข้อมูลผ่านสายบนเครือข่ายโทรศัพท์ปัจจุบัน และสูงขึ้นมากกว่าการเชื่อมต่อแบบ CSD ใน จีเอสเอ็ม ถึงสิบเท่า จีพีอาร์เอส มีความสามารถให้บริการในรูปแบบใหม่ที่ไม่สามารถให้บริการได้บนเครือข่ายจีเอสเอ็มเดิม เพราะข้อจำกัดในด้านความเร็วในการรับส่งข้อมูลในแบบ CSD (9.6 kbps) และข้อจำกัดของขนาดของข้อมูลที่สามารถรับส่งได้ในแบบเอสเอ็มเอส(160 ตัวอักษร) จีพีอาร์เอส ทำให้สามารถให้บริการในรูปแบบต่างๆ ที่ไม่เคยมีมาก่อนบนโทรศัพท์เคลื่อนที่

2.4.1 ความหมายของคำสั่ง AT Command กับการส่งจีพีอาร์เอส

AT+CGATT=1	attach เข้ากับ network
AT+CGREG=1	register กับเครือข่ายจีพีอาร์เอส
AT#CONNECTIONSTART	ติดต่อ
AT#TCPSERVER	บอกว่าจะติดต่อกับเซิร์ฟเวอร์
AT#TCPPORT	บอกพอร์ตที่ใช้
AT#OTCP	เริ่มการติดต่อ
AT#CONNECTIONSTOP	ยกเลิกการติดต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.4 คำสั่ง AT#LTCPSTART

คำสั่ง	ค่าตอบสนอง
AT#TCPSERV=“xxx.xxx.xxx.xxx”	OK
AT#TCPPORT=”xx”	OK
AT#TCPSTART	OK OK Info_Waiting ForData
Data	Data
exit	OK

หมายเหตุ

1. xxx.xxx.xxx.xxx คือ หมายเลข IP Address ของเซิร์ฟเวอร์
2. xx คือ หมายเลขพอร์ต

2.5 พื้นฐานภาษาซี

ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นอุปกรณ์ที่ทำงานตามการโปรแกรม ซึ่งสามารถเขียนได้หลายภาษา เช่นภาษาแอสเซมบลี ภาษาซี การเขียนโปรแกรมด้วยภาษาซีจะช่วยทำให้การพัฒนาโปรแกรมสามารถทำได้เร็ว และง่ายกว่าการใช้ภาษาแอสเซมบลีและสามารถจำลองการทำงานของโปรแกรมได้ ดังนั้นในบทนี้จะนำเสนอพื้นฐานของภาษาซี โครงสร้างของภาษาซี การกำหนดตัวแปร การวนรอบ การเปรียบเทียบ การส่งค่าผ่านฟังก์ชันเพื่อเป็นความรู้พื้นฐานในการเขียนโปรแกรมเพื่อนำไปพัฒนาระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ต่อไป

2.5.1 โครงสร้างของภาษาซี

โครงสร้างของภาษาซีประกอบไปด้วยไฟล์ส่วนหัวของโปรแกรม(Header Files) และส่วนของตัวของโปรแกรม ไฟล์ส่วนหัวโปรแกรมเป็นไฟล์ที่มีส่วนขยายเป็น .h ใช้ร่วมในการคอมไพล์โปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปแบบ #include<ชื่อไฟล์.h>

เช่น #include<stdio.h>

#include<conio.h>

การประกาศไฟล์ส่วนหัวของโปรแกรม PIC C Complier ชื่อไฟล์ .h จะประกาศด้วยเบอร์ของไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้

เช่น #include<16F877A.h>

#include<16F72.h>

ส่วนของตัวโปรแกรมจะเริ่มต้นด้วยฟังก์ชัน void main( ) ซึ่งเป็นฟังก์ชันหลักของโปรแกรมมีเครื่องหมายปีกกาเปิด ({) เป็นเครื่องหมายเริ่มต้นการเขียนโปรแกรม และมีเครื่องหมายปีกกาปิด (}) เป็นเครื่องหมายจบโปรแกรมภายในฟังก์ชัน main( ) จะประกอบไปด้วยชุด คำสั่งและฟังก์ชันต่างๆ ซึ่งเกือบทั้งหมดจะปิดท้ายด้วย เครื่องหมายเซมิคอลอน(;) การเขียนโปรแกรมภาษาซีจะเขียนด้วยอักษรตัวพิมพ์เล็กซึ่งภาษาซีจะแยกความแตกต่างระหว่างตัวอักษรพิมพ์เล็กและตัวอักษรพิมพ์ใหญ่ทำให้มีความหมายต่างกัน

รูปแบบ
```
void main( )
    {
        ชุดคำสั่ง;
    }
```

และส่วนของคำอธิบายจะใช้เครื่องหมาย /* และ */ ขั้นตามลำดับหรือใช้เครื่องหมาย // ซึ่งจะใช้ในการอธิบายโปรแกรมไม่มีผลต่อการคอมไพล์

เช่น
```
output_high(pin_A0);    /*ส่งข้อมูลลอจิก 1 ออกที่พอร์ต A บิต 0 */
output_low(pin_A0);     // ส่งข้อมูลลอจิก 0 ออกที่พอร์ต  A บิต 0
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไฟล์ส่วนหัวโปรแกรม
ตัวโปรแกรม

รูปที่ 2.13 โครงสร้างภาษาซี

2.5.2 ชนิดของตัวแปรในภาษาซี

ตารางที่ 2.5 ชนิดของตัวแปรในโปรแกรม PIC C Compiler

การกำหนดตัวแปร	ขนาด	ช่วงของข้อมูล	ชนิดของตัวแปร
int1	1 บิต	0 ถึง 1	integer
int	8 บิต	-128 ถึง +127	integer
int16	16 บิต	-32768 ถึง +32767	integer
int32	32 บิต	-2147483648 ถึง +2147483647	integer
signed int	8 บิต	-128 ถึง +127	signed integer
unsigned int	8 บิต	0 ถึง 255	unsigned integer
char	8 บิต	-128 ถึง +127	charater
unsigned char	8 บิต	0 ถึง 255	unsigned integer
float	32 บิต		floating point

ตัวอย่างการประกาศตัวแปร

char key;

หมายถึง การประกาศตัวแปร key เป็นตัวแปรชนิดอักษรหรือจำนวนเต็ม ขนาด 8 บิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

int1 A,B;

หมายถึง การประกาศตัวแปร A และ B เป็นตัวแปรชนิดจำนวนเต็มขนาด 1 บิต

int8 A,B;

หมายถึง การประกาศตัวแปร A และ B เป็นตัวแปรชนิดจำนวนเต็มขนาด 8 บิต

int16 A,B;

หมายถึง การประกาศตัวแปร A และ B เป็นตัวแปรชนิดจำนวนเต็มขนาด 16 บิต

float rh;

หมายถึง การประกาศตัวแปร rh เป็นตัวแปรชนิดเลขทศนิยม ใช้คำนวณเลขที่มีจุดทศนิยม

2.5.3 ตัวกระทำทางคณิตศาสตร์

ตารางที่ 2.6 ตัวกระทำทางคณิตศาสตร์

เครื่องหมาย	ความหมาย	
+	การบวก	Addition
-	การลบ	Subtraction
*	การคูณ	Multiplication
/	การหาร	Division
++	เพิ่มค่าขึ้น 1	Increment
--	ลดค่าลง 1	Decremet

ตัวกระทำเปรียบเทียบส่วนใหญ่จะใช้ร่วมกับคำสั่ง if เพื่อตรวจสอบเงื่อนไข

ตัวอย่างการใช้งานตัวกระทำเปรียบเทียบ

if(a>=0)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

printf("Positive Number");

หมายถึง ถ้า a มากกว่าหรือเท่ากับ 0 ให้พิมพ์ข้อความ Positive Number

2.5.4 ตัวกระทำระดับบิต

ตัวกระทำระดับบิตสามารถเข้าถึงข้อมูลในระดับบิตได้ จึงช่วยอำนวยความสะดวกในการเขียนโปรแกรม ตรวจสอบบิตข้อมูล ซึ่งประกอบไปด้วย ตัวกระทำกลับบิต แอนด์ ออร์ เอกซ์คลูซีฟออร์และการเลื่อนบิตแสดงดังตารางที่2.7

ตารางที่ 2.7 ตัวกระทำระดับบิต

เครื่องหมาย	ความหมาย	
~	กลับบิต	NOT
&	แอนด์	AND
|	ออร์	OR
^	เอ็กซ์คลูซีฟออร์	EXCURSIVE OR
<<	เลื่อนบิตไปทางซ้าย	SHIFT LEFT BITS
>>	เลื่อนบิตไปทางขวา	SHIFT RIGHT BITS

2.5.5 ตัวกระทำเปรียบเทียบ

ตารางที่ 2.8 ตัวกระทำเปรียบเทียบ

สัญลักษณ์	**ความหมาย**	
>	มากกว่า	Greater than
>=	มากกว่าหรือเท่ากับ	Greater than or Equal
<	น้อยกว่า	Less than

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.8 ตัวกระทำเปรียบเทียบ (ต่อ)

สัญลักษณ์	ความหมาย	
<=	น้อยกว่าเท่ากับ	Less than or Equal
==	เท่ากับหรือเท่ากัน	Equal to
!=	ไม่เท่ากับหรือไม่เท่ากัน	Not equal to

ตัวกระทำเปรียบเทียบส่วนใหญ่จะใช้ร่วมกับคำสั่ง if เพื่อตรวจสอบเงื่อนไข

ตัวอย่างการใช้งานตัวกระทำเปรียบเทียบ

```
if(a>=0)
printf("Positive Number");
```

หมายถึง ถ้า a มากกว่าหรือเท่ากับ 0 ให้พิมพ์ข้อความ Positive Number

```
if(a==1)
RunMotor();
```

หมายถึง ถ้า a มีค่าเท่ากับ 1 ให้เรียกฟังก์ชัน RunMotor

2.5.6 ตัวกระทำลอจิก

ตารางที่ 2.9 ตัวกระทำลอจิก

สัญลักษณ์	ความหมาย	
&&	และ	AND
ll	หรือ	OR
!	ไม่	NOT

ตัวกระทำทางลอจิกส่วนใหญ่จะใช้ร่วมกับคำสั่ง if เพื่อตรวจสอบ เงื่อนไขในการทำงาน ตัวอย่างตัวกระทำลอจิก

```
if(score>79 && score<101)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

printf("Grade A");

หมายถึง ถ้า score มีค่าระหว่าง 80 – 100 ให้พิมพ์ข้อความ Grade A

2.5.7 คำสั่งที่ใช้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC

การเขียนโปรแกรมภาษาซี เพื่อใช้พัฒนางานด้านไมโครคอนโทรลเลอร์ ผู้เขียนจำเป็นต้องเข้าใจโครงสร้างของภาษา และไวยากรณ์ (Syntax) ว่ามีลักษณะการเขียนอย่างไรเพราะคอมไพเลอร์ (Compiler) แต่ละบริษัทผู้ผลิตจะไม่เหมือนกัน

ตารางที่ 2.10 รูปแบบคำสั่งทั่วไปที่ใช้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC

ชนิดคำสั่ง	ความหมายของคำสั่ง
#include <16F877.h>	เป็นการประกาศ Preprocessor PIC16F877
#include "D:\test\Driver.c"	ประกาศใช้ Source file Driver.c
#user rs 232()	ประกาศDirectiveเพื่อส่งข้อมูลทางพอร์ต RS232
#define start Pin_a0	กำหนดให้ start เท่ากับ Pin_a0
#define stop Pin_b0	กำหนดให้ stop เท่ากับ Pin_b0
#define column 1 Pin_c0	กำหนดให้ column 1 เท่ากับ Pin_c0
#define row1 Pin_d0	กำหนดให้ row1 เท่ากับ Pin_d0
int k=0	ประกาศตัวแปร k ชนิด int มีค่าเท่ากับ 0
int16 Return	ประกาศตัวแปรReturn เป็นตัวแปรชนิด int 16(0-65535)
char k	ประกาศตัวแปร K ตัวแปรชนิด char
byte x	ประกาศตัวแปร X ตัวแปรชนิด byte
RUN_ RETURN ()	เรียก Function RUN_RETURN
Set_tris_a(0x00)	กำหนดพอร์ต A ให้เป็น Output
	RA3,RA2,RA1,RA0 เป็น Output

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.10 รูปแบบคำสั่งทั่วไปที่ใช้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC (ต่อ)

ชนิดคำสั่ง	ความหมายของคำสั่ง
Struct lcd_pin map {}	ประกาศโครงสร้างของ lcd_pin map
Delay_ms(2000)	หน่วงเวลา 2000 msec

2.6 ฐานข้อมูล (MySQL)

ฐานข้อมูล (MySQL) คือโปรแกรมระบบจัดการข้อมูล มีหน้าที่เก็บข้อมูลอย่างเป็นระบบ รองรับคำสั่ง SQL(Structure Query Language)เป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับเก็บข้อมูล ที่ต้องใช่ร่วมกับเครื่องมือหรือโปรแกรมอื่นอย่างบูรณาการ เพื่อให้ได้ระบบงานที่รองรับความต้องการของผู้ใช้ เช่น ทำงานร่วมกับเครื่องบริการเว็บ (Web Server) เพื่อให้บริการแก่ภาษาสคริปต์ที่ทำงานฝั่งเครื่องบริการ(Server Side Script) เช่น ภาษาพีเอชพีและเอเอสพีหรือภาษา เจเอสพี(Java Server Page) เป็นต้น หรือทำงานร่วมกับโปรแกรมประยุกต์(Application Program) เช่น ภาษา Visual Basic ภาษาจาวา หรือ ภาษาซี เป็นต้น ฐานข้อมูลเป็นระบบฐานข้อมูลแบบ Open Source Database สำหรับการจัดการระบบดาต้าเบสผ่าน SQL

2.6.1 สิ่งที่ควรเข้าใจก่อนใช้ฐานข้อมูล

1. เครื่องบริการเว็บ (Web Server) เช่น Apache, ISS หรือ PWS

2. โปรแกรมประมวลผลฝั่งเครื่องบริการ (Server Side Script) เช่น Perl, พีเอชพี, เอเอสพีและเจเอสพี เป็นต้น

3. ระบบปฏิบัติการ เช่น Windows หรือ Linux เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.2 ส่วนเชื่อมต่อกับภาษาการพัฒนาอื่นๆ

มีส่วนติดต่อ (interface) เพื่อเชื่อมต่อกับภาษาในการพัฒนาอื่นๆ เพื่อให้เข้าถึงการทำงานกับฟังก์ชันฐานข้อมูล ได้ เช่น ODBC (Open Database Connector) ซึ่งเป็นมาตรฐานกลางที่กำหนดมาเพื่อให้ใช้เป็นสะพานในการเชื่อมต่อกับโปรแกรมหรือระบบอื่นๆ เช่น MyODBC เป็นเซิร์ฟเวอร์เพื่อใช้เชื่อมต่อกับระบบปฏิบัติการ Windows, JDBC (Java Database Connector) ส่วนเชื่อมต่อสำหรับ JAVA เพื่อใช้ในการติดต่อกับฐานข้อมูล และมี API (Application Programming Interface) ต่างๆ มีให้เลือกใช้มากมายในการเข้าถึงฐานข้อมูล โดยไม่ขึ้นอยู่กับภาษาการพัฒนาภาษาใดภาษาหนึ่ง

นอกจากนี้ตัวเชื่อมต่อกับภาษาอื่นๆที่ได้กล่าวมาแล้วยังมี API ที่สนับสนุนขณะนี้คือ

1. DBI สำหรับเชื่อมต่อกับภาษา pearl
2. Ruby สำหรับเชื่อมต่อกับภาษา ruby
3. Python สำหรับเชื่อมต่อกับภาษา python
4. Net สำหรับเชื่อมต่อกับภาษา .NET framework
5. MySQL++ สำหรับเชื่อมต่อกับ C++
6. Ch สำหรับเชื่อมต่อกับ Ch (C/C++interpreter)
7. PHP สำหรับเชื่อมต่อกับภาษา PHP

2.7 ภาษาจาวา (Java)

ภาษาจาวา (Java programming language) เป็นภาษาโปรแกรมเชิงวัตถุ (Object Oriented Programming) ภาษานี้มีจุดประสงค์เพื่อใช้แทนภาษาซีพลัสพลัส (C++) โดยรูปแบบที่เพิ่มเติมขึ้นคล้ายกับ (Objective-C) แต่ออบเจ็คทีฟซี เดิมภาษานี้เรียกว่า ภาษาโอ๊ก (Oak) และแม้ว่าจะมีชื่อคล้ายกัน แต่ภาษาจาวาไม่มีความเกี่ยวข้องใด ๆ กับภาษาจาวาสคริปต์ (JavaScript) ปัจจุบันมาตรฐานของภาษาจาวาดูแลโดย Java Community Process ซึ่งเป็นกระบวนการอย่างเป็นทางการ ที่อนุญาตให้ผู้ที่สนใจเข้าร่วมกำหนดความสามารถในจาวาแพลตฟอร์มได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.1 ลักษณะโครงสร้าง และรูปแบบการเขียนโปรแกรมจาวา

2.7.1.1 โครงสร้างของคลาส

โปรแกรมที่สร้างจากภาษาจาวา ต้องสามารถสร้างออบเจ็คหรือคลาสให้ได้อย่างน้อยหนึ่งตัว โดยมีรูปแบบโครงสร้างดังนี้

class Class Name
{Data Member
Method Member

class	คือ คีย์เวิร์ดสำหรับกำหนดคลาส
Class Name	คือ ชื่อคลาส
Data Member	คือ ค่าต้าในคลาส
Method Member	คือ เมธรอดในคลาส

2.7.1.2 กฎการตั้งชื่อ (Identify)

ใช้ตั้งชื่อคลาส ชื่อค่าต้า ชื่อเมธรอด และชื่อ

- ประกอบ ด้วยตัวอักษร และหรือตัวเลข โดยตัวอักษรให้ใช้ตัวอักษรภาษาอังกฤษไม่ว่าตัวเล็กหรือตัวใหญ่ รวมถึงสัญลักษณ์พิเศษ _ หรือ $ เช่น age, name2, int2float, _name, Currency$ เป็นต้น
- ความยาวตัวอักษรไม่ควรเกิน 65535 ตัวอักษร
- ไม่ควรมีตัวเลขเป็นตัวแรก เช่น 101database, 2name ถือว่าไม่สามารถใช้ตั้งชื่อได้
- ตัวอักษรตัวเล็กและตัวใหญ่มีความแตกต่างกัน ดังนั้น Count, count และ CoUnT ทั้งสามตัวอ่านเหมือนกัน แต่ถือว่าเป็นคนละตัวกัน
- ต้องไม่ตรงกับคีย์เวิร์ดใดในภาษาจาวาดังต่อไปนี้

abstract	double	int	strictfp **	boolean
else	interface	super	break	extends
long	switch	byte	final	native

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

synchronized	case	finally	new	this
catch	float	package	throw	char
for	private	throws	class	goto *
protected	transient	const *	if	public
try	continue	implements	return	void
default	import	short	volatile	do
instanceof	static	while		

* แสดงคีย์เวิร์ดที่ไม่มีใช้ใน JDK เวอร์ชัน 1.2 ขึ้นไป

** แสดงคีย์เวิร์ดที่เพิ่มเข้ามาตั้งแต่ JDK เวอร์ชัน 1.2 ขึ้นไป

2.7.1.3 ดาต้า (Data Member)

รูปแบบ

[Access Level] [final] [static] Data Type Data Name

ดาต้า คือ ส่วนประกอบส่วนหนึ่งของคลาส ถูกกำหนดเพื่อใช้สำหรับเก็บข้อมูล เช่น คลาส Pen มีดาต้า Color ไว้เก็บข้อมูลสี

Access_Level ระดับการเข้าถึง ประกอบด้วยคีย์เวิร์ด 3 ตัวคือ public, private และ protected

- คีย์เวิร์ด public เป็นระดับการเข้าถึงข้อมูลที่ไม่มีข้อจำกัดใดๆ
- คีย์เวิร์ด private เป็นระดับการเข้าถึงข้อมูล สำหรับการใช้งานภายในคลาสเท่านั้น
- คีย์เวิร์ด protected เป็นระดับการเข้าถึงข้อมูลภายในคลาส และสำหรับคลาสที่สืบทอดมา (Inherit) แต่ต้องอยู่ในแพ็คเกจ (package) เดียวกัน
- ถ้าไม่ระบุคีย์เวิร์ด เป็นระดับการเข้าถึงข้อมูลภายในคลาสและอยู่แพ็คเกจเดียวกัน

final เป็นคีย์เวิร์ดตัวหนึ่งซึ่งใช้บอกว่าดาต้าตัวนั้นใช้สำหรับเก็บข้อมูลโดยที่ข้อมูลจะไม่สามารถทำการเปลี่ยนแปลงได้ ไม่ว่าในกรณีใดๆ ปกติจะใส่คีย์เวิร์ดนี้ไว้เมื่อต้องการให้ดาต้าเก็บข้อมูลที่เป็นข้อมูลที่ คงที่ (Constant) ตลอดการทำงานของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

static เป็นคีย์เวิร์ด สำหรับใช้บอกถึงคุณลักษณะพิเศษในการใช้งาน เมื่อมีการกำหนดให้ดาต้าใดๆนำหน้าด้วยคีย์เวิร์ด static แล้ว ดาต้าตัวนั้นจะมีคุณลักษณะดังนี้

• ดาต้า จะถูกโหลดลงในหน่วยความจำและพร้อมที่จะถูกใช้งานในทันทีเมื่อมีการอ้าง ถึง ตามข้อกำหนดของระดับการเข้าถึง (Access Level)

• ดาต้า จะอยู่ในหน่วยความจำเพียงตัวเดียว ไม่ว่าคลาสจะถูกสร้างเพื่อเป็นออบเจ็คกี่ตัวก็ตาม ดังนั้นจึงสามารถใช้ดาต้าเป็นที่เก็บข้อมูลรวมของ

2.7.1.4 เมธรอด (Method Member)

รูปแบบ

[Access_Level] [final] [static] Return_Type Method_Name (Argument_List)

{ Statement }

• Argument_List คือช่องทางสำหรับการผ่านข้อมูลเพื่อส่งให้กับเมธรอดใช้ในการทำงาน

• Statement คือคำสั่ง คีย์เวิร์ดสำหรับควบคุมการทำงาน เอ็กเพรสชั่นใดๆ เพื่อกำหนด หลักการและวิธีการประมวลผลภายในเมธรอด

• สัญลักษณ์ { และ } เป็นเครื่องหมายบ่งบอกขอบเขตของเมธรอด

```
class SimpleClass
{  void method1( )
   {          }

}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.2 ค่าคงที่ และชนิดข้อมูล

2.7.2.1 ข้อมูลค่าคงที่ (Literal)

ค่าคงที่เป็นข้อมูลที่มีค่าคงที่และถูกเขียนบรรจุลงในซอร์สโค้ดเพื่อจุดประสงค์หลายๆ อย่าง ค่าคงที่ส่วนใหญ่จะสอดคล้องกับชนิดข้อมูล คือ

• ค่าคงที่ชนิดตัวเลขจำนวนเต็ม ใช้สำหรับกำหนดค่าเลขจำนวนเต็ม เช่น 1, 46 หรือ 7048 เป็นต้น ซึ่งถือเป็นข้อมูลตัวเลขฐานสิบ สำหรับการกำหนดค่าตัวเลขจำนวนเต็มในภาษาจาวา สามารถกำหนดได้หลายฐานตัวเลข นอกเหนือจากฐานสิบ

• ค่าคงที่ชนิดตัวเลขทศนิยม ใช้สำหรับกำหนดค่าเลขจำนวนทศนิยม เช่น 12.4, 8.0, 9.33333 หรือ 24.5 เป็นต้น

• ค่าคงที่ชนิดตัวอักษร ใช้สำหรับกำหนดค่าตัวอักษร หรือพยัญชนะหนึ่งตัว ซึ่งการกำหนดต้องอยู่ในสัญลักษณ์หยาดฝน (Single Quote) เช่น ตัวเลข '4' ตัวอักษร 'A' ตัวเลข '9' หรือ ตัวอักษร '+' เป็นต้น

• ค่าคงที่ชนิดข้อความ ใช้สำหรับกำหนดค่ากลุ่มตัวอักษร ซึ่งการกำหนดต้องอยู่ในสัญลักษณ์ฟันหนู(Double Quote) เช่น "Java", "Hello! World", "How do you feel today?" เป็นต้น

• ค่าคงที่ชนิดตรรกะ ใช้สำหรับกำหนดค่าทางตรรกะ เมื่อต้องการกำหนดค่าความเป็นจริงใช้คีย์เวิร์ด true หรือเมื่อต้องการกำหนดค่าความเป็นเท็จให้ใช้คีย์เวิร์ด false

2.7.2.2 ชนิดข้อมูล (Data Type)

แบ่งเป็นชนิดข้อมูลพื้นฐาน (Privative Data Type) และชนิดข้อมูลอ้างอิง (Reference Data Type)

ชนิดข้อมูลพื้นฐาน (Primitive Data Type) หมายถึงชนิดข้อมูลที่สามารถเก็บข้อมูลที่เป็นข้อมูลทั่วไปหรือข้อมูลพื้นฐาน ภาษาจาวาถูกออกแบบให้มีชนิดข้อมูลพื้นฐานเพื่อให้ผู้ที่สนใจภาษาจาวาและเคยเขียนโปรแกรมมาก่อน สามารถเข้าใจได้อย่างไม่ยากนัก ชนิดข้อมูลพื้นฐานมี 4 ประเภทหลักๆ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

• ชนิดตัวเลขจำนวนเต็ม ใช้สำหรับเก็บข้อมูลที่เป็นเลขจำนวนเต็ม เช่น 1, 46 หรือ 7048 เป็นต้น

• ชนิดตัวเลขทศนิยม ใช้สำหรับเก็บข้อมูลที่เป็นเลขจำนวนทศนิยม ดังนั้นข้อมูลชนิดนี้มีความละเอียดกว่าตัวเลขจำนวนเต็ม เช่น 12.4, 8.0, 9.33333 หรือ 24E5 เป็นต้น

• ชนิดตัวอักษร ใช้สำหรับเก็บข้อมูลที่ตัวอักษร หรือพยัญชนะหนึ่งตัว เช่นตัวอักษรเลข 4 ตัวอักษร A ตัวอักษรเลข 9 หรือตัวอักษร + เป็นต้น

• ชนิดตรรกะ ใช้สำหรับเก็บข้อมูลที่เป็นความจริง หรือความเท็จ

ตารางที่ 2.12 ขนาดและค่าเริ่มต้นของข้อมูลแต่ละชนิด

ชนิดข้อมูล	ข้อมูล	ขนาด (บิต)	ค่าเริ่มต้น
byte	ตัวเลขจำนวนเต็ม	8	0
short		16	0
int		32	0
long		64	0
float	ตัวเลขทศนิยม	32	0.0
double		64	0.0
boolean	ข้อมูลตรรกะ	true หรือ false	false
character	ตัวอักษร	16	''

ขนาด หมายถึงจำนวนข้อมูลหรือพื้นที่เก็บข้อมูลจริงในหน่วยบิต ส่วนค่าเริ่มต้น หมายถึงเมื่อสร้างเป็นตัวแปรหรือคาต้า ข้อมูลจะมีค่าเริ่มต้นดังตาราง 2.16

ชนิดข้อมูลอ้างถึง (Reference Data Type) มีความแตกต่างกับชนิดข้อมูลพื้นฐาน ที่ว่าชนิดข้อมูลชนิดนี้อยู่ในรูปแบบหนึ่ง ซึ่งการเข้าถึง (ใช้งาน) ข้อมูลเป็นการอ้างถึงมากกว่าการเข้าถึงข้อมูลโดยตรง ชนิดข้อมูลอ้างถึงมีดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- คลาส (Class)
- ออบเจ็ค (Object) หรืออินสแตนซ์(Instance)
- แถวลำดับหรืออาร์เรย์ (Array)

2.8 ภาษาพีเอชพี (PHP)

พีเอชพีสามารถทำงานร่วมกับฐานข้อมูลได้หลายชนิด ซึ่งฐานข้อมูลส่วนหนึ่งที่รองรับได้แก่ Oracle dBase PostgreSQL IBM DB2 MySQL Informix ODBC โครงสร้างของฐานข้อมูลแบบ DBX ซึ่งทำให้พีเอชพีใช้กับฐานข้อมูลอะไรก็ได้ที่รองรับรูปแบบนี้ และ พีเอชพียังรองรับ ODBC (Open Database Connection) ซึ่งเป็นมาตรฐานการเชื่อมต่อฐานข้อมูลที่ใช้กันแพร่หลายอีกด้วย

2.8.1 โครงสร้างภาษาพีเอชพี

ภาษาคอมพิวเตอร์ทุกๆ ภาษาสิ่งที่จะขาดไปไม่ได้ก็คือ รูปแบบโครงสร้างของภาษาภาษา พีเอชพี ก็เช่นเดียวกัน ต้องมีโครงสร้างภาษาเฉพาะของพีเอชพี สำหรับ Step แรกของพีเอชพี ก็คือทำความเข้าใจเรื่องของโครงสร้างภาษา

การเขียนภาษาพีเอชพี นั้นเราสามารถเขียนแทรกไว้ในภาษา HTML หรือจะเขียนเดี่ยวๆ เลยก็ได้ แต่เมื่อเขียนแล้ว เราจะต้องทำการบันทึกไฟล์เป็นไฟล์สกุล .php

การเขียนพีเอชพีนั้นมีรูปแบบการเขียนอยู่หลายแบบดังนี้

1. เขียนแบบ SGML เป็นรูปแบบการเขียนที่เป็นมาตรฐานของ XML โดยมีรูปแบบดังนี้ <?.....?>

2. เขียนแบบ XML เป็นรูปแบบการเขียนของภาษา XML โดยมีรูปแบบดังนี้ <?php.....?>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนี้ <Script language = “PHP”>……</Script>

4. เขียนแบบ ASP เป็นรูปแบบการเขียนที่เป็นมาตรฐานของภาษาประเภท ASP โดยมีรูปแบบดังนี้ <%.....%>

2.8.2 การแสดงผลในภาษาพีเอชพี

การแสดงผลในภาษาพีเอชพี สามารถใช้คำสั่งได้ 3 รูปแบบคือ คำสั่ง echo, print และคำสั่ง printf คำสั่งทั้งสามนี้เป็นคำสั่งแสดงผลข้อมูลออกทางบราวเซอร์

2.8.2.1 คำสั่ง echo เป็นคำสั่งที่สามารถแสดงผลข้อมูลได้หลาย ๆ ประเภท เช่น กรณีที่ 1 ใช้ echo แสดงค่าคงที่

```
<?
  echo "test echo "; //ข้อมูลที่ถูกแสดงผลออกบราวเซอร์คือ test echo
?>
```

กรณีที่ 2 echo แสดงผลการคำนวณค่าตัวเลข

```
<?
  echo 2+3; // ข้อมูลที่ถูกแสดงผลออกบราวเซอร์คือ 5
?>
```

กรณีที่ 3 echo แสดงผลการคำนวณค่าของตัวแปร

```
<?
  $a = 3;
  $b = 5;
  echo $a + $b; //ข้อมูลที่ถูกแสดงผลออกบราวเซอร์คือ 8
?>
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.2.2 คำสั่ง print เป็นคำสั่งที่สามารถแสดงผลข้อมูลเช่นเดียวกันกับคำสั่ง echo แต่คำสั่ง print จะไม่สามารถแสดงผลข้อมูลแบบหลายๆ นิพจน์ หรือหลายๆ ค่าตัวแปร โดยการใช้ เครื่องหมาย , คั่น แบบคำสั่ง echo ได้

รูปแบบการใช้คำสั่ง print

```
<?
  #แบบแสดงผลค่าคงที่
  print "test print "; //ข้อมูลที่ถูกแสดงผลออกบราวเซอร์คือ test print
  #แบบแสดงผลการคำนวณค่าตัวเลข
  print 5+5; //ข้อมูลที่ถูกแสดงผลออกบราวเซอร์คือ 10
  #แบบแสดงผลการคำนวณค่าของตัวแปร
  $a=2;
  $b=5;
  print $a+$b; //ข้อมูลที่ถูกแสดงผลออกบราวเซอร์คือ 7
?>
```

2.8.2.3 คำสั่ง printf เป็นคำสั่งที่มีลักษณะการใช้เหมือนกับคำส่ง printf ในภาษา C ซึ่งจะสามารถจัดรูปแบบ (Format) ของข้อความที่เราจะทำการแสดงผลออกทางเว็บบราวเซอร์ได้

รูปแบบการใช้คำสั่ง printf

```
<?
  #แสดงผลข้อมูลเป็นแบบข้อมูลตัวเลข
  printf ("5x5 = %d" , 5*5); //ข้อมูลที่ถูกแสดงผลออกบราวเซอร์คือ 5x5
  = 25

  #แบบแสดงผลข้อมูลเป็นแบบทศนิยม
  printf ("5/5 = %f" , 5/5); //ข้อมูลที่ถูกแสดงผลออกบราวเซอร์คือ  5/5 =
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
1.000000

#แบบแสดงผลข้อมูลเป็นแบบเลขฐาน 8
printf ("5+5 = %o" , 5+5); //ข้อมูลที่ถูกแสดงผลออกบราวเซอร์คือ  5+5
= 12

#แบบแสดงผลข้อมูลเป็นแบบข้อความ
printf ("5-5 = %s" , 5-5); //ข้อมูลที่ถูกแสดงผลออกบราวเซอร์คือ  5-5 =
0
?>
```

2.8.3 การกำหนดตัวแปรและชนิดของข้อมูล

ในภาษา พีเอชพี นั้น เราสามารถที่จะกำหนดตัวแปรได้เหมือนๆ กับภาษาระดับสูงอื่นๆ โดยตัวแปรในภาษา พีเอชพี สามารถเขียนได้โดยใส่ $ (ดอลลาร์) ที่ด้านหน้าของชื่อตัวแปร การตั้งชื่อตัวแปรสามารถตั้งได้ทั้งภาษาไทย และอังกฤษ (ควรตั้งเป็นภาษาอังกฤษ) , ตัวเลข (0-9), และสัญลักษณ์ _ (Underscore) โดยจะต้องขึ้นต้นด้วยตัวอักษร หรือสัญลักษณ์ _ เท่านั้น โดยมีเครื่องหมาย $ นำหน้าชื่อตัวแปรเสมอ การสร้างตัวแปรในภาษาพีเอชพี นั้นจะต้องเป็น Case Sensitive ด้วย เพราะภาษา พีเอชพี จะมองว่าตัวแปรที่สร้างด้วยตัวอักษรตัวพิมพ์เล็ก และตัวพิมพ์ใหญ่นั้น เป็นคนล่ะตัวแปรกัน เช่น $a จะถูกมองว่าเป็นคนละตัวแปรกับ $A

ชนิดของตัวแปร

Integer	สำหรับจัดเก็บข้อมูลที่เป็นตัวเลขจำนวนเต็ม เช่น 1000, -1000
Float	สำหรับจัดเก็บข้อมูลที่เป็นทศนิยม เช่น 123.231
Strings	สำหรับจัดเก็บข้อมูลที่เป็นข้อความเช่น "nextstepdev", "Thailand"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Arrays สำหรับจัดเก็บข้อมูลที่เป็นข้อมูลที่เป็นชุด

Object สำหรับจัดเก็บข้อมูลที่เป็น Class Object หรือเป็น Method

โดยปกติแล้ว เราไม่จำเป็นที่จะต้องกำหนดชนิดของตัวแปร เนื่องจากพีเอชพี นั้นเป็นสคริปต์แบบ runtime ซึ่งพีเอชพีสามารถที่จะกำหนดเองว่าตัวแปรนั้น ๆ ควรเป็นชนิดใด โดยดูจากค่าที่ถูกเก็บไว้ในตัวแปรนั้น ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การออกแบบและการจัดทำปริญญานิพนธ์

3.1 การออกแบบระบบงาน

รูปที่ 3.1 Block diagram ของระบบงานทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

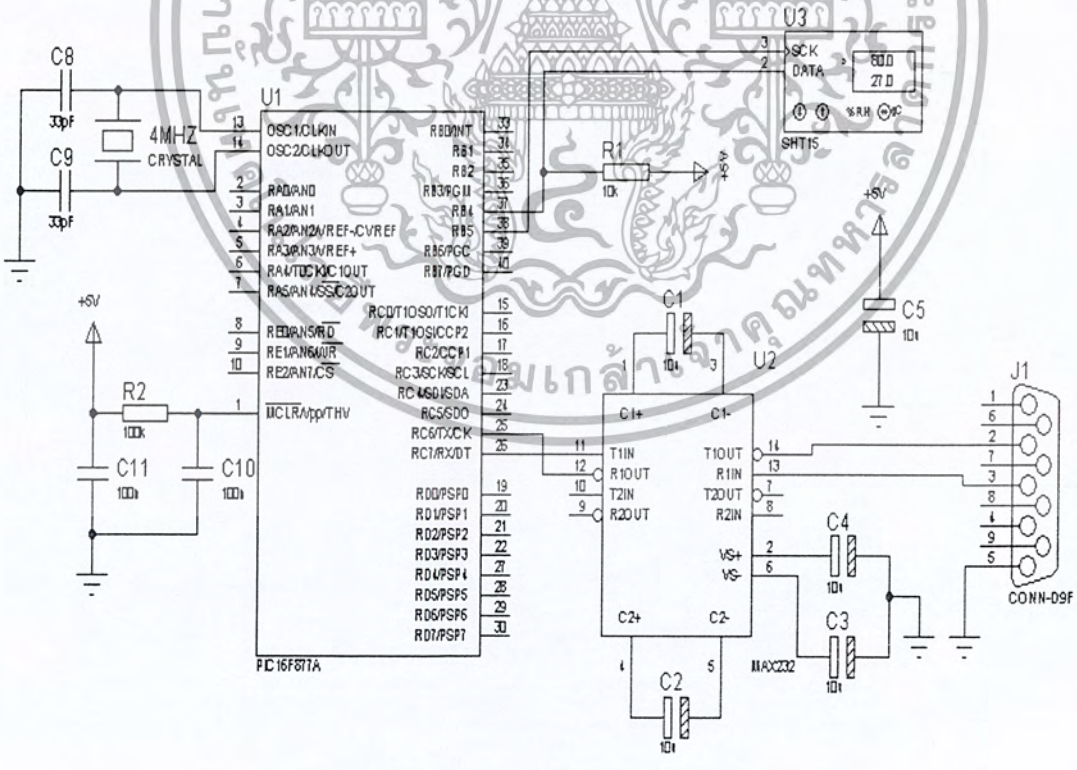
3.1.1 การออกแบบทางด้านฮาร์ดแวร์

3.1.1.1 จีเอสเอ็มโมดูล (GSM Module)

ในส่วนของจีเอสเอ็มโมดูลได้เลือกใช้งาน โมดูล Wavecom GSM/GPRS M-1206 เป็นโมดูลแบบ Dual Band GSM modem (EGSM900/1800 MHz) คลาส 1 ซึ่งรับคำสั่ง AT command จาก RS-232

3.1.1.2 SHT15 กับ PIC16F877A ผ่าน Serial Port

การทดสอบการทำงานของเซนเซอร์ SHT-15 นั้น สามารถทดได้โดยการต่อวงจรเชื่อมต่อเข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์ แล้วโปรแกรมให้วัดค่าคำนวณผลแล้วส่งค่าผ่านซีเรียลพอร์ต เพื่อแสดงผลในไฮเปอร์เทอมินอล ดังวงจรรูปที่ 3.2

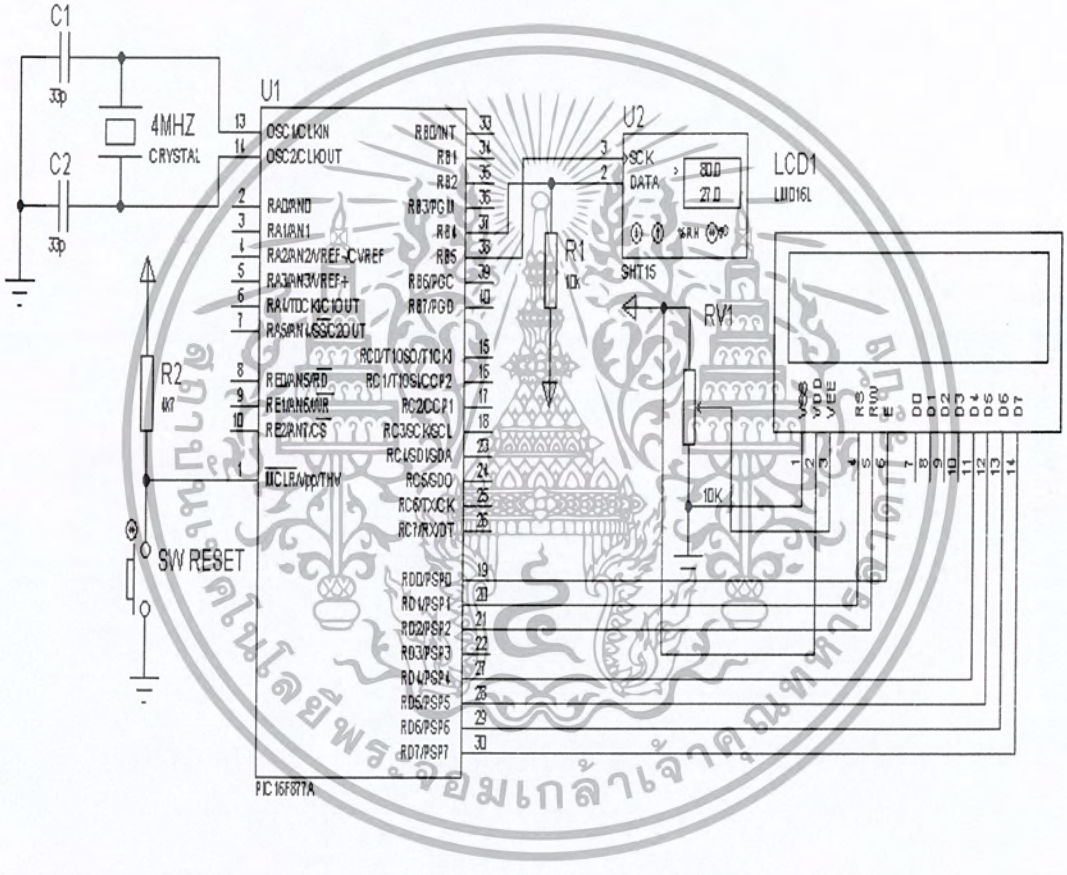


รูปที่ 3.2 การใช้งาน SHT-15 กับ PIC16F877A ผ่าน Serial Port

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.1.3 ส่วนเชื่อมต่อPIC16F877A กับ SHT-15 และแสดงผลที่ LCD

ในส่วนนี้ จะทำการต่อวงจร ให้ค่าอุณหภูมิและความชื้นที่วัดได้ แสดงผลทางจอ LCD ดังรูปที่ 3.3 เพื่อให้ดูค่าได้ง่ายขึ้น โดยการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์กับเซนเซอร์อุณหภูมิและความชื้น SHT-15 จะเป็นการรับส่งข้อมูลกันแบบ Serial Interface (Bidirectional 2-Wire) โดยมีสัญญาณนาฬิกาเพื่อให้มัน Synchronous กัน

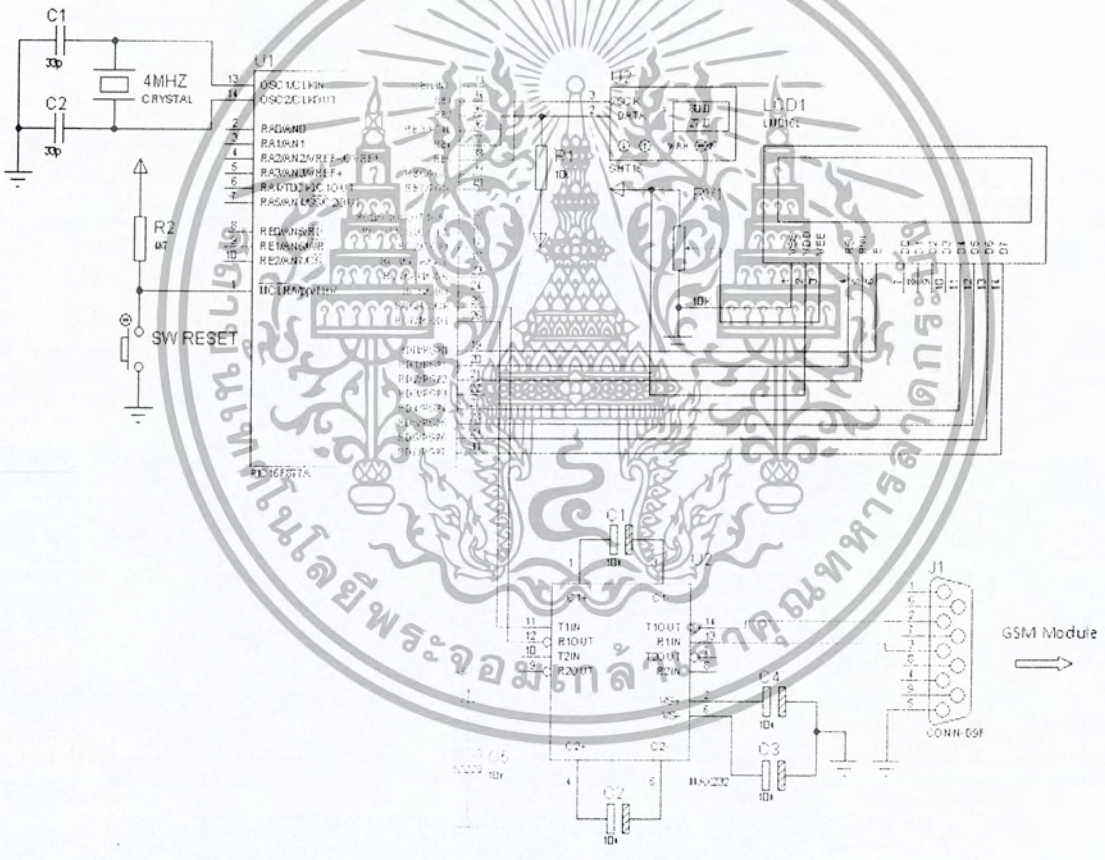


รูปที่ 3.3 วงจรที่ใช้เชื่อมต่อระหว่าง SHT-15 กับ PIC16F877A โดยแสดงผลทางจอ LCD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.1.4 ส่วนเชื่อมต่อPIC16F877Aกับ SHT15 ผ่านวงจร Max232 เพื่อส่งข้อมูลผ่าน จีเอสเอ็มโมดูล

การทำงานในส่วนนี้ เป็นการรวมอุปกรณ์ทั้งหมดเข้าด้วยกัน โดยเป็นการเชื่อมต่อวงจรเซนเซอร์ SHT-15 เข้ากับจีเอสเอ็มโมดูล เพื่อให้สามารถส่งข้อมูลที่วัดได้ผ่านทางจีเอสเอ็มโมดูล โดยการส่งข้อมูลจะอยู่ในรูปของการส่งจีพีอาร์เอสไปเก็บไว้ที่เครื่องเซิร์ฟเวอร์ ฮาร์ดแวร์รวมมีรูปแบบดังรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 วงจรที่ต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ผ่านวงจร Max232 เพื่อส่งข้อมูลผ่านจีเอสเอ็มโมดูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2 การออกแบบทางด้านซอฟต์แวร์

3.1.2.1การออกแบบโปรแกรมส่วนของการตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้น

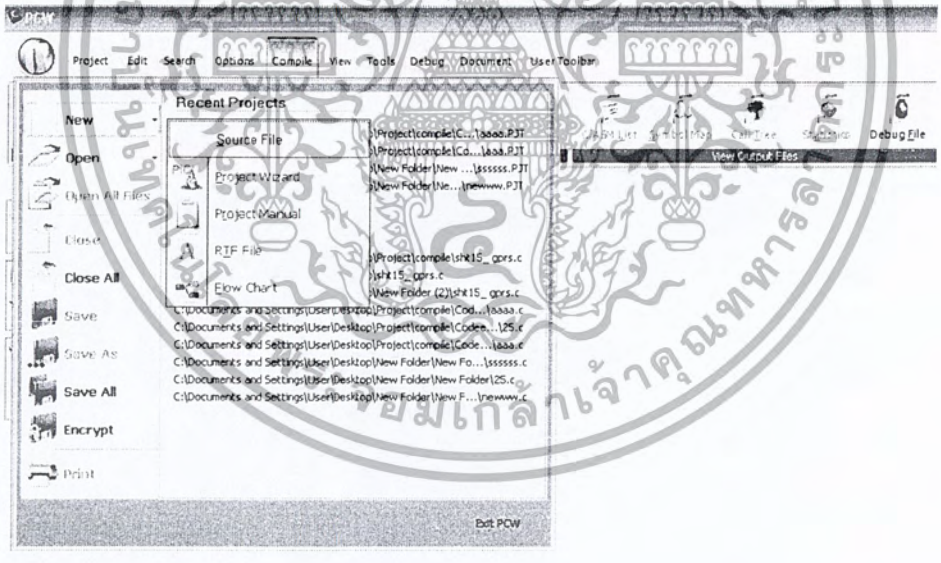
รูปที่ 3.5 โฟลว์ชาร์ตของระบบตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากโฟลว์ชาร์ตเริ่มต้นการเชื่อมต่อระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์กับโมดูล SHT-15 ต้องสร้าง สัญญาณรีเซตขึ้นก่อน จากนั้น สร้างสภาวะเริ่มต้น ก่อนการส่งข้อมูลคำสั่งจากไมโครคอนโทรลเลอร์ไปยัง SHT-15 จำเป็นจะต้องสร้างรูปแบบสัญญาณกระตุ้นผ่านขาสัญญาณ SCK และ DATA เพื่อให้ตรงกับเงื่อนไขที่เรียกว่า Transmission start จากนั้นอ่านข้อมูลดิบของอุณหภูมิหรือความชื้นสัมพัทธ์โดยค่าที่อ่านได้นำไปคำนวณตามสมการที่ 2.1, 2.2, 2.3 จากนั้นเขียนคำสั่งควบคุมโดยที่ต้องการอ่านค่าอุณหภูมิส่ง 0x03 หรือถ้าต้องการอ่านค่าความชื้นส่ง 0x05 เมื่อได้ค่าที่ต้องการก็เขียนคำสั่งส่งไปยังหน้าจอ LCD

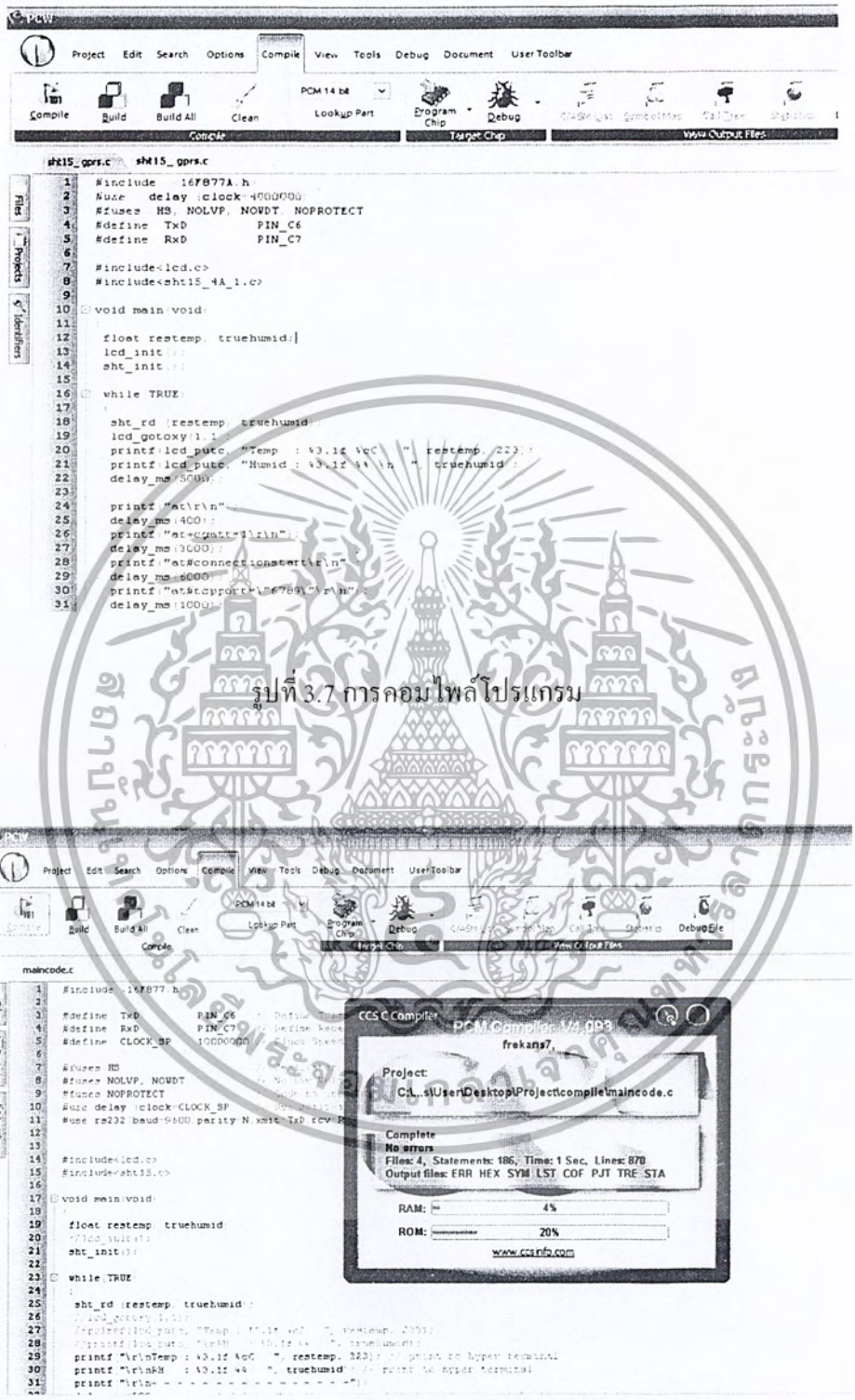
3.1.2.2 โปรแกรมเขียนภาษาซี PIC-C Complier

โครงงานนี้ได้ใช้โปรแกรม PIC-C Complier เป็นโปรแกรมเขียนภาษาซี ซึ่งมีขั้นตอนการใช้งานดังนี้



รูปที่ 3.6 สร้างโปรเจค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.7 การคอมไพล์โปรแกรม

รูปที่ 3.8 การคอมไพล์เสร็จสิ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2.3 การทำเว็บไซต์ด้วยเว็บเซิร์ฟเวอร์

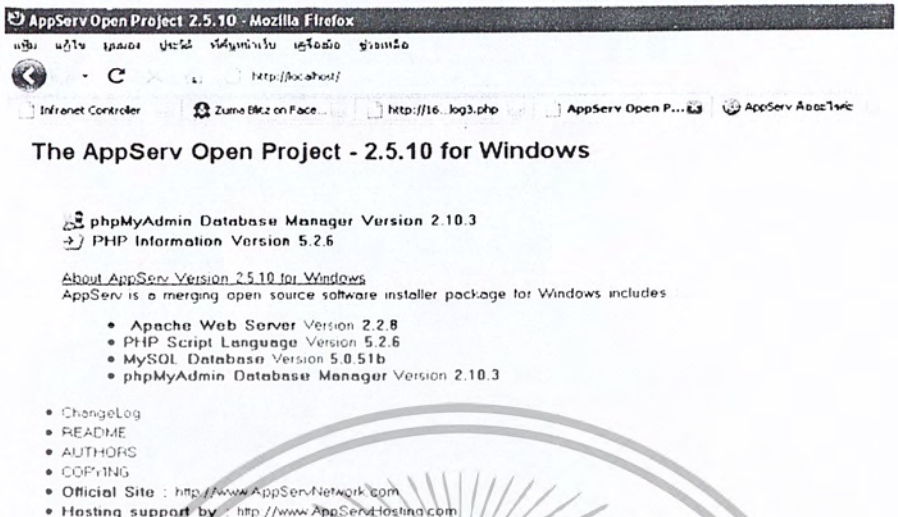
โปรแกรม Appserv เป็นโปรแกรมที่รวบรวมเอา Open Source Software ทั้ง 4 โปรแกรมที่ได้กล่าวไว้ข้างต้นมารวมกัน คือ

1. Apache Web Server โปรแกรมที่ทำหน้าที่เป็นเว็บเซิร์ฟเวอร์
2. MySQL Database โปรแกรมที่ทำหน้าที่เป็นดาต้าเบสเซิร์ฟเวอร์
3. PHP Script Language ภาษาพีเอชพีไว้เขียนโปรแกรมที่เกี่ยวกับเว็บ
4. phpMyAdmin ตัวควบคุมฐานข้อมูลผ่านเว็บไซต์

ในส่วนของการออกแบบเว็บไซต์ได้เลือกใช้โปรแกรม Apache ทำหน้าที่เป็นเว็บเซิร์ฟเวอร์เพื่อจัดการเว็บไซต์ โดยเว็บเซิร์ฟเวอร์จะทำหน้าที่คอยส่งข้อมูลให้กับคอมพิวเตอร์ที่ใช้บราวเซอร์ ขอดูเว็บไซต์ ซึ่งเว็บเซิร์ฟเวอร์จะให้บริการผ่านพอร์ต 80 และใช้โปรโตคอล HTTP ติดต่อกับบราวเซอร์ของไคลเอนต์ โดยมีวิธีดังนี้

1. ให้เปิดบราวเซอร์ขึ้นมาและที่ช่องแอสเดรส ให้พิมพ์ URL คือ http//localhost จะประกฏหน้าแรกของโปรแกรม Appserv ซึ่งจะแสดงรายละเอียดของเวอร์ชั่นต่างๆของโปรแกรมทั้ง 4 ตัว ดังรูปที่ 3.9
2. ทดสอบการใช้งานของพีเอชพีโดยเขียนโปรแกรมง่ายๆดังรูปที่ 3.10 เพื่อทดสอบและประมวลผลของโปรแกรม แล้วบันทึกไฟล์เป็น test.php เก็บไว้ที่ c:/Appserv/www/หลังจากนั้นพิมพ์ URL ในช่องแอสเดรส ของบราวเซอร์เป็น http://localhost/test.php หรือ http://161.246.18.36/test.php จะได้ผลลัพธ์ดังรูปที่ 3.11

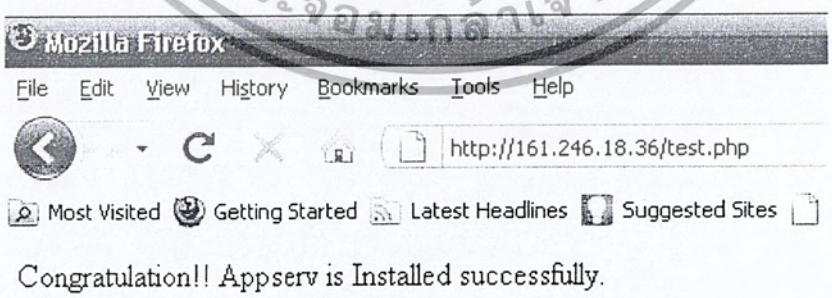
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.9 หน้าแรกของโปรแกรม

```
<?
Echo "Congratulation! Appserv is Installed successfully.";
?>
```

รูปที่ 3.10 คำสั่งทดสอบการประมวลผลของโปรแกรม



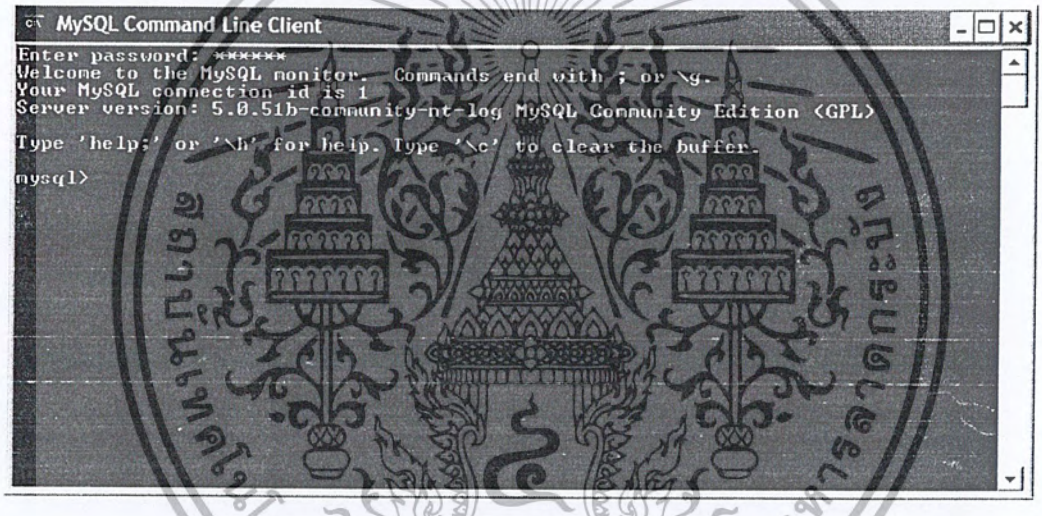
รูปที่ 3.11 ผลลัพธ์การประมวลผลของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2.4 ฐานข้อมูล

MySQL คือ โปรแกรมฐานข้อมูล มีหน้าที่เก็บข้อมูลอย่างเป็นระบบ รองรับคำสั่ง SQL (Structured Query Language) เป็นเครื่องมือสำหรับเก็บข้อมูลที่ต้องใช้ร่วมกับเครื่องมืออื่นอย่างสอดคล้อง เพื่อให้ได้ระบบที่รองรับความต้องการของผู้ใช้ เช่น เครื่องบริการเว็บ และโปรแกรมประมวลผลฝั่งเครื่องบริการ

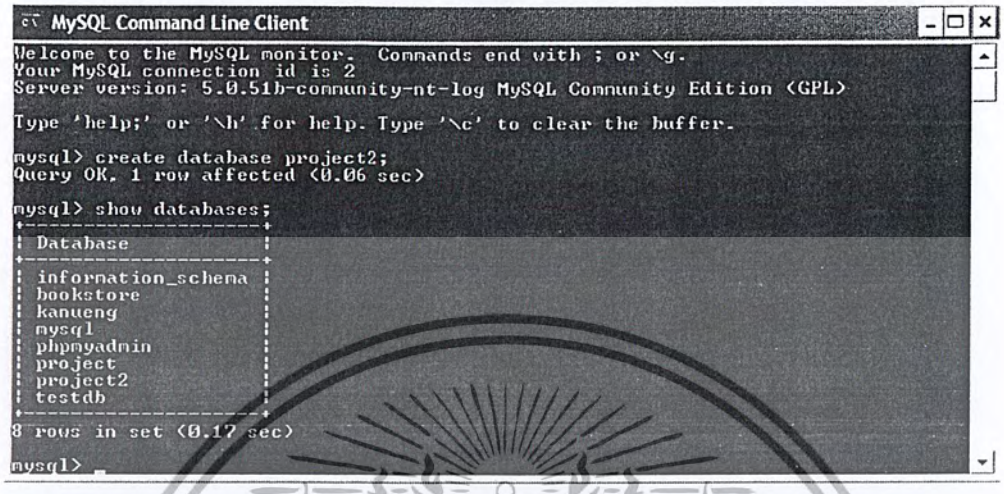
i. การเข้าหน้าแรกของโปรแกรม MySQL ดังรูปที่ 3.12



รูปที่ 3.12 หน้าแรกของการเข้าสู่โปรแกรมฐานข้อมูล

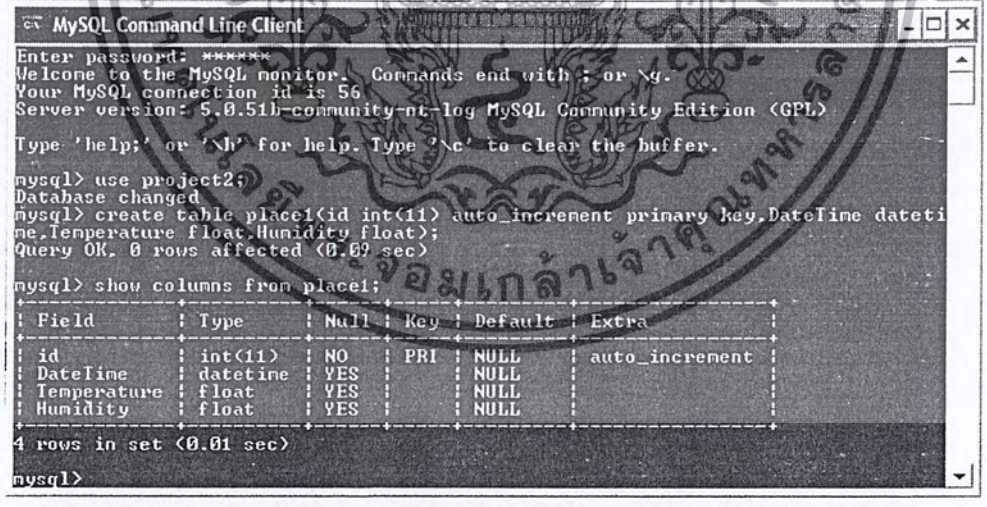
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การสร้างฐานข้อมูลใน MySQL สร้างดังรูปที่ 3.13



รูปที่ 3.13 การสร้างฐานข้อมูล

3. การสร้างตารางเก็บข้อมูลในโปรแกรม MySQL ดังรูปที่ 3.14



รูปที่ 3.14 ตารางเก็บข้อมูลในโปรแกรมฐานข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2.5 โปรแกรมการรับค่าของเซิร์ฟเวอร์มีแผนผังการทำงานโฟลว์ชาร์ต ดังรูปที่ 3.15

รูปที่ 3.15 โฟลว์ชาร์ตโปรแกรมรับค่าของเซิร์ฟเวอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

3.2.1 ซอฟต์แวร์

3.2.1.1 PIC C Compiler

3.2.1.2 PICkit 2 v.240

3.2.1.3 Proteus 7 Professional

3.2.1.4 AppServ2.5.10

3.2.1.5 NetBeans IDE 6.9.1

3.2.2 ฮาร์ดแวร์

3.2.2.1 GSM Module Wavecom GSM/GPRS M-1206

3.2.2.2 คอมพิวเตอร์

3.2.2.3 พาวเวอร์ซัพพลาย

3.2.2.4 ออสซิลโลสโครป

3.2.2.5 Digital In/Out Thermo.Hygrometer HC520

3.3 การจัดเก็บผลการทดลอง

3.3.1 การทดลองการส่งข้อมูลออกทางพอร์ต RS-232

3.3.1.1 ต่อวงจรการใช้งาน SHT-15 กับ PIC16F877A ผ่าน ซีเรียลพอร์ต ตามรูปที่ 3.2

3.3.1.2 ทำการเชื่อมต่ออุปกรณ์กัน ระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์โน๊ตบุ๊คกับไมโครคอนโทรลเลอร์โดยผ่านพอร์ต RS-232

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.1.3 เปิดโปรแกรมไฮเปอร์เทอมินอล เซ็ต baud rate 9600 bps

3.3.1.4 อ่านค่าที่ส่งมาทาง RS-232 ผ่านทางไฮเปอร์เทอมินอล

3.3.2 การทดลองการเชื่อมต่อระหว่าง SHT-15 กับ PIC16F877A และแสดงผลที่จอ LCD

3.3.2.1 ต่อวงจรที่ใช้เชื่อมต่อระหว่าง STH-15 กับ PIC16F877A โดยแสดงผลทางจอ LCD ตามรูปที่ 3.3

3.3.2.2 ทำการปรับค่าของตัวต้านทานเพื่อให้ได้ค่าที่เหมาะสม ให้สามารถมองเห็นทางหน้าจอ LCD ได้ชัดเจน

3.3.2.3 วัดสัญญาณ SCK ที่ขา 4 ของ SHT-15 เทียบกับสัญญาณดาต้าขา 3 ของ SHT-15

3.3.2.4 ทำการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิและความชื้นที่อ่านจากหน้าจอ LCD กับสัญญาณที่วัดได้โดยคำนวณตามสูตร

$$\text{Temperature} = d_1 + d_2 * SO_T$$

$$RH_{Linear} = C_1 + C_2 * SO_{RH} + C_3 * (SO_{RH})$$

$$RH_{true} = (T_C - 25) * (t_1 + t_2 * SO_{RH}) + RH_{Linear}$$

3.3.3 การทดลองวัดค่าอุณหภูมิและความชื้นจากเซนเซอร์เปรียบเทียบกับเครื่องวัด Thermometerและ Hygrometer

3.3.3.1 นำวงจรที่เชื่อมต่อระหว่าง SHT-15 กับ PIC16F877A และเครื่องวัด Thermometer และ Hygrometer มาทำการวัดค่าอุณหภูมิและความชื้น

3.3.3.2 อ่านค่าอุณหภูมิและความชื้นที่วัดได้จากวงจร และที่วัดได้จากเครื่องวัดเพื่อเปรียบเทียบค่ากันในทุกๆ 5 วินาที

3.3.3.3 นำค่าที่ได้จากการเปรียบเทียบมาพล็อตเป็นกราฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.4 การส่งข้อมูล จากไมโครคอนโทรลเลอร์ผ่านจีเอสเอ็มโมดูล ไปที่เครื่องเซิร์ฟเวอร์เพื่อแสดงผลทางเว็บไซต์

3.3.4.1 ทำการเชื่อมต่อวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์กับวงจรMax232 และจีเอสเอ็มโมดูล

3.3.4.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์จะนำข้อมูลที่ผ่านการคำนวณแล้ว ส่งผ่านระบบจีพีอาร์เอสไปยังเครื่องเซิร์ฟเวอร์ เพื่อเก็บข้อมูลลงฐานข้อมูล

3.3.4.3 เครื่องเซิร์ฟเวอร์อ่านค่าที่ส่งมาผ่านทางจีเอสเอ็มโมดูล แล้วแยกลงเก็บในตารางฐานข้อมูล

3.3.4.4 แสดงผลผ่านทางเว็บไซต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

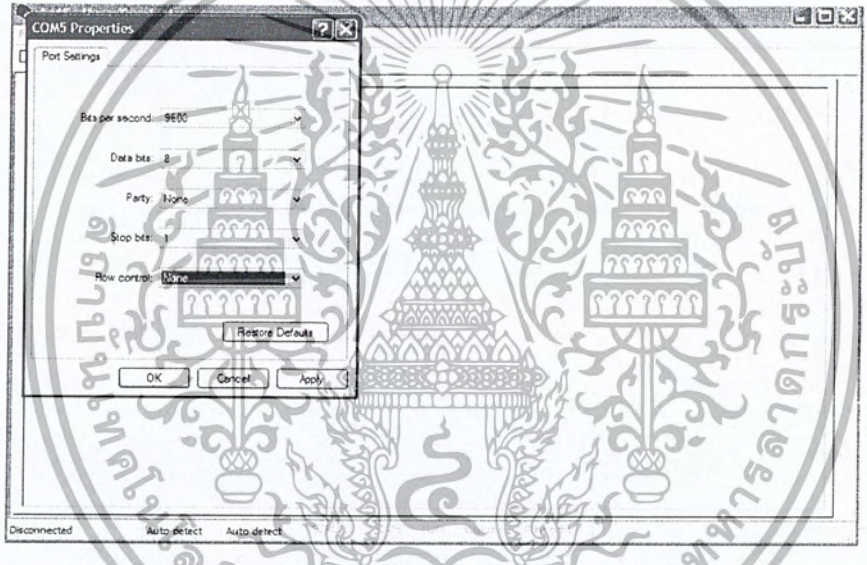
บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 ผลการทดลองการส่งข้อมูลออกทางพอร์ต RS-232

4.1.1 ต่อวงจรการใช้งาน SHT-15 กับ PIC16F877A ผ่านซีเรียลพอร์ตตามรูปที่ 3.2

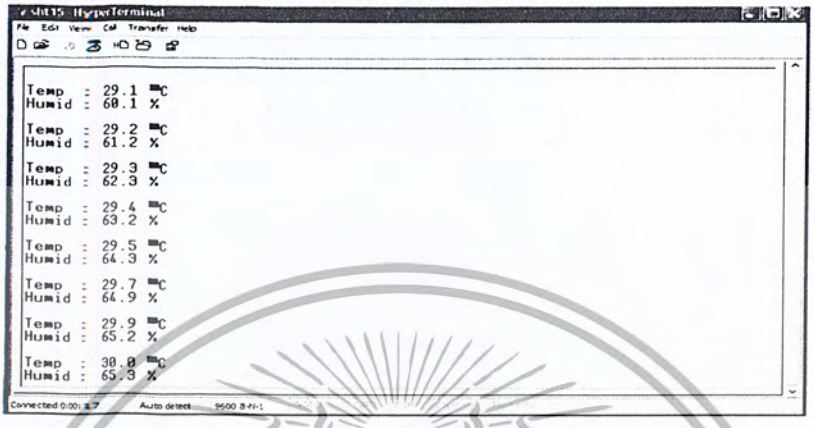
4.1.2 เปิดโปรแกรมไฮเปอร์เทอมินอล เซ็ต baud rate 9600 bps



รูปที่ 4.1 โปรแกรมไฮเปอร์เทอมินอล เซ็ต baud rate 9600 bps

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.3 อ่านค่าอุณหภูมิและความชื้นที่ส่งมาทาง RS-232 ผ่านทางไฮเปอร์เทอมินอล

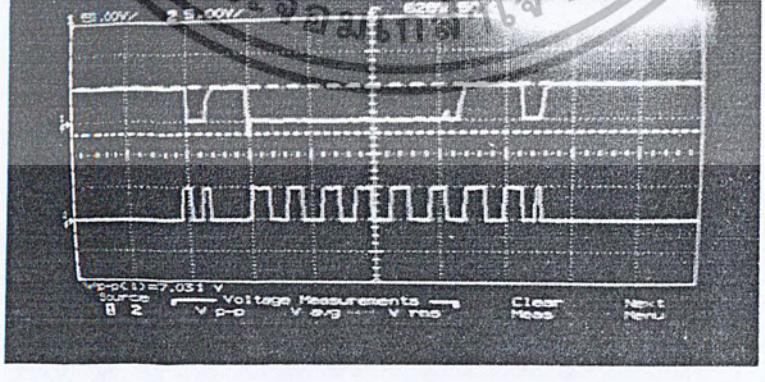


รูปที่ 4.2 ค่าอุณหภูมิและความชื้นที่ส่งมาผ่านทาง RS-232

4.2 ผลการทดลองการเชื่อมต่อระหว่าง SHT-15 กับ PIC16F877A และแสดงผลที่จอ LCD

4.2.1 ต่อวงจรที่ใช้เชื่อมต่อระหว่าง SHT-15 กับ PIC16F877A โดยแสดงผลทางจอ LCD ตามรูปที่ 3.3

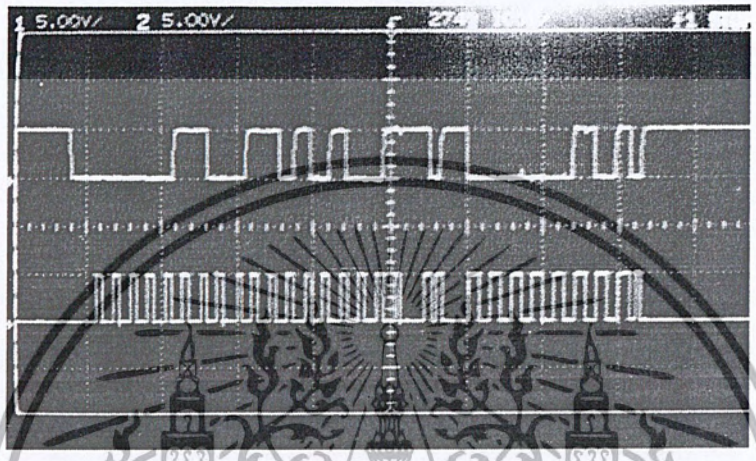
4.2.2 วัดสัญญาณ SCK ที่ขา 4 ของ SHT-15 เทียบกับสัญญาณคาต้า ที่ขา 3 ของ SHT-15



รูปที่ 4.3 สัญญาณคำสั่งอ่านค่า Temperature จากเซนเซอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปสัญญาณที่ 4.3 ชุดคำสั่งจะประกอบด้วย Transmission Start + Address + Command + ack โดยที่ Address = 000 3 บิต + Command = 00011 5 บิตและเมื่อเซนเซอร์รับคำสั่งแล้วจะส่ง ack ด้วยการดึงขาดาต้า ลงเป็น 0



รูปที่ 4.4 สัญญาณในการอ่านข้อมูล Temperature และคำสั่งอ่านค่า Humidity จากเซนเซอร์

จากรูปที่ 4.4 อ่านค่าข้อมูลดิจิตอล ได้ SO_T = 0000011001101010012 = 6569

การเปลี่ยนข้อมูลดิจิตอลเป็นข้อมูล temperature ค่าของข้องมูล temperature มีลักษณะเป็นเชิงเส้นสามารถคำนวณได้จากสมการที่ 2.1

$$\text{Temperature} = d_1 + d_2 * SO_T$$

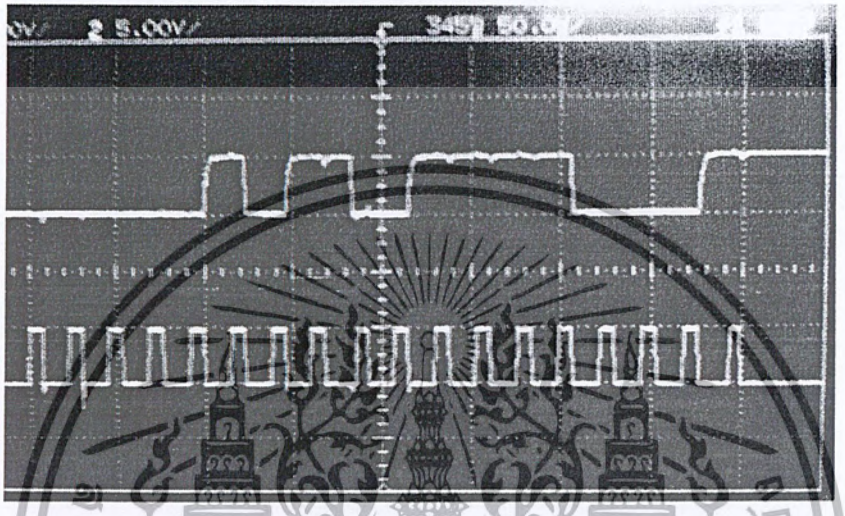
ที่แรงดัน 5 V เมื่อต้องการอ่านค่าเป็นองศา Celsius จะได้ค่า $d_1 = -40$, $d_2 = 0.01$ แทนค่าในสมการ

$$\text{Temperature} = (-40) + (0.01 * 6569)$$

$$= 25.69\ ^\circ C$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และสัญญาณอีกชุดจะเป็นคำสั่งอ่านค่า Humidity จากเซนเซอร์ ซึ่งชุดคำสั่งจะประกอบด้วย Transmission Start + Address + Command + ack โดยที่ Address = 000 3บิต + Command = 00101 5 บิต และเมื่อเซนเซอร์ รับคำสั่งแล้วจะส่ง ack ด้วยการดึงขาดาต้าลงเป็น 0



รูปที่ 4.5 สัญญาณในการอ่านข้อมูล Humidity จากเซนเซอร์

จากรูปที่ 4.5 จะสามารถอ่านข้อมูลดิจิตอล 12 บิต (4บิต แรกเป็น 0 เสมอ) ได้ SO_{RH} เป็น 010101111000 = 1400

การเปลี่ยนข้อมูลดิจิตอลเป็นข้อมูล Humidity ค่าของข้อมูล humidity มีลักษณะไม่เป็นเชิงเส้น สามารถคำนวณหา RH-linear ได้จากสมการที่ 2.2

$$RH_{Linear} = C_1 + C_2 * SO_{RH} + C_3 * (SO_{RH})$$

เมื่อ SO_{RH} = Serial Output humidity แบบ Linear และ C_1, C_2, C_3 มีค่าเป็น

$C_1 = -4$ $C_2 = 0.0405$ $C_3 = -2.8 * 10^{-6}$ for 12 bit SO_{RH}

ดังนั้น $RH_{Linear} = (-4) + (0.0405 * 1400) + (-2.8 * 10^{-6} * (1400)^2)$

$= (-4) + (56.7) - 5.488 = 47.212$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อได้ค่า RH-linear และ Tc แล้ว จะหาค่า RH true ได้จากสมการ 2.3

เมื่อ t_1 , t_2 มีค่าเป็น

$t_1 = 0.01$ $t_2 = 0.00008$ for 12 bit SO_{RH}

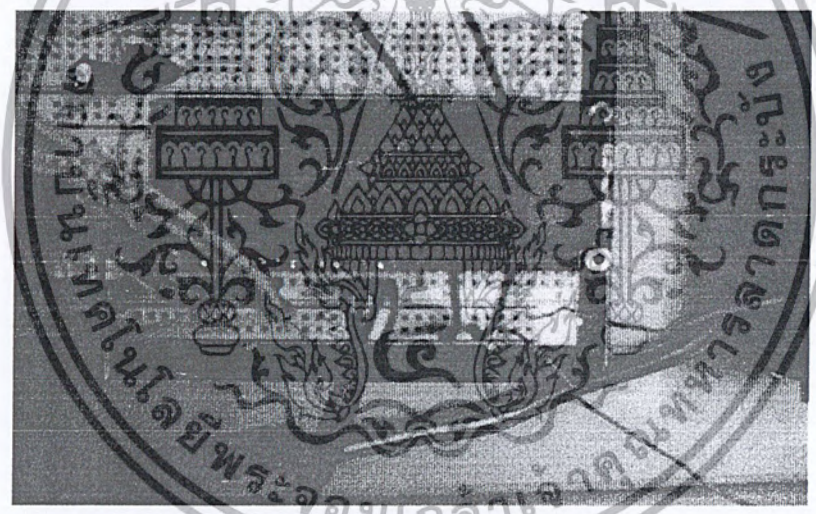
$RH_{true} = (T_C - 25) * (t_1 + t_2 * SO_{RH}) + RH_{Linear}$

$RH_{true} = (25.69 - 25) * (0.01 + 0.00008 * 1400) + 47.212$

$RH_{true} = (0.69) * (0.01 + 0.112) + 47.212$

$RH_{true} = 0.0418 + 47.212 = 47.29\ \%$

4.2.3 เปรียบเทียบค่าที่แสดงทางจอ LCD กับสัญญาณที่วัดได้ตามรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.6 อุณหภูมิและความชื้นที่อ่านจากจอ LCD

จากจอ LCD ค่า Temperature ได้ 25.7 ° C

ค่า Humidity ได้ 47.1 %

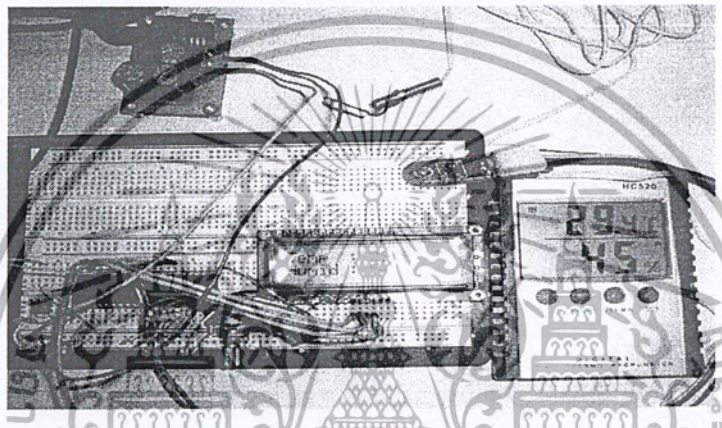
และจากสัญญาณที่วัดได้คำนวณ ค่า Temperature ได้ 25.69 ° C

ค่า Humidity ได้ 47.29 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

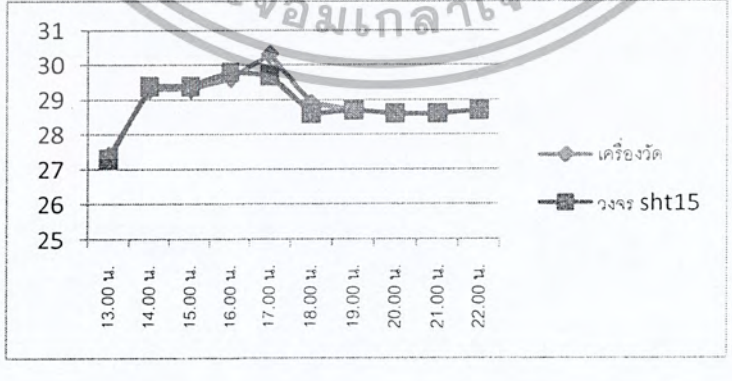
4.3 ผลการทดลองการวัดค่าอุณหภูมิและความชื้นจากวงจรเซนเซอร์เพื่อเปรียบเทียบกับเครื่องวัด Thermometer และ Hygrometer

4.3.1 ต่อวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์โดยแสดงผลทาง LCD เพื่อเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิและความชื้นกับเครื่องวัด Thermometer และ Hygrometer ดังรูปที่ 4.7



รูปที่ 4.7 เปรียบเทียบค่าอุณหภูมิและความชื้น

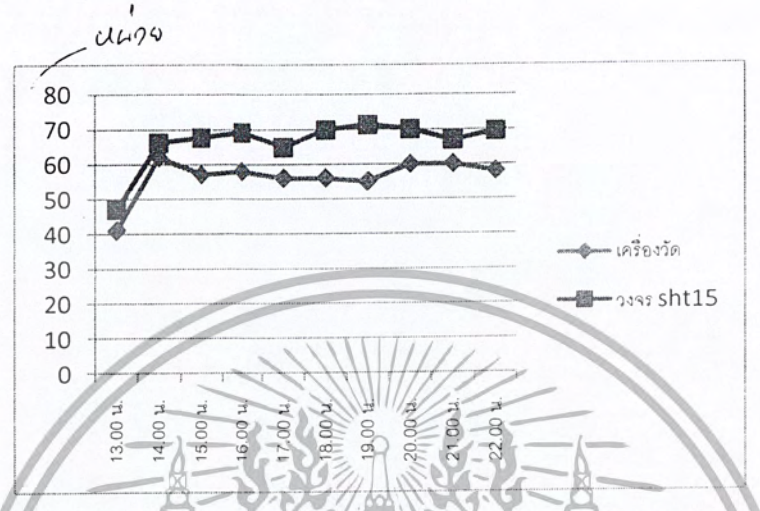
4.3.2 ผลการวัดเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิจากวงจรและเครื่องวัด Thermometer กับ Hygrometer สามารถพล็อตกราฟได้ดังรูปที่ 4.8



รูปที่ 4.8 กราฟเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิระหว่างวงจรกับเครื่องวัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.3 ผลการวัดเปรียบเทียบค่าความชื้นจากวงจรและเครื่องวัด Thermometer กับ Hygrometerสามารถ plot เป็นกราฟดังรูปที่ 4.9

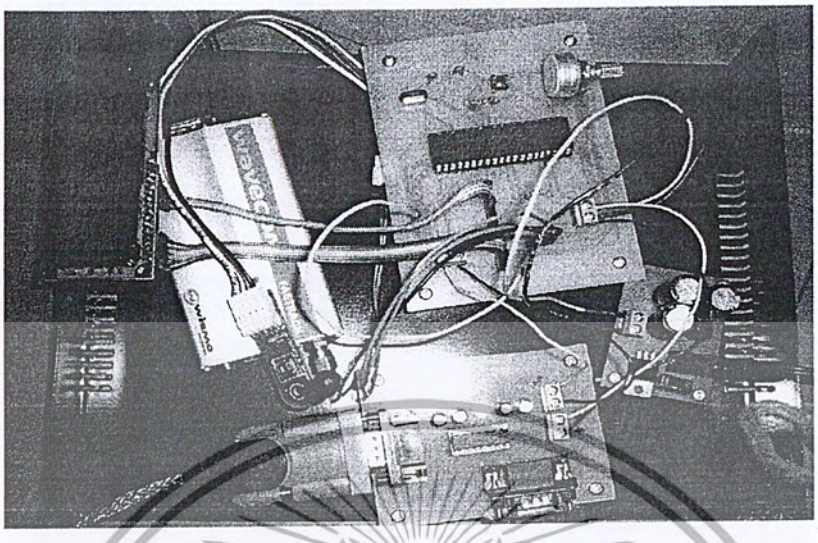


รูปที่ 4.9 กราฟเปรียบเทียบค่าความชื้นระหว่างวงจรและเครื่องวัด

4.4 ผลการส่งข้อมูลจากไมโครคอนโทรลเลอร์ผ่านจีเอสเอ็มโมดูล ไปที่เครื่องเซิร์ฟเวอร์และเก็บข้อมูลลงฐานข้อมูลเพื่อแสดงผลทางเว็บไซต์

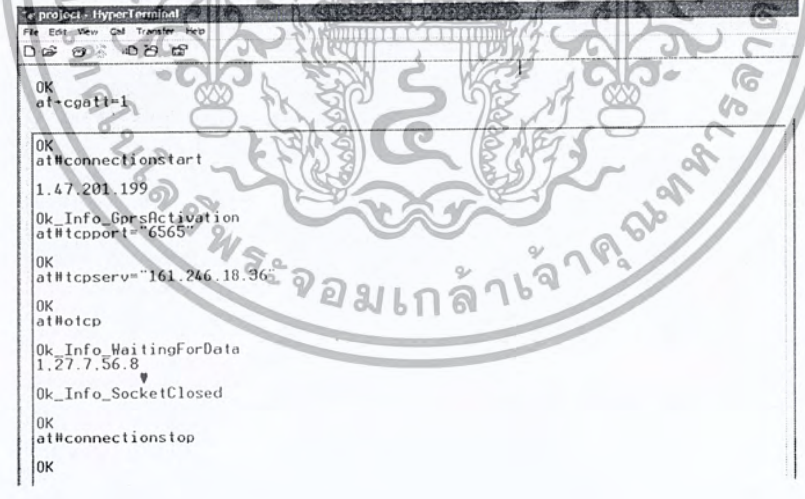
4.4.1 ต่อวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์กับวงจรMAX232 เพื่อส่งข้อมูลผ่านจีเอสเอ็มโมดูลดังรูปที่ 4.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.10 วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ต่อกับเซนเซอร์และวงจรMax232

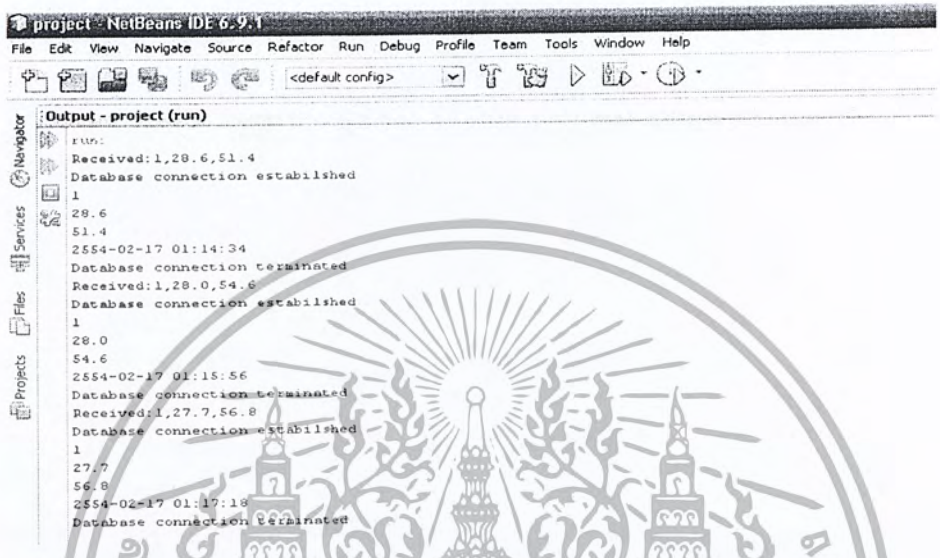
4.4.2 จีเอสเอ็มโมดูลส่งข้อมูลจากระบบตรวจวัดอุณหภูมิไปเครื่องเซิร์ฟเวอร์ ซึ่งจะแสดงให้เห็นผ่านทางไฮเปอร์เทอมินอลดังรูปที่ 4.11



รูปที่ 4.11 จีเอสเอ็มโมดูลส่งข้อมูลจากระบบตรวจวัดอุณหภูมิไปเครื่องเซิร์ฟเวอร์

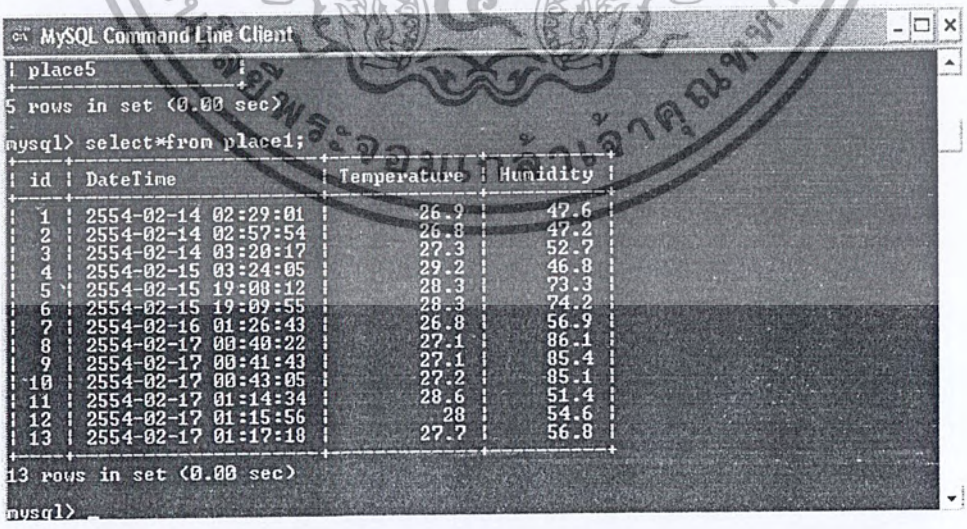
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.3 เครื่องเซิร์ฟเวอร์รับข้อมูลจากจีเอสเอ็มโมดูล ผ่านโปรแกรม Netbeans ตามรูปที่ 4.12



รูปที่ 4.12 โปรแกรม Netbeans แสดงการรับข้อมูลจากจีเอสเอ็มโมดูล

4.4.4 เครื่อง Server ทำการบันทึกข้อมูลลงในฐานข้อมูลซึ่งแสดงดังรูปที่ 4.13



รูปที่ 4.13 ตารางข้อมูลในฐานข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.5 ดึงข้อมูลจากฐานข้อมูลเพื่อแสดงผลบนเว็บไซต์โดยหน้าหลักจะแสดงดังรูปที่ 4.14 และหน้าตารางจะแสดงได้ดังรูปที่ 4.15

รูปที่ 4.14 หน้าหลักของเว็บไซต์

รูปที่ 4.15 แสดงข้อมูลผ่านทางเว็บไซต์

จากตารางข้อมูลเป็นตารางของสถานที่ส่วนคณะวิศวกรรมศาสตร์ แต่ในเว็บไซต์หลักได้มีการจำลองสถานที่ไว้ทั้งหมด 5 สถานที่ เนื่องจากผู้ทดลองไม่สามารถเดินทางไปตามสถานที่จริงได้ทั้งหมด จึงมีการเก็บข้อมูลเพียงแค่สถานที่เดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

ระบบตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้นที่ทำขึ้น สามารถทำการตรวจวัดค่าอุณหภูมิและความชื้นได้จริง โดยระบบสามารถทำการตรวจสอบได้ว่าค่าอุณหภูมิและความชื้นในสถานที่นั้นๆ มีค่าเท่าไร และเมื่อทำการวัดค่าในสภาพแวดล้อมและช่วงเวลาที่ต่างกันค่าที่วัดได้ก็จะแตกต่างกันออกไป

โดยการแสดงผลจากตัวเครื่องจะทำการแสดงผลทางจอ LCD และสามารถตรวจดูความถูกต้องแม่นยำของระบบ โดยการนำค่าอุณหภูมิและความชื้นที่ได้จากระบบมาพล็อตกราฟเปรียบเทียบกับเครื่องมือวัด Thermometer และ Hygrometer จะเห็นว่าผลการเปรียบเทียบนั้นค่าอุณหภูมิมีความคลาดเคลื่อนเล็กน้อย แต่ค่าความชื้นจะมีความคลาดเคลื่อนมากกว่า

และเมื่อส่งค่าจากระบบตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้นผ่านระบบจีพีอาร์เอสไปยังเครื่องเซิร์ฟเวอร์ ก็จะสามารถจัดเก็บข้อมูลลงในฐานข้อมูลได้ ซึ่งในการทดลองนี้ได้มีการเก็บข้อมูลจากสถานที่จริงเพียงที่เดียวคือ ที่คณะวิศวกรรมศาสตร์ หลังจากนั้นก็จะนำข้อมูลอัพโหลดและแสดงผลผ่านเว็บไซต์ได้เช่นกัน

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. เนื่องจากในการทดลองใช้อุปกรณ์เพียงแค่ตัวเดียวจึงวัดค่าจากหลายๆ สถานที่ในเวลาเดียวกันไม่ได้ ซึ่งในความเป็นจริงควรจะมีการติดตั้งระบบไว้หลายๆ สถานที่

2. ควรจะแก้ไขระบบตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้น ให้มีประสิทธิภาพในการอ่านค่าได้ถูกต้องแม่นยำยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] ชาญชัย ศุภอรรถกร.สร้างเว็บอีคอมเมิร์ซด้วย PHP+MySQL. กรุงเทพฯ : ซิมพลิฟาย, 2553.

[2] สุธี พงศาสกุลชัย. *คัมภีร์ Java เล่ม1*. กรุงเทพฯ : เคทีพี คอมพ์ แอนด์ คอนซัลท์, 2546.

[3] ดอนสัน ปงผาบ, และทิพวัลย์ คำน้ำนอง. *ไมโครคอนโทรลเลอร์และการประยุกต์การใช้งาน PIC*. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ ส.ส.ท., 2552

[4] http://www.thaimicrotron.com/Module/GPS/Graph/PIC877-GPS.PNG

[5] http://www.javathailand.com/frontend/blog/show/312

[6] http://www.thaimicrotron.com/CCS-628/Referrence/MAX232.htm

[7] http://www.thaimicrotron.com/Sensor/SHT1x.htm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

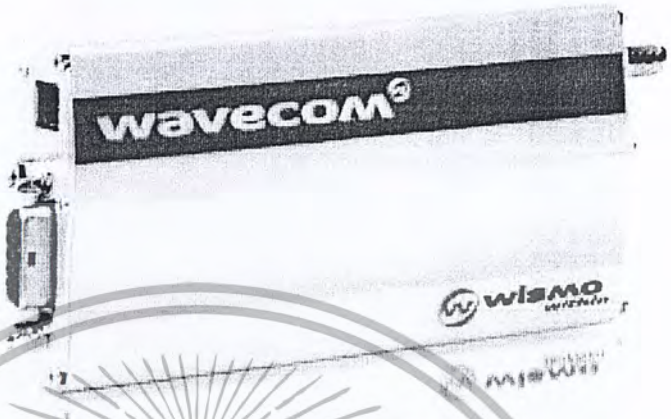
DATASHEET

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

wismo®

FASTRACK
GSM/GPRS - M1206

Hardware Platform



ADD WIRELESS CONNECTIVITY TO ALMOST ANYTHING

The Wavecom Fastrack M1206 external modem delivers all the power of state-of-the-art WISMO technology in one unit. Give your application instant GPRS class 10 capabilities by using the embedded TCP/IP protocol stack. Dramatically reduce time to market thanks to full type-approval.

Housed in a rugged metallic casing, the Fastrack M1206 modem is built to withstand the toughest environments. Avoid extra components and subassemblies by embedding your application right on the platform, using Open AT development tools and built-in spare processing and memory capacity.

The Wavecom Fastrack M1206 modem has been optimized for use as the hardware platform for the Wavecom Machine-to-Machine Development Lab.

SIMPLE, INEXPENSIVE MACHINE-TO-MACHINE APPLICATIONS

Get a reliable GSM/GPRS Class 10 solution
With rugged housing and proven WISMO Within technology

Get connected
With a simple serial RS232 cable and the optional embedded TCP/IP stack

Save time
Because the Wavecom Fastrack M1206 is fully type-approved

Eliminate extra components & subassemblies
By using Open AT development tools to embed your application right on the modem

เอกสารนี้จัดทำขึ้นที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของลิขสิทธิ์ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

wavecom®

WIRELESS SOLUTIONS FOR EVERYONE

FASTRACK M1206 SPECIFICATIONS

PRODUCT FEATURES

Dual Band GSM modem (EGSM900/ 1800 MHz) designed for data, fax, SMS and voice applications
Fully Type Approved
Fully compliant with ETSI GSM Phase 2+ specifications (Normal MS)
Output power:
Class 4 (2W @ 900 MHz)
Class 1 (1W @ 1800 MHz)
Power supply:
Input voltage: 5.5-32V
- 5mA in idle mode, 140mA in communication GSM 900 @ 12V
- 5mA in idle mode, 100mA in communication GSM 1800 @ 12V
- Peak 1.7A @ 5.5V

Overall dimensions: 98 x 54 x 25mm
Weight: 105g

VOICE, DATA/FAX, SHORT MESSAGE SERVICES

Voice features:
- Telephony
- Emergency calls
- Full Rate, Enhanced Full Rate and Half Rate (FR/EFR/HR)
- Dual Tone Multi Frequency Function (DTMF)

GSM Data/Fax features:
- Data circuit asynchronous, transparent and non transparent up to 14,400 bits/s
- Automatic fax group 3 (Class 1 and Class 2)
- MNP2, V.42bis

GPRS packet Data features:
- GPRS Class 10

Coding schemes: CS1 to CS4
Compliant with SMG31bis
- Optional embedded TCP/IP stack

Short Messages Services features:
- Text and PDU
- Point to point (MT/MO)
- Cell Broadcast

GSM SUPPLEMENTARY SERVICES

- Call Forwarding
- Call Barring
- Multiparty
- Call Waiting and Call Hold
- Calling Line Identity
- Advice of Charge
- USSD
- Closed User Group
- Explicit Call Transfer

OTHER FEATURES

- ME+SIM phone book management
- Fixed Dialling Number
- SIM Toolkit Class 2
- SIM, network and service provider locks
- Real Time Clock
- Alarm management
- Software upgrade through Xmodem protocol
- UCS2 character set management

INTERFACES

- RS-232 and audio through mini sub-D 15-pin connector supporting:
  - Remote control by AT commands (GSM 07.07 and 07.05)
  - Baud rate from 300 to 115,200 bits/s
  - Autobauding (300 to 38,400 bits/s)
- Power supply through micro-FIT 4-pin connector
- SMA antenna connector
- Sliding SIM holder (3V/5V SIM interface)

DELIVERABLES

- User guide
- Power supply cable
- Y-cable for data and audio connection (optional)
- Fixing equipment

WAVECOM S.A. may, at any time and without notice, make changes or improvements to the products and services offered and/or cease producing or commercialising them

EARLY BIRD RCS 344 740 043
WAVECOM, WISMO Within and MUSE Platform are registered trademarks or filed trademarks of WAVECOM S.A. in France and/or other countries © is a copyright WAVECOM S.A. 04/03

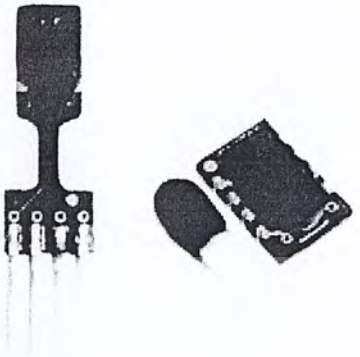
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการ
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของลิขสิทธิ์ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

WAVECOM S.A. - 12, boulevard Garibaldi - 92442 Issy-les-Moulineaux Cedex - France - Tel: +33 (0)1 46 29 08 00 - Fax: +33 (0)1 46 29 08 08
WAVECOM, Inc. - 4810 Eastgate Mall - Second Floor - San Diego, CA 92121 - USA - Tel: +1 858 362 0101 - Fax: +1 858 558 5485
WAVECOM Asia Pacific Ltd. - 5/F, Shui On Centre - 6/8 Harbour Road - Hong Kong, PRC - Tel: +852 2824 0254 - Fax: +852 2824 0255

SENSIRION
THE SENSOR COMPANY

SHT1x / SHT7x

Humidity & Temperature Sensmitter



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

Preliminary Information June 2002

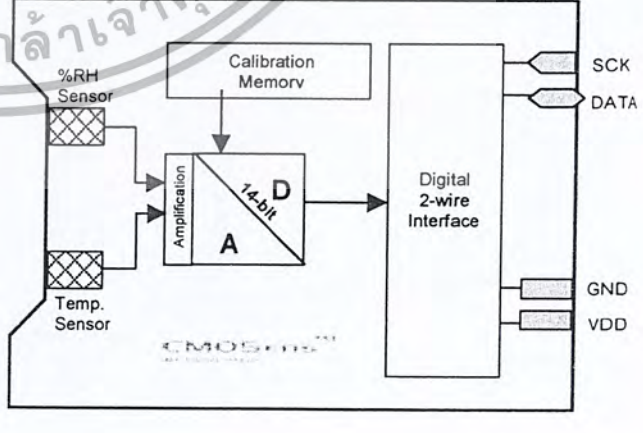
SHT1x Product Summary

The SHT1x / SHT7x is a single chip relative humidity and temperature multi sensor module comprising a calibrated digital output. Application of industrial CMOS processes with customized post processing (CMOSens® technology) ensures highest reliability and excellent long term stability. The device includes two calibrated microsensors for relative humidity and temperature which 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 sensor is calibrated in a precision humidity chamber and 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 including automotive, instrumentation, medical equipment, heating, ventilation and air conditioning systems (HVAC), portable consumer electronics and battery-operated controllers.
The device is supplied in either a surface-mountable LCC (SHT1x) or as a 4-pin single-in-line type package (SHT7x). Customer specific packaging options may be available on request.

Applications

- _ Consumer Appliances
- _ Automotive
- _ HVAC
- _ Weather stations
- _ Test & Measurement
- _ Data Logging
- _ Automation
- _ White Goods

Schematic Diagram



Ordering information

Part Number	Humidity accuracy	Temperature accuracy	Package	
SHT11	±3.5%RH	±0.5°C@25°C	SMT	
SHT15	±2.0%RH	±0.5°C	SMT	
SHT71	±3.5%RH	±0.5°C@25°C	4-pin single-in-line	Available Q3 2002
SHT75	±2.0%RH	±0.5°C	4-pin single-in-line	Available Q3 2002

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1 Sensor Performance Specifications[1]

Parameter	Conditions	Min.	Typ.	Max.	Units
Humidity					
Resolution		0.5	0.03	0.03	% RH
		8	12	12	bit
Repeatability			±0.1		% RH
Accuracy[2] & Interchangeability		see figure 1			
Nonlinearity	10 - 90 %RH	<1[5]		±3[5]	% 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		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

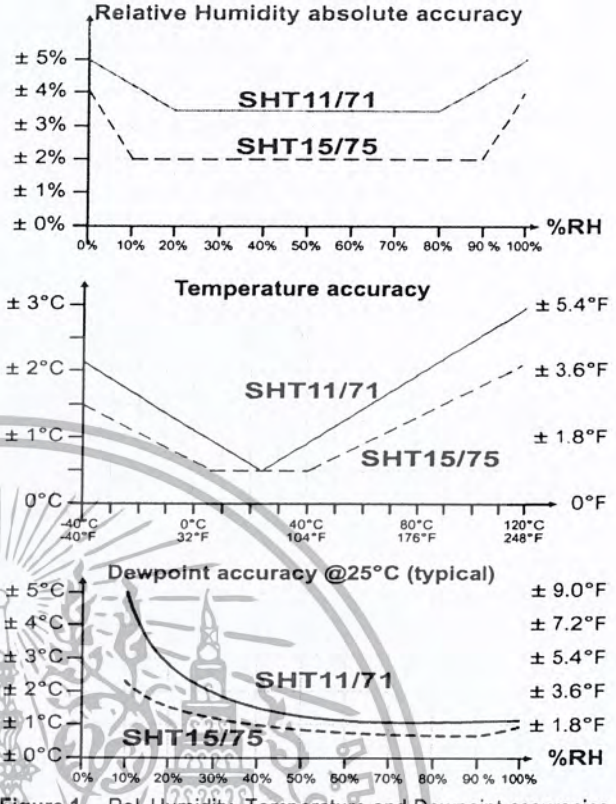


Figure 1 Rel. Humidity, Temperature and Dewpoint accuracies

1.1 Converting the digital output to physical values

1.1.1 Humidity

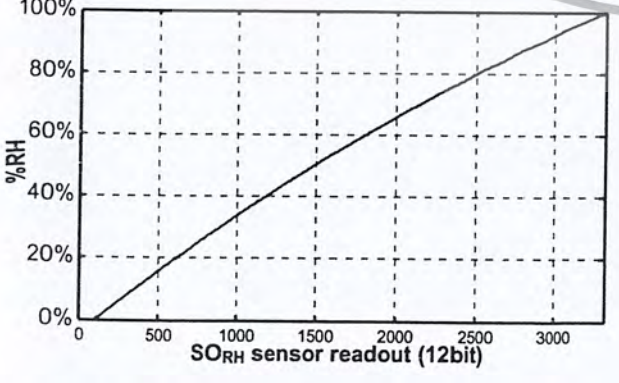
To compensate for the non-linearity of the humidity sensor and to obtain the full accuracy it is recommended to convert the readout with the following formula:

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

$c_1 = -4$ $c_2 = 0.0405$ $c_3 = -2.8 * 10^{-6}$ for 12bit SO_{RH}

$c_1 = -4$ $c_2 = 0.648$ $c_3 = -7.2 * 10^{-4}$ for 8bit SO_{RH}

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



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

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

with $t_1 = 0.01$; $t_2 = 0.00008$ for 12bit SO_{RH} ; $t_2 = 0.00128$ for 8bit SO_{RH}

This equals ~0.12%RH / °C @ 50%RH

1.1.2 Temperature

The temperature sensor is very linear by design. Use the following formula to convert from digital readout to temperature: Temperature = $d_1 + d_2 * SO_T$

Use the appropriate table entries for 5V or 3V.

	Celsius		Fahrenheit	
SO_T	d_1	d_2	d_1	d_2
14bit 5V	-40	0.01	-40	0.018
12bit 5V	-40	0.04	-40	0.072
14bit 3V	-38.4	0.0098	-37.1	0.0176
12bit 3V	-38.4	0.0392	-37.1	0.0704

This equals a voltage dependency of ~ -0.2°C/V @ 25°C

1.1.3 Dewpoint

See application note "Dewpoint calculation" for more information.

[1] For operation within normal operation range as described in Chapter 3, RH accuracy at 25°C
[2] Not including non-linearity
[3] The default measurement resolution of 14bit (temperature) and 12bit (humidity) can be reduced to 12 and 8 bit through the status register.
[4] Where SO_{RH} is the sensor output for relative humidity
[5] Min. value after compensation with formula in chapter 1.1.1, Max. value without any compensation

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2 Serial Interface

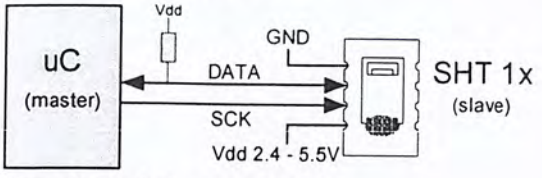


Figure 2 Typical application circuit

2.1 Power Pins

The device requires a voltage supply between 2.4V and 5.5V. After powerup the device requires 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 I/O Pins (Bidirectional 2-wire Interface)

See Table 5 for a detailed IO characteristics.

2.2.1 Serial clock input (SCK)

The SCK is used to synchronize the communication between a master and the SHT1x/SHT7x. Since the device contains 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 at the falling edge** and is **valid on the rising edge** of the serial clock SCK. An external pull-up resistor is required to pull the signal high. (See Figure 2). Pull-up resistors are often included in I/O circuits of microcontrollers.

2.2.3 Command sequence

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.

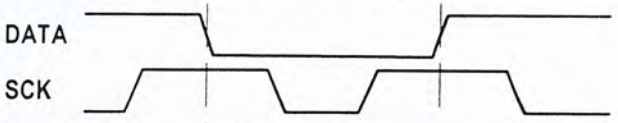


Figure 3 "Transmission Start" sequence

The subsequent command sequence consists of three address bits (only "000" is currently supported) and five command bits. The SHT1x/SHT7x indicates the proper reception of a command by pulling the DATA pin low (ACK bit) after the falling edge of the 8th SCK clock and the DATA line is released (and goes high) after the falling edge of the 9th SCK clock.

See 2.2.5 "Measurement Sequence" for an application of the command sequence

2.2.4 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 contend.

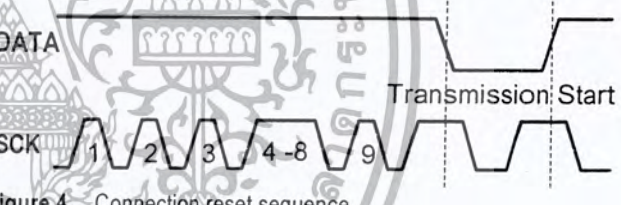
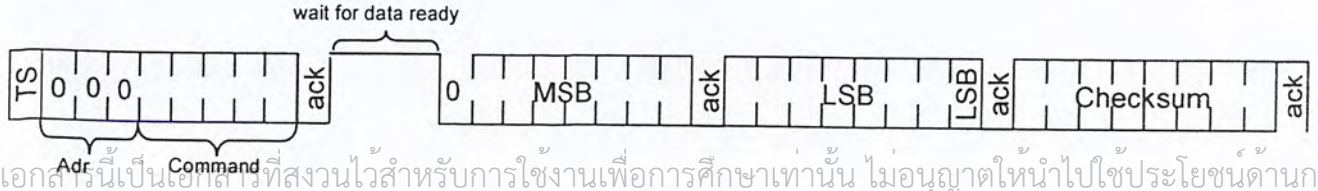


Figure 4 Connection reset sequence

Command	Code	Description
Reserved	0000x	Reserved
Measure Temperature	**00011**	**Temperature measurement**
Measure Humidity	**00101**	**Humidity measurement**
Status Register Read	00111	Read access to the status register (see application note)
Status Register Write	00110	Write access to the status register (see application note)
Reserved	0101x-1110x	Reserved
Soft reset	**11110**	**resets the chip, clears the status register to default values** wait 11ms before next command

Table 2 SHT1x/SHT7x list of commands



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.5 *Measurement sequence (T and RH)*

After issuing a measurement command ('00000101' for RH, '00000011' for Temperature) the controller has to wait for the measurement to complete. This takes approximately 11/55/210ms 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 SHT1x pulls down the data line (2) and the controller must restart SCK. 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 finished.

Warning: To keep heat up of the SHT1x/SHT7x below 0.1°C it should not be active for more than 15% of the time (e.g. max. 3 measurements / second for 12bit accuracy).

2.2.6 *CRC-8 Checksum Calculation*

Please consult application note "CRC-8 Checksum Calculation" for information on how to calculate the CRC.

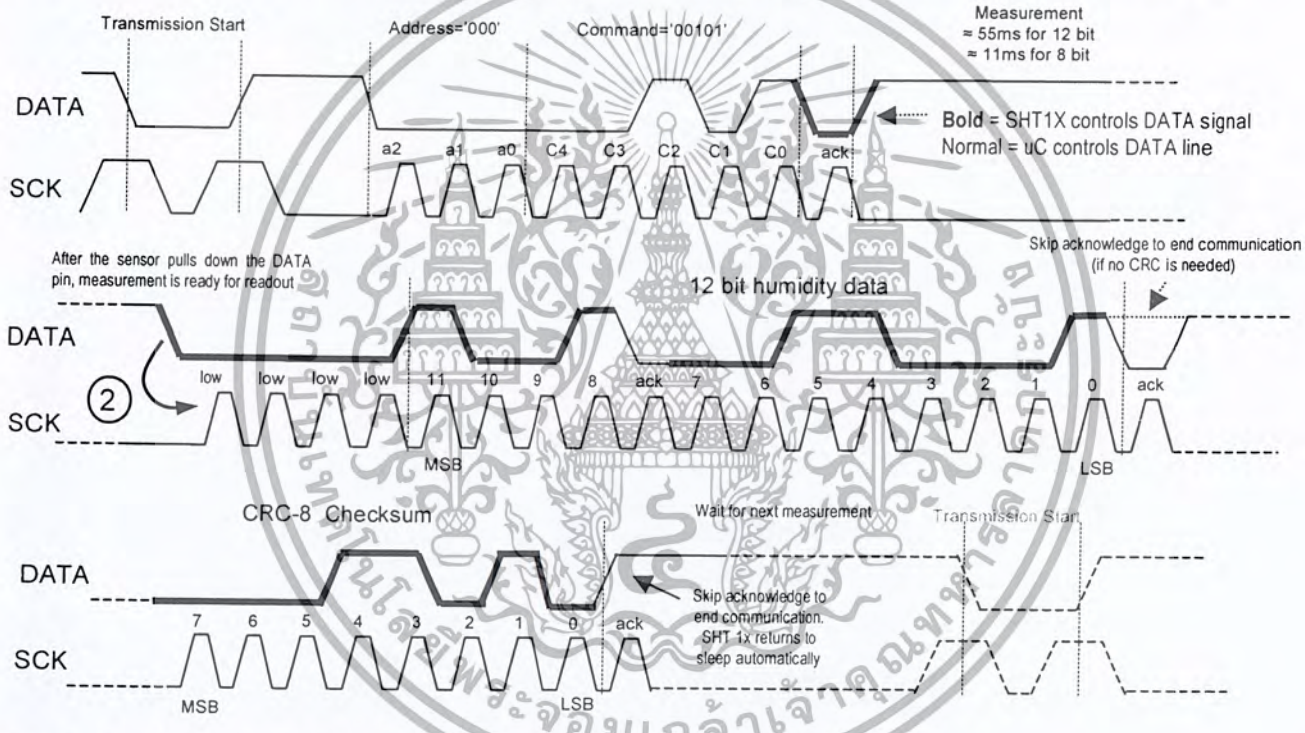


Figure 5 Example RH measurement sequence for value "0000'1001 ' 0011'0001"= 2353 = 75.79%RH

2.3 Status Register

Some of the advanced functions of the SHT1x/SHT7x are available through the status register. The following section gives a brief overview of these features. Please consult application note "Status Register" for more information.

2.3.1 *Measurement resolution*

The default measurement resolution of 14bit (temperature) and 12bit (humidity) can be reduced to 12 and 8 bit. 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 2.47V. Accuracy is ±0.05V.

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. Power consumption will increase by 8mA @ 5V.

Applications:

- By comparing temperature and humidity values before and after switching on the heater, proper functionality of both sensors can be verified.
- In high RH environments heating the sensor element will avoid condensation.

Warning: The built-in calibration is not correct while the sensmitter is heated!

Please consult application note "Status Register" for more information on how to access and use these features.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3 Specifications SHT1x/SHT7x

3.1 Absolute Maximum Ratings

Ambient Storage Temperature: -40°C to 120°C

3.2 Operating Conditions

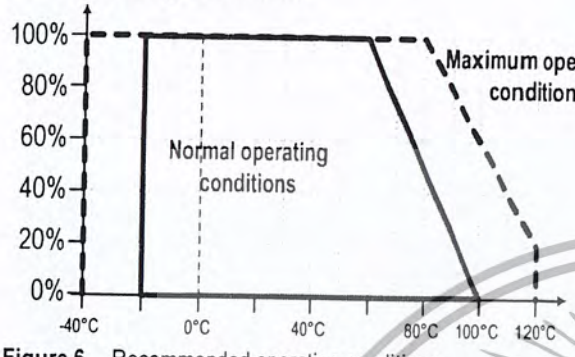


Figure 6 Recommended operating conditions

Conditions outside the recommended range may temporarily offset the RH signal up to ±3%RH. After return to normal conditions it will slowly return close to calibration state by itself.
To accelerate this process we recommend the following reconditioning procedure:
90°C at <5%RH for 24h followed by
20-30°C at >74%RH for 48h

Prolonged exposure to extreme conditions may accelerate ageing.

3.3 Special Conditions

Extensive tests were performed in various environments.

Environment	Norm	Results[4]
Temperature Cycles	JESD22-A104-A -40 +125°C, 1000cy	Within Specifications
Pressure Cooker	JESD22-A110-B 2.3bar 125°C 85%RH	Reversible shift by +2% RH
Salt Atmosphere	DIN-50021ss	Within Specifications
Freezing cycles fully submerged	-20 +90°C, 100cy 30min dwell time	Reversible shift by +2% RH

Table 3 Qualification tests

Please contact SENSIRION for additional qualification information.

3.4 Electrical Specifications[1]

3.4.1 ESD (Electrostatic Discharge)

ESD immunity is qualified according to MIL STD 883E, method 3015 (Human Body Model at ±2kV)).
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.

3.4.2 DC Characteristics

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 SHT1x/SHT7x DC Characteristics

3.4.3 I/O 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_{CLH}	SCK high time		100			ns
T_{CLL}	SCK 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 SHT1x/SHT7x I/O Signals Characteristics

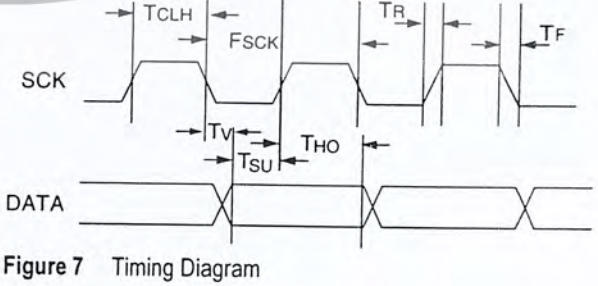


Figure 7 Timing Diagram

(1) Parameters are periodically sampled and not 100% tested
(2) With one measurement of 8 bit accuracy without OTP reload per second
(3) With one measurement of 12bit accuracy per second
(4) The temperature sensor passed all tests without any drift Package and electronics also passed 100%

เอกสารนี้ใช้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4 Physical Dimensions and Mounting Information

4.1 SHT1x (surface mountable)

Pin	Name	Comment
1	GND	Ground
2	DATA	Serial data bidirectional
3	SCK	Serial clock input
4	VDD	Supply 2.4 – 5.5V
5-8	nc	Do not connect pins on right side

Table 6 SHT1x Pin Description

4.1.1 Package type

The SHT1x is supplied in a surface-mountable LCC type package. The sensors housing consists of a Liquid Crystal Polymer (LCP) cap with epoxy glob top on a standard 0.8mm FR4 substrate.
Device size is 7.62 x 5.08 x 2.5 mm. Weight 100mg

4.1.2 Soldering Information

The SHT1x can be soldered using standard reflow ovens at maximum 225°C for 20 seconds. For manual soldering contact time must be limited to 5 seconds at up to 350°C.
After soldering the devices must be stored at >74%RH for at least 24h to allow the polymer to recover.
Please consult the application note "Soldering procedure" for detailed instructions.

4.1.3 Delivery Conditions

The SHT1x will be delivered in standard IC tubes by 80 pieces per tube. Other delivery options may be available on request.

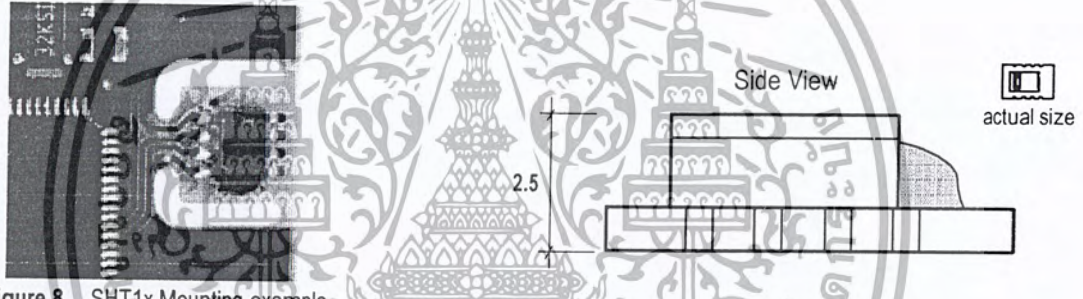


Figure 8 SHT1x Mounting example

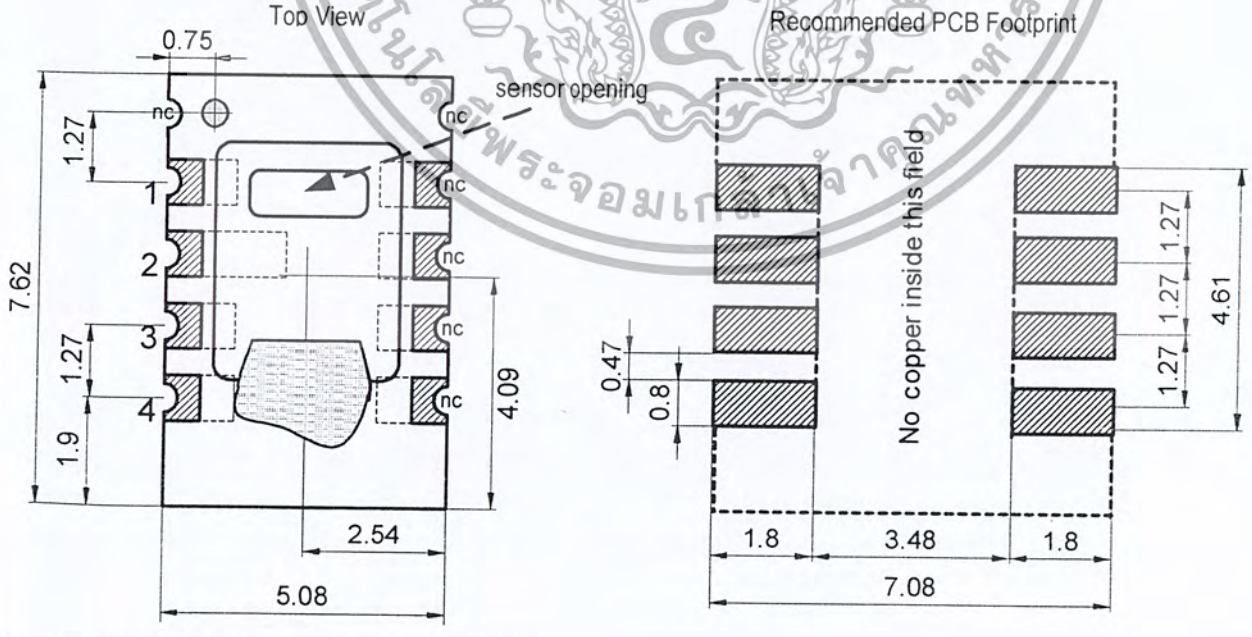


Figure 9 SHT1x drawing and footprint dimensions in mm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

SHT7x are available starting Q3 2002

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

Table 7 SHT7x Pin Description

4.2.1 Package type

The device is supplied in a single-in-line pin type package.
The sensors housing consists of a Liquid Crystal Polymer (LCP) cap with epoxy glob top on a standard 0.6mm FR4 substrate.
The sensor head is connected to the pins by a small bridge to minimize heat conduction and response times.
A 100nF capacitor is mounted on the back side between VDD and GND.
Weight 168mg, Weight of sensor head 73mg
All pins are gold plated to avoid corrosion.
Pins mate with most 1.27mm (0.05") sockets
e.g.: Preci-dip / Mill-Max 851-93-004-20-001 or similar

4.2.2 Soldering Information (Preliminary)

The SHT7x may be soldered using standard wave soldering systems at maximum 225°C for 20 seconds.
For manual soldering contact time must be limited to 5 seconds at up to 350°C.
After soldering the devices must be stored at >74%RH for at least 24h to allow the polymer to recover.
Please consult the application note "Soldering procedure" for detailed instructions.

4.2.3 Delivery Conditions

The SHT7x will be delivered in trays by *xx* pieces per tray.
Other delivery options may be available on request.

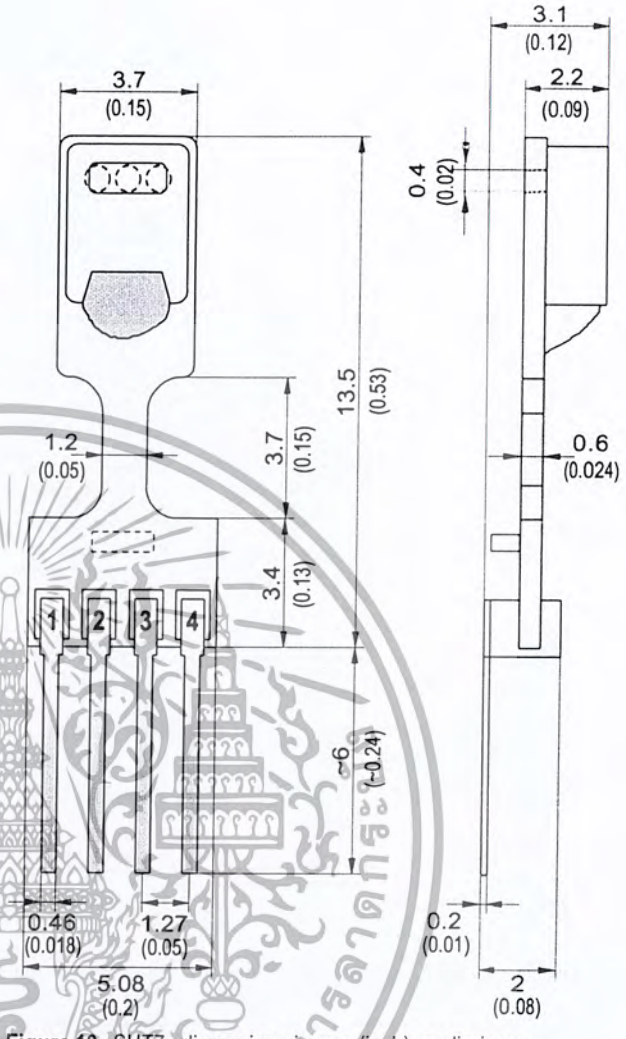


Figure 10 SHT7x dimensions in mm (inch), preliminary

4.3 Other Packages

Other packaging options may be available on request.

4.4 Production date

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

4.5 Mounting Recommendations

The relative humidity of a gas strongly depends on its temperature. It is therefore essential to keep the sensor at the same temperature as the air of which the humidity is to be measured.
If the sensmitter shares a PCB with heating electronic components it should be mounted 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.
Prolonged direct exposure of the SHT1x/SHT7x to sunshine or UV radiation should be avoided.

4.6 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.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5 Revision history

Date	Page	Changes
February 2002	1-9	First public release
February (2) 2002	4	Corrected CRC information to match application note
March 2002	2	Extended SHT11 3.5 accuracy range to 20%-80%
	8	Added image of mounting example
	2	Changed coefficients of temperature conversion formula
		Various small modifications
June 2002	6	Extended "no copper" area in figure 9
	5	Corrected timing diagram and table 5 with setup times for DATA
	5	Added qualification data table
	7	Added SHT7x information
	4	Renamed "End of Life" function to "End of Battery"

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

6 Important Notices

The warranty for each SENSIRION AG product comes in the form of a written warranty which governs sale and use of such product. Such warranty is contained in the printed terms and conditions under which such product is sold, or in a separate written warranty supplied with the product. Please refer to such written warranty with respect to its applicability to certain applications of such product.

These products may be subject to restrictions on use. Please contact SENSIRION AG for a list of the current additional restrictions on these products. By purchasing these products, the purchaser of these products agrees to comply with such restrictions. Please contact SENSIRION AG for clarification of any restrictions described herein. SENSIRION AG reserves the right, without further notice, to change the SENSIRION SHT1x/SHT7x Relative Humidity and Temperature Sensor product specifications and/or information in this document and to improve reliability, functions and design.

SENSIRION AG assumes no responsibility or liability for any use of SENSIRION SHT1x/SHT7x product. Application examples and alternative uses of the SENSIRION SHT1x/SHT7x are for illustration purposes only and SENSIRION AG makes no representation or warranty that such applications shall be suitable for the use specified.

Copyright© 2001-2002, SENSIRION AG.
All rights reserved.

7 Caution

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.

8 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.**

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/

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ทำซ้ำ ดัดแปลง เผยแพร่ ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้