สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ระบบติดตามผลและส่งข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา

METEOROLOGICAL WIRELESS MONITORING

โดย

นางสาวชลิดา ศรีปรีชานันท์

นางสาวสุพิชญา แสนประเสริฐ

นางสาวอรุณโรจน์ เฉลิมกลิ่น

วพ.
ส251ร
2550

เลขหมู่.....82957
เลขทะเบียน.....
วัน,เดือน,ปี.....29 ก.ค. 2551

b.11956896
i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบติดตามผลและส่งข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา

METEOROLOGICAL WIRELESS MONITORING

โดย

นางสาวชลิดา ศรีปรีชานันท์ 47010663

นางสาวสุพิชญา แสนประเสริฐ 47010877

นางสาวอรุณโรจน์ เฉลิมกลิ่น 47010961

อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ. นิภา ลีลารุจิ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2550

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง **ระบบติดตามผลและส่งข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา**

METEOROLOGICAL WIRELESS MONITORING

ผู้จัดทำ

1. นางสาวชลิดา ศรีปรีชานันท์ 47010663

2. นางสาวสุพิชญา แสนประเสริฐ 47010877

3. นางสาวอรุณโรจน์ เฉลิมกลิ่น 47010961

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(รศ. นิภา ลีลารุจิ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบติดตามผลและส่งข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา

METEOROLOGICAL WIRELESS MONITORING

โดย นางสาวชลิดา ศรีปรีชานันท์ 47010663

นางสาวสุพิชญา แสนประเสริฐ 47010877

นางสาวอรุณโรจน์ เฉลิมกลิ่น 47010961

อาจารย์ที่ปรึกษา รศ. นิภา ลีลารุจิ

บทคัดย่อ

โครงงานนี้นำเสนออุปกรณ์ตรวจวัดข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา ซึ่งทำการวัดค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่มีสถานี 2 สถานี ซึ่งจะส่งข้อมูลให้กับสถานีรับค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์แบบไร้สายผ่านคลื่นวิทยุย่าน 2.4 GHz โดยสถานีรับค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ส่งข้อมูลดังกล่าวที่รับได้ให้กับคอมพิวเตอร์ จากนั้นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ของระบบติดตามผลทางอุตุนิยมวิทยาทำการคำนวณหาค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์จากข้อมูลที่เซนเซอร์วัดได้แสดงผลออกทางหน้าจอคอมพิวเตอร์และเก็บบันทึกไว้ในฐานข้อมูล

ABSTRACT

This project presents meteorological wireless monitoring such as temperature and humidity. Meteorological wireless monitoring has two measurement stations which transmit to the receiver via radio frequency around 2.4 GHz. The receiver sends data to computer that has meteorological program to calculate temperature and humidity. Then data are displayed on the monitor and are recorded.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

		หน้า
บทที่ 1	**บทนำ**	1
	1.1 แนวคิดของโครงงาน	1
	1.2 ความมุ่งหมายและจุดประสงค์ของการทำโครงงาน	1
บทที่ 2	**ทฤษฎีและหลักการ**	2
	2.1 การทำงานของระบบติดตามผลและส่งข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา	2
	2.2 ความชื้นและเสถียรภาพของอากาศ	3
	2.2.1 ไอน้ำในอากาศ	3
	2.2.2 ความชื้น	4
	2.3 เซนเซอร์วัดสถานีวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์	5
	2.3.1 คุณสมบัติของเซนเซอร์วัดวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ SHT15	5
	2.3.2 การเชื่อมต่อกับเซนเซอร์วัดวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์	6
	2.3.3 รูปแบบการสื่อสารข้อมูลของเซนเซอร์วัดวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์	7
	2.3.4 รีเซตการเชื่อมต่อ	9
	2.3.5 การคำนวณค่าอุณหภูมิ	9
	2.3.6 คำนวณค่าความชื้นสัมพัทธ์	10
	2.4 ทฤษฎีไมโครคอนโทรลเลอร์	10
	2.4.1 โครงสร้างทางฮาร์ดแวร์ของไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ AT89C52	10
	2.5 ตัวส่ง/รับสัญญาณ TRW 2.4GHz	11
	2.5.1 คุณสมบัติของตัวส่ง/รับสัญญาณ TRW 2.4GHz	11
	2.5.2 การเชื่อมต่อกับตัวส่ง/รับสัญญาณ TRW 2.4GHz	12
	2.5.3 รูปแบบการสื่อสารข้อมูลของตัวส่ง/รับสัญญาณ TRW 2.4GHz	13
	2.5.4 การส่งสัญญาณแบบซอคเบิร์ส	15
	2.5.5 การทำงานของตัวส่ง/รับสัญญาณ TRW 2.4GHz	18
	2.5.6 การตั้งค่าการใช้งาน	19
	2.6 การเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์	24
	2.6.1 การสื่อสารแบบอนุกรม	25
	2.6.2 มาตรฐานการเชื่อมต่อแบบอนุกรมอาร์เอสสองสามสอง	25
	2.6.3 ระดับแรงดันที่ใช้งานสำหรับพอร์ตอนุกรมอาร์เอสสองสามสอง	26
	2.6.4 การสื่อสารอนุกรมยูเออาร์ที	26
	2.7 การประมวลผลในคอมพิวเตอร์	27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3 การออกแบบและการสร้าง 31

3.1 การออกแบบและการสร้างในส่วนของฮาร์ดแวร์ 31

3.1.1 วงจรวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ 29

3.1.2 วงจรส่ง/รับสัญญาณด้วย TRW 2.4GHz 29

3.1.3 วงจรภาคส่งสัญญาณของสถานีวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่ 1 และ 2 30

3.1.4 วงจรภาครับสัญญาณ 30

3.2 การออกแบบในส่วนซอฟแวร์ 31

3.2.1 การทำงานของระบบติดตามผลและส่งข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา 31

3.2.2 การออกแบบซอฟแวร์ติดต่อกับเซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ 32

3.2.3 การออกแบบการตั้งค่าการทำงานของตัวส่ง/รับสัญญาณด้วย TRW 2.4GHz 33

3.2.4 การทำงานของตัวส่งสัญญาณ 34

3.2.5 การทำงานของตัวรับสัญญาณ 35

3.2.6 การทำงานของชุดสถานีวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่ 1 36

3.2.7 การทำงานของชุดสถานีวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่ 2 36

3.2.8 การทำงานของชุดรับสัญญาณ 37

3.3 การออกแบบการประมวลผลในคอมพิวเตอร์ 38

บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง 39

4.1 การวัดความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิ 39

4.2 สัญญาณที่ใช้ในการควบคุมการทำงานของตัวส่ง/รับสัญญาณ TRW 2.4GHz 42

4.2.1 สัญญาณที่ใช้ในการควบคุมการทำงานของตัวส่งสัญญาณ TRW 2.4GHz 42

4.2.2 สัญญาณที่ใช้ในการควบคุมการทำงานของตัวรับสัญญาณ TRW 2.4GHz 45

4.3 การเชื่อมต่อกับตัวส่งสัญญาณ TRW 2.4GHz ของสถานีที่ 1 48

4.3.1 การทำงานของตัวส่งสัญญาณของสถานีวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่ 1 48

4.3.2 ไบต์คำสั่ง 49

4.3.3 ไบต์ข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ 50

4.4 การส่งข้อมูลระหว่างตัวส่งสัญญาณของสถานีวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่ 1 และตัวรับสัญญาณ 53

4.5 การเชื่อมต่อกับตัวส่งสัญญาณ TRW 2.4GHz ของสถานีที่ 2 57

4.6 การส่งข้อมูลระหว่างตัวส่งสัญญาณของสถานีวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่ 2 และตัวรับสัญญาณ 61

4.7 การส่งข้อมูลเข้าคอมพิวเตอร์ 65

4.8 การประมวลผลในคอมพิวเตอร์ 66

4.9 การสอบเทียบอุปกรณ์ 69

4.9.1 การสอบเทียบการวัดอุณหภูมิของเซ็นเซอร์ 69

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.9.2 การสอบเทียบการวัดความชื้นสัมพัทธ์ของเซ็นเซอร์ 70
4.10 รูปถ่ายชิ้นงาน 71
บทที่ 5 บทวิจารณ์และบทสรุป 73
ภาคผนวก
หนังสืออ้างอิง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

		หน้า
รูปที่ 2.1	บล็อกไดอะแกรมของระบบติดตามผลและส่งข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา	2
รูปที่ 2.2	แสดงชุดอุปกรณ์ทั้งหมดในระบบติดตามผลและส่งข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา	2
รูปที่ 2.3	โมเลกุลของน้ำและไอน้ำในอากาศ	3
รูปที่ 2.4	กราฟปริมาณไอน้ำที่ทำให้อากาศอิ่มตัว	4
รูปที่ 2.5	รูปร่างเซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์	5
รูปที่ 2.6	บล็อกไดอะแกรมการทำงานของเซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์	6
รูปที่ 2.7	รูปแสดงวงจรในการเชื่อมต่อเข้ากับเซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์	6
รูปที่ 2.8	แสดงรูปแบบสัญญาณกระตุ้นผ่านขาสัญญาณนาฬิกา และขาสัญญาณรับ / ส่งข้อมูล	7
รูปที่ 2.9	แสดงรูปแบบสัญญาณคำสั่งของเซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์	7
รูปที่ 2.10	แสดงรูปแบบสัญญาณข้อมูลของเซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์	8
รูปที่ 2.11	แสดงสัญญาณรีเซตและการสร้างสภาวะเริ่มต้นการส่งสัญญาณ	9
รูปที่ 2.12	แสดงลักษณะขาของตัวส่ง/รับสัญญาณTRW 2.4GHz	11
รูปที่ 2.13	แสดงรายละเอียดทางด้านบน ด้านข้างและด้านหน้าของตัวส่ง/รับสัญญาณTRW 2.4GHz	12
รูปที่ 2.14	โฟลว์ชาร์ตการส่งสัญญาณแบบซอคเบิร์สของตัวส่ง/รับสัญญาณ TRW 2.4GHz	16
รูปที่ 2.15	โฟลว์ชาร์ตการรับสัญญาณแบบซอคเบิร์สของตัวส่ง/รับสัญญาณTRW 2.4GHz	17
รูปที่ 2.16	แสดงไดอะแกรมของแพคเกตข้อมูล	24
รูปที่ 2.17	การจัดขาของคอนเนคเตอร์พอร์ตอนุกรมมาตรฐานอาร์เอสสองสามสองทั้งแบบ DB-9	25
รูปที่ 2.18	การต่ออุปกรณ์ภายนอกเข้ากับคอมพิวเตอร์แบบอาร์เอสสองสามสองโดยใช้สายสัญญาณ 3 เส้น	26
รูปที่ 3.1	บล็อกไดอะแกรมของระบบติดตามผลและส่งข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา	28
รูปที่ 3.2	แสดงชุดอุปกรณ์ทั้งหมดในระบบติดตามผลและส่งข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา	28
รูปที่ 3.3	วงจรวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์	29
รูปที่ 3.4	วงจรวงจรส่ง/รับสัญญาณด้วย TRW 2.4GHz	29
รูปที่ 3.5	วงจรภาคส่งสัญญาณของสถานีวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่ 1 และ 2	30
รูปที่ 3.6	วงจรภาครับสัญญาณ	30
รูปที่ 3.7	โฟลว์ชาร์ตแสดงการทำงานของระบบติดตามผลทางอุตุนิยมวิทยา	31
รูปที่ 3.8	แสดงโฟลว์ชาร์ตการทำงานของเซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์	32
รูปที่ 3.9	แสดงโฟลว์ชาร์ตการทำงานของตัวส่งสัญญาณ	34
รูปที่ 3.10	แสดงโฟลว์ชาร์ตการทำงานของตัวรับสัญญาณ	35
รูปที่ 3.11	แสดงโฟลว์ชาร์ตการทำงานของชุดสถานีวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่ 1	36
รูปที่ 3.12	แสดงโฟลว์ชาร์ตการทำงานของชุดสถานีวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่ 2	36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.13 แสดงโฟลว์ชาร์ตการทำงานของชุดรับสัญญาณ 37
รูปที่ 3.14 โฟลว์ชาร์ตแสดงการประมวลผลในคอมพิวเตอร์ 38
รูปที่ 4.1 แสดงสัญญาณคำสั่งที่ใช้ในการวัดอุณหภูมิ 39
รูปที่ 4.2 แสดงสัญญาณคำสั่งที่ใช้ในการวัดความชื้นสัมพัทธ์ 40
รูปที่ 4.3 แสดงสัญญาณค่าอุณหภูมิที่วัดได้ 41
รูปที่ 4.4 แสดงสัญญาณค่าความชื้นสัมพัทธ์ที่วัดได้ 42
รูปที่ 4.5 แสดงสัญญาณที่ส่งเข้าไปยังตัวส่งสัญญาณ 43
รูปที่ 4.6 แสดงสัญญาณที่ส่งเข้าไปยังตัวรับสัญญาณ 44
รูปที่ 4.7 รูปแสดงการส่งสัญญาณข้อมูลที่ต้องการส่งให้ตัวส่งสัญญาณแบบไร้สาย 45
รูปที่ 4.8 รูปแสดงการสัญญาณข้อมูลและสัญญาณนาฬิกาที่ใช้ในการตั้งค่าอุปกรณ์ให้เป็นตัวรับสัญญาณ 46
รูปที่ 4.9 แสดงสัญญาณแจ้งการตั้งค่าและสัญญาณข้อมูลที่ใช้ในการตั้งค่าให้เป็นตัวรับสัญญาณ 47
รูปที่ 4.10 แสดงการดาวน์โหลดข้อมูลจากไมโครคอนโทรลเลอร์ 48
รูปที่ 4.11 แสดงการส่งข้อมูลในหนึ่งรอบการทำงานของสถานีวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่ 1 49
รูปที่ 4.12 แสดงข้อมูลคำสั่งของสถานีวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่ 1 50
รูปที่ 4.13 แสดงข้อมูลค่าอุณหภูมิไบต์แรกของสถานีวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่ 1 51
รูปที่ 4.14 แสดงข้อมูลค่าอุณหภูมิไบต์ที่ 2 ของสถานีวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่ 1 51
รูปที่ 4.15 แสดงข้อมูลค่าความชื้นสัมพัทธ์ไบต์แรกของสถานีวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่ 1 52
รูปที่ 4.16 แสดงข้อมูลค่าความชื้นสัมพัทธ์ไบต์ที่ 2 ของสถานีวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่ 1 52
รูปที่ 4.17 แสดงสัญญาณข้อมูลใน 1 รอบที่สถานีที่ 1 และสถานีรับสัญญาณ 53
รูปที่ 4.18 แสดงสัญญาณข้อมูลค่าคำสั่งที่สถานีที่ 1 และสถานีรับสัญญาณ 54
รูปที่ 4.19 แสดงสัญญาณข้อมูลค่าอุณหภูมิไบต์แรกที่สถานีที่ 1 และสถานีรับสัญญาณ 54
รูปที่ 4.20 แสดงสัญญาณข้อมูลค่าอุณหภูมิไบต์ที่ 2 ที่สถานีที่ 1 และสถานีรับสัญญาณ 55
รูปที่ 4.21 แสดงสัญญาณข้อมูลค่าความชื้นสัมพัทธ์ไบต์แรกที่สถานีที่ 1 และสถานีรับสัญญาณ 56
รูปที่ 4.22 แสดงสัญญาณข้อมูลค่าความชื้นสัมพัทธ์ไบต์ที่ 2 ที่สถานีที่ 1 และสถานีรับสัญญาณ 56
รูปที่ 4.23 แสดงการส่งข้อมูลในหนึ่งรอบการทำงานของสถานีวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่ 2 57
รูปที่ 4.24 แสดงข้อมูลคำสั่งของสถานีวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่ 2 58
รูปที่ 4.25 แสดงข้อมูลค่าอุณหภูมิไบต์แรกของสถานีวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่ 2 59
รูปที่ 4.26 แสดงข้อมูลค่าอุณหภูมิไบต์ที่ 2 ของสถานีวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่ 2 59
รูปที่ 4.27 แสดงข้อมูลค่าความชื้นสัมพัทธ์ไบต์แรกของสถานีวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่ 2 60
รูปที่ 4.28 แสดงข้อมูลค่าความชื้นสัมพัทธ์ไบต์ที่ 2 ของสถานีวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่ 2 60
รูปที่ 4.29 แสดงสัญญาณข้อมูลใน 1 รอบที่สถานีที่ 2 และสถานีรับสัญญาณ 61
รูปที่ 4.30 แสดงสัญญาณข้อมูลค่าคำสั่งที่สถานีที่ 2 และสถานีรับสัญญาณ 62
รูปที่ 4.31 แสดงสัญญาณข้อมูลค่าอุณหภูมิไบต์แรกที่สถานีที่ 2 และสถานีรับสัญญาณ 62

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.32 แสดงสัญญาณข้อมูลค่าอุณหภูมิไบต์ที่ 2 ที่สถานีที่ 2 และสถานีรับสัญญาณ 63
รูปที่ 4.33 แสดงสัญญาณข้อมูลค่าความชื้นสัมพัทธ์ไบต์แรกที่สถานีที่ 2 และสถานีรับสัญญาณ 64
รูปที่ 4.34 แสดงสัญญาณข้อมูลค่าความชื้นสัมพัทธ์ไบต์ที่ 2 ที่สถานีที่ 2 และสถานีรับสัญญาณ 64
รูปที่ 4.35 แสดงข้อมูลค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของแต่ละสถานีที่ส่งเข้าคอมพิวเตอร์ 65
รูปที่ 4.36 การทำงานของโปรแกรมระบบติดตามผลและส่งข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา 66
รูปที่ 4.37 การทำงานของโปรแกรมระบบติดตามผลและส่งข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาเมื่อรับค่าจากสถานีที่ 1 66
รูปที่ 4.38 การทำงานของโปรแกรมระบบติดตามผลและส่งข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาเมื่อรับค่าจากสถานีที่ 2 67
รูปที่ 4.39 กราฟแสดงค่าอุณหภูมิโปรแกรมระบบติดตามผลและส่งข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา 67
รูปที่ 4.40 กราฟแสดงค่าความชื้นสัมพัทธ์โปรแกรมระบบติดตามผลและส่งข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา 68
รูปที่ 4.41 แสดงการบันทึกข้อมูลของโปรแกรมระบบติดตามผลและส่งข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา 68
รูปที่ 4.42 แสดงการสอบเทียบการวัดอุณหภูมิของเซนเซอร์ 69
รูปที่ 4.43 แสดงการทดลองการสอบเทียบการวัดค่าความชื้นสัมพัทธ์ 70
รูปที่ 4.44 แสดงอุปกรณ์ในระบบติดตามผลและส่งข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา 71
รูปที่ 4.45 แสดงชิ้นส่วนภายในของสถานีวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่ 1 และสถานีที่ 2 72
รูปที่ 4.46 แสดงชิ้นส่วนภายในของสถานีรับค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ 72
รูปที่ 4.47 สาธิตการใช้งานระบบติดตามผลและส่งข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา 72

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

		หน้า
ตารางที่ 2.1	แสดงรายละเอียดคำสั่งและข้อมูลสำหรับควบคุมการทำงานของเซนเซอร์	7
ตารางที่ 2.2	แสดงการกำหนดค่าคงที่ทางอุณหภูมิตัวที่ 1 และตัวที่ 2 เพื่อคำนวณค่าอุณหภูมิจริง	9
ตารางที่ 2.3	แสดงค่าคงที่ในการแปลงค่าความชื้นสัมพัทธ์ในสมการที่ (2.3)	10
ตารางที่ 2.4	แสดงค่าคงที่ในการแปลงค่าความชื้นสัมพัทธ์ในสมการที่ (2.2)	10
ตารางที่ 2.5	แสดงลักษณะการทำงานของขาของตัวส่ง/รับสัญญาณTRW 2.4G	12
ตารางที่ 2.6	การเซตค่าของแต่ละขาในโหมดต่างๆ	13
ตารางที่ 2.7	รายละเอียดทางไฟฟ้า	14
ตารางที่ 2.8	แสดงการตั้งค่าการใช้งาน	19
ตารางที่ 2.9	แสดงการตั้งค่าการใช้งานเฟสลอคลูป	20
ตารางที่ 2.10	แสดงการตั้งค่าจำนวนบิตในเปย์โหลด	21
ตารางที่ 2.11	แสดงการตั้งค่าแอดเดรสของตัวรับสัญญาณ	21
ตารางที่ 2.12	แสดงการตั้งค่าความยาวแอดเดรสของตัวรับสัญญาณ	21
ตารางที่ 2.13	แสดงการตั้งค่าสำหรับการติดต่อกับอุปกรณ์โดยทั่วไป	22
ตารางที่ 2.14	แสดงการตั้งค่าสำหรับบิตที่ 10 ถึง 12	23
ตารางที่ 2.15	แสดงการตั้งค่าการกำหนดกำลังส่งของสัญญาณ	23
ตารางที่ 2.16	แสดงการตั้งค่าช่องสัญญาณ และการเลือกให้รับหรือส่งสัญญาณ	23
ตารางที่ 4.1	ผลการทดลองจากการสอบเทียบค่าอุณหภูมิเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์	69
ตารางที่ 4.2	ผลการสอบเทียบการวัดความชื้นสัมพัทธ์เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์	71

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 แนวคิดของโครงงาน

การตรวจสภาพอากาศปัจจุบันได้มีการพัฒนาเครื่องมือ และระบบต่างๆ โดยอาศัยเทคโนโลยีเข้ามาช่วย เพื่อให้รู้ว่าสภาพอากาศแต่ละพื้นที่ แต่ละเวลาเป็นอย่างไร เมื่อมีการตรวจสอบซ้ำๆบ่อยเข้าก็สามารถนำข้อมูลมาพยากรณ์อากาศเป็นการล่วงหน้าได้ อันจะเป็นประโยชน์ต่อการรับรู้ข่าวสารข้อมูลเกี่ยวกับสภาพอากาศ ตลอดถึงการเตือนภัยล่วงหน้าว่าจะเกิดภัยธรรมชาติเกี่ยวเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศอย่างไร เวลาใด จะเตรียมพร้อมที่จะรับสถานการณ์อย่างไร

สภาวะอากาศปัจจุบันที่ต้องใช้เป็นข้อมูลเริ่มต้นสำหรับการพยากรณ์อากาศนั้น ได้มาจากการตรวจอากาศ ซึ่งมีทั้งการตรวจอากาศผิวพื้น การตรวจอากาศชั้นบนในระดับความสูงต่างๆ สิ่งสำคัญที่ต้องทำการตรวจเพื่อพยากรณ์อากาศได้แก่ อุณหภูมิ ความกดอากาศ ความชื้น ลม เมฆ และฝน การที่จะพยากรณ์อากาศในบริเวณใดบริเวณหนึ่ง ต้องใช้ข้อมูลผลการตรวจอากาศในบริเวณนั้นร่วมกับผลการตรวจอากาศจากบริเวณที่อยู่โดยรอบด้วย

1.2 ความมุ่งหมายและจุดประสงค์ของการทำโครงงาน

1.2.1 เพื่อศึกษาหลักการทำงานของตัววัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์

1.2.2 เพื่อศึกษาลักษณะการเขียนโปรแกรมคำสั่งของไมโครคอนโทรลเลอร์

1.2.3 เพื่อศึกษาการเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์ภายนอก

1.2.4 เพื่อฝึกทักษะในการสั่งให้คอมพิวเตอร์ให้ทำงานตามที่ได้ออกแบบไว้

1.2.5 เพื่อศึกษากระบวนการส่งสัญญาณแบบไร้สาย

1.2.6 เพื่อสร้างระบบติดตามผลและส่งข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาจากความรู้ที่ได้จากการศึกษาและฝึกทักษะที่กล่าวมาข้างต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

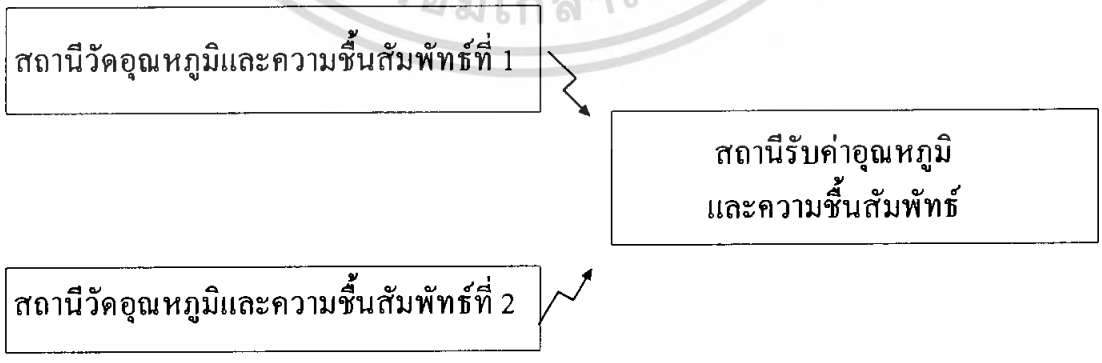
บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการ

2.1 การทำงานของระบบติดตามผลและส่งข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา

การทำงานของระบบเริ่มต้นจากการวัดค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ด้วยเซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่เชื่อมต่ออยู่กับไมโครคอนโทรลเลอร์ จากนั้นส่งข้อมูลดังกล่าวให้ตัวส่งสัญญาณแบบไร้สายเพื่อส่งไปยังตัวรับสัญญาณ ข้อมูลที่รับได้ถูกส่งต่อเข้าไปยังคอมพิวเตอร์ที่ทำหน้าที่คำนวณหาค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์และบันทึกค่าดังกล่าวดังบล็อกไดอะแกรมรูปที่ 2.1

รูปที่ 2.1 บล็อกไดอะแกรมของระบบติดตามผลและส่งข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา

โดยระบบติดตามผลและส่งข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาประกอบด้วย สถานีลูกที่เป็นสถานีวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์อยู่ 2 สถานีดังรูปที่ 2.2 การส่งข้อมูลเข้ามาที่สถานีแม่ที่เป็นสถานีรับค่าอุณหภูมิและความชื้นของแต่ละสถานีที่ใช้วิธีทำการส่งคนละช่วงเวลา เนื่องจากทั้งสองสถานีใช้ความถี่เดียวกันในการส่งข้อมูลให้ตัวรับสัญญาณ โดยให้สถานีที่ 1 เป็นผู้ส่งเข้ามาก่อนจากนั้น สถานีที่ 2 จึงส่งข้อมูลเข้ามา



รูปที่ 2.2 แสดงชุดอุปกรณ์ในระบบติดตามผลและส่งข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ความชื้นและเสถียรภาพของอากาศ

แม้ว่าองค์ประกอบส่วนใหญ่ของอากาศจะเป็นก๊าซไนโตรเจน และก๊าซออกซิเจน แต่ก๊าซทั้งสองก็มิได้มีอิทธิพลในการเปลี่ยนแปลงสภาพของอากาศ ทั้งนี้เนื่องจากก๊าซทั้งสองมีจุดควบแน่น และจุดเยือกแข็งต่ำมาก อุณหภูมิของอากาศมิได้ต่ำพอที่จะทำให้ก๊าซทั้งสองเปลี่ยนสถานะได้

2.2.1 ไอน้ำในอากาศ

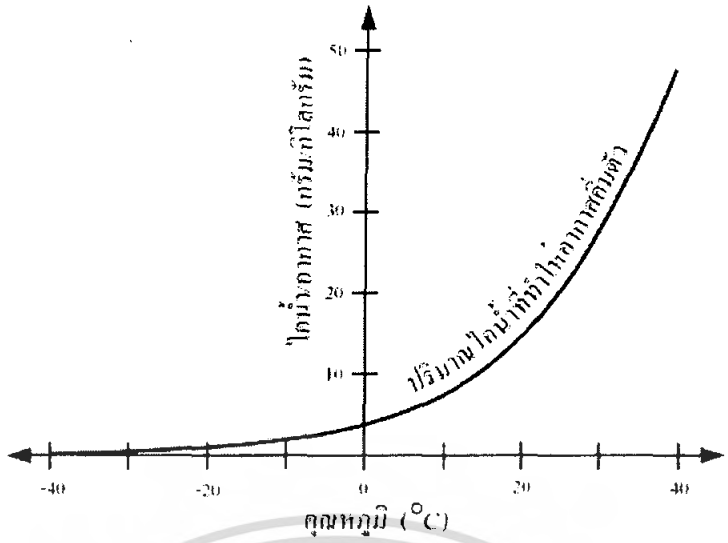
รูปที่ 2.3 โมเลกุลของน้ำและไอน้ำในอากาศ

ภาพขยายแสดงโมเลกุลของน้ำอยู่เบียดเสียด วิ่งไปวิ่งมา โดยที่โมเลกุลแต่ละโมเลกุลเคลื่อนที่ด้วยความเร็วแตกต่างกัน ช้าบ้าง เร็วบ้าง ซึ่งค่าเฉลี่ยของความเร็วในการเคลื่อนที่ของโมเลกุลก็คือ "อุณหภูมิ" ของน้ำ (พลังงานจลน์) ถ้าโมเลกุลที่อยู่บริเวณผิวน้ำมีความเร็วมากพอ ที่จะทำให้โมเลกุลเคลื่อนที่หลุดออกไปสู่อากาศ โมเลกุลเหล่านี้จะเปลี่ยนสถานะจากน้ำเป็นไอน้ำ ซึ่งก็คือ "การระเหย" นั่นเอง

เมื่อเราปิดฝาถังและดันเข้าไปดังเช่นในภาพขวามือ น้ำที่เคยระเหยเป็นไอน้ำ จะถูกควบแน่นกลับเป็นของเหลวอีก ครั้งหนึ่งหาก "จำนวนโมเลกุลของน้ำที่ระเหยกลายเป็นไอน้ำ จะเท่ากับจำนวนโมเลกุลของไอน้ำที่ควบแน่นกลับเป็นน้ำพอดี" เราจะเรียกว่า "อากาศอิ่มตัวด้วยไอน้ำ" ในทางกลับกันหากเราดึงฝาเปิดออก ไอน้ำในอากาศซึ่งเคยอยู่ในถังจะหนีออกมา ทำให้จำนวนโมเลกุลของไอน้ำที่มีอยู่ในถังน้อยกว่าจำนวนโมเลกุลของไอน้ำที่ทำให้อากาศอิ่มตัว อากาศจึงไม่เกิดการอิ่มตัว (ปัจจัยในธรรมชาติที่ช่วยให้อากาศไม่เกิดการอิ่มตัวคือ กระแสลม)

นอกจากความดันแล้ว ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการระเหยของน้ำ คือ อุณหภูมิน้ำร้อนระเหยได้ง่ายกว่าน้ำเย็น เนื่องจากความร้อนทำให้โมเลกุลของน้ำเคลื่อนที่เร็วขึ้น และหลุดหนีจากสถานะของเหลวไปเป็นก๊าซ ในทำนองกลับกัน อากาศเย็นทำให้เกิดการควบแน่นได้ดีกว่าอากาศร้อน เนื่องจากโมเลกุลของไอน้ำเย็นมีพลังงานน้อยกว่า จึงสูญเสียความเร็วและเปลี่ยนสถานะเป็นของเหลวได้ง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 กราฟปริมาณไอน้ำที่ทำให้อากาศอิ่มตัว

กราฟในภาพที่ 2.4 แสดงให้เห็นว่าปริมาณไอน้ำที่จะทำให้อากาศอิ่มตัวภายใต้อุณหภูมิต่างๆ เราจะเห็นได้ว่า อุณหภูมิสูงขึ้นทุกๆ 10 องศาเซลเซียส อากาศจะต้องการปริมาณไอน้ำเพิ่มขึ้น 2 เท่า เพื่อทำให้เกิดการอิ่มตัว

ณ อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส อากาศ 1 กิโลกรัม ต้องการไอน้ำ 7 กรัม

ณ อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส อากาศ 1 กิโลกรัม ต้องการไอน้ำ 14 กรัม

ณ อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส อากาศ 1 กิโลกรัม ต้องการไอน้ำ 28 กรัม

เราจึงสรุปได้ว่า "อากาศร้อนมีความสามารถในการเก็บจำนวนโมเลกุลของไอน้ำได้มากกว่าอากาศเย็น"

2.2.2 ความชื้น

ความชื้น(Humidity) หมายถึงจำนวนไอน้ำที่มีอยู่ในอากาศ ความชื้นของอากาศมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา จะมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับความดันและอุณหภูมิ

ความชื้นสัมพัทธ์ (Relativity Humidity) หมายถึง "อัตราส่วนของปริมาณไอน้ำที่มีอยู่จริงในอากาศต่อปริมาณไอน้ำที่จะทำให้อากาศอิ่มตัว ณ อุณหภูมิเดียวกัน" หรือ "อัตราส่วนของความดันไอน้ำที่มีอยู่จริง ต่อ ความดันไอน้ำอิ่มตัว" ค่าความชื้นสัมพัทธ์แสดงในรูปของร้อยละ (%)

ความชื้นสัมพัทธ์ = (ปริมาณไอน้ำที่อยู่ในอากาศ / ปริมาณไอน้ำที่ทำให้อากาศอิ่มตัว) X 100%

หรือ

ความชื้นสัมพัทธ์ = (ความดันไอน้ำที่มีอยู่ในอากาศ / ความดันไอน้ำของอากาศอิ่มตัว) X 100%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 เซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์

2.3.1 คุณสมบัติของเซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์เบอร์ SHT15

เป็นโมดูลวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์จาก Sensirion (www.sensirion.com) มีขนาดเล็กและเพื่อความสะดวกในการใช้งานจึงได้ติดตั้งลงบนแผ่นวงจรพิมพ์และต่อคอนเน็กเตอร์ 8 ขา เพื่อให้สามารถติดตั้งลงบนแผ่นต่อวงจรเพื่อทำการทดลองได้ง่าย รวมไปถึงการนำไปประยุกต์ใช้งานจริงด้วย ในรูปที่ 2.5 แสดงรูปร่างของโมดูลวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ และการจัดขา ส่วนคุณสมบัติทางเทคนิคที่สำคัญมีดังนี้

คุณสมบัติทางด้านเทคนิค

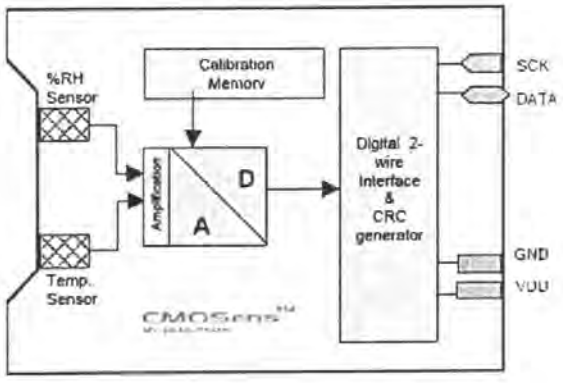
- ทำหน้าที่เป็นทั้งตัววัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ได้ในตัวถังเดียวกัน โดยไม่ต้องใช้อุปกรณ์ต่อเสริมภายนอก
- สามารถวัดความชื้นสัมพัทธ์ได้ในช่วง 0-100 เปอร์เซ็นต์และอุณหภูมิช่วง -40 ถึง 120 องศาเซลเซียส
- สามารถกำหนดความละเอียดของย่านการวัดได้
- สามารถปรับเทียบได้ ค่าที่วัดได้เป็นค่าทางดิจิตอล
- มีขนาดเล็กและพลังงานต่ำ
- ใช้พลังงานน้อย โดยทำงานในย่านแรงดันไฟเลี้ยง +2.4 ถึง +5.5 โวลต์
- เสถียรภาพในการทำงานสูง
- สามารถใช้งานได้ต่อเนื่องยาวนาน
- ปิดการทำงานตัวเองอัตโนมัติเมื่อไม่มีการใช้งาน

รูปที่ 2.5 รูปร่างเซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์

คุณลักษณะของเซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์

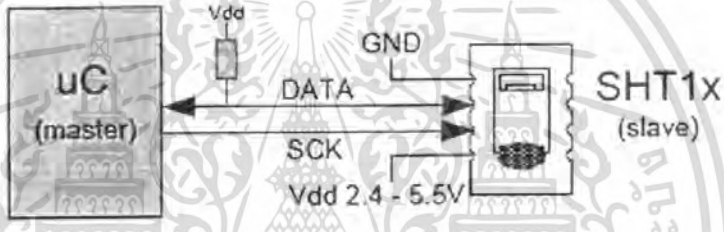
เซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์เบอร์ SHT15 เป็นชิพเดี่ยวที่ใช้ในการตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ซึ่งค่าที่วัดได้นั้นมีการสอบเทียบแล้วจึงเป็นค่าที่เชื่อถือได้ ค่าดิจิตอลที่วัดได้จะยังคงมีเสถียรภาพถึงแม้จะมีการใช้งานที่ต่อเนื่องยาวนาน เนื่องมาจากความสามารถของเทคโนโลยี micro – machining ทางด้านการผลิตสมัยใหม่บน ซีมอส (CMOS) ภายในอุปกรณ์ชิ้นนี้มี capacitive – polymer ที่ใช้ในการตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ โดยค่าที่วัดได้จะเป็นค่าดิจิตอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.6 บล็อกไดอะแกรมการทำงานของเซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์

2.3.2 การเชื่อมต่อกับเซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์



รูปที่ 2.7 รูปแสดงวงจรในการเชื่อมต่อเข้ากับเซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์

การจ่ายไฟให้อุปกรณ์

เซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ สามารถทำงานที่แรงดันระหว่าง 2.4 ถึง 5.5 โวลต์ โดยจะใช้เวลา 11 ms จากสภาวะหยุดนิ่ง (sleep) เข้าสู่สภาวะที่พร้อมในการใช้งาน ซึ่งภายในช่วงเวลาดังกล่าวต้องไม่มีการส่งคำสั่งใดๆมายังอุปกรณ์

การเชื่อมต่อแบบอนุกรม (เชื่อมต่อแบบโดยตรง 2 สาย)

การเชื่อมต่อแบบอนุกรมของเซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์นี้เหมาะสำหรับการส่งค่าที่ได้จากการตรวจวัดและการจ่ายพลังงาน โดยไม่สามารถทำงานได้กับรูปแบบการเชื่อมต่อแบบ I^2C

- ขาสัญญาณนาฬิกา (SCK) ทำหน้าที่รับสัญญาณนาฬิกาเพื่อกำหนดจังหวะในการสื่อสารข้อมูลระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์กับเซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์

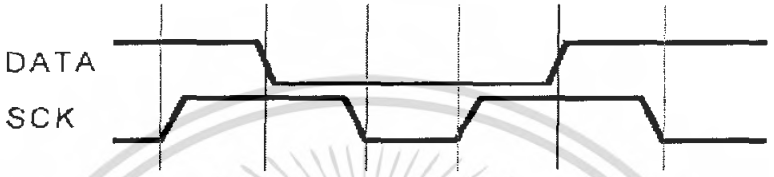
- ขาสัญญาณรับ / ส่งข้อมูล (DATA) ขาข้อมูล 3 สถานะ ใช้เป็นขาสัญญาณสำหรับรับ / ส่งข้อมูลระหว่างกันระหว่างอุปกรณ์ โดยการอ่านข้อมูลจะทำที่ขอบขาขึ้นของสัญญาณของขาสัญญาณนาฬิกา ในระหว่างการส่งสัญญาณ สายสัญญาณรับ / ส่งข้อมูล จะต้องคงสภาวะเดิมไว้ในขณะที่ขาสัญญาณนาฬิกา มีสถานะ "1" ในการใช้งานควรต่อตัวต้านทาน 220 Ω พูลอัพที่ขานี้ เพื่อหลักเลี่ยงการแกว่งของสัญญาณที่จะจำทำก :ร่อานค่าเกิดความผิดพลาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3 รูปแบบการสื่อสารข้อมูลของเซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์

การส่งคำสั่ง

ในสภาวะเริ่มต้นก่อนการส่งข้อมูลคำสั่งจากไมโครคอนโทรลเลอร์ไปยังเซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ จำเป็นต้องสร้างรูปแบบสัญญาณกระตุ้นผ่านขาสัญญาณสัญญาณนาฬิกาและขาสัญญาณรับ / ส่งข้อมูล เพื่อให้ตรงกับเงื่อนไขที่เรียกว่า สภาวะเริ่มต้นการส่งสัญญาณ (Transmission start) นั่นคือขาสัญญาณรับ / ส่งข้อมูล ต้องถูกทำให้เป็นลอจิก "0" นานอย่างน้อย 1 ลูกคลื่นของสัญญาณนาฬิกา หลังจากนั้นเซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ จะทราบทันทีว่า ข้อมูลต่อจากนี้เป็นคำสั่ง



รูปที่ 2.8 แสดงรูปแบบสัญญาณกระตุ้นผ่านขาสัญญาณนาฬิกา และขาสัญญาณรับ / ส่งข้อมูล

โดยลำดับค่าของคำสั่ง จะประกอบด้วยแอดเดรส 3 บิต (เฉพาะ "000" เท่านั้นที่สามารถใช้งานได้) จากนั้นจึงตามด้วยคำสั่งขนาด 5 บิต เซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์จะแสดงว่าได้รับคำสั่งคำสั่งที่ส่งมานั้นเรียบร้อยแล้วโดยการทำให้ขาสัญญาณรับ / ส่งข้อมูล เป็น "0" (ACK bit) หลังจากขอบขาลงของขาสัญญาณนาฬิกา ลูกที่ 8 ของ ขาสัญญาณนาฬิกา สายสัญญาณรับ / ส่งข้อมูล จะกลับไปเป็น "1" หลังจากขอบขาลงของขาสัญญาณนาฬิกา ลูกที่ 9 ของขาสัญญาณนาฬิกา

รูปที่ 2.9 แสดงรูปแบบสัญญาณคำสั่งของเซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์

ตารางที่ 2.1 แสดงรายละเอียดคำสั่งและข้อมูลสำหรับควบคุมการทำงานของเซนเซอร์

คำสั่ง	ข้อมูลคำสั่ง
สงวนไว้	0000x
อ่านค่าอุณหภูมิ(Measure Temperature)	000011
อ่านค่าความชื้นสัมพัทธ์(Measure Humidity)	00101
อ่านค่ารีจิสเตอร์กำหนดสถานะ(Read Status Register)	00111
สงวนไว้	0101x ถึง 1110x
รีเซตการทำงาน(Soft reset) ทำให้รีจิสเตอร์กำหนดสถานะกลับไปสู่ค่า Default และต้องใช้เวลาในการทำงานอย่างน้อย 11 มิลลิวินาที จึงสามารถรับคำสั่งถัดไปได้	11110

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

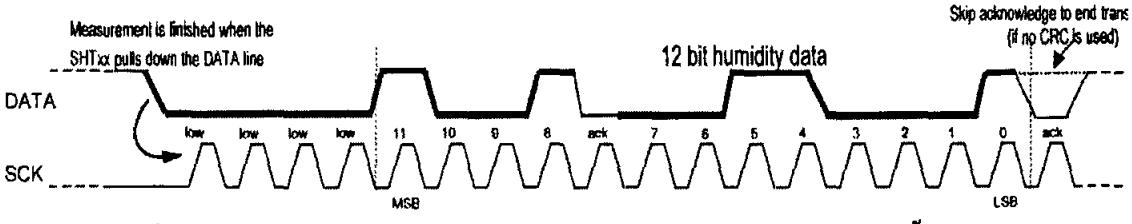
หลังจากสร้างเงื่อนไขสภาวะเริ่มต้นการส่งสัญญาณแล้ว ไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถส่งคำสั่งไปยังเซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ เพื่อกำหนดการทำงานได้ทันที โดยข้อมูลคำสั่งต่างๆ สำหรับการทำงานตามตารางที่กำหนด

การสั่งงาน

หลังจากที่ส่งคำสั่ง ('00000101' สำหรับวัดค่าความชื้นสัมพัทธ์, '00000011' สำหรับวัดค่าอุณหภูมิ) ไมโครคอนโทรลเลอร์จะต้องรอช่วงหนึ่งจนกว่าเซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์จะวัดค่าเสร็จสิ้น โดยจะใช้เวลา 11/55/210 ms โดยประมาณสำหรับ 8/12/14 บิต (ความยาวของข้อมูลที่วัดได้) โดยเวลาที่ใช้จริงอาจมีการเปลี่ยนแปลงไป ±15 เปอร์เซ็นต์ ขึ้นกับความเร็วของออสซิลเลเตอร์ภายใน ในการสร้างสัญญาณขึ้นหลังจากที่ทำการวัดเสร็จสิ้น เซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์จะทำให้ สายสัญญาณรับ / ส่งข้อมูล กลายเป็น "0" และเข้าสู่โหมด หยุดนิ่ง (idle) ไมโครคอนโทรลเลอร์จะต้องรอจนกว่าจะได้รับสัญญาณข้อมูลพร้อม (data ready) จึงจะสามารถเริ่มส่งสัญญาณนาฬิกา ในการอ่านข้อมูล ข้อมูลจากการวัดค่าจะถูกเก็บไว้ที่เซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ จนกว่าจะถูกอ่านออกไป ดังนั้นไมโครคอนโทรลเลอร์จึงสามารถทำคำสั่งอื่นไปด้วยได้ขณะที่ทำการอ่านข้อมูลจากเซนเซอร์ วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์

ข้อมูลที่ได้จากการวัดความยาว 2 ไบต์ และข้อมูลตรวจสอบความผิดพลาด (CRC) จะถูกส่งออกมาจากเซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ โดยไมโครคอนโทรลเลอร์ จะต้องทำการตอบกลับในแต่ละไบต์ โดยการทำให้สายสัญญาณรับ / ส่งข้อมูล เป็น "0" คำสั่งที่ออกมาบิตแรกจะเป็นบิตสำคัญสูงสุด (เช่น บิตที่สายสัญญาณรับ / ส่งข้อมูล ที่ตำแหน่งสัญญาณนาฬิกาลูกที่ 5 เป็นบิตสำคัญสูงสุดของค่าข้อมูลที่ยาว 12 บิต แต่ที่ตำแหน่งจะไม่ได้เป็นบิตสำคัญสูงสุดของค่าข้อมูลที่ยาว 8 บิต) การสื่อสารระหว่างกันจะสิ้นสุดลงหลังจากบิตตอบกลับ (acknowledge bit) ของข้อมูลตรวจสอบความผิดพลาด ถ้าไม่มีการใช้งานบิตตรวจสอบความผิดพลาด ไมโครคอนโทรลเลอร์ก็สามารถจบการส่งผ่านข้อมูลหลังไบต์ที่มีบิตสำคัญต่ำสุด ของค่าข้อมูลที่ได้จากการวัด โดยการทำให้เป็น "1"

เซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์จะเข้าสู่หยุดนิ่งอัตโนมัติหลังจากการวัดและการส่งข้อมูลเสร็จสิ้น โดยมีข้อควรระวังในการใช้งานหากไม่ต้องการให้อุปกรณ์มีความร้อนเพิ่มสูงขึ้นจากการใช้งานอีก 0.1 องศาเซลเซียส เซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ควรจะทำงานด้วยเวลาที่ต่ำกว่า 10เปอร์เซ็นต์ (เช่น กรณีสูงสุด ทำการวัดทั้ง 2 ชนิด ต่อ 1 วินาที สำหรับทำการวัดแบบ 12 บิต ที่มีความแม่นยำ)

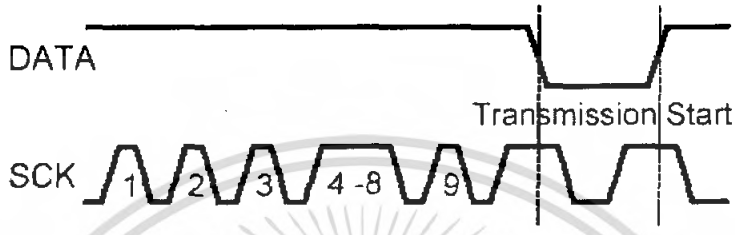


รูปที่ 2.10 แสดงรูปแบบสัญญาณข้อมูลของเซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.4 รีเซตการเชื่อมต่อ(Connection Reset sequence)

เมื่อต้องการเริ่มต้นการเชื่อมต่อระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์กับเซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ หรือในกรณีที่การสื่อสารเกิดความผิดพลาด ต้องสร้างสัญญาณรีเซตการเชื่อมต่อขึ้นมาก่อนโดยทำให้ขาสัญญาณรับ / ส่งข้อมูล มีสถานะลอจิกเป็น "1" นานเท่ากับช่วงเวลาที่ป้อนสัญญาณนาฬิกาที่ขาสัญญาณนาฬิกาจำนวน 9 ลูกติดต่อกัน แล้วตามด้วยการสร้างสภาวะเริ่มต้นการส่งสัญญาณก่อนที่จะมีการส่งคำสั่งถัดไป โดยจะการรีเซ็ตแค่การเชื่อมต่อเท่านั้น แต่สถานะของรีจิสเตอร์ที่กำหนดรูปแบบการทำงานยังคงเดิม



รูปที่ 2.11 แสดงสัญญาณรีเซตและการสร้างสภาวะเริ่มต้นการส่งสัญญาณ

2.3.5 การคำนวณค่าอุณหภูมิ

ในการอ่านค่าอุณหภูมิจากเซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ผู้ใช้สามารถเลือกความละเอียดในการอ่านได้ในแบบ 14 บิต หรือ 12 บิต โดยที่ความละเอียด 14 บิตเป็นค่าตั้งต้น โดยผู้ใช้จำเป็นที่จะต้องอ่านข้อมูลดิบจากเซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์เข้ามาก่อน จากนั้นจึงใช้กระบวนการทางคณิตศาสตร์เพื่อให้ได้ค่าอุณหภูมิออกมา โดยสามารถคำนวณได้จากสมการที่กำหนดมาจาก Sensirion ผู้ผลิตเซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ดังนี้

$$Temperature = d1+(d2*SO_T) \quad (2.1)$$

โดยที่ *Temperature* คือค่าอุณหภูมิจริง

d1 คือค่าคงที่ ขึ้นอยู่กับไฟเลี้ยงที่ป้อนให้กับขา V_{DD} ของเซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์

d2 คือค่าคงที่ ขึ้นอยู่กับความละเอียดของอุณหภูมิที่ต้องการจากเซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์

SO_T คือค่าอุณหภูมิที่อ่านได้จากเซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์

ตารางที่ 2.2 แสดงการกำหนดค่าคงที่ทางอุณหภูมิตัวที่ 1 และตัวที่ 2 เพื่อคำนวณค่าอุณหภูมิจริง

ไฟเลี้ยง	ค่าคงที่ทางอุณหภูมิตัวที่ 1(d1)	
	ในหน่วย C	ในหน่วย F
+5V	-40.00	-40.00
+4V	-39.75	-39.50
+3.5V	-39.66	-39.35
+3V	-39.60	-39.28
+2.5V	-39.55	-39.23

ความละเอียด	ค่าคงที่ทางอุณหภูมิตัวที่ 2(d2)	
	ในหน่วย C	ในหน่วย F
14 บิต	0.01	0.018
12 บิต	0.04	0.072

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.6 คำนวณค่าความชื้นสัมพัทธ์

สำหรับการอ่านค่าความชื้นสัมพัทธ์จากเซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ สามารถเลือกความละเอียดในการอ่านได้ในแบบ 12 บิตหรือ 8 บิต โดยที่ความละเอียด 12 บิตเป็นค่าตั้งต้นหลัก โดยที่จะต้องอ่านข้อมูลดิบจากเซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ เข้ามาก่อน จากนั้นจึงใช้กระบวนการทางคณิตศาสตร์เพื่อให้ได้ค่าความชื้นสัมพัทธ์ออกมา โดยสามารถคำนวณได้จากสมการที่กำหนดมาจาก Sensirion ผู้ผลิตเซนเซอร์นี้ดังนี้

$$RH_{true} = (T_{°C} - 25) * (t_1 + t_2 * SO_{RH}) + RH_{linear} \quad (2.2)$$

$$RH_{linear} = c_1 + c_2 * SO_{RH} + c_3 * SO_{RH}^2 \quad (2.3)$$

โดยที่ RH_{true} คือค่าความชื้นสัมพัทธ์จริง

$T_{°C}$ คือค่าอุณหภูมิจริงที่คำนวณได้จากสมการที่ (2.1)

t_1 และ t_2 คือค่าคงที่โดยขึ้นกับความละเอียดของความชื้นสัมพัทธ์ที่ต้องการตามตารางที่ 2.4

c_1, c_2 และ c_3 คือค่าคงที่โดยขึ้นกับความละเอียดของความชื้นสัมพัทธ์ที่ต้องการตามตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 แสดงค่าคงที่ในการแปลงค่าความชื้นสัมพัทธ์ในสมการที่ (2.3)

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

ตารางที่ 2.4 แสดงค่าคงที่ในการแปลงค่าความชื้นสัมพัทธ์ในสมการที่ (2.2)

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

2.4 ทฤษฎีไมโครคอนโทรลเลอร์

2.4.1 โครงสร้างทางฮาร์ดแวร์ของไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ AT89C52

ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นไมโครคอมพิวเตอร์แบบชิปเดี่ยวที่มีหน่วยประมวลผลกลางขนาดเล็ก (8 บิต - 16 บิต) และหน่วยประมวลผลที่สามารถเข้าถึงข้อมูลแบบบิต หน่วยความจำข้อมูลแบบฟลดูเพล็กซ์, วงจรไทเมอร์ (Counter/Timer) ที่อยู่ภายในไอซีที่สามารถต่อกับอุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างวงจรกำเนิดสัญญาณและตัวเก็บประจุก็สามารถใช้งานได้ง่าย

คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ AT89C52 มีดังนี้

- เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้ซีพียูขนาด 8 บิต
- ภายในมีโปรแกรมเป็นแบบแฟลชสามารถลบและเขียนใหม่ได้พันครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

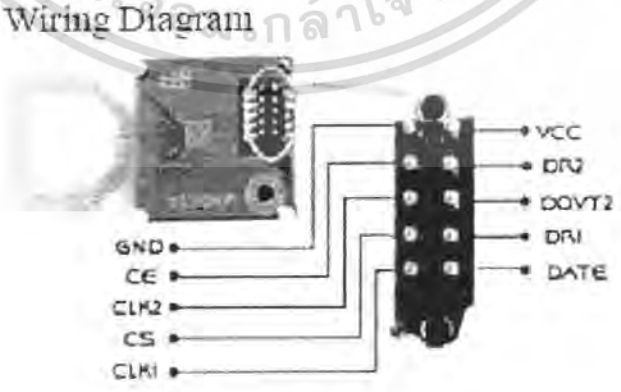
- หน่วยความจำข้อมูลพื้นฐานเป็นหน่วยความจำแบบแรม 256 ไบต์
- ขาพอร์ตเป็นแบบสองทิศทาง สามารถใช้งานเป็นได้ทั้งอินพุตและเอาต์พุต
- มีขาพอร์ตสำหรับต่อใช้งาน 32 ขา โดยแบ่งเป็นพอร์ต 0 (8บิต:P0.0-P0.7) พอร์ต1 (8บิต:P1.0 - P1.7) พอร์ต 2(8บิต:P2.0-P2.7) และพอร์ต 3(8บิต:P3.0-P3.7)
- มีวงจรสื่อสารอนุกรมแบบฟูลดูเพล็กซ์
- ไทเมอร์/เคาน์เตอร์ขนาด 16 บิต 3 ตัว
- สามารถรองรับแหล่งกำเนิดอินเตอร์รัปต์ได้ 8 แหล่งกำเนิด

2.5 ตัวส่ง/รับสัญญาณ TRW 2.4GHz

2.5.1 คุณสมบัติของตัวส่ง/รับสัญญาณ TRW 2.4GHz

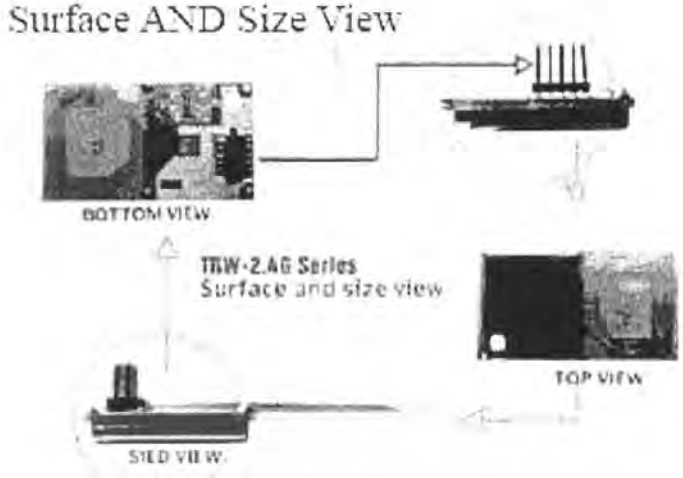
เป็นโมดูลสำเร็จรูปที่ใช้รับ/ส่งข้อมูลในแบบอนุกรม ใช้กับความถี่2.4GHz ปรับแต่งสำเร็จรูปพร้อมกับมีสายอากาศในตัว ซึ่งสามารถใช้งานได้ในระยะไกล 280 เมตร (ความเร็วข้อมูล 250 Kbps) หรือระยะ 150 เมตร (ความเร็วข้อมูล 1 Mbps) ในพื้นที่โล่งแจ้ง

- ความถี่ในการใช้งาน 2.4-2.524 GHz
- มีรูปแบบและความเร็วในการรับ-ส่งข้อมูลโดยส่งแบบGFSK(Gaussian Frequency Shift Keying)
- ทำงานที่ความต่างศักย์ทางไฟฟ้า 3 โวลต์
- กำลังงานเอาต์พุต +4 dBm
- ความเร็วในการรับส่งข้อมูลถึง 1Mbps , 250 Kbps
- ขนาด 20.0x 36.7x 2.4 มิลลิเมตร
- ทำงานที่อุณหภูมิ-40 ถึง +85 เซนติเกรด
- ระยะทางในการรับส่งสัญญาณ 280 เมตร (250 Kbps), 150 เมตร (1Mbps)
- มีสายอากาศรับส่งสัญญาณในตัวส่ง/รับสัญญาณ TRW 2.4GHz



รูปที่ 2.12 แสดงลักษณะขาของตัวส่ง/รับสัญญาณTRW 2.4GHz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.13 แสดงรายละเอียดทางด้านบน ด้านข้างและด้านหน้าของตัวส่ง/รับสัญญาณTRW 2.4GHz

2.5.2 การเชื่อมต่อกับตัวส่ง/รับสัญญาณ TRW 2.4GHz

ตารางที่2.5 แสดงลักษณะการทำงานของขาของตัวส่ง/รับสัญญาณ TRW 2.4GHz

ขา	ชื่อ	ลักษณะการทำงานของขา	รายละเอียด
1	GND	Power	Ground (0v)
2	CE	Input	Chip Enable activates Rx or Tx mode
3	CLK2	I/O	Clock output/Input for Rx data channel 2
4	CS	Input	Chip Select activates Configuration mode
5	CLK1	I/O	Clock Input (Tx) & I/O (Rx) for data channel 1 3-wire interface
6	DATA	I/O	Rx data channel 1/Tx data input /3 – wire interface
7	DR1	Output	Rx data ready at data channel 1 (Shock Burst Only)
8	DOUT2	Output	Rx data channel 2
9	DR2	Output	Rx data ready at data channel 2 (Shock Burst Only)
10	VCC	Power	Power Supply (+3v DC)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเซตค่าของแต่ละขาในโหมดต่างๆสามารถดูได้จากตารางที่2.6

ตารางที่ 2.6 การเซตค่าของแต่ละขาในโหมดต่างๆ

โหมด	PWR_UP	CE	CS
Active (Rx/Tx)	1	1	0
Configuration	1	0	1
Stand by	1	0	0
Power down	0	X	X

2.5.3 รูปแบบการสื่อสารข้อมูลของตัวส่ง/รับสัญญาณ TRW 2.4GHz

โหมดในการใช้งานของตัวส่ง/รับสัญญาณ TRW 2.4GHz มีอยู่ 2 โหมด

1. Shock Burst Mode
2. Direct Mode

โดยในโครงงานนี้ได้กำหนดให้โมดูลความถี่วิทยุมีการทำงานในโหมดชอคเบิร์ส (Shock Burst) ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

โหมดชอคเบิร์ส

โหมดชอคเบิร์สเป็นการใช้เทคโนโลยีรับ/ส่งข้อมูลบนชิปแบบเข้าก่อน-ออกก่อน (First in-First out) โดยในการส่งข้อมูลมีทั้งระดับในการส่งบิตข้อมูลมีทั้งความเร็วต่ำและระดับความเร็วสูง เมื่อโมดูลความถี่วิทยุทำงานในโหมดชอคเบิร์ส สามารถเพิ่มการเข้าถึงระดับความเร็วในการส่งข้อมูลได้สูง (1 Mbps) โดยใช้ย่านความถี่ 2.4 GHz และต้องใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ความเร็วสูงในการประมวลผล โดยการจัดกระบวนการประมวลผลให้เหมาะสมกับโปรโตคอลบนชิป จะทำให้ได้รับประโยชน์จากโมดูลความถี่วิทยุที่ตามมาดังนี้

- ประหยัดกระแส
- ระบบมีราคาต่ำ(เนื่องจากไมโครคอนโทรลเลอร์มีราคาถูก)
- ลดการชนกันของข้อมูลเมื่อใช้เวลาในการส่งระยะสั้นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายละเอียดทางไฟฟ้า

ตารางที่2.7 รายละเอียดทางไฟฟ้า

ชื่อ	ความหมาย	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	หน่วย
	เงื่อนไข			
VDO	แรงดัน	1.9	3.6	V
TEMP	อุณหภูมิ	-40	85	C
	อินพุตดิจิตอล			
V_{IH}	ระดับแรงดันอินพุต HIGH	VDD-0.3	VDD	V
V_{IL}	ระดับแรงดันอินพุต LOW	Vss	0.3	V
	เอาต์พุตดิจิตอล			
V_{OH}	ระดับแรงดันเอาต์พุต HIGH (IOH=0.5 mA)	VDD-0.3	VDD	V
V_{OL}	ระดับแรงดันเอาต์พุต LOW (IOH=0.5mA)	Vss	0.3	V
	เงื่อนไขต่างๆเกี่ยวกับความถี่			
fop	ช่วงความถี่วิทยุ	2400	2524	MHz
R_{GFSK}	อัตราการส่งข้อมูลในโหมด Shock Burst	>0	1000	kbps
	กระแสในการใช้งานที่อัตราส่งต่างกันของ1ช่องสัญญาณ			
I_{VDD}	250 kbps	18		mA
I_{VDD}	1000kbps	19		mA

หลักการทำงานในโหมดชอคเบิร์ส

เมื่อทำการกำหนดค่าให้โมดูลทำงานในโหมดชอคเบิร์สแล้ว การทำงานของโมดูลในการรับ/ส่งข้อมูลมีหลักการทำงานดังนี้

การส่งข้อมูลในโหมดชอคเบิร์ส

โดยการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์กับขา CE, CLK1, DATA ของตัวโมดูล

- เมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์ต้องการส่งข้อมูลให้กับโมดูลต้องทำการเซตขา CE ให้อยู่ในสถานะ "1" เพื่อกระตุ้นให้โมดูลทำการประมวลผลข้อมูล
- ทำการเซตไมโครคอนโทรลเลอร์ให้อยู่ในสถานะ "0" เพื่อกระตุ้นให้โมดูลทำการส่งข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การรับข้อมูลในโหมดชอดเบิร์ส

โดยไมโครคอนโทรลเลอร์ทำการเชื่อมต่อกับขา CE, CLK1, DR1 และDATA (กรณีที่ใช้ช่องสัญญาณเพียงช่องเดียว)

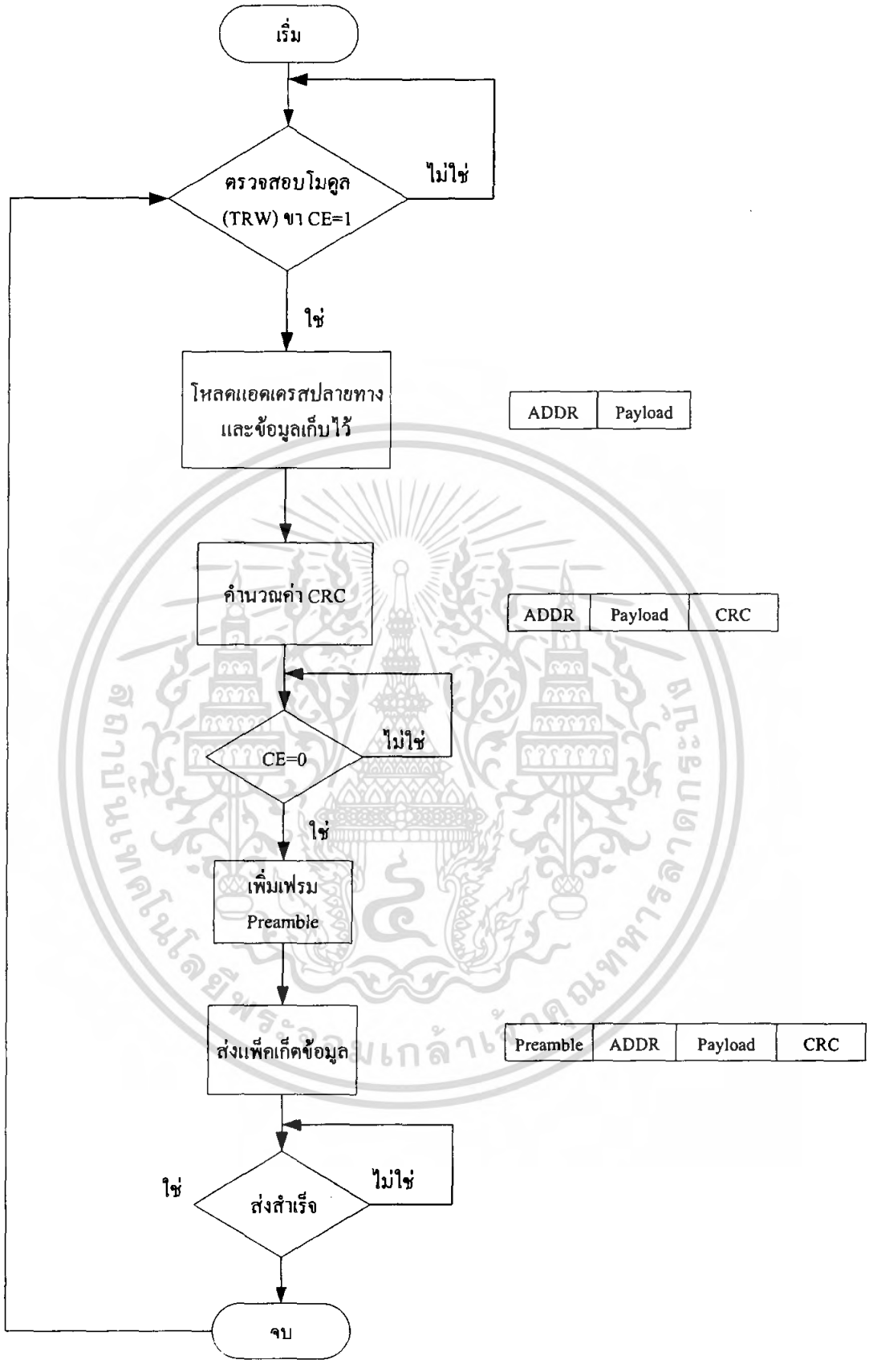
- เมื่อแพคเกตของข้อมูลที่ส่งมาถึงมีแอดเดรสที่ถูกต้องและขนาดของข้อมูลที่เข้ามาครบถ้วน ตัวโมดูลทำการเซตค่าให้ ขา CE อยู่ในสถานะ "1"
- เมื่อข้อมูลที่รับเข้ามาถูกต้อง (แอดเดรสและCRSถูกต้อง) โมดูลทำการย้าย Preamble, Address และ CRC โดยแจ้งไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ให้ทำการเซตค่าให้ขา DR1 อยู่ในสถานะ "1" และเซตค่าให้ขา CE อยู่ในสถานะ "0" เพื่อบอกว่าขณะนี้ทำการรับข้อมูลอยู่
- ไมโครคอนโทรลเลอร์ทำการเซตค่าต่างๆเพื่อให้รับข้อมูลได้เหมาะสมและเมื่อทำการรับข้อมูลเสร็จเรียบร้อย ทำการเซตค่าให้ขา DR1ให้อยู่ในสถานะ "0" เพื่อเตรียมพร้อมที่จะรับข้อมูลที่เข้ามาใหม่

2.5.4 การส่งสัญญาณแบบชอดเบิร์ส

อธิบายการทำงานของโฟลว์ชาร์ตตัวส่ง

หลังจากทำการกำหนดรูปแบบ(Configuration) ให้เป็นโหมดส่งสัญญาณแล้ว จากนั้นหลักการทำงานของโมดูลเป็นดังโฟลว์ชาร์ตรูปที่ 2.14 โดยโมดูลตรวจสอบว่าขา CE เป็น "1" หรือไม่ ถ้าใช่ โมดูลรับแอดเดรสปลายทางและข้อมูล จากนั้นทำการคำนวณหา CRC เพื่อเป็นเฟรมที่ใช้ในการตรวจสอบข้อมูล ตรวจสอบขา CE ถ้าเป็น "0" แสดงว่าเฟรมข้อมูลและ CRC พร้อมที่จะส่งแล้ว จากนั้นโมดูลทำการเพิ่มเฟรม Preamble เข้าไปแล้วทำการส่งแพคเกตของข้อมูลทั้งหมด และเมื่อส่งข้อมูลเสร็จเรียบร้อยแล้ว ทำการวนกลับไปยังจุดเริ่มต้นของโฟลว์ชาร์ตใหม่อีกครั้ง

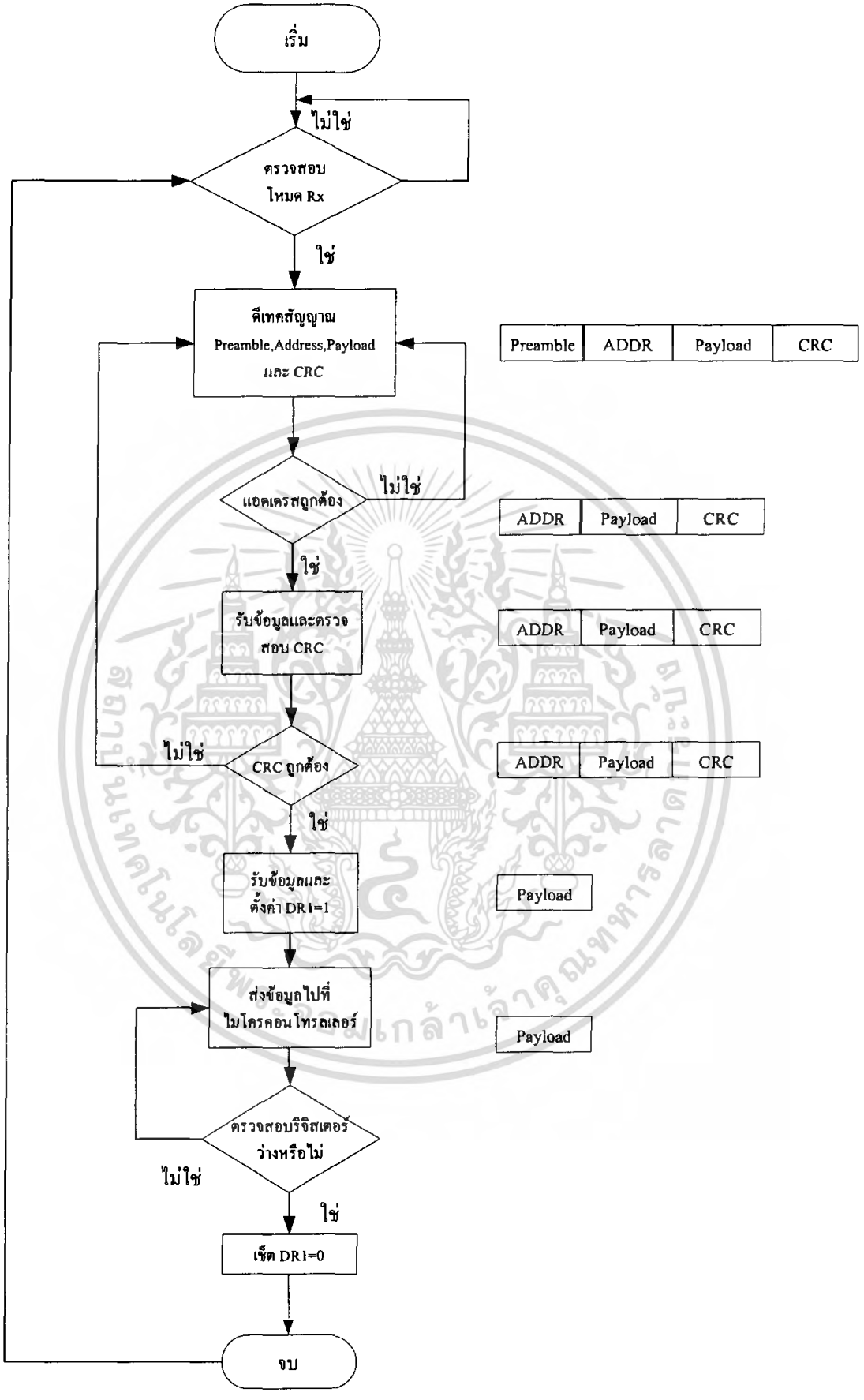
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.14 โฟลว์ชาร์ตการส่งสัญญาณแบบชอคเบิร์สของตัวส่ง/รับสัญญาณ TRW 2.4GHz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง



รูปที่ 2.15 โฟลว์ชาร์ตการรับสัญญาณแบบชอคเบิร์สของตัวส่ง/รับสัญญาณTRW 2.4GHz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

82957

อธิบายการทำงานของโฟลว์ชาร์ต ตัวรับ

จากรูปที่ 2.15 หลังจากทำการกำหนดรูปแบบให้เป็นโหมดรับสัญญาณแล้ว โมดูลทำการตรวจจับสัญญาณจากโมดูลตัวส่ง หลังจากตรวจจับสัญญาณพบแล้วทำการตรวจสอบแอดเดรสที่ส่งมาตรงกับแอดเดรสประจำตัวของโมดูลตัวรับที่ทำการตั้งไว้หรือไม่ ถ้าใช่ทำการรับข้อมูลกับ CRC จากนั้นทำการตรวจสอบข้อมูลว่าถูกต้องหรือไม่ ถ้าถูกต้องทำการเซตขา DR1 ให้เป็นสถานะ "1" แล้วทำการโหลดข้อมูลทั้งหมดออกจากรีจิสเตอร์ของตัวโมดูลโดยตรวจสอบว่ารีจิสเตอร์ของโมดูลว่างหรือไม่ เมื่อรีจิสเตอร์ว่างแล้ว ทำการเซตขา DR1 ให้เป็นสถานะ "0" และวนกลับไปยังจุดเริ่มต้นของโฟลว์ชาร์ต

2.5.5 การทำงานของตัวส่ง/รับสัญญาณ TRW 2.4GHz

การเชื่อมต่อกับตัวส่ง/รับสัญญาณTRW 2.4GHz นั้นทำบนเส้นสัญญาณ 3 เส้นที่เชื่อมต่อไปยังริจิสเตอร์ของตัวส่ง/รับสัญญาณTRW 2.4GHz ค่าการตั้งค่าให้เป็นตัวส่งสัญญาณอาจยาวถึง 18 ไบต์ ใน การส่งแบบชอคเบิร์ส ทั้งนี้ต้องทำการตั้งค่าการทำงานของอุปกรณ์ก่อนที่ทำการส่งสัญญาณ ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนต่อไปนี้

การทำงานของตัวส่งสัญญาณTRW 2.4GHz

1. การเข้าสู่สแตนด์บายโหมดเพื่อเตรียมอุปกรณ์ให้พร้อมที่จะใช้งาน ทำได้โดยการกำหนดให้ขา DATA1 เป็น "0" ขา CS1 เป็น "0" ขา CE1 เป็น "0" และขา CLK1 เป็น "0"
2. ส่งค่าที่ใช้ตั้งค่าการทำงานของอุปกรณ์(รายละเอียดจะกล่าวในหัวข้อถัดไป)
3. ส่งข้อมูลที่ต้องการใช้ในการสื่อสารที่ประกอบไปด้วย แอดเดรสของตัวรับสัญญาณและข้อมูลที่ต้องการใช้ในการสื่อสารไปยังตัวส่งสัญญาณ TRW 2.4GHz

การทำงานของตัวรับสัญญาณTRW 2.4GHz

1. การเข้าสู่สแตนด์บายโหมดเพื่อเตรียมอุปกรณ์ให้พร้อมที่จะใช้งาน ทำได้โดยการกำหนดให้ขา DATA1 เป็น "0" ขา CS1 เป็น "0" ขา CE1 เป็น "0" และขา CLK1 เป็น "0"
2. ส่งค่าที่ใช้ตั้งค่าการทำงานของอุปกรณ์(รายละเอียดจะกล่าวในหัวข้อถัดไป)
3. ส่งสัญญาณข้อมูลต้องการใช้ในการสื่อสารที่รับได้ออกมาเพื่อนำไปใช้งานต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.6 การตั้งค่าการใช้งาน

ตารางที่ 2.8 แสดงการตั้งค่าการใช้งาน

	ตำแหน่งบิต	จำนวนบิต	ชื่อ	ฟังชั่นการทำงาน
การตั้งค่าเพื่อส่งแบบชอคเบิร์ส	143:120	24	TEST	สงวนไว้เพื่อการทดสอบ
	119:112	8	DATA2_W	ความยาวข้อมูลในส่วนเปย์โหลด ช่องสัญญาณที่ 2
	111:104	8	DATA1_W	ความยาวข้อมูลในส่วนเปย์โหลด ช่องสัญญาณที่ 1
	103:64	40	ADDR2	แอดเดรสของตัวรับ ช่องสัญญาณที่ 2
	63:24	40	ADDR1	แอดเดรสของตัวรับ ช่องสัญญาณที่ 1
	23:18	6	ADDR_W	จำนวนบิตของแอดเดรส
	17	1	CRC_L	CRC แบบ 8 หรือ 16
	16	1	CRC_EN	เลือกการทำงานตรวจสอบ CRC
การเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ทั่วไป	15	1	RX2_EN	เลือกรับแบบ 2 ช่องสัญญาณ
	14	1	CM	โหมดการติดต่อสื่อสาร
	13	1	RFDR_SB	ความเร็วของข้อมูลที่ส่ง
	12:10	3	XO_F	ความถี่คริสตอล
	9:8	2	RF_PWR	กำลังส่งของสัญญาณวิทยุ
	7:1	7	RF_CH#	ช่องความถี่
	0	1	RXEN	ส่ง หรือ รับ สัญญาณ

ค่าการทำงานบิตแรกที่เลื่อนเข้าไปยังตัวส่ง/รับสัญญาณ TRW 2.4GHz เป็นบิตที่มีความสำคัญสูงสุด โดยเลื่อนเข้าที่ตำแหน่งขอบขาขึ้นของสัญญาณนาฬิกา การส่งค่าการทำงานครั้งถัดไปจะทำได้หลังขอบขาลงของสัญญาณขา CS

รายละเอียดค่าการใช้งานตัวส่ง/รับสัญญาณ TRW 2.4GHz

รายละเอียดด้านล่างนี้เป็นการอธิบายฟังก์ชั่นของทั้ง 144 บิต (บิตที่สำคัญสูงสุด คือบิตที่ 143) ที่ใช้ตั้งค่าการทำงาน

การเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ทั่วไป กำหนดที่ บิตที่ 0 ถึง บิตที่ 15

การส่งสัญญาณแบบชอคเบิร์ส กำหนดที่ บิตที่ 0 ถึง บิตที่ 119

การทดสอบ กำหนดที่ บิตที่ 120 ถึง บิตที่ 143

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตั้งค่าเพื่อทำการส่งแบบชอคเบิร์ส

เริ่มตั้งแต่บิตที่ 16 ถึง บิตที่ 119 ประกอบด้วยส่วนต่างๆของการกำหนดค่าให้รีจิสเตอร์ในการทำงานเพื่อส่งแบบชอคเบิร์สหลังจากที่ป้อนไฟเลี้ยง การตั้งค่าเพื่อส่งแบบชอคเบิร์สจะทำเพียงครั้งเดียว ค่าที่ตั้งไว้นั้นจะอยู่ตลอดตราบเท่าที่ป้อนไฟเลี้ยงให้กับอุปกรณ์

1. การทำงานของเฟสลอคลูป

PLL_CTRL : ใช้ควบคุมการตั้งค่าการทำงานของเฟสลอคลูป สำหรับส่วนทดสอบ

กำหนดในบิตตำแหน่งที่ 120 ถึง 121

ตารางที่ 2.9 แสดงการตั้งค่าการใช้งานเฟสลอคลูป

PLL_CTRL		
บิตที่ 121	บิตที่ 120	การทำงานของเฟสลอคลูป
0	0	ใช้ที่ตัวส่ง / ไม่ใช้ที่ตัวรับ
0	1	ใช้ที่ตัวส่ง / ใช้ที่ตัวรับ
1	0	ไม่ใช้ที่ตัวส่ง / ไม่ใช้ที่ตัวรับ
1	1	ไม่ใช้ที่ตัวส่ง / ใช้ที่ตัวรับ

2. ความยาวของมูลส่วนเปย์โหลด

DATA2_W เป็นส่วนที่ใช้ในการกำหนดความยาวของมูลส่วนเปย์โหลดในแพคเกตของช่องสัญญาณที่ 2

บิตตำแหน่งที่ 119 ถึง 112

DATA1_W เป็นส่วนที่ใช้ในการกำหนดความยาวของมูลส่วนเปย์โหลดในแพคเกตของช่องสัญญาณที่ 1

บิตตำแหน่งที่ 111 ถึง 104

ทั้งนี้จำนวนบิตทั้งหมดในแพคเกตต้องไม่เกิน 256 บิต

จำนวนบิตข้อความสูงสุดในเปย์โหลดสามารถหาได้จาก

ความยาวข้อมูล (บิต) = 256 - ความยาวแอดเดรส - ความยาว CRC

โดยที่ ความยาวแอดเดรส เป็นความยาวแอดเดรสของตัวรับสัญญาณที่กำหนดที่บิตที่ 18 ถึง 23

ความยาว CRC ยาว 8 หรือ 16 บิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.10 แสดงการตั้งค่าจำนวนบิตในเปย์โหลด

DATA2_W							
บิตที่ 119	บิตที่ 118	บิตที่ 117	บิตที่ 116	บิตที่ 115	บิตที่ 114	บิตที่ 113	บิตที่ 112

DATA1_W							
บิตที่ 111	บิตที่ 110	บิตที่ 109	บิตที่ 108	บิตที่ 107	บิตที่ 106	บิตที่ 105	บิตที่ 104

3. แอดเดรสของตัวรับสัญญาณ

ใช้ในการกำหนดแอดเดรสของตัวรับสัญญาณ

ตารางที่ 2.11 แสดงการตั้งค่าแอดเดรสของตัวรับสัญญาณ

ADDR2											
103	102	101	....	71	70	69	68	67	66	65	64

ADDR1											
63	62	61	....	31	30	29	28	27	26	25	24

บิตที่ 64 ถึง 103 : ADDR2

แอดเดรสของตัวรับสัญญาณช่องสัญญาณที่ 2 สามารถมีความยาวได้สูงสุดถึง 40 บิต

บิตที่ 24 ถึง 63 : ADDR1

แอดเดรสของตัวรับสัญญาณช่องสัญญาณที่ 1 สามารถมีความยาวได้สูงสุดถึง 40 บิต

4. ความยาวแอดเดรสของตัวรับสัญญาณ

ใช้ในการกำหนดความยาวแอดเดรสของตัวรับสัญญาณและรูปแบบการทำงานของ CRC

ตารางที่ 2.12 แสดงการตั้งค่าความยาวแอดเดรสของตัวรับสัญญาณ

ADDR_W						CRC_L	CRC_EN
บิตที่ 23	บิตที่ 22	บิตที่ 21	บิตที่ 20	บิตที่ 19	บิตที่ 18	บิตที่ 17	บิตที่ 16

บิตที่ 18 ถึง 23 :ADDR_W

กำหนดความยาวแอดเดรสของตัวรับสัญญาณ รองรับสูงสุดได้ 40 บิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บิตที่ 17 : CRC_L

กำหนดความยาวของ CRC ที่ตัวส่ง/รับสัญญาณ TRW 2.4GHz ต้องทำการคำนวณหา โดยสามารถกำหนดความยาวได้ดังนี้

ลอจิก 0 : CRC ยาว 8 บิต

ลอจิก 1 : CRC ยาว 16 บิต

บิตที่ 16 : CRC_EN

เลือกใช้/ไม่ใช้งาน CRC โดยสามารถกำหนดรูปแบบได้ดังนี้

ลอจิก 0 : ไม่ใช้งาน CRC

ลอจิก 1 : .ใช้งาน CRC

5. การติดต่อกับอุปกรณ์โดยทั่วไป

การตั้งค่าสำหรับการติดต่อกับอุปกรณ์โดยทั่วไป

ตารางที่ 2.13 แสดงการตั้งค่าสำหรับการติดต่อกับอุปกรณ์โดยทั่วไป

RX2_EN	CM	RFDR_SB	XO_F			RF_PWR	
บิต 15	บิต 14	บิต 13	บิต 12	บิต 11	บิต 10	บิต 9	บิต 8

บิตที่ 15 : RX2_EN

เป็นบิตที่ใช้ในการกำหนดจำนวนช่องสัญญาณที่ใช้ในการสื่อสาร โดยมีรูปแบบการกำหนดดังนี้

ลอจิก 0 เป็นการกำหนดให้อุปกรณ์ภาครับรับ 1 ช่องสัญญาณ

ลอจิก 1 เป็นการกำหนดให้อุปกรณ์ภาครับรับ 2 ช่องสัญญาณ

โดยที่ การกำหนดให้ตัวรับสามารถรับได้ทั้ง 2 ช่องสัญญาณ ความถี่ของช่องสัญญาณแรกกำหนดใน บิตที่ 1 ถึง 7 โดยที่ช่องสัญญาณที่ 2 อยู่เหนือช่องสัญญาณแรกไปอีก 8 ช่องสัญญาณ

บิตที่ 14 : CM (Communication Mode)

ใช้ในการเลือกรูปแบบการสื่อสาร

ลอจิก 1 เป็นการเลือกให้ทำการสื่อสารแบบซอคเบิร์ส

บิตที่ 13 : RFDR_SB

เป็นการกำหนดความเร็วของข้อมูลที่จะใช้ในการส่งสัญญาณ

ลอจิก 0 เป็นการกำหนดส่งข้อมูลด้วยความเร็ว 250 Kbps

ลอจิก 1 เป็นการกำหนดส่งข้อมูลด้วยความเร็ว 1 Mbps

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยที่ การใช้งานที่ความเร็ว 250 Kbps ทำให้ตัวรับสัญญาณมีเซนซิติวิตี้ดีขึ้นอีก 10 dB เมื่อเทียบกับการส่งสัญญาณด้วยความเร็ว 1 Mbps ทั้งนี้การส่งด้วยความเร็ว 1 Mbps จำเป็นต้องมีการต่อคริสตอล 16 MHz เพิ่มเข้าไปในวงจร

บิตที่ 10 ถึง 12

ตารางที่ 2.14 แสดงการตั้งค่าสำหรับบิตที่ 10 ถึง 12

บิตที่ 12	บิตที่ 11	บิตที่ 10
0	1	1

บิตที่ 8 ถึง 9 : RF_PWR

เป็นบิตที่ใช้ในการกำหนดกำลังส่งของสัญญาณ โดยสามารถกำหนดได้ตามตารางดังนี้

ตารางที่ 2.15 แสดงการตั้งค่าการกำหนดกำลังส่งของสัญญาณ

กำลังส่งของสัญญาณ		
บิตที่ 9	บิตที่ 8	กำลังส่ง (dBm)
0	0	-20
0	1	-10
1	0	-5
1	1	0

6. RF channel & direction

ตารางที่ 2.16 แสดงการตั้งค่าช่องสัญญาณ และการเลือกให้รับหรือส่งสัญญาณ

RF_CH#							RXEN
บิต 7	บิต 6	บิต 5	บิต 4	บิต 3	บิต 2	บิต 1	บิต 0

บิตที่ 1 ถึง 7 เป็นบิตที่ใช้ในการเลือกตำแหน่งช่องสัญญาณที่จะให้อุปกรณ์ใช้ในการส่งข้อมูล โดยมีวิธีการกำหนดดังนี้

ความถี่ที่ใช้ในการส่งสัญญาณ = 2400MHz + (ตำแหน่งช่องสัญญาณ x 1 MHz)

โดยความถี่ที่ใช้งานจะอยู่ในช่วง 2400 MHz ถึง 2527 MHz

การกำหนดความถี่ให้ช่องสัญญาณข้อมูลที่ 1 (สัญญาณเอาต์พุตที่ขา 8)

ความถี่ที่ใช้ในการส่งสัญญาณ = 2400MHz + (ตำแหน่งช่องสัญญาณ x 1 MHz)

โดยความถี่ที่ใช้งานจะอยู่ในช่วง 2400 MHz ถึง 2524 MHz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การกำหนดความถี่ให้ช่องสัญญาณข้อมูลที่ 2 (สัญญาณเอาต์พุตที่ขา 4)

ความถี่ที่ใช้ในการส่งสัญญาณ = 2400MHz + (ตำแหน่งช่องสัญญาณ x 1 MHz) + 8 MHz

โดยความถี่ที่ใช้งานจะอยู่ในช่วง 2400 MHz ถึง 2524 MHz

บิต 0 เป็นบิตที่ใช้ในการกำหนดให้อุปกรณ์ทำหน้าที่เป็นตัวรับหรือตัวส่งสัญญาณ โดยการตั้งค่าการทำงานเป็นดังนี้

ลอจิก 0 เป็นการกำหนดให้อุปกรณ์เป็นตัวส่งสัญญาณ

ลอจิก 1 เป็นการกำหนดให้อุปกรณ์เป็นตัวรับสัญญาณ

รายละเอียดรูปแบบแพคเกต

แพคเกตที่ใช้ในการสื่อสารระหว่างตัวส่ง/รับสัญญาณTRW 2.4GHz ถูกแบ่งออกเป็น 4 ส่วนดังนี้

PRE-AMBLE	ADDRESS	PAYLOAD	CRC

รูปที่ 2.16 แสดงไดอะแกรมของแพคเกตข้อมูล

1. PRE-AMBLE

เป็นส่วนที่ตัวส่ง/รับสัญญาณ TRW 2.4GHz ทำการเพิ่มเข้ามาเพื่อใช้ในการส่งสัญญาณ

แต่ถ้าทำการส่งแบบชอคเบิร์ส ตัวส่ง/รับสัญญาณTRW 2.4GHz จะเพิ่มเข้ามาให้อัตโนมัติ

2. ADDRESS

ส่วนแสดงแอดเดรสของตัวรับสัญญาณ มีความยาวได้ตั้งแต่ 8 ถึง 40 บิต

3. PAYLOAD

ส่วนของข้อมูลที่ใช้ในการติดต่อสื่อสาร

4. CRC

ใช้ในการส่งแบบชอคเบิร์ส โดยมีความยาว 8 หรือ 16 บิต

ทั้งนี้สัญญาณเอาต์พุตจากตัวส่ง/รับสัญญาณTRW 2.4GHz จะเหลือแค่ส่วนของข้อมูลในเปย์โหลด

2.6 การเชื่อมต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์

หากเราต้องการที่จะเคลื่อนย้ายข้อมูลจากคอมพิวเตอร์ไปยังอุปกรณ์อื่นๆ หรือคอมพิวเตอร์ด้วยกันมี 2 ทางเลือกนั่นคือ การรับส่งข้อมูลแบบอนุกรมและแบบขนาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.1 การสื่อสารแบบอนุกรม

การสื่อสารแบบอนุกรมนั้นเราสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 แบบ คือ การสื่อสารแบบซิงโครนัส และอะซิงโครนัส

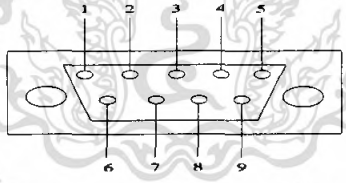
การสื่อสารข้อมูลแบบอะซิงโครนัส

การสื่อสารข้อมูลแบบอะซิงโครนัส คือ การรับและการส่งข้อมูลไปในสายโดยไม่จำเป็นต้องมีสัญญาณนาฬิกามาร่วมด้วยเหมือนกับการรับส่งข้อมูลแบบซิงโครนัส แต่จะใช้การกำหนดค่าสัญญาณนาฬิกาทั้งภาครับและภาคส่งให้มีค่าเท่ากัน ซึ่งเรียกสัญญาณนาฬิกาที่ใช้ในการกำหนดค่าให้ภาครับและภาคส่งนี้ว่า อัตราการถ่ายทอดข้อมูลหรือบอดเรต (Baud rate) มีหน่วยเป็นบิตต่อวินาที (Bit per second : bps)

อุปกรณ์พิเศษที่ได้รับการออกแบบมาสำหรับการรับและการส่งข้อมูลแบบอะซิงโครนัสเรียกว่า *Universal Asynchronous Receiver/Transmitter* หรือ UART อัตราความเร็วในการรับส่งข้อมูลของการรับส่งข้อมูลแบบอะซิงโครนัสคือ ค่าบอดเรต ซึ่งก็คือ ค่าจำนวนบิตต่อวินาทีที่ใช้ในการรับและส่งข้อมูล บอดเรตมาตรฐานที่ใช้สำหรับพอร์ตอนุกรมอาร์เอสสองสามสอง

2.6.2 มาตรฐานพอร์ทอนุกรมแบบอาร์เอสสองสามสอง (RS – 232)

มาตรฐานการเชื่อมต่อแบบอนุกรมอาร์เอสสองสามสอง เป็นมาตรฐานอุตสาหกรรมที่ออกแบบมาเพื่อใช้ในการส่งข้อมูลอนุกรมแบบอะซิงโครนัส 2 ทิศทาง โดยกำหนดความยาวของสายสัญญาณไว้ที่ 50 ฟุต มีระดับสัญญาณตั้งแต่ -3 ถึง -15โวลต์ แสดงว่ามีข้อมูล (Mark) และ +3 ถึง +15 โวลต์ แสดงว่าเป็นช่องว่าง (Space)



รูปที่ 2.17 การจัดขาของคอนเนคเตอร์พอร์ตอนุกรมมาตรฐานอาร์เอสสองสามสองแบบ DB-9

สำหรับการเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์ภายนอกดังในรูปที่ 2.18 ลูกศรในรูปแสดงถึงทิศทางของข้อมูล เป็นการเชื่อมต่อในลักษณะที่ใช้สายสัญญาณเพียง 3 สาย โดยสายเส้นหนึ่งใช้สำหรับในการส่งข้อมูล สายอีกเส้นหนึ่งใช้สำหรับในการรับข้อมูล และสายเส้นสุดท้ายจะใช้สำหรับไว้เป็นกราวนด์

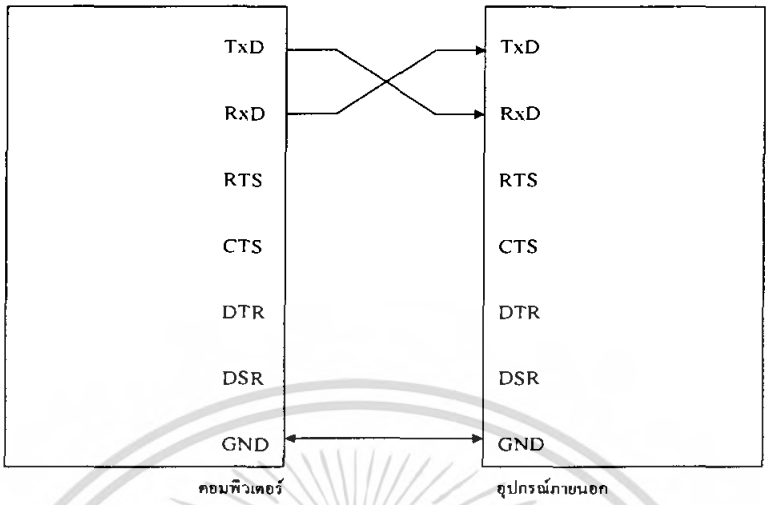
รายละเอียดของพอร์ตอนุกรมอาร์เอสสองสามสองที่ใช้งาน มีดังนี้

- **Received Data : RD** ขานี้ใช้สำหรับเพื่อรับสัญญาณอนุกรมเข้ามายังคอมพิวเตอร์โดยนำข้อมูลที่อ่านได้เก็บในรีจิสเตอร์บัฟเฟอร์

- **Transmitted Data : TD หรือ TxD** ขานี้ใช้เพื่อส่งข้อมูลออกจากคอมพิวเตอร์โดยที่จะนำข้อมูลที่เก็บอยู่ในบัฟเฟอร์สำหรับส่งข้อมูลส่งออกไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **Signal Ground** ขากราวนด์ของระบบ



รูปที่ 2.18 การต่ออุปกรณ์ภายนอกเข้ากับคอมพิวเตอร์แบบอาร์เอสสองสามสองโดยใช้สายสัญญาณ 3 เส้น

2.6.3 ระดับแรงดันที่ใช้งานสำหรับพอร์ตอนุกรมอาร์เอสสองสามสอง

มาตรฐานการสื่อสารข้อมูลของพอร์ตอนุกรม ได้ระบุช่วงระดับแรงดันสำหรับการทำงานของพอร์ตอนุกรมไว้ว่า ที่ลอจิก "0" จะมีระดับสัญญาณ +3 ถึง +15 โวลต์ ส่วนลอจิก "1" จะมีระดับสัญญาณ -3 ถึง –15 โวลต์ ระดับสัญญาณนี้ทำให้ไม่สามารถนำขาเอาต์พุตใดๆ ต่อเข้ากับลอจิกเกตเพื่อใช้งานได้โดยตรง จะต้องผ่านวงจรเพื่อเปลี่ยนระดับแรงดันเสียก่อน นั่นก็คือ วงจรขับแบบมาตรฐานอาร์เอสสองสามสอง นั้นด้านภาคส่งต้องสามารถเปลี่ยนระดับสัญญาณลอจิกให้เป็นระดับแรงดันตามที่ได้กำหนดไว้ และสำหรับในส่วนของภาครับเองนั้น ก็ต้องสามารถตรวจจับระดับแรงดันที่รับเข้ามาแล้วเปลี่ยนกลับให้เป็นสัญญาณลอจิกได้อย่างถูกต้องด้วยเช่นกัน โดยปกติจะใช้ไอซีจำพวก RS–232 Transceiver ที่นิยมมาก คือ MAX232 หรือ ICL232 ไอซีกลุ่มนี้จะทำหน้าที่แปลงระดับทีทีแอล ให้เป็นสัญญาณในระดับแรงดันของอาร์เอสสองสามสอง และยังทำหน้าที่แปลงสัญญาณในระดับแรงดันของอาร์เอสสองสามสองให้กลับลับมาอยู่ในระดับทีทีแอล โดยลอจิก "0" ซึ่งเดิมมีระดับสัญญาณ +3 ถึง +15 โวลต์จะถูกแปลงเป็น 0 โวลต์ ส่วนลอจิก "1" ซึ่งมีระดับสัญญาณ -3 ถึง -15 โวลต์ จะแปลงเป็น +5 โวลต์ ทั้งนี้เพื่อให้สามารถเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ดิจิตอลอื่นที่ใช้ระดับแรงดันทีทีแอลได้

2.6.4 การสื่อสารอนุกรมยูเออาร์ที (UART : Universal Asynchronous Receiver-Transmitter)

ยูเออาร์ที เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่รับและส่งข้อมูลแบบอะซิงโครนัส สำหรับการสื่อสารอนุกรมบนเครื่องคอมพิวเตอร์แล้ว ยูเออาร์ทีถือว่าเป็นหัวใจสำคัญของการสื่อสารแบบอนุกรม

หน้าที่หลักของยูเออาร์ทีคือทำหน้าที่ในการแปลงข้อมูลรูปแบบขนานจากคอมพิวเตอร์เป็นรูปแบบอนุกรมแบบอะซิงโครนัสแล้วส่งออกไป และทำหน้าที่ในการแปลงสัญญาณอนุกรมแบบอะซิงโครนัสที่ป้อนเข้ามายังยูเออาร์ทีให้เป็นแบบขนานก่อนที่จะส่งเข้าสู่คอมพิวเตอร์ อีกทั้งยังแจ้งข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อื่นๆ ให้คอมพิวเตอร์รับทราบด้วย เช่น อัตราเร็วในการรับส่งข้อมูล (Baud rate), รูปแบบการส่งข้อมูล, ความผิดพลาดที่เกิดขึ้นระหว่างการถ่ายทอดข้อมูล (ผิดพลาดจากพาริตี้, เฟรมข้อมูล, โอเวอร์รัน)

2.7 การประมวลผลในคอมพิวเตอร์

การประมวลผลในคอมพิวเตอร์จะใช้โปรแกรมที่เขียนขึ้นด้วยภาษาซีชาร์ป

ภาษาซีชาร์ป (C# Programming Language) เป็นภาษาโปรแกรมเชิงวัตถุทำงานบนดอตเน็ตเฟรมเวิร์ก พัฒนาโดยบริษัทไมโครซอฟท์ โดยมีรากฐานมาจากภาษาซีพลัสพลัสและภาษาอื่นๆ (โดยเฉพาะภาษาเดลไฟและจาวา) โดยปัจจุบันภาษาซีชาร์ปเป็นภาษามาตรฐานรองรับโดย ECMA และ ISOภาษาซีชาร์ปซึ่งไมโครซอฟท์นำภาษาซี และซีชาร์ป มาพัฒนาต่อนั้น เป็นภาษาที่ทำให้โปรแกรมรันบนซอฟต์แวร์พื้นฐานของคอมพิวเตอร์ได้ เวลาเขียนโปรแกรมจะง่าย เพราะสามารถใช้รันบนอุปกรณ์ใดก็ได้ที่มีซอฟต์แวร์พื้นฐานภาษาซีชาร์ปนี้อยู่ภายใต้โครงสร้างเทคโนโลยีดอตเน็ต

ภาษาซีชาร์ปถูกพัฒนาขึ้นโดยเป็นส่วนหนึ่งในการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานของดอตเน็ตเฟรมเวิร์คเป็นการการนำข้อดีของภาษาต่างๆ (เช่นภาษาเดลไฟ ภาษาซีพลัสพลัส) มาปรับปรุงเพื่อให้มีความเป็นโอโอพี(OOP)อย่างถึงที่สุด ขณะเดียวกันก็ลดความซับซ้อนในโครงสร้างของภาษาลง (เรียบง่ายกว่าภาษาซีพลัสพลัส) และมีเครื่องหมายน้อยลง (เมื่อเทียบกับ Java)

ภาษาเอสคิวแอล (SQL)

เป็นภาษาที่ทำให้ผู้ใช้สามารถทำงานจัดการกับฐานข้อมูลได้ โดยเอสคิวแอลได้รับการออกแบบให้มีการดำเนินการกับข้อมูลแบบโต้ตอบระหว่างผู้ใช้กับคอมพิวเตอร์โดยตรงด้วยการพิมพ์คำสั่งผ่านทางคอมพิวเตอร์ และผลลัพธ์ของข้อมูลจากฐานข้อมูลจะปรากฏบนจอภาพทันที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การออกแบบและการสร้าง

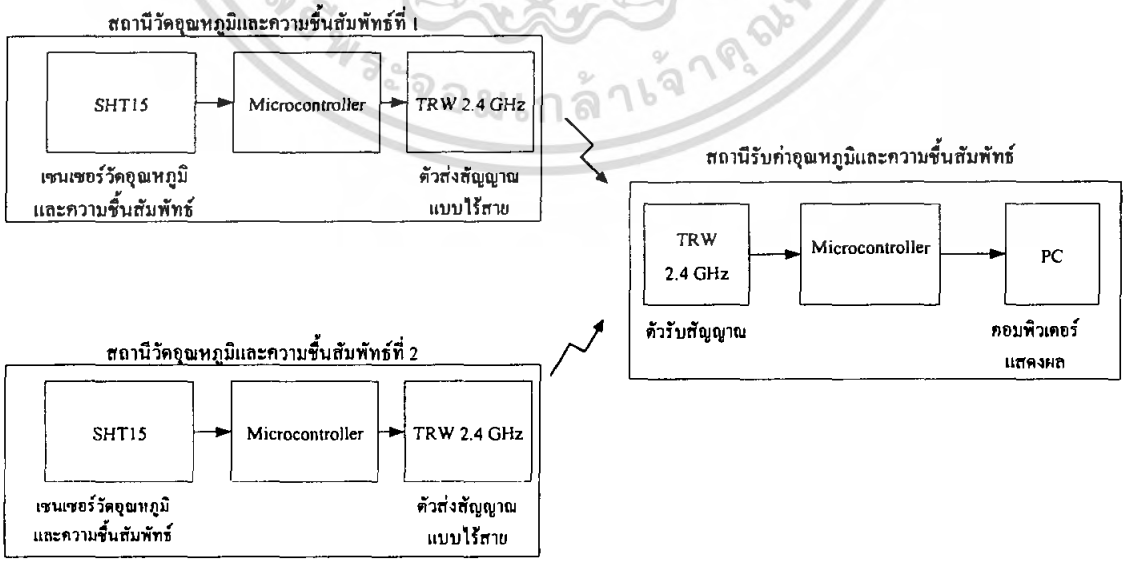
3.1 การออกแบบและการสร้างในส่วนของฮาร์ดแวร์

การออกแบบวงจรฮาร์ดแวร์ของระบบสื่อสารข้อมูลไร้สายประกอบด้วยส่วนต่างๆดังนี้

- ส่วนวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ใช้เซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์เบอร์ SHT 15
- ส่วนส่งสัญญาณแบบไร้สายด้วยตัวส่งสัญญาณ TRW 2.4GHz
- ส่วนรับสัญญาณแบบไร้สายด้วยตัวรับสัญญาณ TRW 2.4GHz
- ส่วนส่งข้อมูลเข้าคอมพิวเตอร์

รูปที่ 3.1 บล็อกไดอะแกรมของระบบติดตามผลและส่งข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา

โดยออกแบบให้ระบบติดตามผลทางอุตุนิยมวิทยามีสถานีวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ทั้งหมด 2 สถานี และสถานีรับค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ 1 สถานี ดังรูปที่ 3.2 ซึ่งสถานีวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่ 1 วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์และส่งค่ามาให้สถานีรับค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ก่อน จากนั้นสถานีที่ 2 จึงทำการวัดค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์แล้วจึงส่งมาให้สถานีรับสัญญาณ

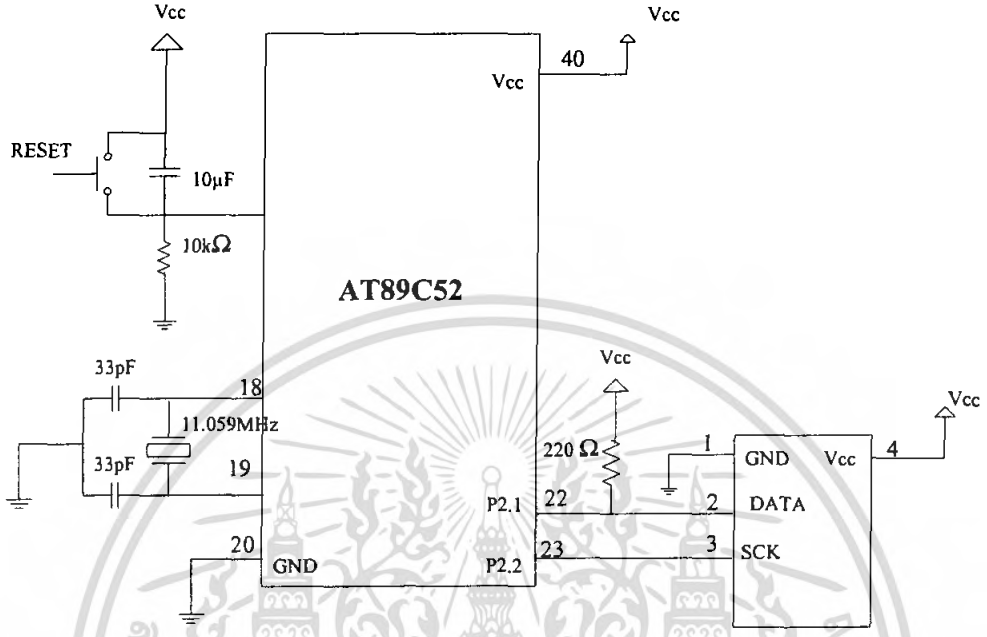


รูปที่ 3.2 แสดงชุดอุปกรณ์ในระบบติดตามผลและส่งข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.1 วงจรวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์

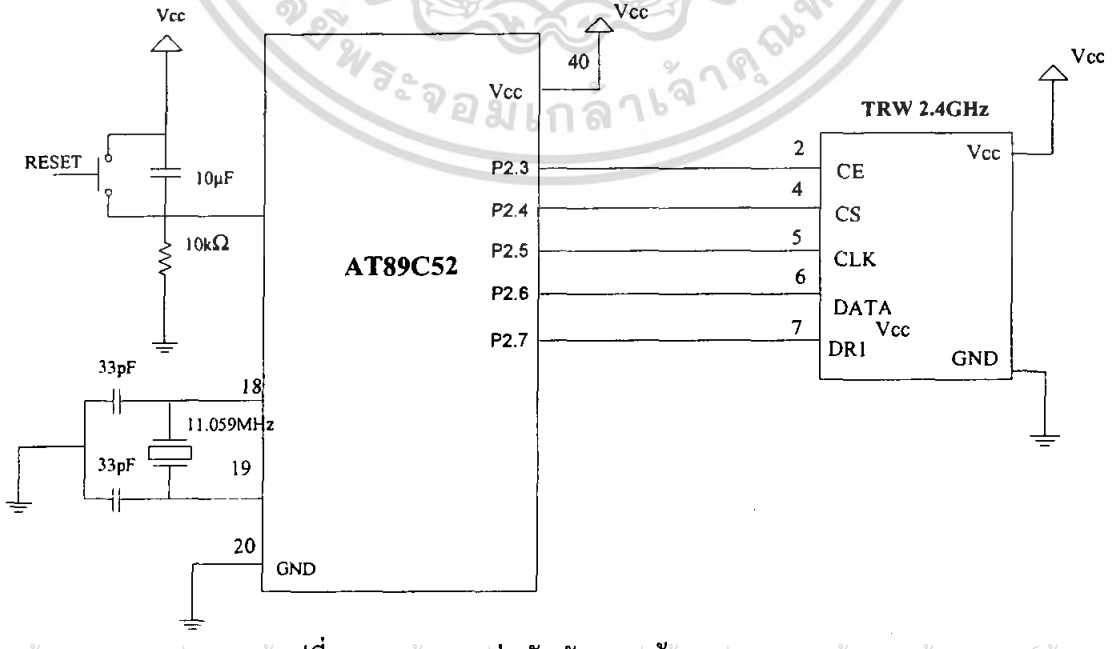
เซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์เบอร์ SHT15 มีหน้าที่ในการวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์โดยจะทำงานร่วมกันกับไมโครคอนโทรลเลอร์ ค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่ได้จะถูกเก็บไว้ในไมโครคอนโทรลเลอร์



รูปที่ 3.3 วงจรวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์

3.1.2 วงจรส่ง/รับสัญญาณด้วย TRW 2.4GHz

ตัวรับ/ส่งสัญญาณด้วย TRW 2.4GHz มีหน้าที่ในการส่งหรือรับสัญญาณแบบไร้สายผ่านคลื่นวิทยุโดยจะทำงานร่วมกันกับไมโครคอนโทรลเลอร์

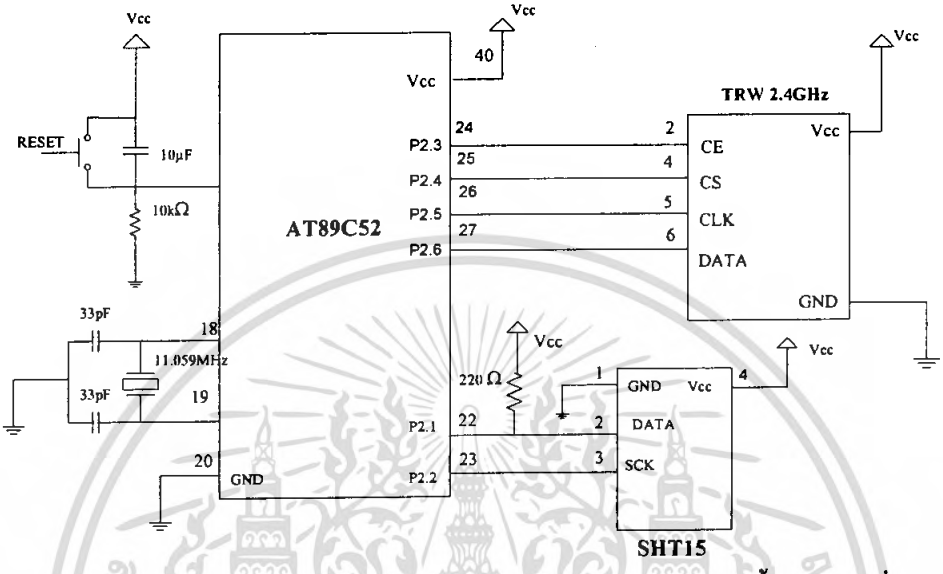


รูปที่ 3.4 วงจรวงจรส่ง/รับสัญญาณด้วย TRW 2.4GHz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3 วงจรสถานีวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่ 1 และสถานีที่ 2

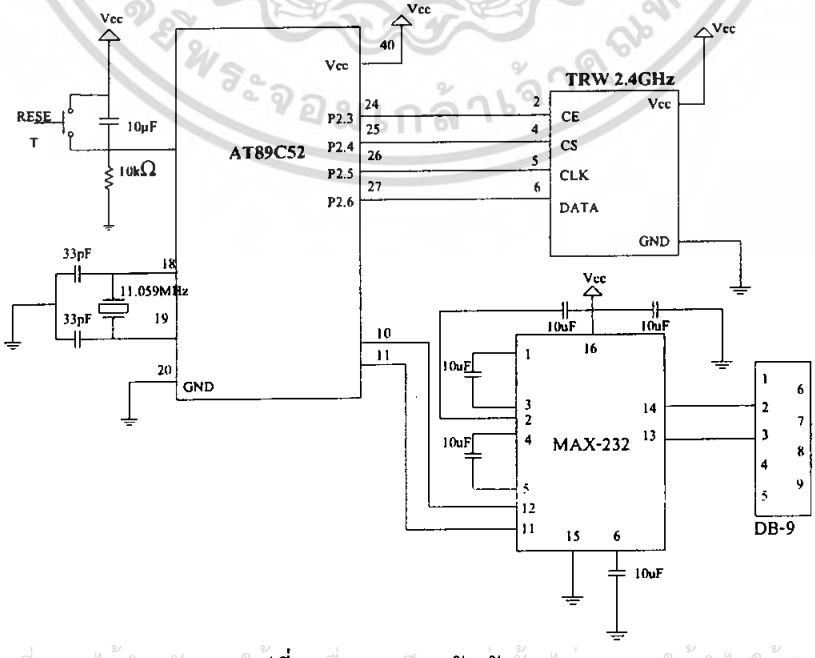
วงจรของสถานีวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่ 1 และสถานีที่ 2 จะประกอบด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ควบคุมการทำงานของเซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในการวัดค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ และตัวส่งสัญญาณแบบไร้สายผ่านคลื่นวิทยุย่าน 2.4 GHz ที่ทำการส่งสัญญาณโดยการควบคุมของไมโครคอนโทรลเลอร์



รูปที่ 3.5 วงจรภาคส่งสัญญาณของสถานีวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่ 1 และ 2

3.1.4 วงจรของสถานีรับค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์

วงจรของสถานีรับค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ประกอบด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ควบคุมการทำงานของตัวรับสัญญาณแบบไร้สายในการรับค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ และควบคุมการส่งข้อมูลให้คอมพิวเตอร์ผ่านไอซีแมกซ์สองสามสอง

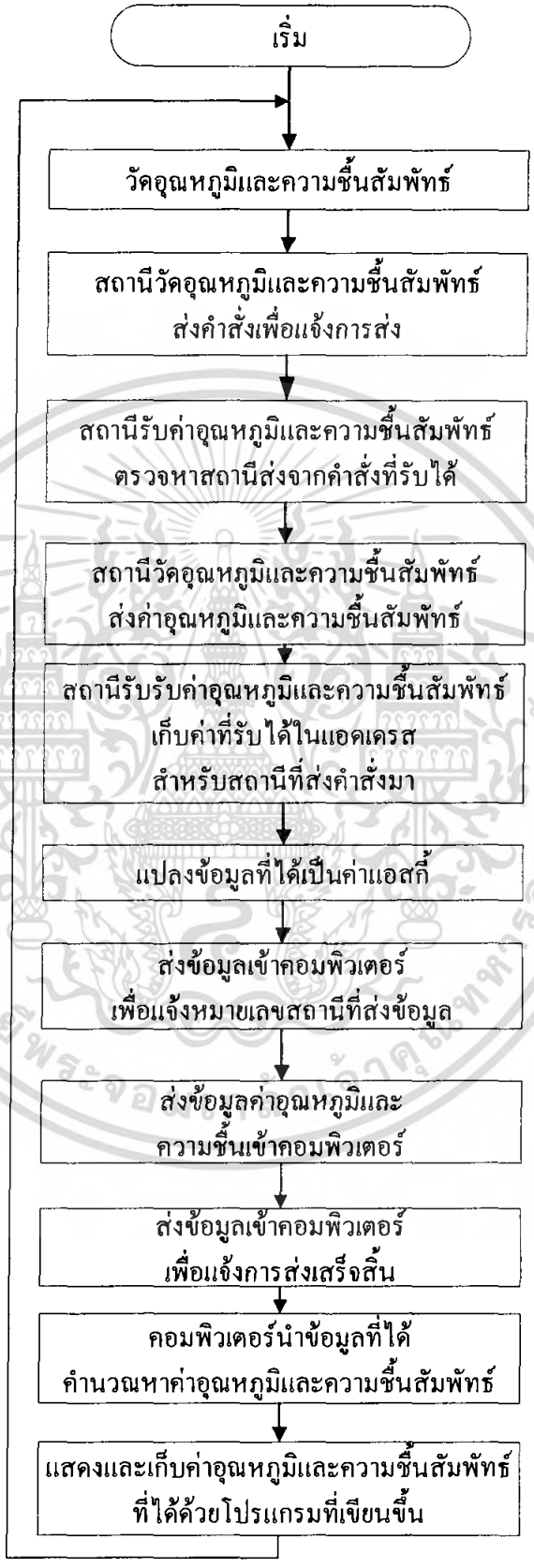


รูปที่ 3.6 วงจรภาครับสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การออกแบบในส่วนซอฟแวร์

3.2.1 การทำงานของระบบติดตามผลและส่งข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา

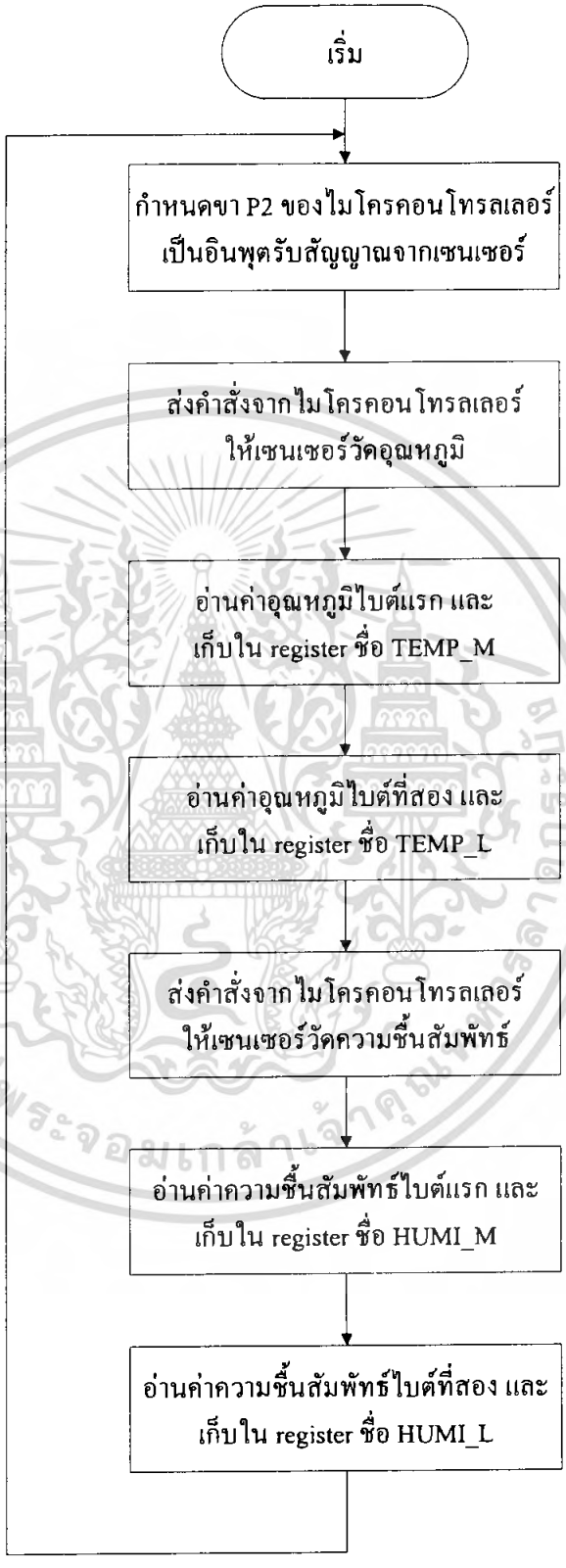


รูปที่ 3.7 โฟลว์ชาร์ตแสดงการทำงานของระบบติดตามผลทางอุตุนิยมวิทยา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 การออกแบบซอฟแวร์ติดต่อกับเซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์

ลำดับขั้นการทำงานเป็นดังโฟลว์ชาร์ตด้านล่างนี้



รูปที่ 3.8 แสดงโฟลว์ชาร์ตการทำงานของเซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3 การออกแบบการตั้งค่าการทำงานของตัวส่ง/รับสัญญาณด้วย TRW 2.4GHz

กำหนดค่าการทำงานต่างๆ ทั้ง 18 ไบต์ ซึ่งประกอบด้วยส่วนต่างๆดังนี้

ส่วนทดสอบ

กำหนดให้มีค่า 10001110B 00001000B 000111B

ส่วน PLL_CTRL: ใช้ควบคุมการตั้งค่าการทำงานของเฟสลอคลูป สำหรับส่วนทดสอบ

กำหนดให้ เป็น 00 คือ ใช้ที่ตัวส่ง / ไม่ใช้ที่ตัวรับ

ส่วน DATA2_W เป็นส่วนที่ใช้ในการกำหนดความยาวของมูลในแพคเกตของช่องสัญญาณที่ 2

กำหนดให้มีค่า 08H

ส่วน DATA1_W เป็นส่วนที่ใช้ในการกำหนดความยาวของมูลในแพคเกตของช่องสัญญาณที่ 1

กำหนดให้มีค่า 08H ส่งครั้งละ 1 ไบต์

ส่วน ADDR2 เป็นแอดเดรสของตัวรับสัญญาณช่องสัญญาณที่ 2

กำหนดให้เป็น C0H AAH 55H AAH 55H

ส่วน ADDR1 เป็นแอดเดรสของตัวรับสัญญาณช่องสัญญาณที่ 1

กำหนดให้เป็น AAH 55H AAH 55H AAH

ส่วน ADDR_W ใช้กำหนดความยาวแอดเดรสของตัวรับสัญญาณ

กำหนดให้เป็น 101000B = 40บิต

ส่วน CRC กำหนดความยาวของ CRC และ เลือกใช้/ไม่ใช้งาน CRC

กำหนดให้เป็น 11B คือ ยาว 16 บิต ใช้งาน CRC

ส่วน RX2_EN เป็นบิตที่ใช้ในการกำหนดจำนวนช่องสัญญาณที่ใช้ในการสื่อสาร

กำหนดให้เป็น ลอจิก 0 ให้อุปกรณ์ภาครับรับ 1 ช่องสัญญาณ

ส่วน CM ใช้ในการเลือกรูปแบบการสื่อสาร

กำหนดให้เป็น ลอจิก 1 เลือกให้ทำการสื่อสารแบบซอคเบิร์ส

ส่วน RFDR_SB เป็นการกำหนดความเร็วของข้อมูลที่จะใช้ในการส่งสัญญาณ

กำหนดให้เป็น ลอจิก 0 ส่งข้อมูลด้วยความเร็ว 250 Kbps

ส่วน XO_F

กำหนดให้เป็น 011B

ส่วน RF_PWR เป็นบิตที่ใช้ในการกำหนดกำลังส่งของสัญญาณ

กำหนดให้เป็น 11B คือ ส่งด้วย 0dBm

ส่วน RF_channel กำหนดช่องสัญญาณที่ใช้ในการสื่อสาร

กำหนดให้มีค่า 0011101B = 29 ซึ่งเป็นความถี่ที่ 2429 MHz

ส่วน RXEN เลือกการทำงานให้อุปกรณ์รับ หรือส่งสัญญาณ

ที่ตัวส่งกำหนดให้เป็น 0 เพื่อส่งสัญญาณ

ที่ตัวรับกำหนดให้เป็น 1 เพื่อรับสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

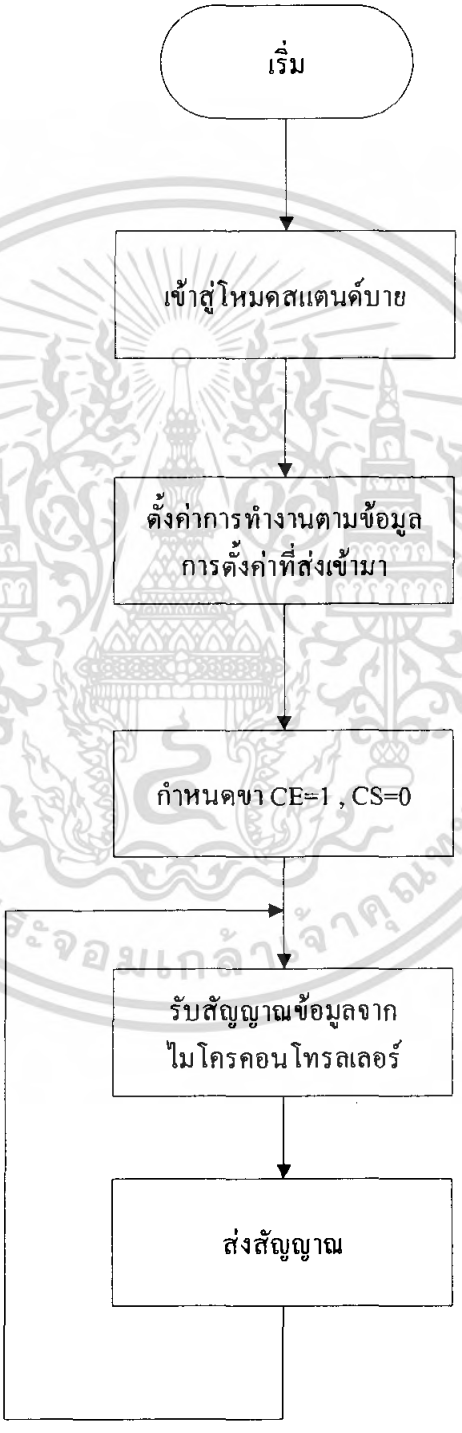
ดังนั้นค่าการตั้งค่า 18 ไบต์ ของตัวส่งจะมีค่าดังนี้

8EH 08H 1CH 08H 08H C0H AAH 55H AAH 55H AAH 55H AAH 55H AAH A3H 4FH 3AH

ดังนั้นค่าการตั้งค่า 18 ไบต์ ของตัวรับจะมีค่าดังนี้

8EH 08H 1CH 08H 08H C0H AAH 55H AAH 55H AAH 55H AAH 55H AAH A3H 4FH 3BH

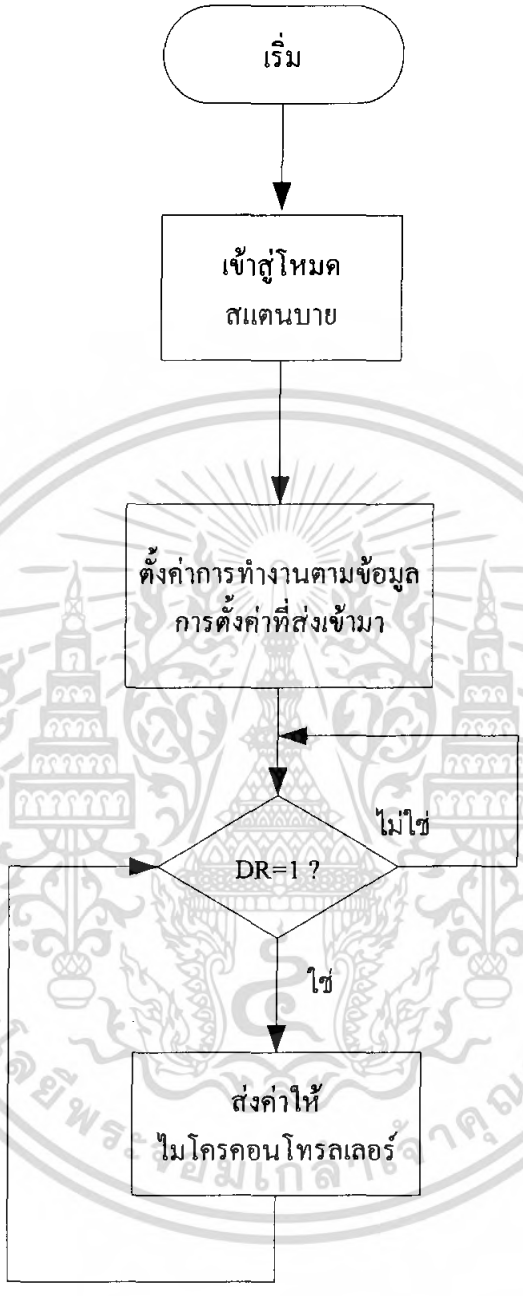
3.2.4 การทำงานของตัวส่งสัญญาณ



รูปที่ 3.9 แสดงโฟลว์ชาร์ตการทำงานของตัวส่งสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

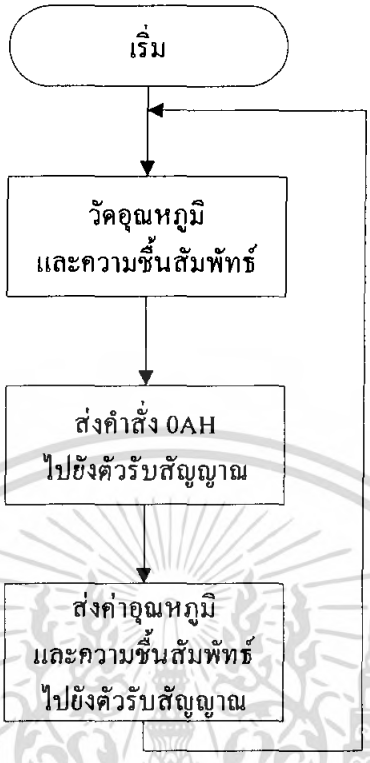
3.2.5 การทำงานของตัวรับสัญญาณ



รูปที่ 3.10 แสดงโฟลว์ชาร์ตการทำงานของตัวรับสัญญาณ

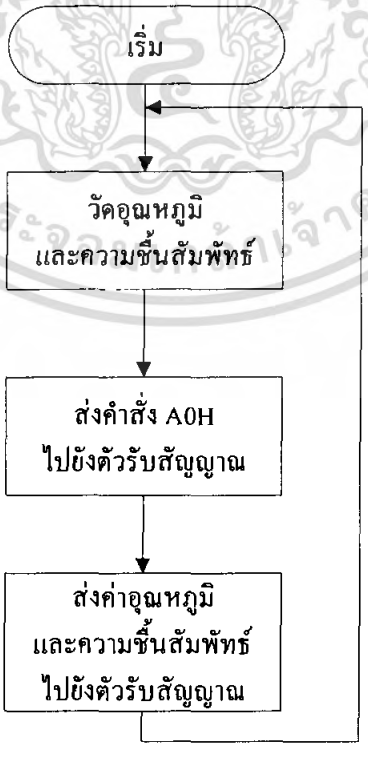
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.6 การทำงานของชุดสถานีวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่ 1



รูปที่ 3.11 แสดงโฟลว์ชาร์ตการทำงานของชุดสถานีวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่ 1

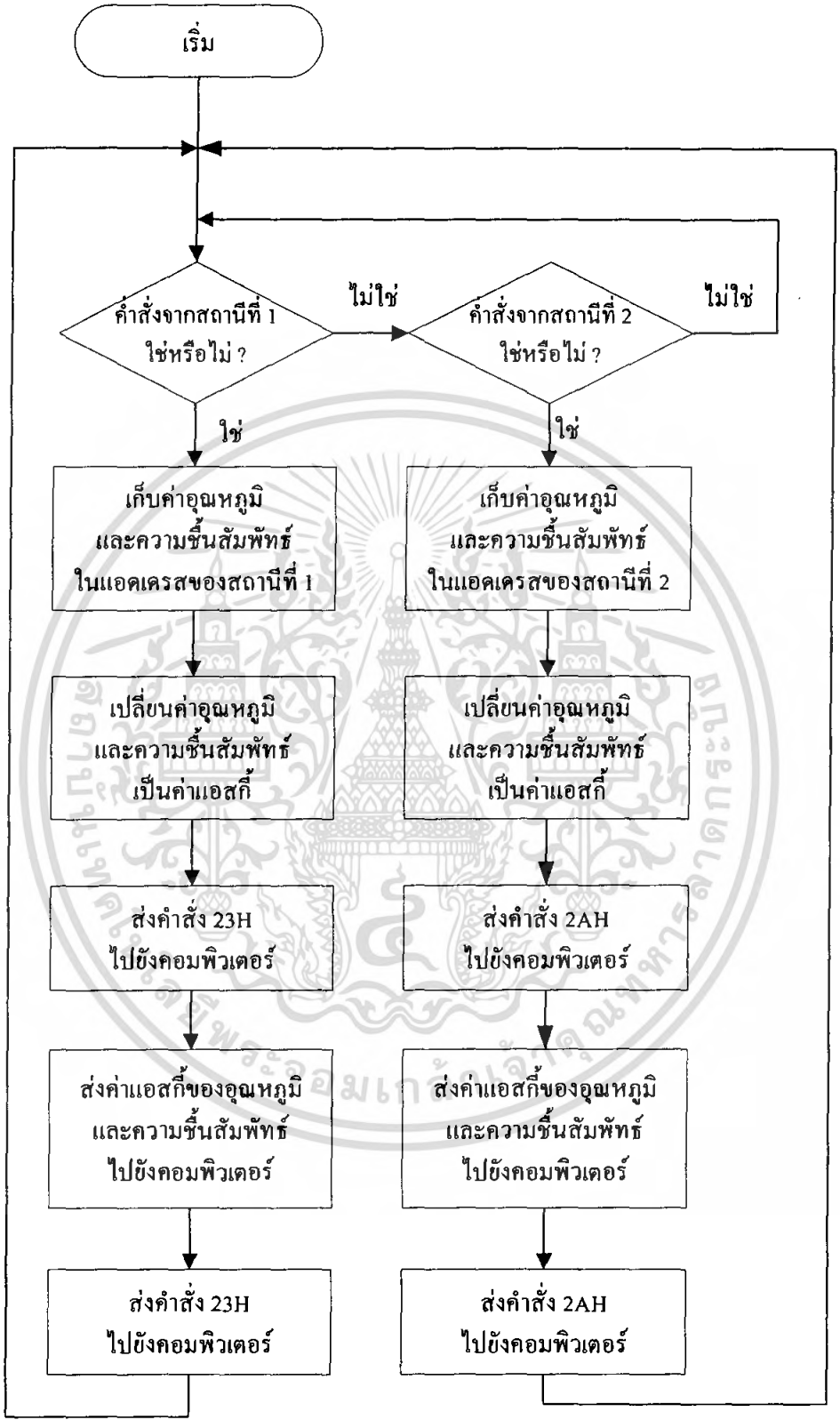
3.2.7 การทำงานของชุดสถานีวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่ 2



รูปที่ 3.12 แสดงโฟลว์ชาร์ตการทำงานของชุดสถานีวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

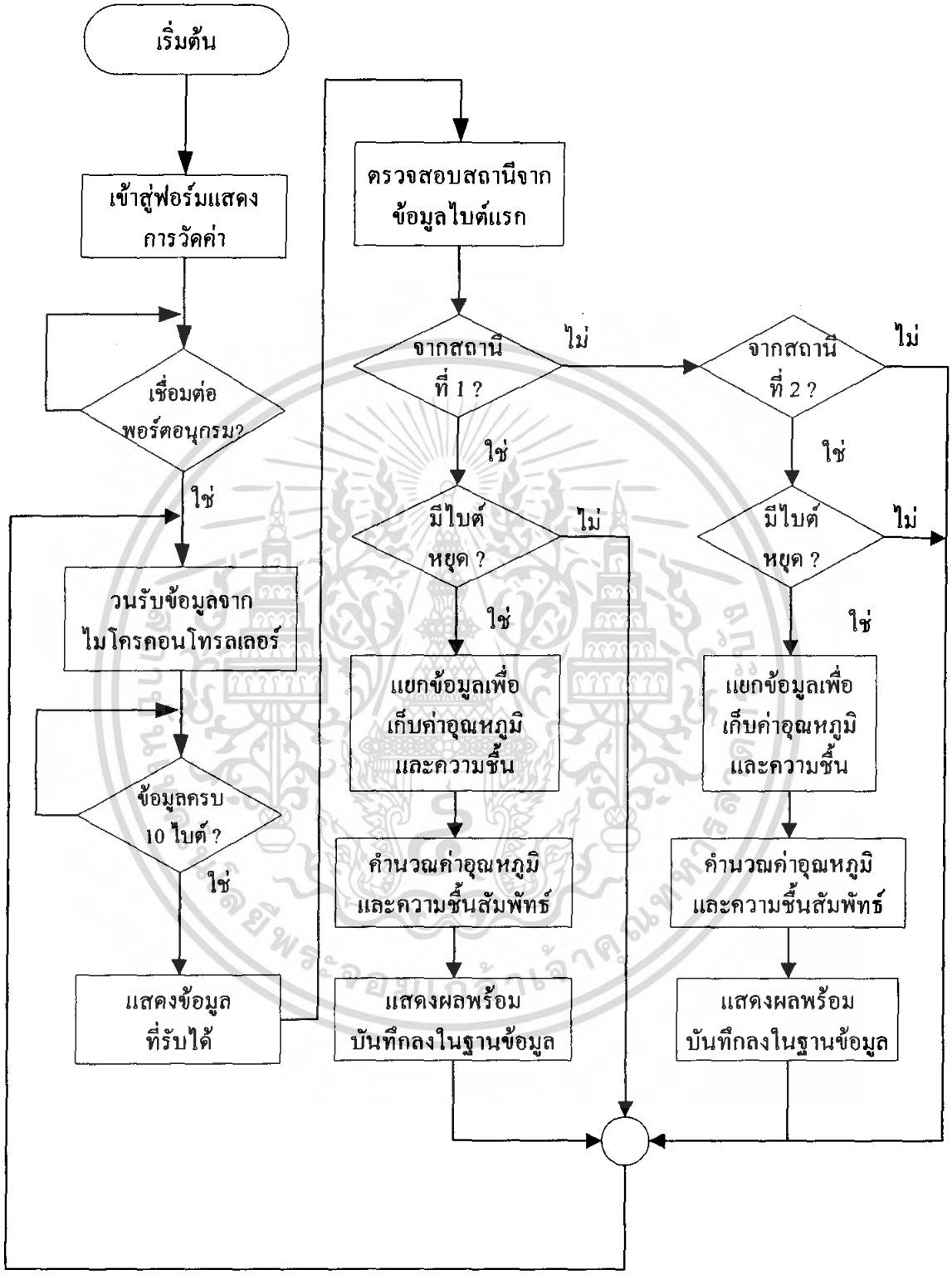
3.2.8 การทำงานของชุดรับสัญญาณ



รูปที่ 3.13 แสดงโฟลว์ชาร์ตการทำงานของชุดรับสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การประมวลผลในคอมพิวเตอร์



รูปที่ 3.14 โฟลว์ชาร์ตแสดงการประมวลผลในคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

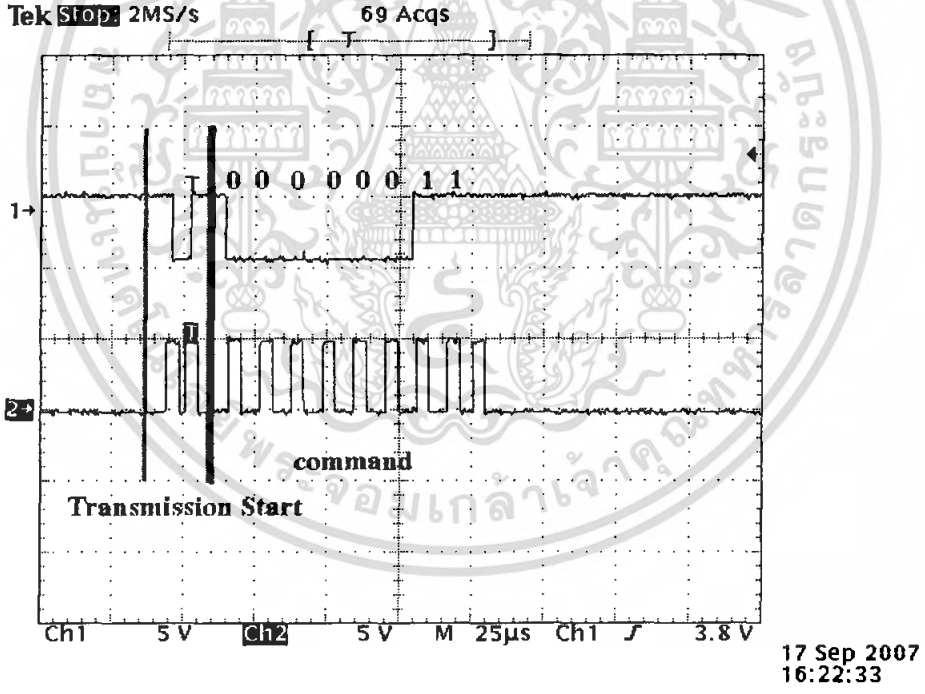
4.1 วงจรวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์

การส่งคำสั่งวัดอุณหภูมิไปยังเซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์

ทำการส่งคำสั่งที่ใช้ในการวัดอุณหภูมิจากไมโครคอนโทรลเลอร์ไปยังเซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ โดยทำการส่งค่าคำสั่ง 00000011 ออกไปพร้อมกับสัญญาณนาฬิกา หลังจากที่ทำการส่งสัญญาณทรานซ์มิสชั่นสตาร์ทที่ใช้ในการกระตุ้นการเชื่อมต่อกับเซนเซอร์แล้วดังรูปที่ 4.1

โดย ช่องสัญญาณที่ 1 เป็นสัญญาณข้อมูลคำสั่งที่ส่งเข้าไปยังเซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์

ช่องสัญญาณที่ 2 เป็นสัญญาณนาฬิกาที่ส่งเข้าไปยังเซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ เพื่อสร้างจังหวะในการติดต่อสื่อระหว่างกัน



รูปที่ 4.1 แสดงสัญญาณคำสั่งที่ใช้ในการวัดอุณหภูมิ

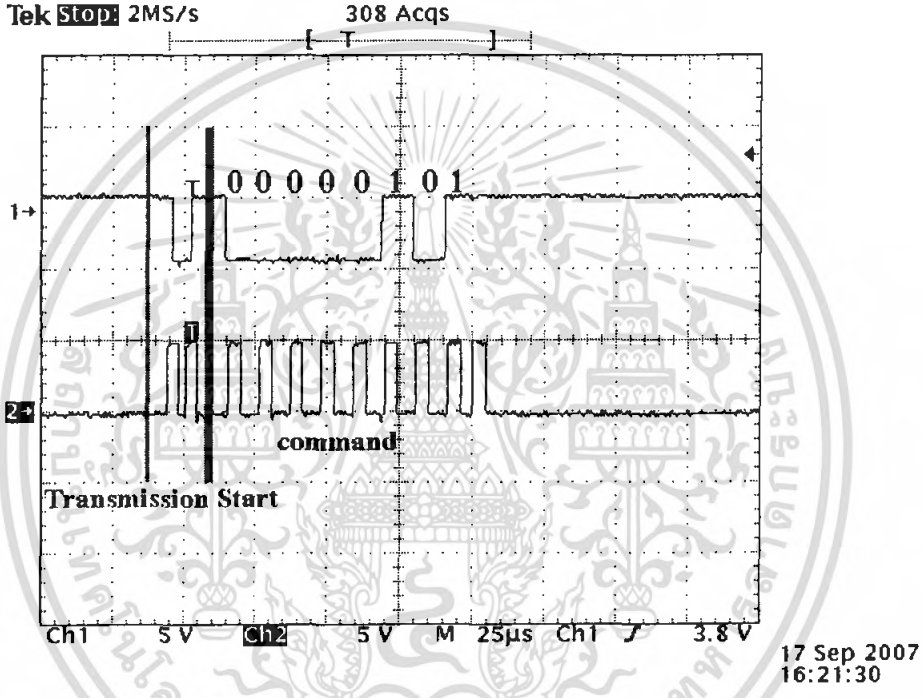
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การส่งคำสั่งวัดความชื้นสัมพัทธ์ไปยังเซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์

ทำการส่งคำสั่งที่ใช้ในการวัดความชื้นสัมพัทธ์จากไมโครคอนโทรลเลอร์ไปยังเซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ โดยทำการส่งค่าคำสั่ง 00000101 ออกไปพร้อมกับสัญญาณนาฬิกาหลังจากที่ทำการส่งสัญญาณทรานซ์มิสชั่นสตาร์ทที่ใช้ในการกระตุ้นการเชื่อมต่อกับเซนเซอร์แล้วดังรูปที่ 4.2

โดย ช่องสัญญาณที่ 1 เป็นสัญญาณข้อมูลคำสั่งที่ส่งเข้าไปยังเซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์

ช่องสัญญาณที่ 2 เป็นสัญญาณนาฬิกาที่ส่งเข้าไปยังเซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์เพื่อสร้างจังหวะในการติดต่อสื่อระหว่างกัน



รูปที่ 4.2 แสดงสัญญาณคำสั่งที่ใช้ในการวัดความชื้นสัมพัทธ์

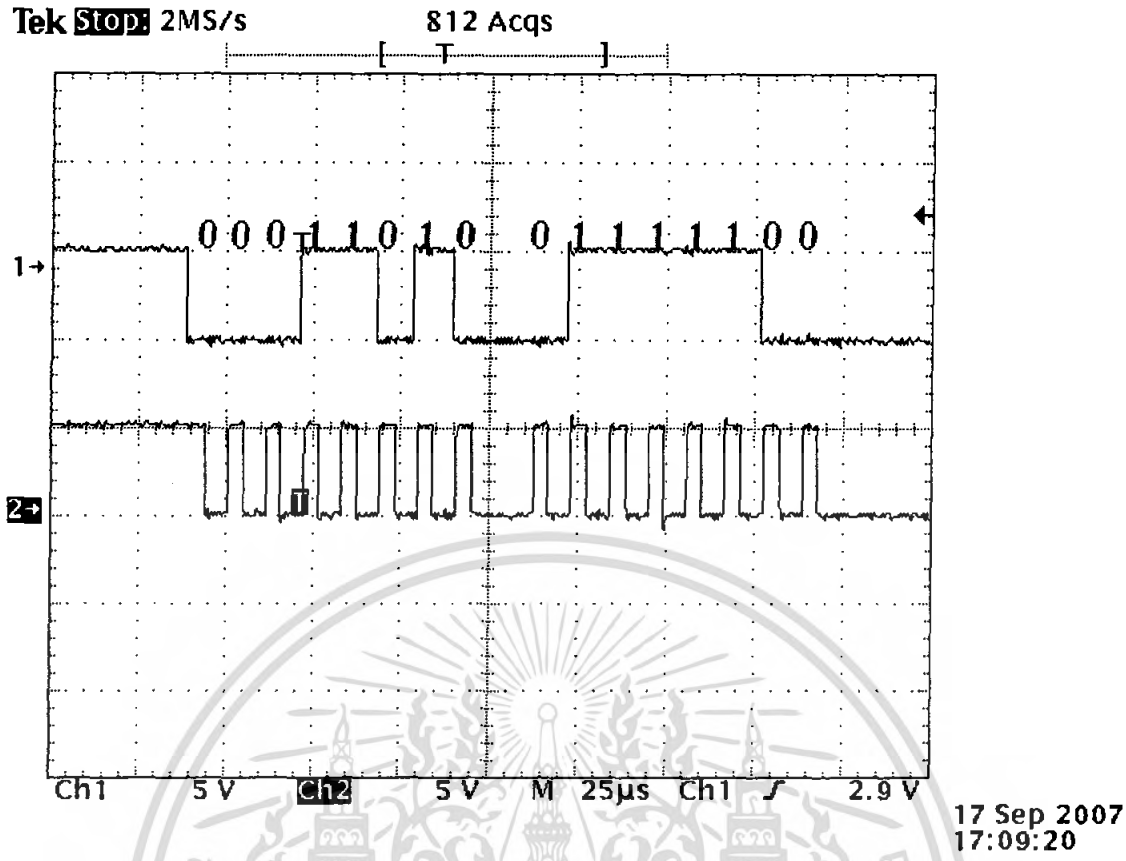
ผลการทดลองวัดค่าอุณหภูมิ

ไมโครคอนโทรลเลอร์ทำการอ่านค่าอุณหภูมิที่ได้จากการวัดด้วยเซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ โดยจากการทดลองครั้งนี้อ่านค่าได้ "00011010 01111100" ซึ่งมีค่าเท่ากับ 6780 ในค่าฐานสิบเมื่อนำไปแทนตามสมการ (2.1) จะได้ค่าอุณหภูมิที่วัดได้เป็น 27.8 องศาเซลเซียส

โดย ช่องสัญญาณที่ 1 เป็นสัญญาณข้อมูลค่าอุณหภูมิที่ได้มาจากเซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์

ช่องสัญญาณที่ 2 เป็นสัญญาณนาฬิกาที่ส่งเข้าไปยังเซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์เพื่อสร้างจังหวะในการติดต่อสื่อระหว่างกันในการอ่านข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 แสดงสัญญาณค่าอุณหภูมิที่วัดได้

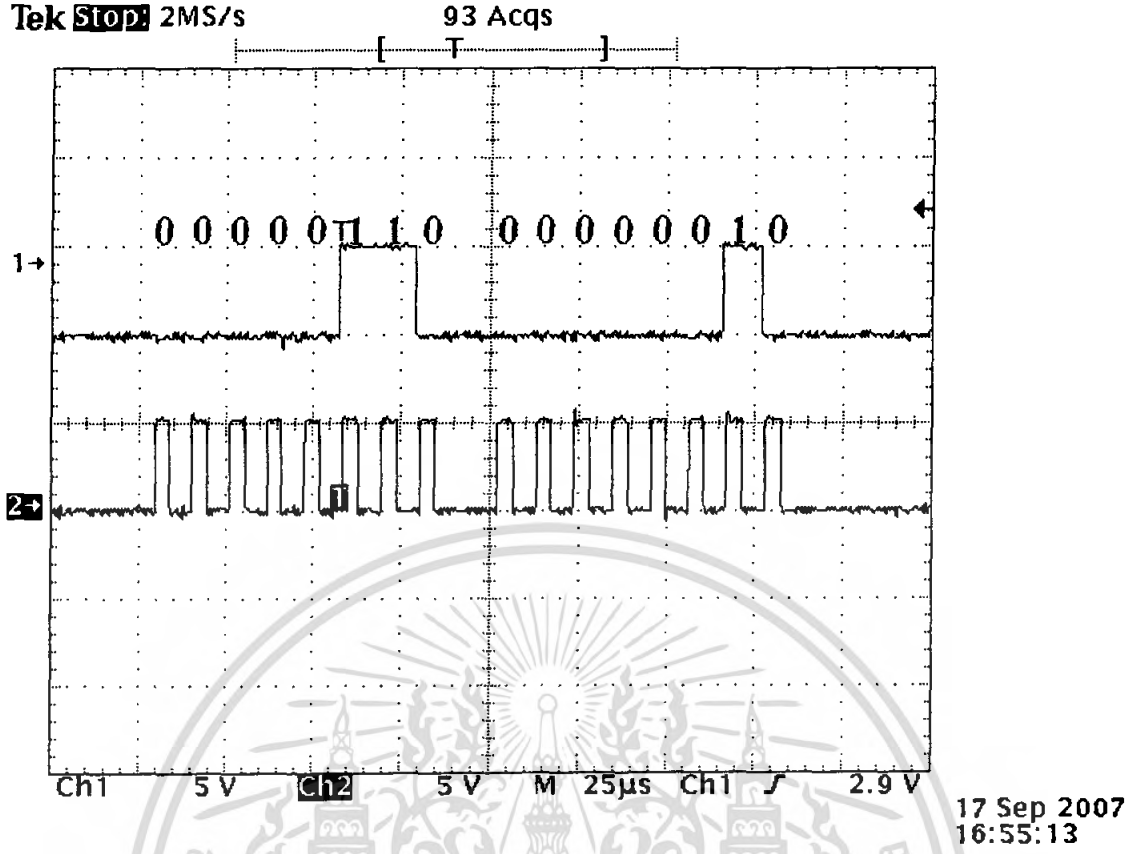
ผลการทดลองวัดค่าความชื้นสัมพัทธ์

ไมโครคอนโทรลเลอร์ทำการอ่านค่าความชื้นสัมพัทธ์ที่ได้จากการวัดด้วยเซนเซอร์อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ โดยจากการทดลองครั้งนี้อ่านค่าได้ "00000110 00000010" ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1538 ในค่าฐานสิบเมื่อนำไปแทนตามสมการ (2.2) และ (2.3) จะได้ค่าความชื้นสัมพัทธ์ที่วัดได้เป็น 51.23 %

โดย ช่องสัญญาณที่ 1 เป็นสัญญาณข้อมูลค่าความชื้นสัมพัทธ์ที่ได้มาจากเซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์

ช่องสัญญาณที่ 2 เป็นสัญญาณนาฬิกาที่ส่งเข้าไปยังเซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์เพื่อสร้างจังหวะในการติดต่อสื่อระหว่างกันในการอ่านข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4 แสดงสัญญาณค่าความชื้นสัมพัทธ์ที่วัดได้

4.2 สัญญาณที่ใช้ในการควบคุมการทำงานของตัวส่ง/รับสัญญาณ TRW 2.4G

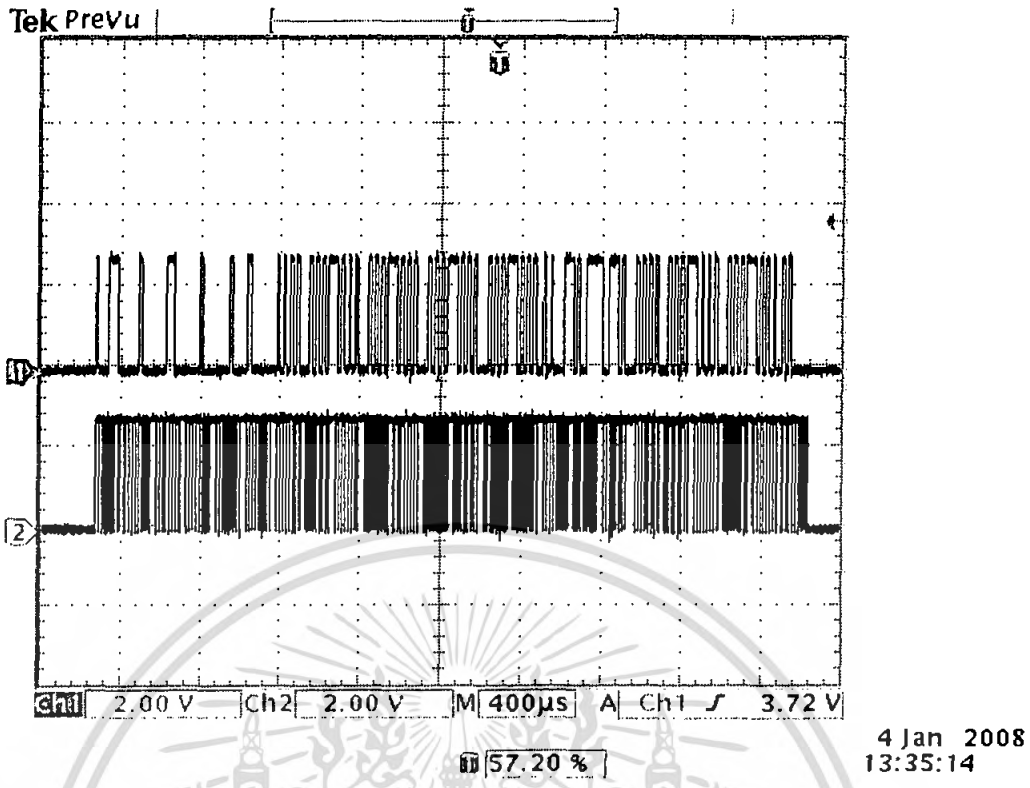
4.2.1 สัญญาณที่ใช้ในการควบคุมการทำงานของตัวส่งสัญญาณ TRW 2.4G

การใช้งานตัวส่ง/รับสัญญาณต้องทำการตั้งค่าการใช้งานทุกครั้งก่อนที่จะใช้งานอุปกรณ์นั้นๆ โดยไมโครคอนโทรลเลอร์ที่เป็นตัวควบคุมการทำงานของตัวส่ง/รับสัญญาณจะส่งค่าที่ใช้ในการตั้งค่าไปยังตัวส่ง/รับสัญญาณเพื่อให้อุปกรณ์ตัวนั้นทำงานเป็นตัวส่งสัญญาณ โดยส่งข้อมูลเข้าไปทั้งหมด 18 ไบต์ พร้อมกับสัญญาณนาฬิกา ดังรูปที่ 4.5

โดย ช่องสัญญาณที่ 1 เป็นสัญญาณข้อมูลการตั้งค่าที่ส่งออกมาจากไมโครคอนโทรลเลอร์

ช่องสัญญาณที่ 2 เป็นสัญญาณนาฬิกาที่ส่งเข้าไปเพื่อสร้างจังหวะในการติดต่อสื่อระหว่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 แสดงข้อมูลที่ใช้ในการตั้งค่าให้เป็นตัวส่งสัญญาณ

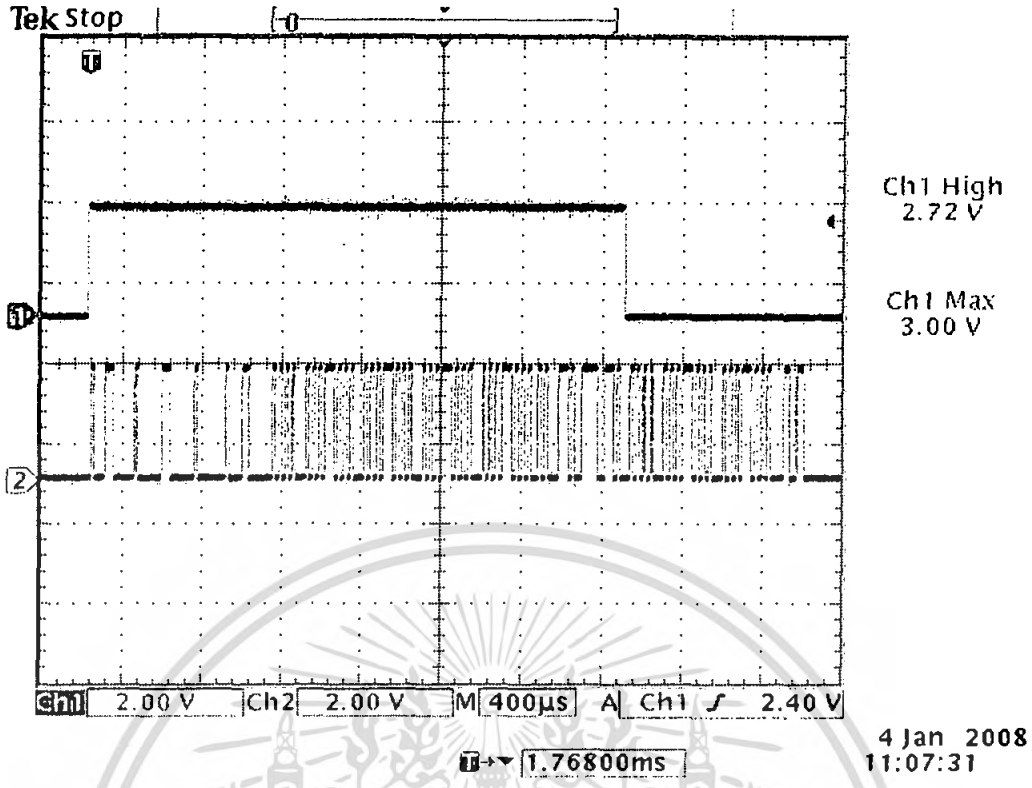
การตั้งค่าการทำงานของอุปกรณ์ให้เป็นตัวส่งสัญญาณ

การตั้งค่าการใช้การตัวส่ง/รับสัญญาณนั้น นอกจากที่จะต้องใช้สัญญาณนาฬิกาแล้ว ยังต้องใช้อีกหนึ่งสัญญาณเพื่อแจ้งให้ตัวส่ง/รับสัญญาณทราบว่าค่าที่ไมโครคอนโทรลเลอร์ส่งเข้ามานั้นเป็นค่าที่ตัวส่ง/รับสัญญาณต้องเอามาใช้ในการกำหนดการทำงานตัวเอง สัญญาณดังกล่าวจะส่งเข้าไปที่ขา CS ซึ่งสัญญาณดังกล่าวจะต้องเป็น "1" ที่ขาสัญญาณนั้นตลอดช่วงเวลาที่ส่งค่าในการกำหนดการทำงานเข้าไป ดังรูปผลการทดลองด้านล่างนี้ ดังรูปที่ 4.6

โดย ช่องสัญญาณที่ 1 เป็นสัญญาณเพื่อแจ้งการตั้งค่าที่ส่งออกมาจากไมโครคอนโทรลเลอร์

ช่องสัญญาณที่ 2 เป็นสัญญาณข้อมูลการตั้งค่าที่ส่งออกมาจากไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.6 แสดงสัญญาณที่ใช้ในการแจ้งการตั้งค่าให้เป็นตัวส่งสัญญาณ

การส่งข้อมูลให้อุปกรณ์ในการสื่อสาร

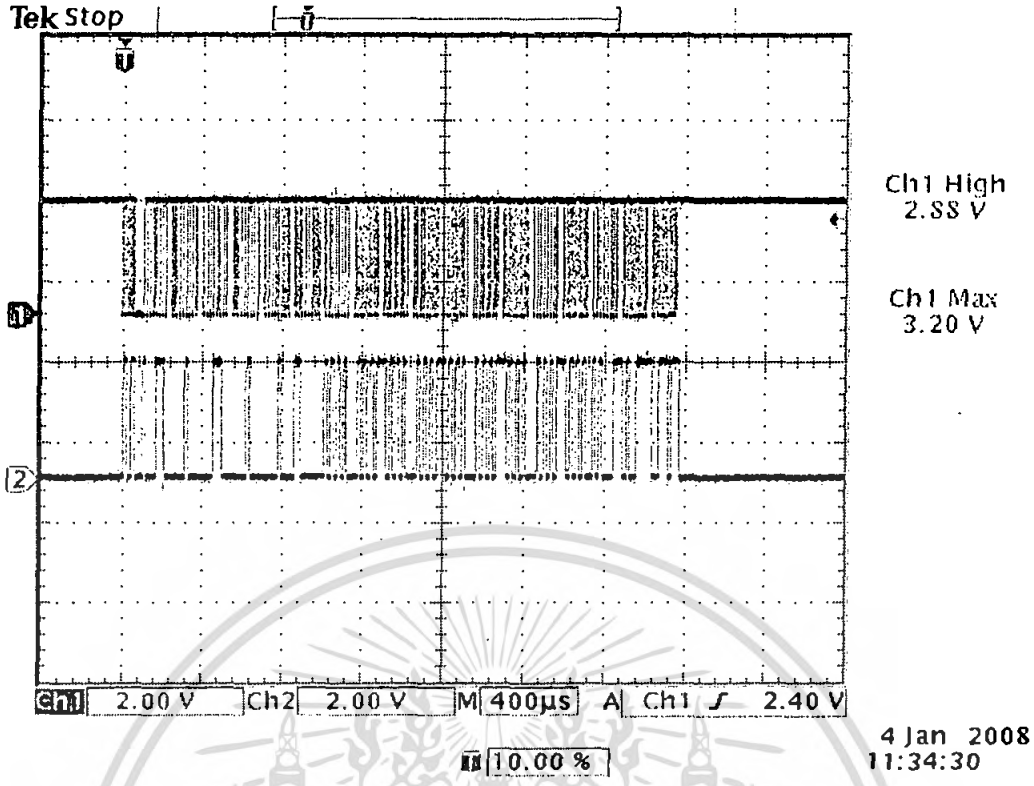
ข้อมูลที่ต้องการทำการส่งออกไปด้วยตัวส่งสัญญาณนั้นจะได้มาจากไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยนอกจากข้อมูลที่เราต้องการทำการส่งแล้ว จะต้องมีแอดเดรสของอุปกรณ์ปลายทางที่เราต้องการสื่อสารรวมอยู่ด้วย โดยไมโครคอนโทรลเลอร์จะส่งแอดเดรสให้กับตัวส่งสัญญาณแบบไร้สายก่อน แล้วจึงตามด้วยข้อมูลที่ต้องการส่ง

เพื่อเป็นการแจ้งให้ตัวส่งสัญญาณทราบว่าสัญญาณที่ไมโครคอนโทรลเลอร์ส่งเข้ามานั้น เป็นสัญญาณข้อมูลที่ต้องการส่งไปหาตัวรับสัญญาณแบบไร้สาย จะต้องมีสัญญาณแจ้งการส่งข้อมูล ซึ่งจะส่งเข้าไปที่ขาสัญญาณ CE ดังรูปที่ 4.7

โดย ช่องสัญญาณที่ 1 เป็นสัญญาณเพื่อแจ้งการว่าเป็นสัญญาณที่ต้องการให้ตัวส่งสัญญาณส่งออกไป

ช่องสัญญาณที่ 2 เป็นสัญญาณข้อมูลที่ประกอบด้วยแอดเดรสของตัวรับสัญญาณและข้อมูลที่ต้องการส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



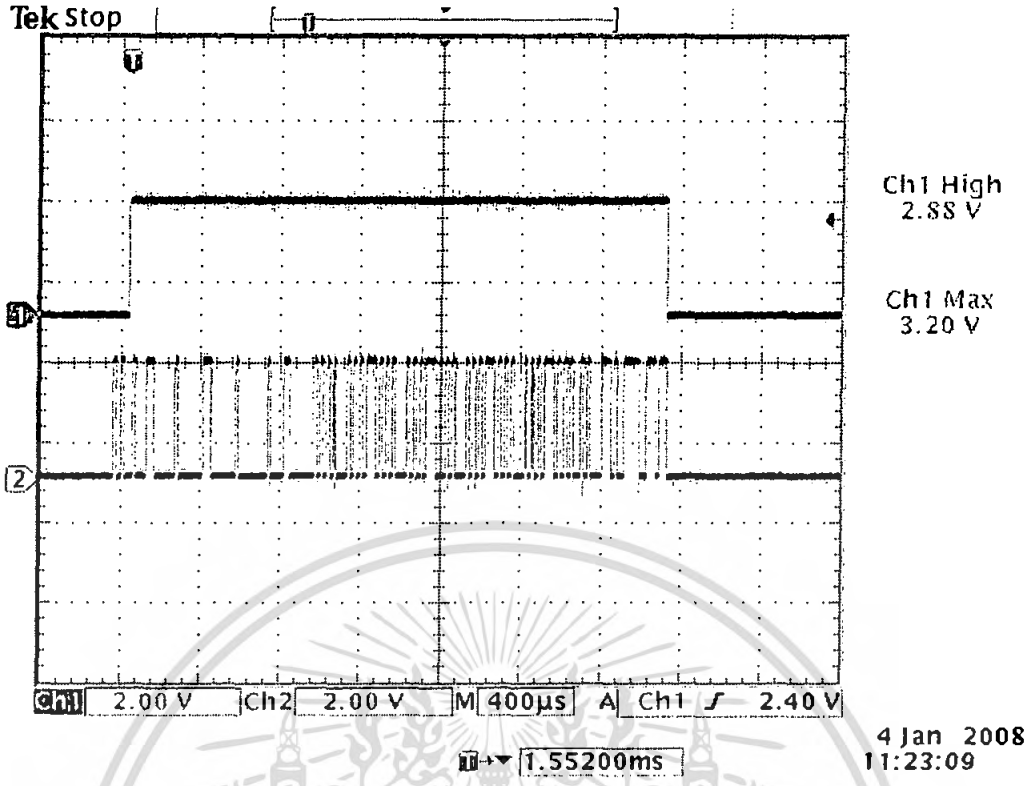
รูปที่ 4.8 รูปแสดงการสัญญาณข้อมูลและสัญญาณนาฬิกาที่ใช้ในการตั้งค่าอุปกรณ์ให้เป็นตัวรับสัญญาณ

การตั้งค่าอุปกรณ์ให้เป็นตัวรับนั้น นอกจากจะใช้สัญญาณนาฬิกาและสัญญาณข้อมูลแล้ว ยังต้องอาศัยสัญญาณแจ้งการตั้งค่าอุปกรณ์ส่งออกไปที่ขาสัญญาณ CS ของตัวส่ง/รับสัญญาณพร้อมกันด้วย เพื่อแจ้งให้ตัวส่ง/รับสัญญาณทราบว่า ค่าที่ไมโครคอนโทรลเลอร์ส่งเข้ามา เป็นค่าที่ต้องการให้นำไปใช้ในการตั้งค่าให้อุปกรณ์เป็นตัวรับสัญญาณ โดยขาสัญญาณ CS จะต้องเป็น "1" ตลอดช่วงเวลาที่สัญญาณข้อมูลที่ใช้ในการตั้งค่าส่งเข้ามา ดังรูปที่ 4.9

โดย ช่องสัญญาณที่ 1 เป็นสัญญาณแจ้งการตั้งค่าที่ส่งออกมาจากไมโครคอนโทรลเลอร์

ช่องสัญญาณที่ 2 เป็นสัญญาณข้อมูลการตั้งค่าที่ส่งออกมาจากไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.9 แสดงสัญญาณแจ้งการตั้งค่าและสัญญาณข้อมูลที่ใช้ในการตั้งค่าให้เป็นตัวรับสัญญาณ

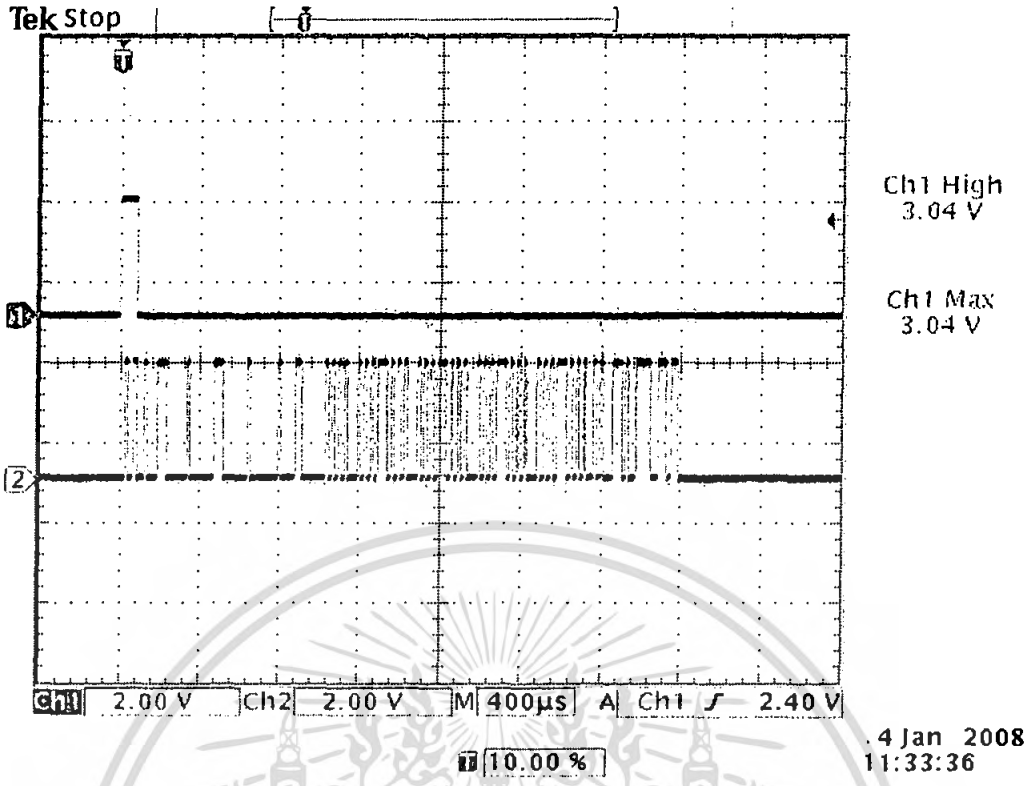
การอ่านข้อมูลจากตัวรับสัญญาณ

เมื่อมีข้อมูลส่งเข้ามาที่ตัวรับสัญญาณโดยที่ข้อมูลนั้นมีแอดเดรสตรงกันกับแอดเดรสของตัวรับสัญญาณแบบไร้สายตัวนั้น ตัวรับสัญญาณจะทำให้ขาสัญญาณ DR1 เป็น "1" เพื่อแจ้งให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ทราบว่า มีข้อมูลส่งเข้ามา จากนั้นไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำการดาวน์โหลดข้อมูลออกมาจากตัวรับสัญญาณ โดยระหว่างที่กำลังดาวน์โหลดข้อมูลออกมาจากตัวรับสัญญาณ ขาสัญญาณ DR1 จะเป็น "1" จนกว่าข้อมูลจะถูกดาวน์โหลดออกไปจนหมด ดังรูปที่ 4.10

โดย ช่องสัญญาณที่ 1 เป็นสัญญาณที่ขา DR1 ที่ตัวรับสัญญาณแจ้งไมโครคอนโทรลเลอร์ว่ามีข้อมูลส่งเข้ามาที่ตัวรับสัญญาณ

ช่องสัญญาณที่ 2 เป็นสัญญาณข้อมูลที่ไมโครคอนโทรลเลอร์ดาวน์โหลดมาจากตัวรับสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.10 แสดงการดาวน์โหลดข้อมูลจากไมโครคอนโทรลเลอร์

โดยในระหว่างที่ไมโครคอนโทรลเลอร์ดาวน์โหลดข้อมูลออกมาจากตัวรับสัญญาณ ขาสัญญาณ CE สามารถจะเป็น "1" ตลอดช่วงเวลานั้นได้ แต่จะสิ้นเปลืองพลังงานมากกว่าการทำให้เป็น "0"

4.3 การเชื่อมต่อกับตัวส่งสัญญาณ TRW 2.4G ของสถานีที่ 1

4.3.1 การทำงานของตัวส่งสัญญาณของสถานีวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่ 1

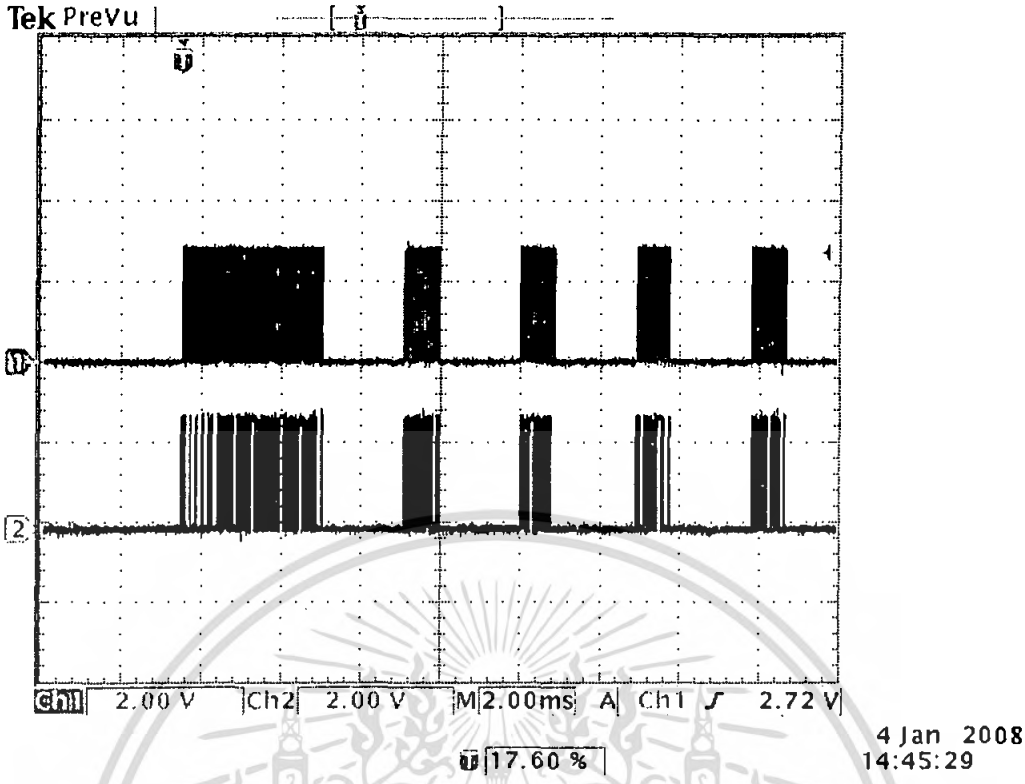
การทำงานของตัวส่งสัญญาณของสถานีวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่ 1 นั้น จะส่งข้อมูลออกไปทั้งหมด 5 ไบต์ ไบต์แรกเป็นค่าคำสั่งใช้เพื่อการแจ้งให้สถานีแม่ที่เป็นตัวรับข้อมูลทราบว่า ข้อมูลที่ส่งเข้าเป็นข้อมูลที่มาจาก สถานีวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่ 1 ส่วนอีก 4 ไบต์ที่เหลือนั้นจะเป็นข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่ได้มาจากเซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์

การส่งสัญญาณจะส่งข้อมูลไปครั้งละไบต์ ดังนั้นจะมีการส่งทั้งหมด 5 ครั้งใน 1 รอบการทำงานของสถานีวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่ 1 ดังในรูปที่ 4.11 ที่เห็นเป็นแท่ง ทั้งหมด 5 แท่ง โดยในแท่งแรกจะมีทั้งข้อมูลที่ใช้ในการตั้งค่าและข้อมูลคำสั่ง

โดย ช่องสัญญาณที่ 1 เป็นสัญญาณนาฬิกาที่ใช้ในการสร้างจังหวะในการสื่อสาร

ช่องสัญญาณที่ 2 เป็นสัญญาณข้อมูลที่ไมโครคอนโทรลเลอร์ต้องการให้ตัวส่งสัญญาณแบบไร้สายส่งไปยังตัวรับสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.11 แสดงการส่งข้อมูลในหนึ่งรอบการทำงานของสถานีวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่ 1

ในการส่งแต่ละครั้งจะประกอบไปด้วยแอดเดรสของตัวรับสัญญาณที่ต้องการส่งข้อมูลไปให้และข้อมูลที่ต้องการส่ง

4.3.2 ไบต์คำสั่ง

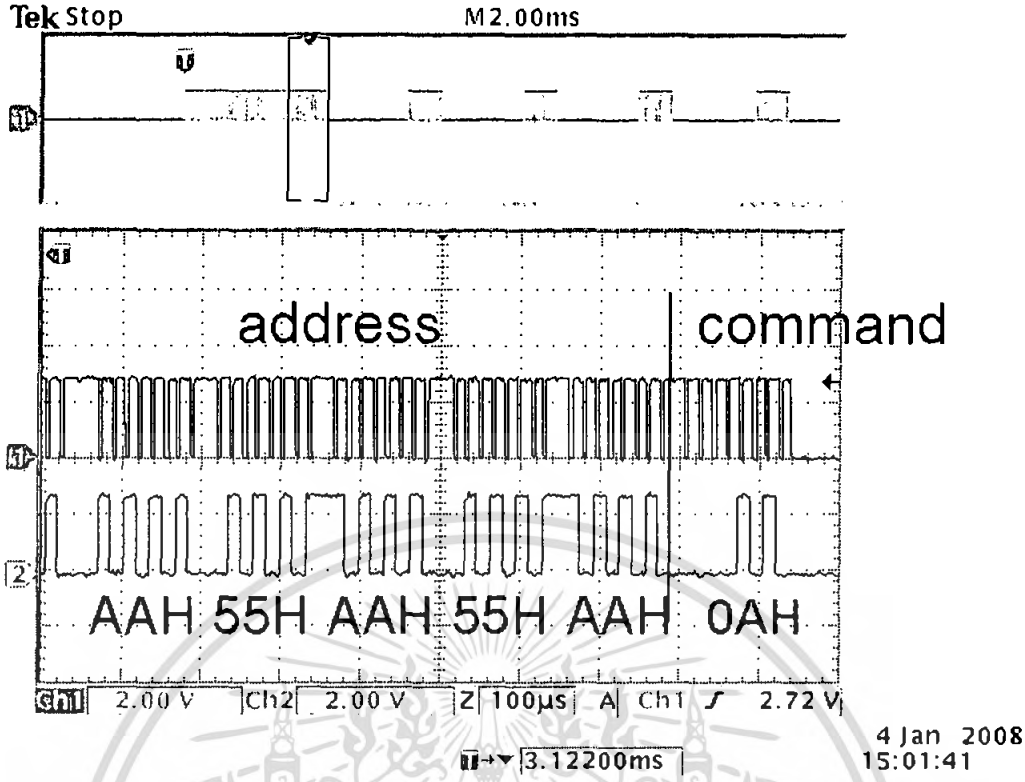
คำสั่งที่เป็นไบต์แรกสุดที่สถานีวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่ 1 ส่งออกไป โดยกำหนดให้มีค่าเป็น 0AH และมีแอดเดรสเป็น AAH 55H AAH 55H AAH ดังในรูปที่ 4.12

โดย

ช่องสัญญาณที่ 1 เป็นสัญญาณข้อมูลคำสั่งที่ไมโครคอนโทรลเลอร์ส่งไปยังตัวส่งสัญญาณ

ช่องสัญญาณที่ 2 เป็นสัญญาณนาฬิกาที่ใช้ในการสร้างจังหวะในการสื่อสาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.12 แสดงข้อมูลคำสั่งของสถานีวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่ 1

4.3.3 ไบต์ข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์

ข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์มีอย่างละ 2 ไบต์ โดย 2 ไบต์ของอุณหภูมิประกอบด้วย ค่า TEMP_M และ TEMP_L และ 2 ไบต์ของค่าความชื้นจะประกอบด้วย HUMI_M และ HUMI_L โดยในการส่งแต่ละครั้ง จะมีแอดเดรส 5 ไบต์คือ AAH 55H AAH 55H AAH แล้วตามด้วยไบต์ข้อมูล

โดย

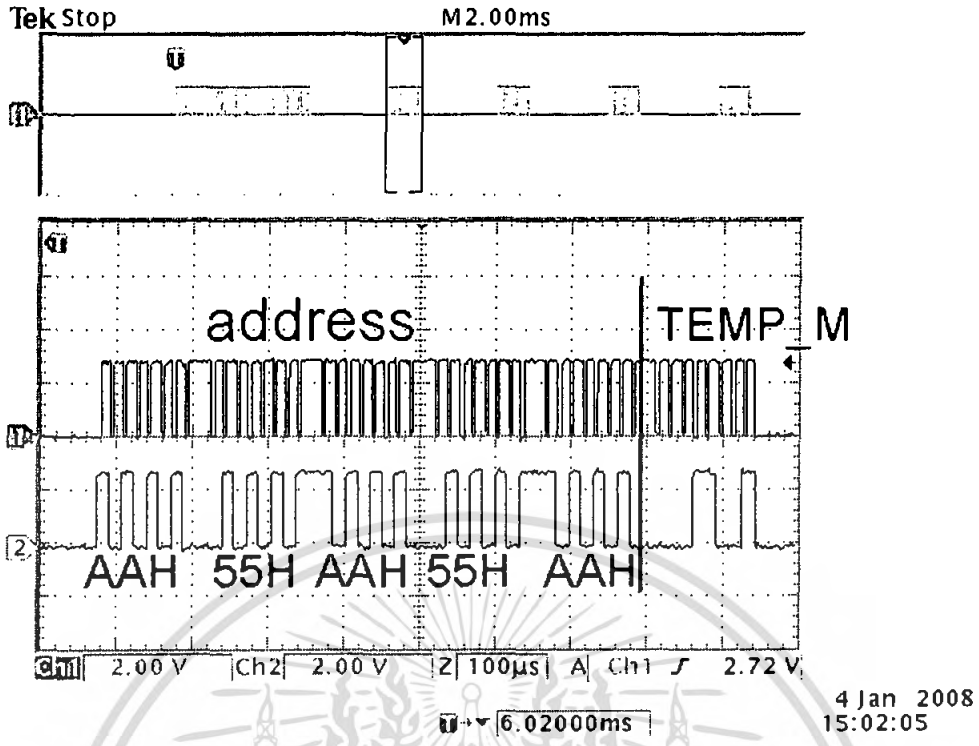
ช่องสัญญาณที่ 1 เป็นสัญญาณนาฬิกาที่ใช้ในการสร้างจังหวะในการสื่อสาร

ช่องสัญญาณที่ 2 เป็นสัญญาณข้อมูล

1. ไบต์ที่เก็บค่าอุณหภูมิไบต์แรก TEMP_M

ค่าอุณหภูมิไบต์แรกจะอยู่หลังแอดเดรส 5 ไบต์ ดังรูปที่ 4.13

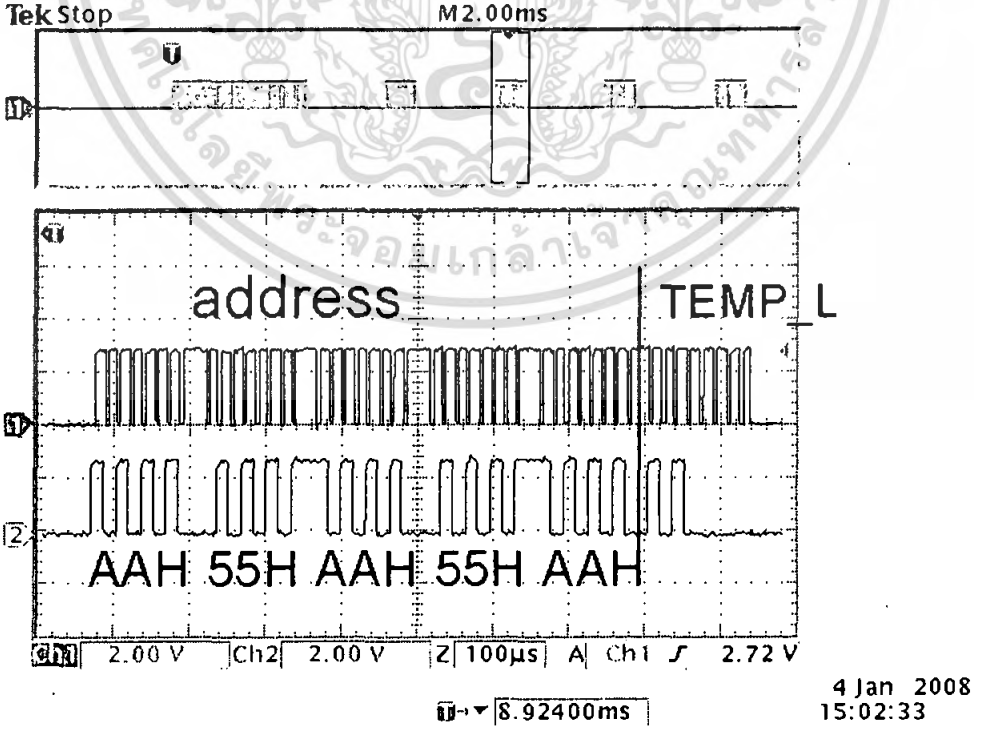
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.13 แสดงข้อมูลค่าอุณหภูมิไบต์แรกของสถานีวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่ 1

2. ไบต์ที่เก็บค่าอุณหภูมิไบต์ที่ 2 TEMP_L

ค่าอุณหภูมิไบต์ที่ 2 จะอยู่หลังแอดเดรส 5 ไบต์ ดังรูปที่ 4.14

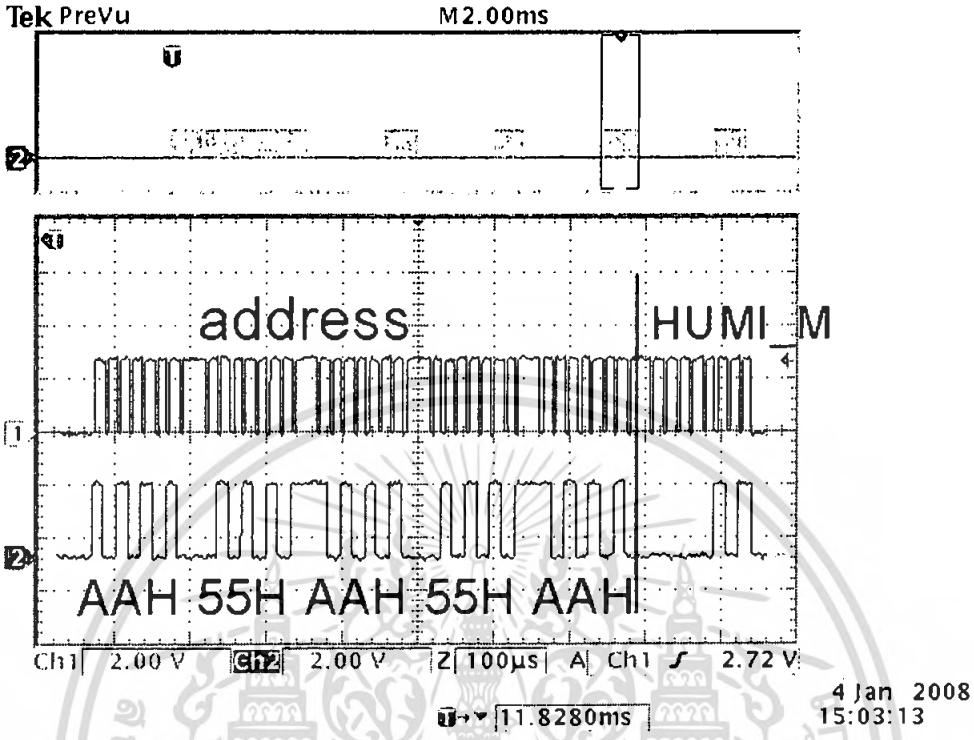


รูปที่ 4.14 แสดงข้อมูลค่าอุณหภูมิไบต์ที่ 2 ของสถานีวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ไบต์ที่เก็บค่าความชื้นสัมพัทธ์ไบต์แรก HUMI_M

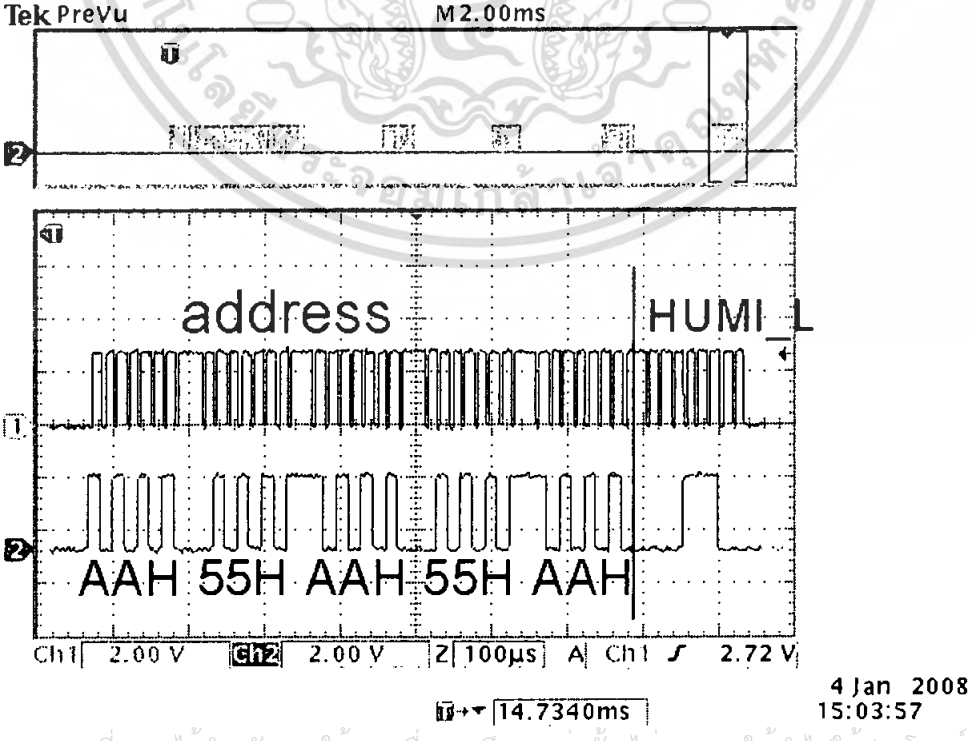
ค่าความชื้นสัมพัทธ์ไบต์แรกจะอยู่หลังแอดเดรส 5 ไบต์ ดังรูปที่ 4.15



รูปที่ 4.15 แสดงข้อมูลค่าความชื้นสัมพัทธ์ไบต์แรกของสถานีวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่ 1

4. ไบต์ที่เก็บค่าความชื้นไบต์ที่ 2 HUMI_L

ค่าความชื้นสัมพัทธ์ไบต์ที่ 2 จะอยู่หลังแอดเดรส 5 ไบต์ ดังรูปที่ 4.16



รูปที่ 4.16 แสดงข้อมูลค่าความชื้นสัมพัทธ์ไบต์ที่ 2 ของสถานีวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 การส่งข้อมูลระหว่างตัวส่งสัญญาณของสถานีวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่ 1 และตัวรับสัญญาณ

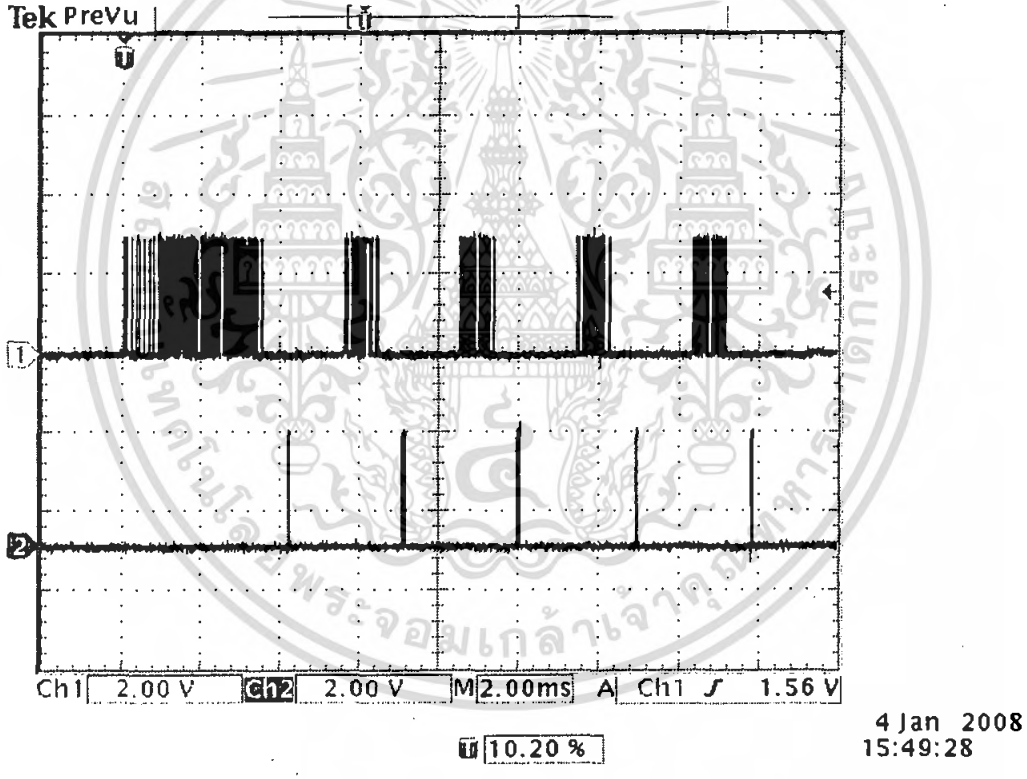
1. ข้อมูลทั้งหมดที่มีการส่งใน 1 รอบการทำงานของสถานีวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่ 1

รูปที่ 4.17 แสดงให้เห็นสัญญาณข้อมูลที่เกิดขึ้นในการส่ง 1 รอบ ซึ่งจะเห็นเป็นแท่งทั้งหมด 5 แท่ง คือ แท่งแรกเป็นของสัญญาณคำสั่ง อีก 4 แท่งเป็นของค่าอุณหภูมิและค่าความชื้นทั้งหมด 4 ไบต์

โดย ช่องสัญญาณที่ 1 เป็นสัญญาณที่ขาข้อมูลที่ไมโครคอนโทรลเลอร์ส่งให้ตัวส่งสัญญาณของสถานีวัดอุณหภูมิและความชื้นที่ 1

ช่องสัญญาณที่ 2 เป็นสัญญาณที่ขาข้อมูลที่ตัวรับสัญญาณ

โดยสัญญาณข้อมูลที่ตัวรับสัญญาณจะเหลือเพียง 1 ไบต์ โดยที่ตัวส่งมี 5 ไบต์ เนื่องจากตัวรับสัญญาณได้ถอดเอาข้อมูลที่เป็นแอดเดรสที่ใช้ในการสื่อสารออกไป

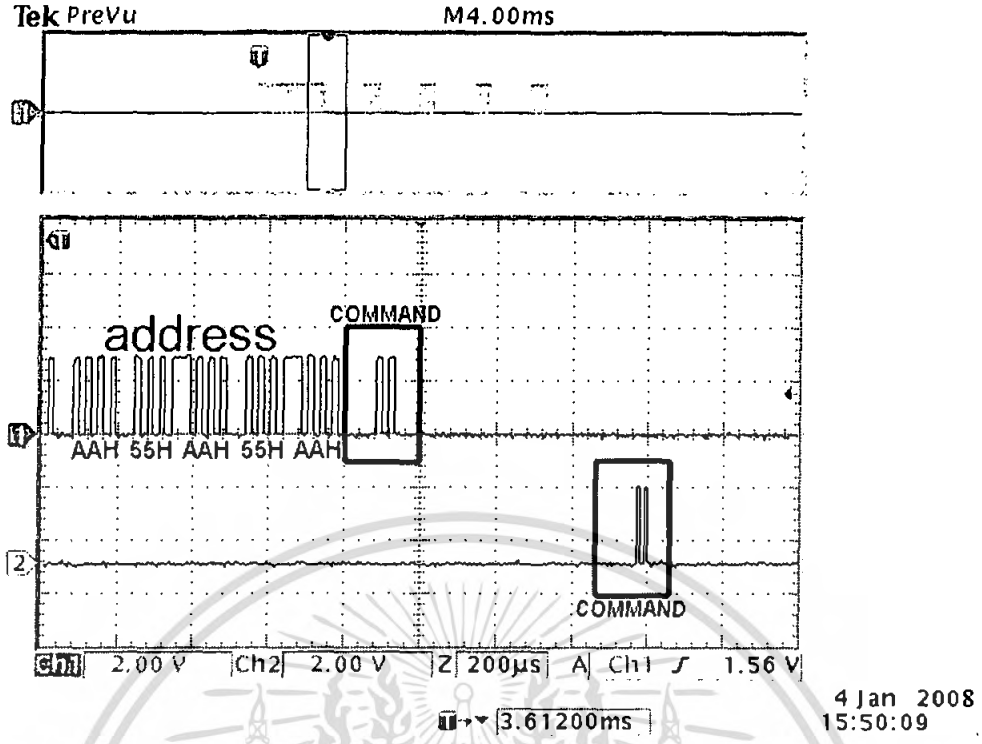


รูปที่ 4.17 แสดงสัญญาณข้อมูลใน 1 รอบที่สถานีที่ 1 และสถานีรับสัญญาณ

2. ข้อมูลคำสั่งที่ตัวส่งสัญญาณ และตัวรับสัญญาณ

รูปที่ 4.18 แสดงให้เห็นไบต์ของข้อมูลคำสั่งที่ขาสัญญาณข้อมูลที่สถานีวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่ 1 และสถานีรับสัญญาณ ซึ่งข้อมูลที่สถานีที่ 1 ส่งมาในกรอบสี่เหลี่ยมของช่องสัญญาณที่ 1 ตรงกันกับข้อมูลที่รับได้ของสถานีรับสัญญาณในกรอบสี่เหลี่ยมในช่องสัญญาณที่ 2

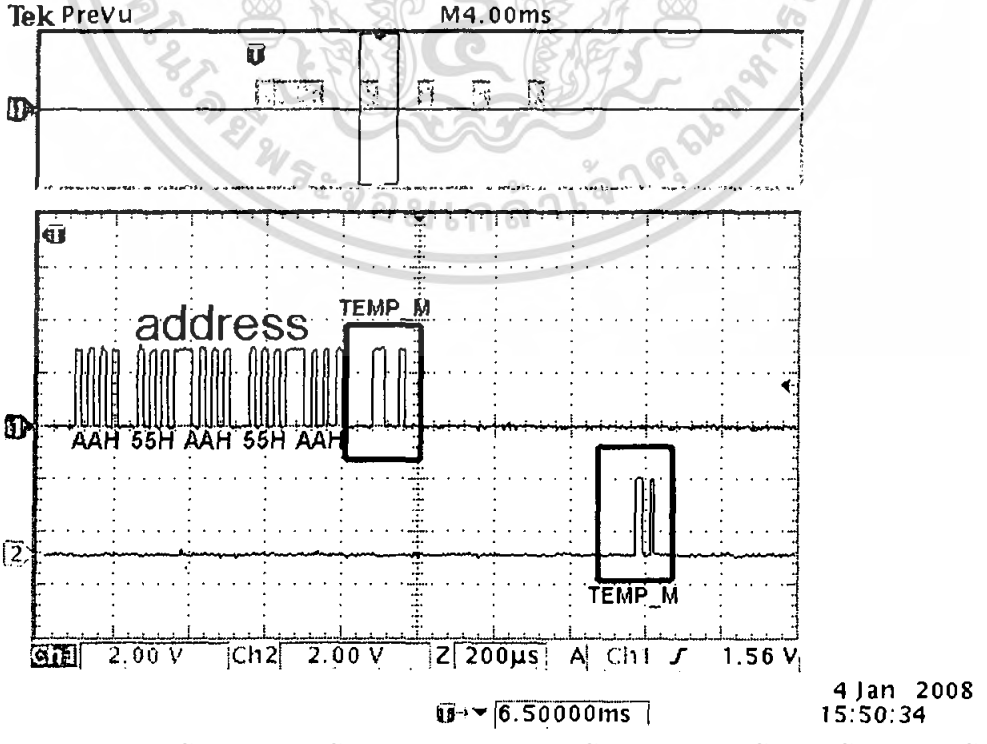
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.18 แสดงสัญญาณข้อมูลค่าคำสั่งที่สถานีที่ 1 และสถานีรับสัญญาณ

3. ข้อมูลค่าอุณหภูมิไบต์แรกที่ตัวส่งสัญญาณ และตัวรับสัญญาณ

รูปที่ 4.19 แสดงให้เห็นไบต์ของข้อมูลค่าอุณหภูมิไบต์แรกที่ขาสัญญาณข้อมูลที่สถานีวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่ 1 และสถานีรับสัญญาณ ซึ่งข้อมูลที่สถานีที่ 1 ส่งมาในกรอบสี่เหลี่ยมของช่องสัญญาณที่ 1 ตรงกันกับข้อมูลที่รับได้ของสถานีรับสัญญาณในกรอบสี่เหลี่ยมในช่องสัญญาณที่ 2

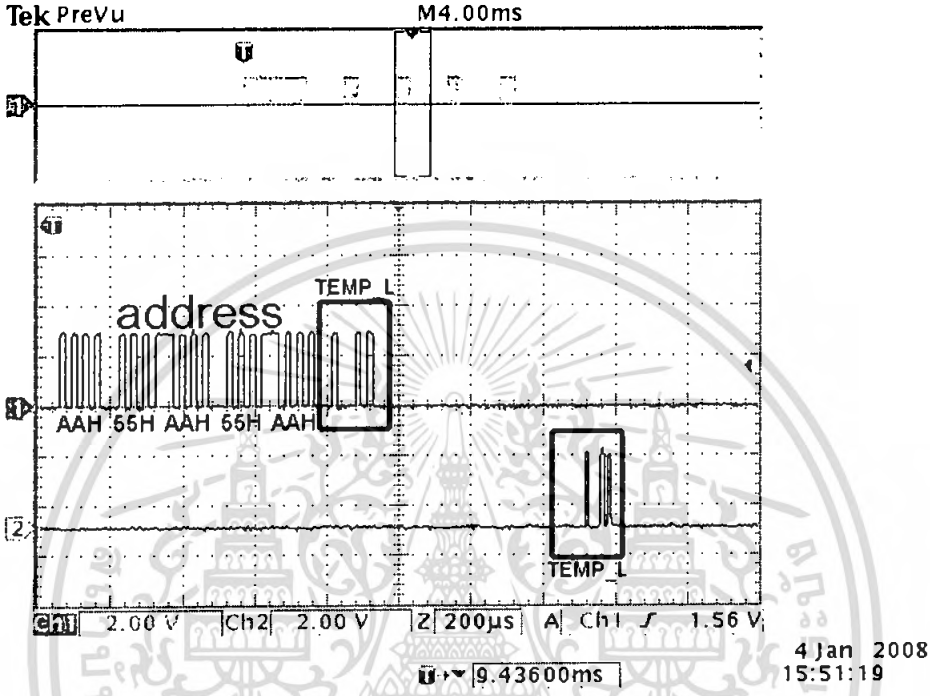


รูปที่ 4.19 แสดงสัญญาณข้อมูลค่าอุณหภูมิไบต์แรกที่สถานีที่ 1 และสถานีรับสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ข้อมูลค่าอุณหภูมิไบต์ที่ 2 ที่ตัวส่งสัญญาณ และตัวรับสัญญาณ

รูปที่ 4.20 แสดงให้เห็นไบต์ของข้อมูลค่าอุณหภูมิไบต์ที่ 2 ในกรอบสี่เหลี่ยมที่ขาสัญญาณข้อมูลที่สถานีวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่ 1 (ช่องสัญญาณที่ 1) และไบต์ของข้อมูลที่รับได้ในกรอบสี่เหลี่ยมของสถานีรับสัญญาณที่ช่องสัญญาณที่ 2 ซึ่งข้อมูลที่ส่งมาตรงกันกับข้อมูลที่รับได้

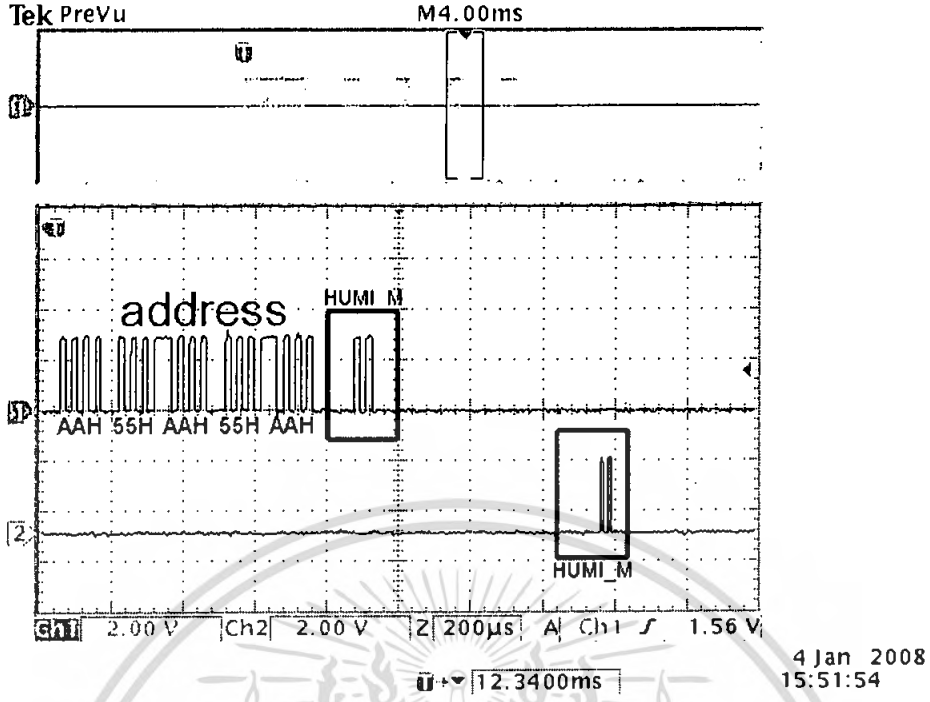


รูปที่ 4.20 แสดงสัญญาณข้อมูลค่าอุณหภูมิไบต์ที่ 2 ที่สถานีที่ 1 และสถานีรับสัญญาณ

5. ข้อมูลค่าความชื้นสัมพัทธ์ไบต์แรกที่ตัวส่งสัญญาณ และตัวรับสัญญาณ

รูปที่ 4.21 แสดงให้เห็นไบต์ของข้อมูลค่าความชื้นสัมพัทธ์ไบต์แรกที่ขาสัญญาณข้อมูลที่สถานีวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่ 1 ในกรอบสี่เหลี่ยมที่ขาสัญญาณข้อมูลที่ช่องสัญญาณที่ 1 และไบต์ของข้อมูลที่รับได้ในกรอบสี่เหลี่ยมของสถานีรับสัญญาณที่ช่องสัญญาณที่ 2 ซึ่งข้อมูลที่ส่งมาตรงกันกับข้อมูลที่รับได้

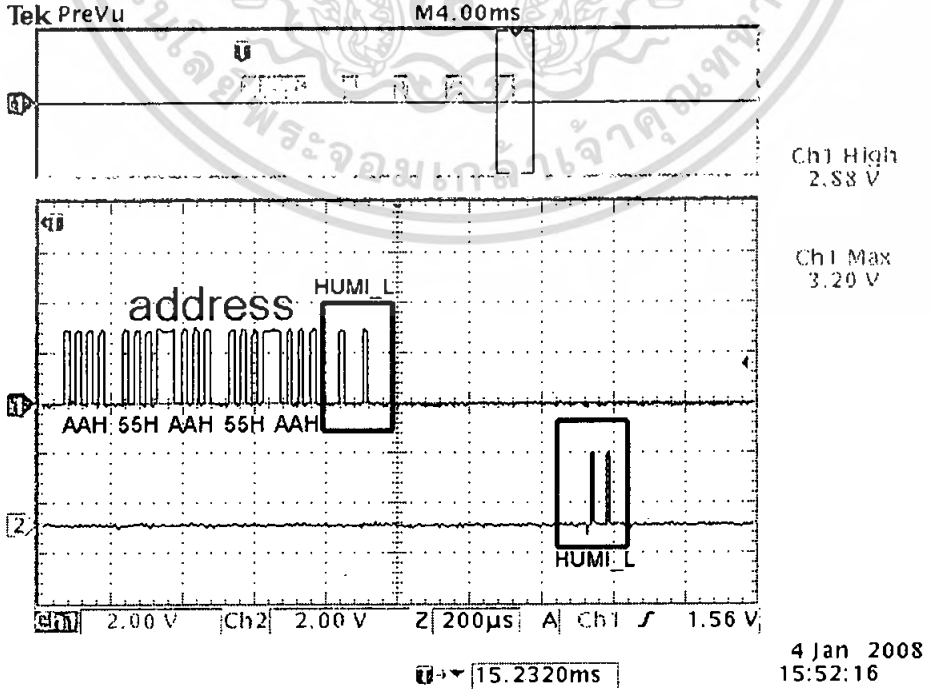
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.21 แสดงสัญญาณข้อมูลค่าความชื้นสัมพัทธ์ไบต์แรกที่สถานีที่ 1 และสถานีรับสัญญาณ

6. ข้อมูลค่าความชื้นไบต์ที่ 2 ที่ตัวส่งสัญญาณ และตัวรับสัญญาณ

รูปที่ 4.22 แสดงให้เห็นไบต์ของข้อมูลค่าความชื้นสัมพัทธ์ไบต์แรกที่ขาสัญญาณข้อมูลที่สถานีวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่ 1 ในกรอบสี่เหลี่ยมที่ขาสัญญาณข้อมูลที่ช่องสัญญาณที่ 1 และไบต์ของข้อมูลที่รับได้ในกรอบสี่เหลี่ยมของสถานีรับสัญญาณที่ช่องสัญญาณที่ 2 ซึ่งข้อมูลที่ส่งมาตรงกันกับข้อมูลที่รับได้



รูปที่ 4.22 แสดงสัญญาณข้อมูลค่าความชื้นสัมพัทธ์ไบต์ที่ 2 ที่สถานีที่ 1 และสถานีรับสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 การเชื่อมต่อกับตัวส่งสัญญาณ TRW 2.4GHz ของสถานีที่ 2

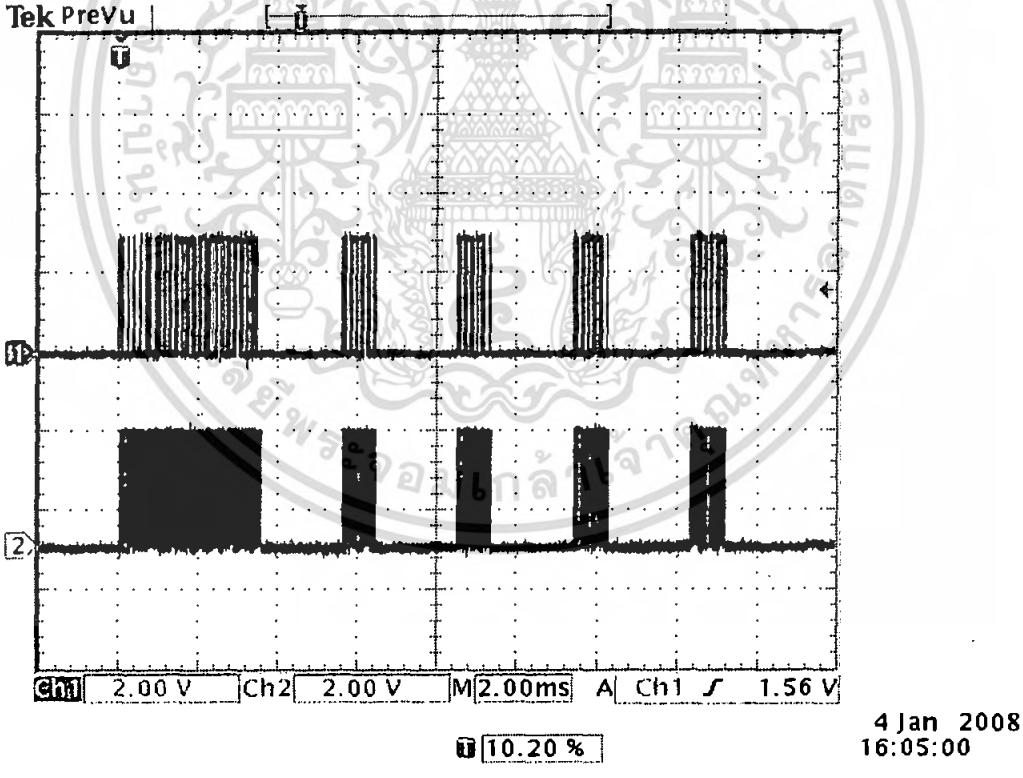
4.5.1 การทำงานของตัวส่งสัญญาณของสถานีวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่ 2

การทำงานของตัวส่งสัญญาณของสถานีวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่ 2 นั้น จะส่งข้อมูลออกไปทั้งหมด 5 ไบต์ เช่นเดียวกันกับของสถานีที่ 1 ไบต์แรกเป็นค่าคำสั่งที่มีค่าต่างจากสถานีที่ 1 ใช้เพื่อการแจ้งให้สถานีแม่ที่เป็นตัวรับข้อมูลทราบว่า ข้อมูลที่ส่งเข้าเป็นข้อมูลที่มาจากสถานีวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่ 2 ส่วนอีก 4 ไบต์ที่เหลือนั้นจะเป็นข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่ได้มาจากเซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์

การส่งสัญญาณจะส่งข้อมูลไปครั้งละไบต์ ดังนั้นจะมีการส่งทั้งหมด 5 ครั้งใน 1 รอบการทำงานของสถานีวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่ 2 ดังในรูปที่ 4.23 ที่เห็นเป็นแท่ง ทั้งหมด 5 แท่งโดยในแท่งแรกจะมีทั้งข้อมูลที่ใช้ในการตั้งค่าและข้อมูลคำสั่ง

โดย ช่องสัญญาณที่ 1 เป็นสัญญาณข้อมูลที่ไมโครคอนโทรลเลอร์ต้องการให้ตัวส่งสัญญาณแบบไร้สายส่งไปยังตัวรับสัญญาณ

ช่องสัญญาณที่ 2 เป็นสัญญาณนาฬิกาที่ใช้ในการสร้างจังหวะในการสื่อสาร



รูปที่ 4.23 แสดงการส่งข้อมูลในหนึ่งรอบการทำงานของสถานีวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่ 2

ในการส่งแต่ละครั้งจะประกอบไปด้วยแอดเดรสของตัวรับสัญญาณที่ต้องการส่งข้อมูลไปให้และข้อมูลที่ต้องการส่ง

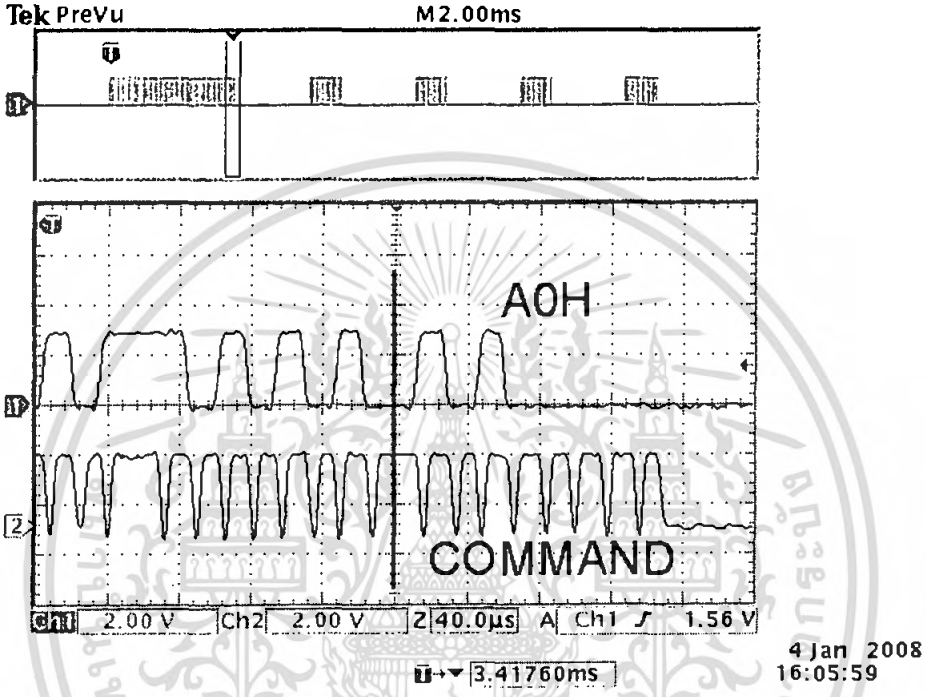
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5.2 ไบต์คำสั่ง

คำสั่งที่เป็นไบต์แรกสุดที่สถานีวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่ 2 ส่งออกไป โดยกำหนดให้มีค่าเป็น A0 H และมีแอดเดรสเป็น AAH 55H AAH 55H AAH ดังในรูปที่ 4.24

โดย ช่องสัญญาณที่ 1 เป็นสัญญาณข้อมูลคำสั่งที่ไมโครคอนโทรลเลอร์ส่งไปยังตัวส่งสัญญาณ

ช่องสัญญาณที่ 2 เป็นสัญญาณนาฬิกาที่ใช้ในการสร้างจังหวะในการสื่อสาร



รูปที่ 4.24 แสดงข้อมูลคำสั่งของสถานีวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่ 2

4.5.3 ไบต์ข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์

ข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นมีอย่างละ 2 ไบต์ โดย 2 ไบต์ของอุณหภูมิประกอบด้วย ค่า TEMP_M และ TEMP_L และ 2 ไบต์ของค่าความชื้นจะประกอบด้วย HUMI_M และ HUMI_L โดยในการส่งแต่ละครั้ง จะมีแอดเดรส 5 ไบต์คือ AAH 55H AAH 55H AAH แล้วตามด้วยไบต์ข้อมูล เช่นเดียวกันกับของสถานีที่ 1

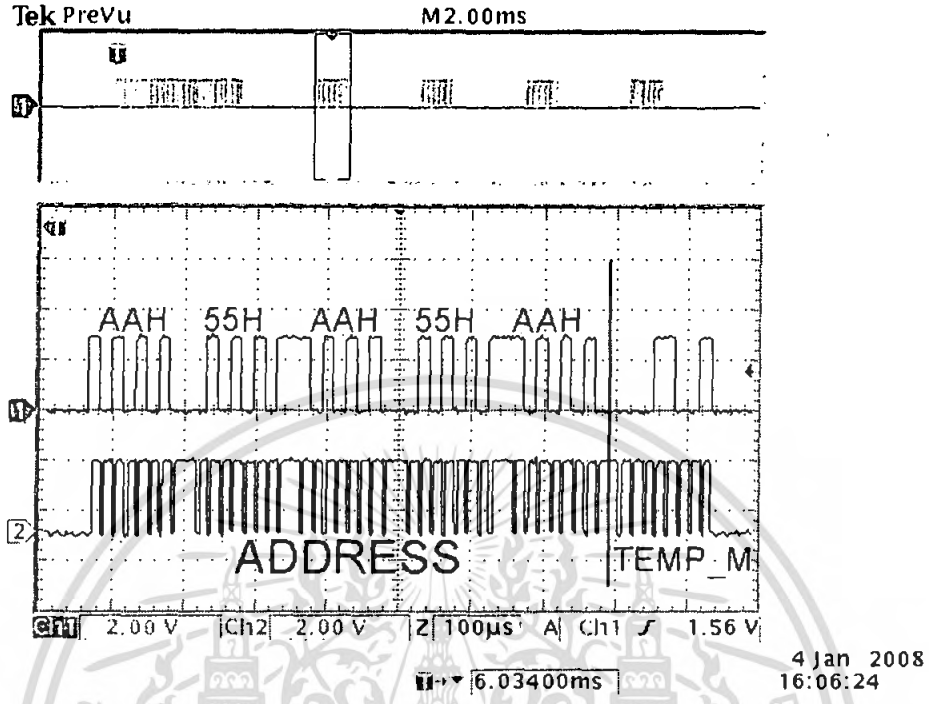
โดย ช่องสัญญาณที่ 1 เป็นสัญญาณข้อมูล

ช่องสัญญาณที่ 2 เป็นสัญญาณนาฬิกาที่ใช้ในการสร้างจังหวะในการสื่อสาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ไบต์ที่เก็บค่าอุณหภูมิไบต์แรก TEMP_M

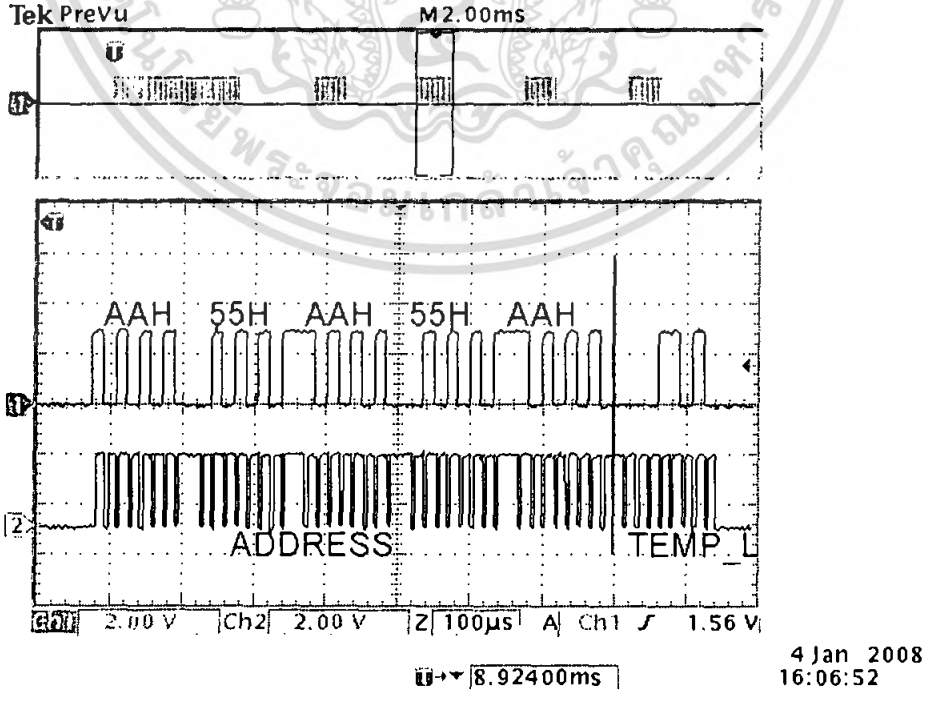
ค่าอุณหภูมิไบต์แรกจะอยู่หลังแอดเดรส 5 ไบต์ ดังรูปที่ 4.25



รูปที่ 4.25 แสดงข้อมูลค่าอุณหภูมิไบต์แรกของสถานีวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่ 2

2. ไบต์ที่เก็บค่าอุณหภูมิที่ 2 TEMP_L

ค่าอุณหภูมิไบต์ที่ 2 จะอยู่หลังแอดเดรส 5 ไบต์ ดังรูปที่ 4.2

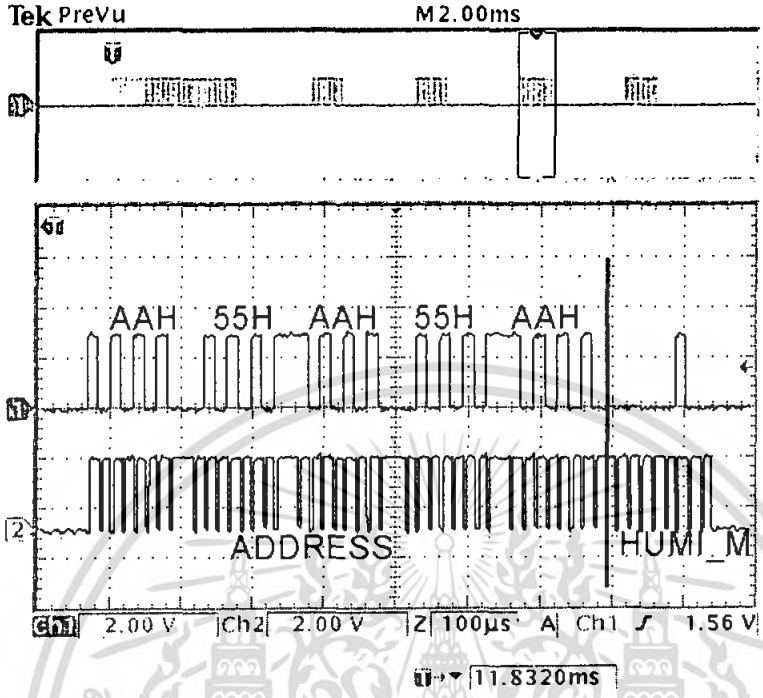


รูปที่ 4.26 แสดงข้อมูลค่าอุณหภูมิไบต์ที่ 2 ของสถานีวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ไบต์ที่เก็บค่าความชื้นไบต์แรก HUMI_M

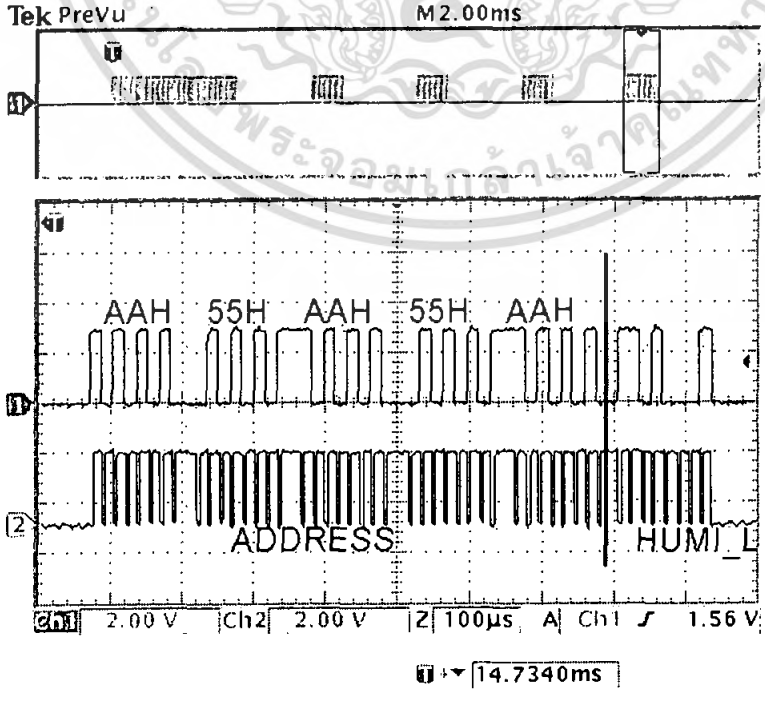
ค่าความชื้นสัมพัทธ์ไบต์แรกจะอยู่หลังแอดเดรส 5 ไบต์ ดังรูปที่ 4.27



รูปที่ 4.27 แสดงข้อมูลค่าความชื้นสัมพัทธ์ไบต์แรกของสถานีวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่ 2

4. ไบต์ที่เก็บค่าความชื้นไบต์ที่ 2 HUMI_L

ค่าความชื้นสัมพัทธ์ไบต์ที่ 2 จะอยู่หลังแอดเดรส 5 ไบต์ ดังรูปที่ 4.28



รูปที่ 4.28 แสดงข้อมูลค่าความชื้นสัมพัทธ์ไบต์ที่ 2 ของสถานีวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6 การส่งข้อมูลระหว่างตัวส่งสัญญาณของสถานีวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่ 2 และตัวรับสัญญาณ

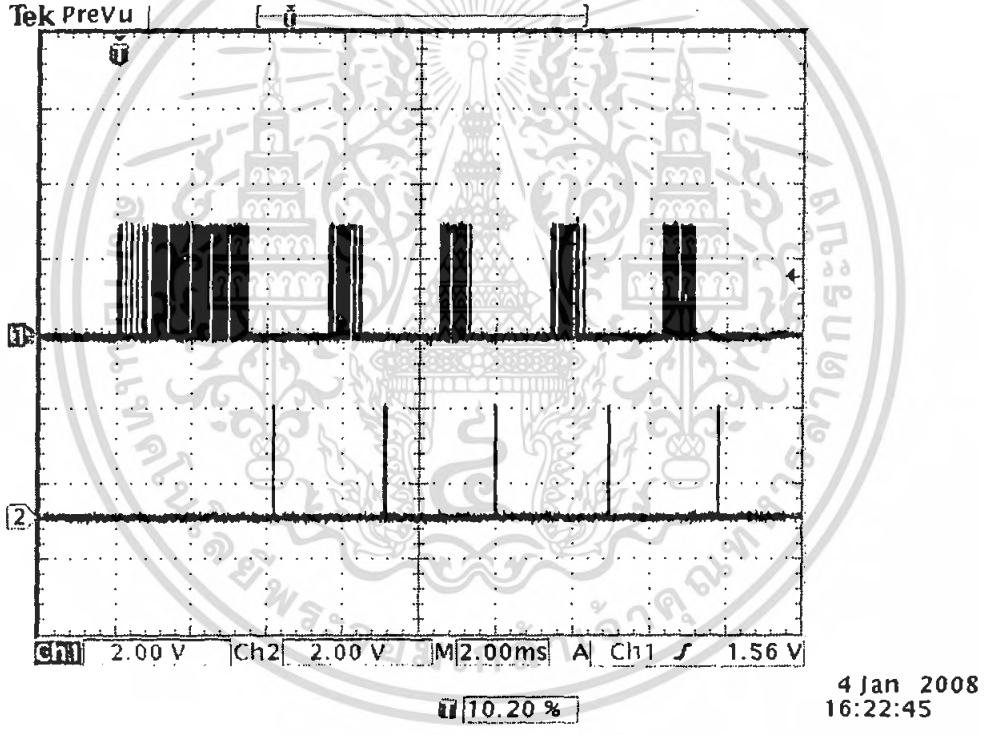
1. ข้อมูลทั้งหมดที่มีการส่งใน 1 รอบการทำงานของสถานีวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่ 2

รูปที่ 4.29 แสดงให้เห็นสัญญาณข้อมูลที่เกิดขึ้นในการส่ง 1 รอบ ซึ่งจะเห็นเป็นแท่งทั้งหมด 5 แท่ง คือ แท่งแรกเป็นของสัญญาณคำสั่ง อีก 4 แท่งเป็นของค่าอุณหภูมิและค่าความชื้นทั้งหมด 4 ไบต์

โดย ช่องสัญญาณที่ 1 เป็นสัญญาณที่ขาข้อมูลที่ไมโครคอนโทรลเลอร์ส่งให้ตัวส่งสัญญาณของสถานีวัดอุณหภูมิและความชื้นที่ 2

ช่องสัญญาณที่ 2 เป็นสัญญาณที่ขาข้อมูลที่ตัวรับสัญญาณ

โดยสัญญาณข้อมูลที่ตัวรับสัญญาณจะเหลือเพียง 1 ไบต์ โดยที่ตัวส่งมี 5 ไบต์ เนื่องจากตัวรับสัญญาณได้ถอดเอาข้อมูลที่เป็นแอดเดรสที่ใช้ในการสื่อสารออกไป

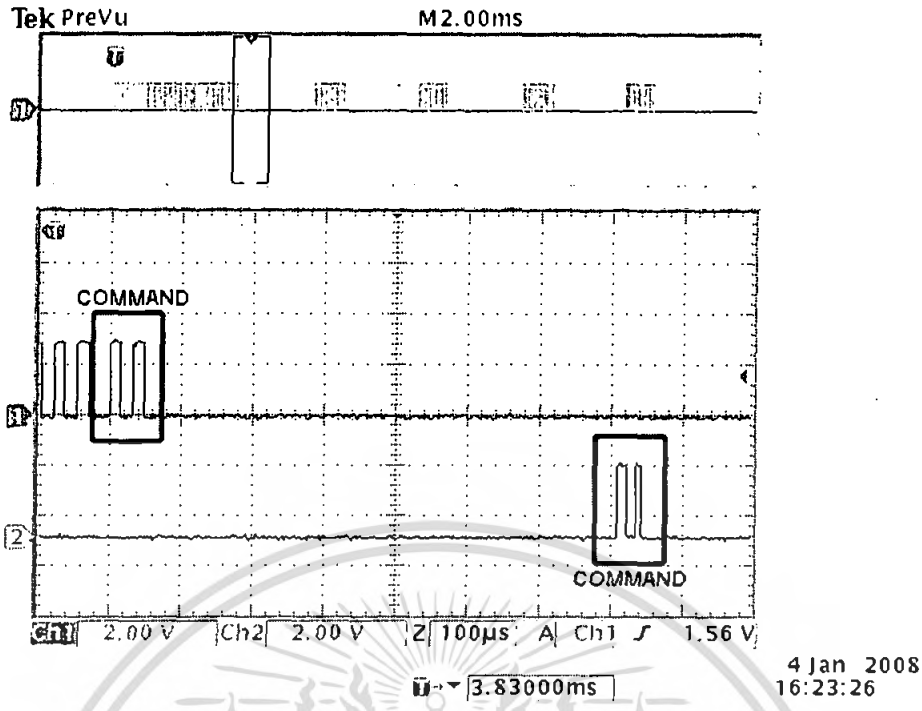


รูปที่ 4.29 แสดงสัญญาณข้อมูลใน 1 รอบที่สถานีที่ 2 และสถานีรับสัญญาณ

2. ข้อมูลคำสั่งที่ตัวส่งสัญญาณ และตัวรับสัญญาณ

รูปที่ 4.30 แสดงให้เห็นไบต์ของข้อมูลคำสั่งที่ขาสัญญาณข้อมูลที่สถานีวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่ 2 และสถานีรับสัญญาณ ซึ่งข้อมูลที่สถานีที่ 2 ส่งมาในกรอบสี่เหลี่ยมของช่องสัญญาณที่ 1 ตรงกันกับข้อมูลที่รับได้ของสถานีรับสัญญาณในกรอบสี่เหลี่ยมในช่องสัญญาณที่ 2

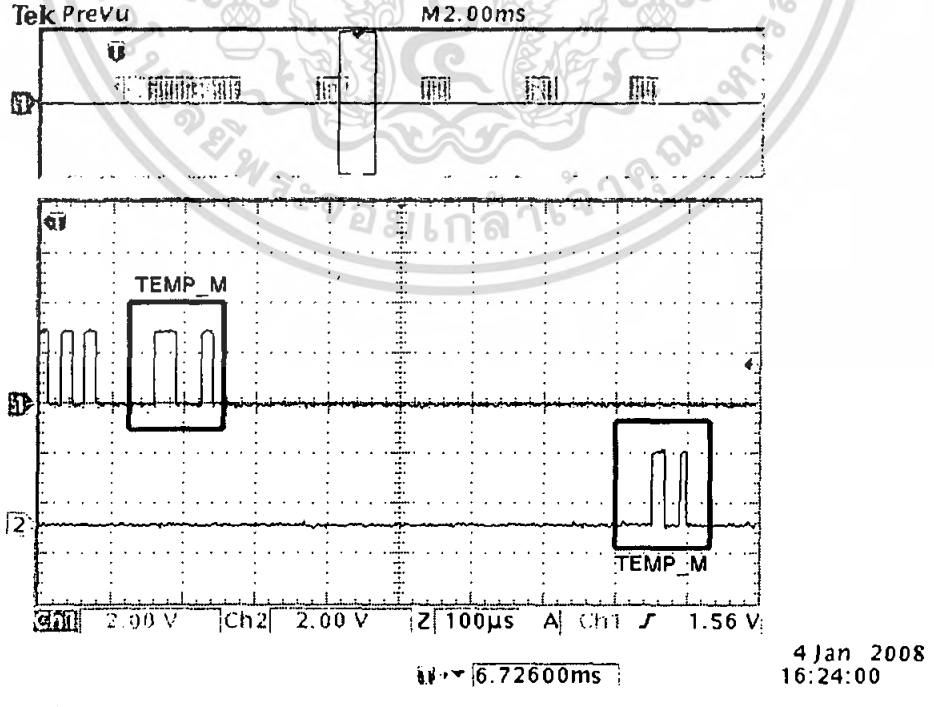
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.30 แสดงสัญญาณข้อมูลค่าคำสั่งที่สถานีที่ 2 และสถานีรับสัญญาณ

3. ข้อมูลค่าอุณหภูมิไบต์แรกที่ตัวส่งสัญญาณ และตัวรับสัญญาณ

รูปที่ 4.31 แสดงให้เห็นไบต์ของข้อมูลค่าอุณหภูมิไบต์แรกที่ขาสัญญาณข้อมูลที่สถานีวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่ 2 และสถานีรับสัญญาณ ซึ่งข้อมูลที่สถานีที่ 2 ส่งมาในกรอบสี่เหลี่ยมของช่องสัญญาณที่ 1 ตรงกันกับข้อมูลที่รับได้ของสถานีรับสัญญาณในกรอบสี่เหลี่ยมในช่องสัญญาณที่ 2

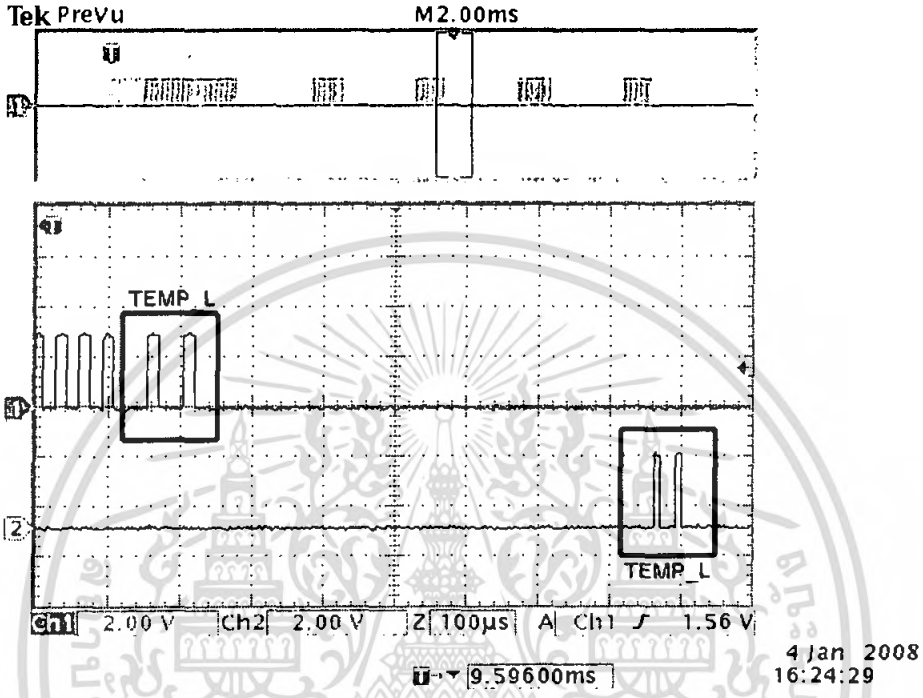


รูปที่ 4.31 แสดงสัญญาณข้อมูลค่าอุณหภูมิไบต์แรกที่สถานีที่ 2 และสถานีรับสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ข้อมูลค่าอุณหภูมิไบต์ที่ 2 ที่ตัวส่งสัญญาณ และตัวรับสัญญาณ

รูปที่ 4.32 แสดงให้เห็นไบต์ของข้อมูลค่าอุณหภูมิไบต์ที่ 2 ในกรอบสี่เหลี่ยมที่ขาสัญญาณข้อมูลที่สถานีวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่ 2 (ช่องสัญญาณที่ 1) และไบต์ของข้อมูลที่รับได้ในกรอบสี่เหลี่ยมของสถานีรับสัญญาณที่ช่องสัญญาณที่ 2 ซึ่งข้อมูลที่ส่งมาตรงกันกับข้อมูลที่รับได้

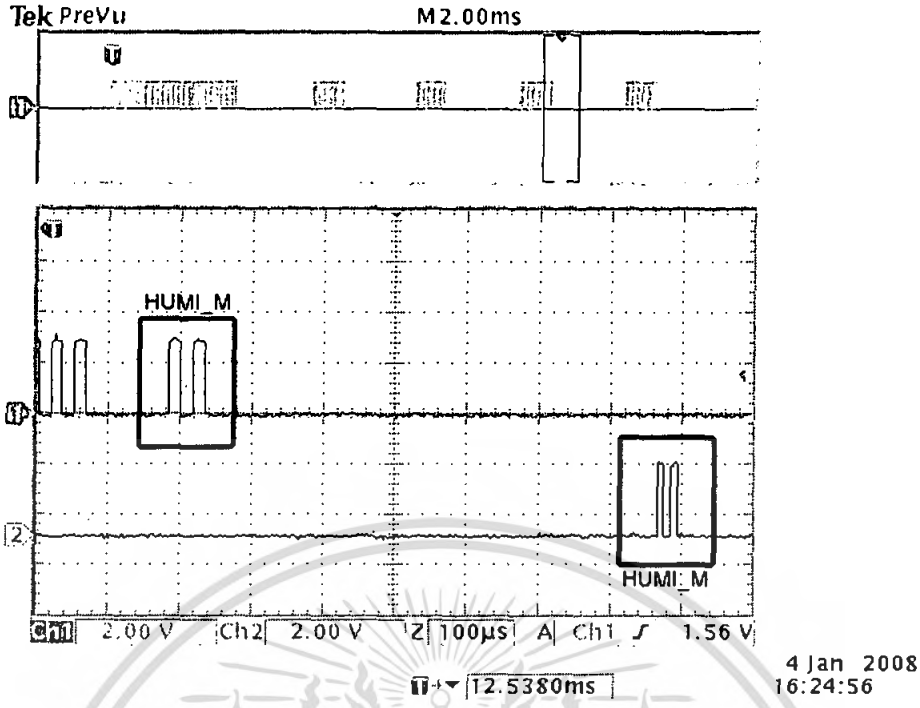


รูปที่ 4.32 แสดงสัญญาณข้อมูลค่าอุณหภูมิไบต์ที่ 2 ที่สถานีที่ 2 และสถานีรับสัญญาณ

5. ข้อมูลค่าความชื้นไบต์แรกที่ตัวส่งสัญญาณ และตัวรับสัญญาณ

รูปที่ 4.33 แสดงให้เห็นไบต์ของข้อมูลค่าความชื้นสัมพัทธ์ไบต์แรกที่ขาสัญญาณข้อมูลที่สถานีวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่ 2 ในกรอบสี่เหลี่ยมที่ขาสัญญาณข้อมูลที่ช่องสัญญาณที่ 1 และไบต์ของข้อมูลที่รับได้ในกรอบสี่เหลี่ยมของสถานีรับสัญญาณที่ช่องสัญญาณที่ 2 ซึ่งข้อมูลที่ส่งมาตรงกันกับข้อมูลที่รับได้

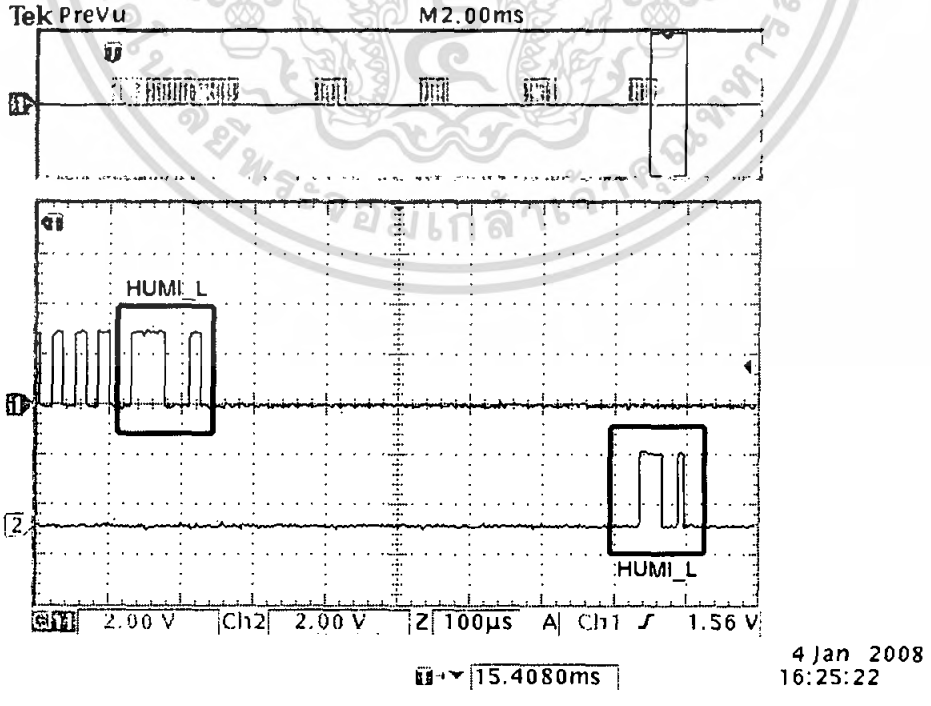
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.33 แสดงสัญญาณข้อมูลค่าความชื้นสัมพัทธ์ไบต์แรกที่สถานีที่ 2 และสถานีรับสัญญาณ

6. ข้อมูลค่าความชื้นไบต์ที่ 2 ที่ตัวส่งสัญญาณ และตัวรับสัญญาณ

รูปที่ 4.34 แสดงให้เห็นไบต์ของข้อมูลค่าความชื้นสัมพัทธ์ไบต์แรกที่ขาสัญญาณข้อมูลที่สถานีวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่ 2 ในกรอบสี่เหลี่ยมที่ขาสัญญาณข้อมูลที่ช่องสัญญาณที่ 1 และไบต์ของข้อมูลที่รับได้ในกรอบสี่เหลี่ยมของสถานีรับสัญญาณที่ช่องสัญญาณที่ 2 ซึ่งข้อมูลที่ส่งมาตรงกันกับข้อมูลที่รับได้



รูปที่ 4.34 แสดงสัญญาณข้อมูลค่าความชื้นสัมพัทธ์ไบต์ที่ 2 ที่สถานีที่ 2 และสถานีรับสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.7 การส่งข้อมูลเข้าคอมพิวเตอร์

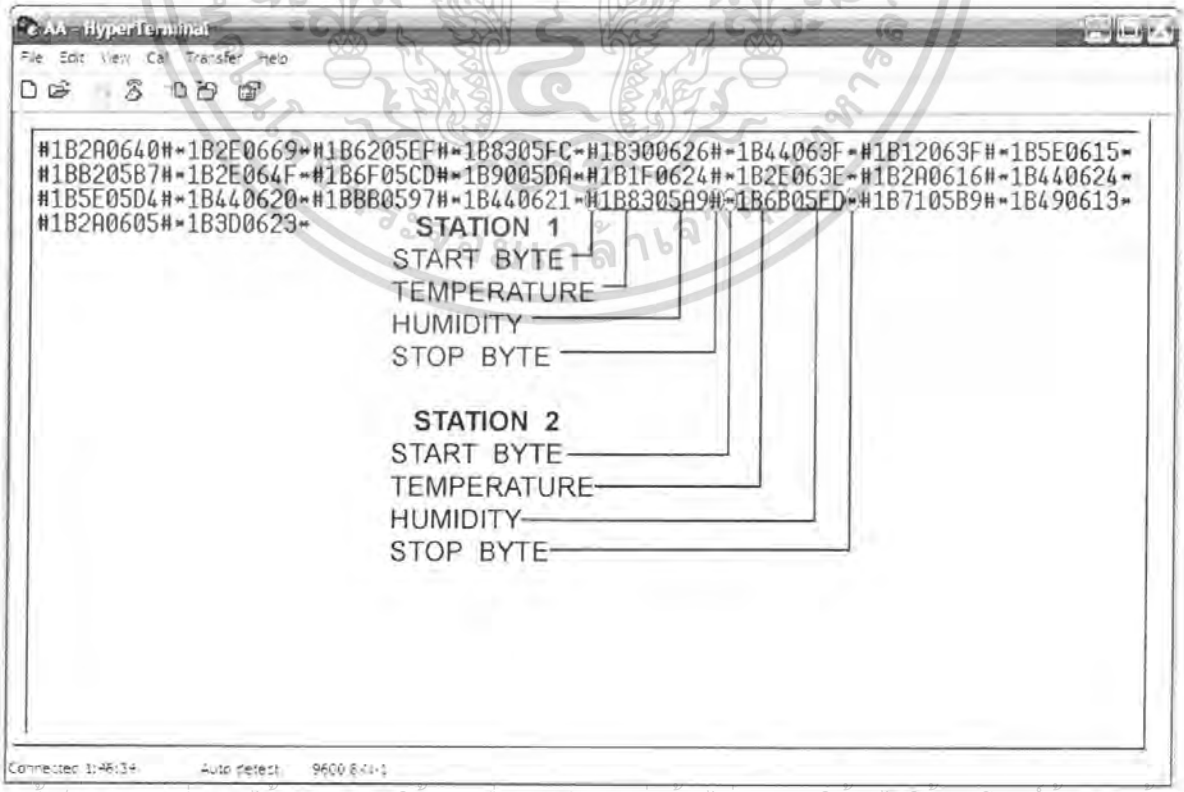
รูปที่ 4.35 เป็นรูปที่แสดงผลการเชื่อมต่อส่งค่าอุณหภูมิและความชื้นให้กับคอมพิวเตอร์ ผลที่ได้ดังกล่าวเป็นผลจากสถานีรับสัญญาณแบบไร้สายที่ส่งให้กับคอมพิวเตอร์ ซึ่งได้ข้อมูลมาจากสถานีวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ทั้ง 2 สถานี

โดยสถานีที่จะส่งข้อมูลเข้ามาทั้งหมด 10 ไบต์ ซึ่งเท่ากับ10 ตัวอักษรเนื่องจากส่งค่าเข้ามาด้วยค่าแอสกี้แทนค่าที่เซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์วัดได้ ประกอบไปด้วย

- ไบต์แรกไบต์เริ่มต้นที่ทำหน้าแจ้งว่าเป็นข้อมูลของสถานีที่ 1 ซึ่งกำหนดให้เป็นค่าแอสกี้ของ #
- ไบต์ที่ 2 ถึง ไบต์ที่ 5 เป็นไบต์ค่าแอสกี้ที่แทนค่าอุณหภูมิ
- ไบต์ที่ 6 ถึง ไบต์ที่ 9 เป็นไบต์ค่าแอสกี้ที่แทนค่าความชื้นสัมพัทธ์
- ไบต์ที่ 10 เป็นไบต์ค่าแอสกี้ที่ใช้แจ้งว่าเป็นไบต์สุดท้ายของข้อมูลจากสถานีที่ 1 ซึ่งกำหนดให้เป็นค่าแอสกี้ของ #

สถานีที่ 2 จะส่งข้อมูลเข้ามาทั้งหมด 10 ไบต์ ซึ่งเท่ากับ10 ตัวอักษร เช่นเดียวกัน ซึ่งประกอบไปด้วย

- ไบต์แรกไบต์เริ่มต้นที่ทำหน้าแจ้งว่าเป็นข้อมูลของสถานีที่ 2 ซึ่งกำหนดให้เป็นค่าแอสกี้ของ *
- ไบต์ที่ 2 ถึง ไบต์ที่ 5 เป็นไบต์ค่าแอสกี้ที่แทนค่าอุณหภูมิ
- ไบต์ที่ 6 ถึง ไบต์ที่ 9 เป็นไบต์ค่าแอสกี้ที่แทนค่าความชื้นสัมพัทธ์
- ไบต์ที่ 10 เป็นไบต์ค่าแอสกี้ที่ใช้แจ้งว่าเป็นไบต์สุดท้ายของข้อมูลจากสถานีที่ 1 ซึ่งกำหนดให้เป็นค่าแอสกี้ของ *



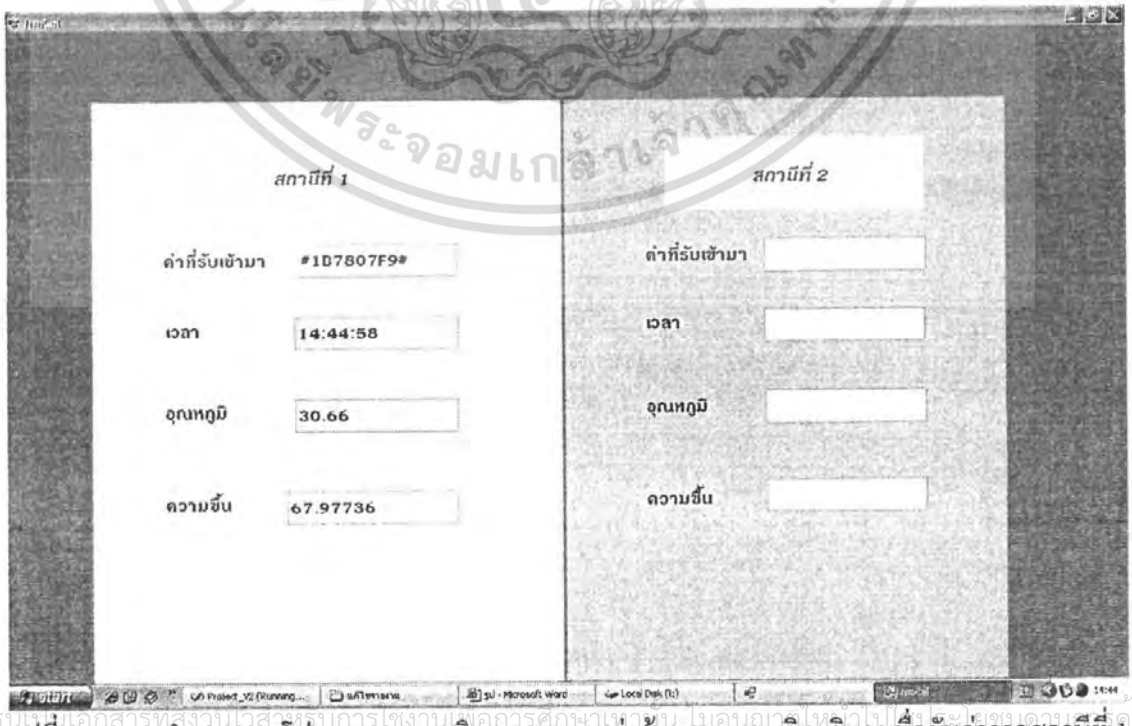
รูปที่ 4.35 แสดงข้อมูลค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของแต่ละสถานีที่ส่งเข้าคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.8 การประมวลผลในคอมพิวเตอร์

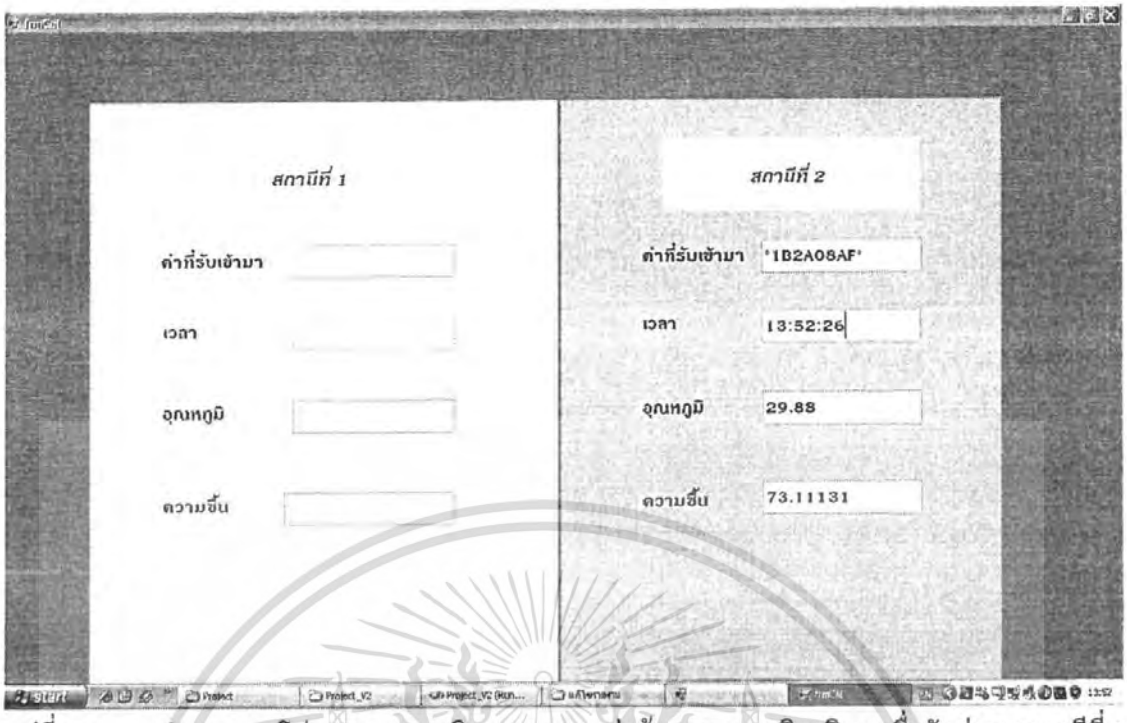
โปรแกรมระบบติดตามผลทางอุตุนิยมวิทยาจะแสดงข้อมูลดังรูปที่ 4.37 และ รูปที่ 4.38 เมื่อรับข้อมูลได้จากสถานีวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่ 1 และสถานีที่ 2 ตามลำดับ โดยแสดงหมายเลขสถานีส่งที่ช่อง "สถานี" แสดงค่าอุณหภูมิที่โปรแกรมคำนวณได้ในช่อง "ค่าอุณหภูมิ" และแสดงค่าความชื้นสัมพัทธ์ที่ช่อง "ค่าความชื้น"

รูปที่ 4.36 การทำงานของโปรแกรมระบบติดตามผลและส่งข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา

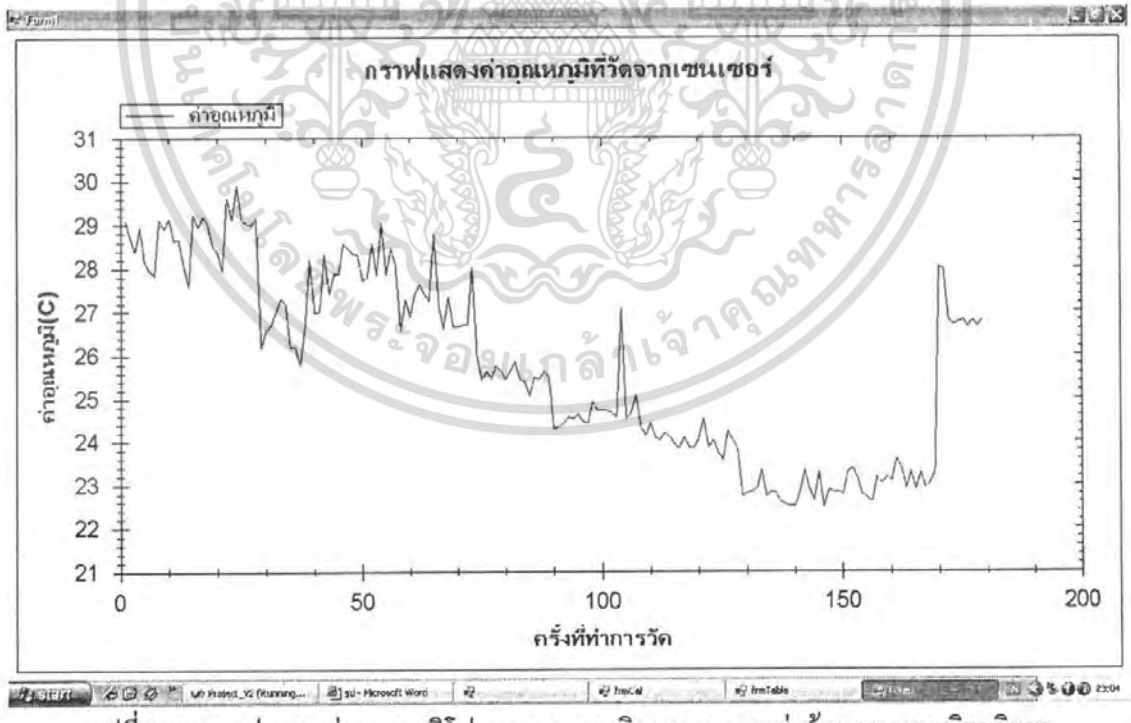


รูปที่ 4.37 การทำงานของโปรแกรมระบบติดตามผลและส่งข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาเมื่อรับค่าจากสถานีที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

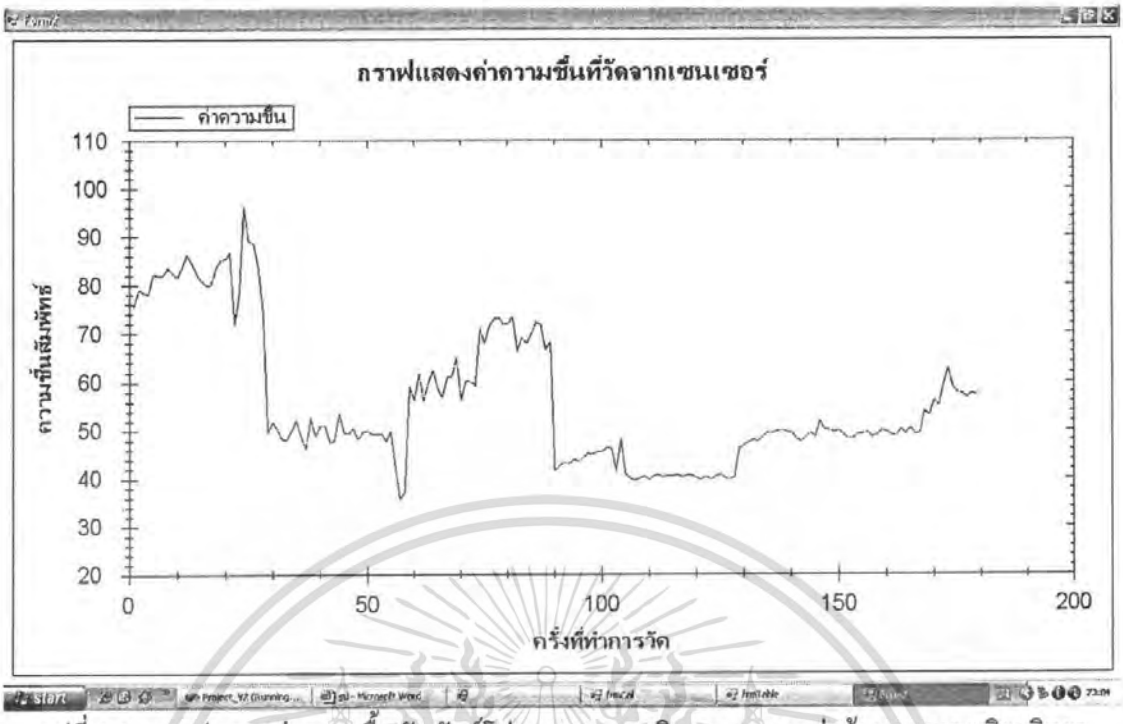


รูปที่ 4.38 การทำงานของโปรแกรมระบบติดตามผลและส่งข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาเมื่อรับค่าจากสถานีที่ 2



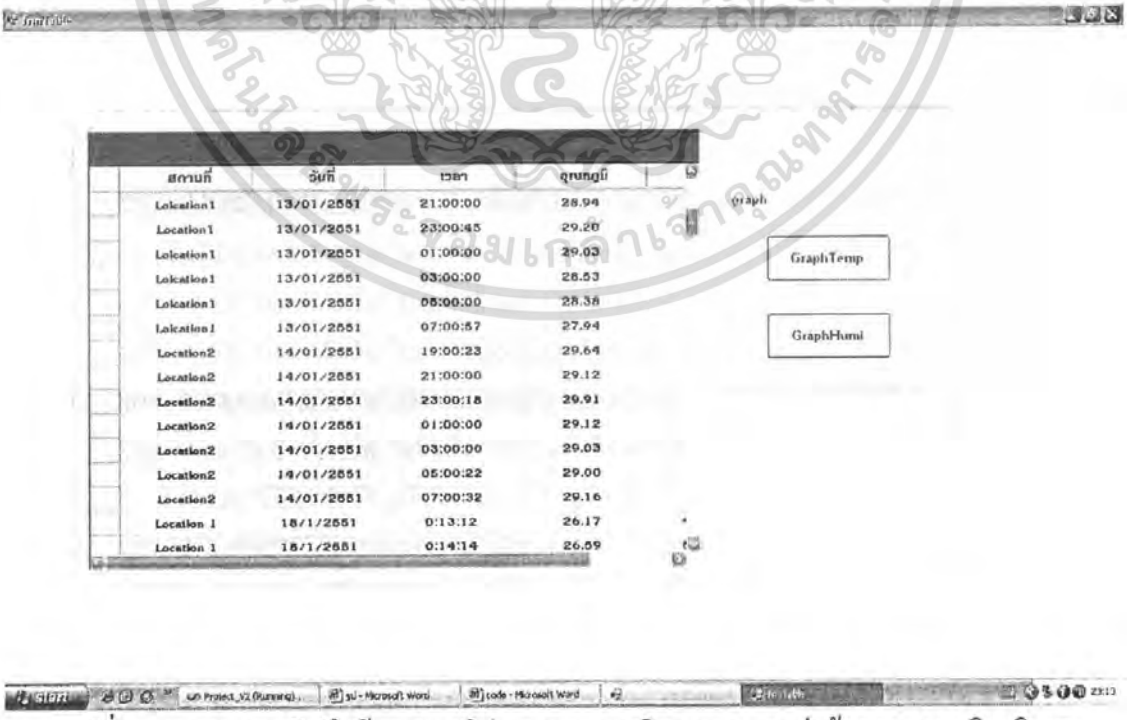
รูปที่ 4.39 กราฟแสดงค่าอุณหภูมิโปรแกรมระบบติดตามผลและส่งข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.40 กราฟแสดงค่าความชื้นสัมพัทธ์โปรแกรมระบบติดตามผลและส่งข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา

โดยในการแสดงค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของโปรแกรมแต่ละครั้ง จะมีการนำข้อมูลที่แสดงเก็บบันทึกลงในฐานข้อมูลที่สร้างขึ้นดังรูปที่ 4.41



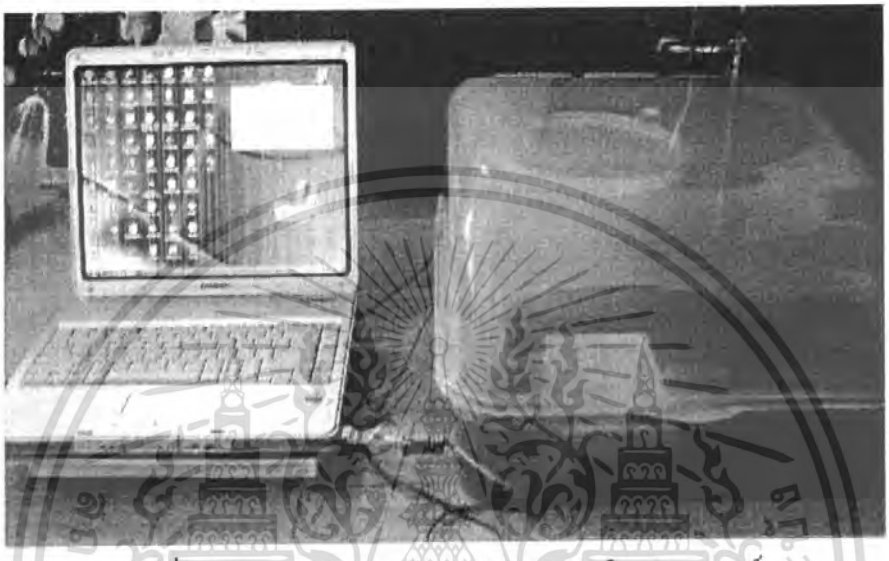
รูปที่ 4.41 แสดงการบันทึกข้อมูลของโปรแกรมระบบติดตามผลและส่งข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.9 การสอบเทียบอุปกรณ์

4.9.1 การสอบเทียบการวัดอุณหภูมิของเซ็นเซอร์

นำเซ็นเซอร์ (อุปกรณ์ที่ต้องการสอบเทียบ), เทอร์โมมิเตอร์ (อุปกรณ์วัดอุณหภูมิมาตรฐาน) และหม้อสำหรับต้มน้ำวางในกล่องจำลอง ดังรูปที่ 4.42 โดยจำลองสภาพอากาศภายในกล่องด้วยการต้มน้ำในหม้อต้มน้ำ ซึ่งจะทำให้อุณหภูมิภายในกล่องจำลองค่อยๆ สูงขึ้น



รูปที่ 4.42 แสดงการสอบเทียบการวัดอุณหภูมิของเซนเซอร์

ผลการสอบเทียบค่าอุณหภูมิของเซ็นเซอร์

เริ่มทำการบันทึกค่าอุณหภูมิจากเซ็นเซอร์ ณ อุณหภูมิที่เทอร์โมมิเตอร์วัดได้ 30 องศาเซลเซียส โดยจะบันทึกค่าอุณหภูมิจากเซ็นเซอร์ ณ จุดเทอร์โมมิเตอร์มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นทุกๆ 5 องศาเซลเซียส จนกระทั่งถึงจุดที่เทอร์โมมิเตอร์วัดได้อุณหภูมิสูงที่สุด ผลการทดลองเป็นดังตารางที่ 4.1

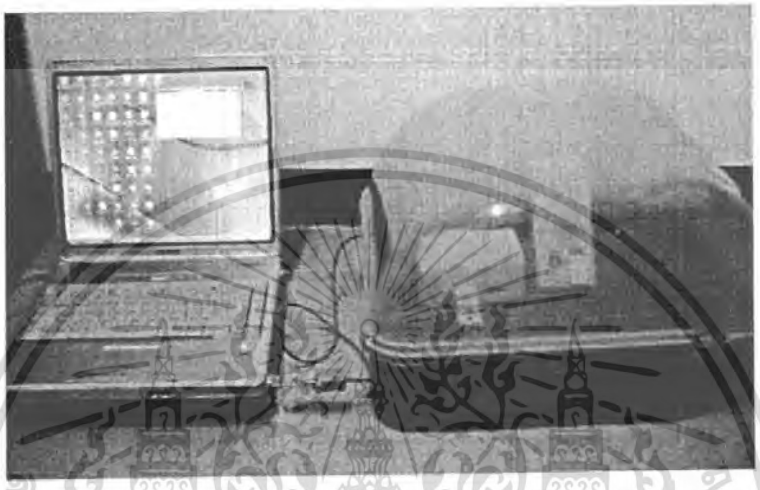
ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองจากการสอบเทียบการวัดอุณหภูมิของเซนเซอร์

อุณหภูมิที่ได้จาก เทอร์โมมิเตอร์(^{o}C)	อุณหภูมิที่ได้จากเซนเซอร์ (^{o}C)	ค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด การวัดอุณหภูมิ (%)
30.0	29.53	1.57
35.0	33.67	3.80
40.0	39.64	0.9
45.0	44.41	1.31
50.0	49.13	1.74
55.0	53.97	1.87
60.0	59.57	0.72
65.0	63.77	1.89
70.0	69.62	0.54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.9.2 การสอบเทียบการวัดความชื้นสัมพัทธ์ของเซ็นเซอร์

นำเซ็นเซอร์(อุปกรณ์ที่ต้องการสอบเทียบ) และไฮโกรมิเตอร์ (อุปกรณ์วัดความชื้นสัมพัทธ์มาตรฐาน) วางในกล่องจำลองสภาพอากาศ ดังรูปที่ 4.43 โดยสร้างสภาพอากาศภายในกล่องจำลองทั้งหมด 4 รูปแบบ คือ สภาพปกติภายในกล่องจำลอง, สภาพของอากาศที่ใส่น้ำเย็นลงไปกล่องจำลอง, สภาพของอากาศที่ใส่น้ำแข็งลงในกล่องจำลอง และสภาพของอากาศที่ปล่อยละอองน้ำเข้าไปในกล่องจำลอง



รูปที่ 4.43 แสดงการทดลองการสอบเทียบการวัดค่าความชื้นสัมพัทธ์

การสอบเทียบการวัดความชื้นสัมพัทธ์ของเซ็นเซอร์

วัดค่าความชื้นสัมพัทธ์ของทั้ง 4 รูปแบบสภาพอากาศจำลอง นำค่าที่ได้จากไฮโกรมิเตอร์ซึ่งประกอบด้วยค่าอุณหภูมิที่ได้จากเทอร์โมมิเตอร์กระเปาะแห้ง และค่าอุณหภูมิที่ได้จากเทอร์โมมิเตอร์กระเปาะเปียก หาผลต่างของค่าอุณหภูมิเทอร์โมมิเตอร์กระแห้ง-กระเปาะเปียก จากนั้นนำผลต่างที่ได้เปรียบเทียบกับค่าในตารางการใช้งานของไฮกรอมิเตอร์ได้ค่าความชื้นสัมพัทธ์ นำค่าที่ได้เปรียบเทียบกับค่าความชื้นสัมพัทธ์ที่ได้จากเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของทั้ง 4 รูปแบบสภาพอากาศจำลอง ได้ผลดังตารางที่ 4.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

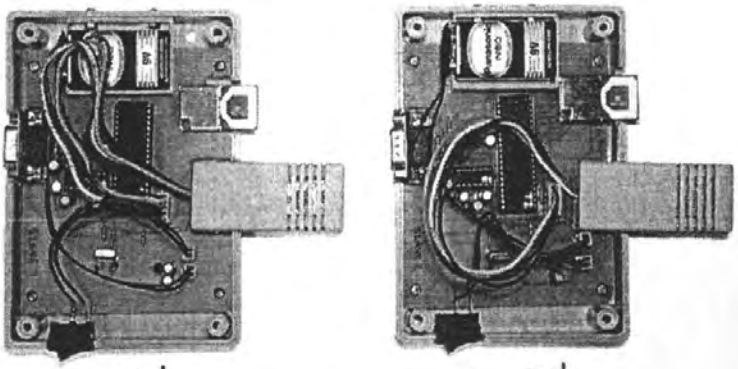
ตารางที่ 4.2 ผลการสอบเทียบการวัดความชื้นสัมพัทธ์เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์

	รูปแบบสภาพอากาศจำลอง			
	สภาพปกติในกล่องจำลอง	ใส่น้ำเย็นลงในกล่องจำลอง	ใส่น้ำแข็งลงในกล่องจำลอง	ปล่อยละอองน้ำลงในกล่องจำลอง
ความชื้นสัมพัทธ์ที่ได้จากเซนเซอร์ (%)	76.82	84.64	88.39	100.00
อุณหภูมิที่ได้จาก เทอร์โมมิเตอร์กระเปาะแห้ง(°C)	29.0	25.5	21.0	26.5
อุณหภูมิที่ได้จาก เทอร์โมมิเตอร์กระเปาะเปียก(°C)	26.0	24.0	20.0	26.0
ผลต่างของเทอร์โมมิเตอร์กระเปาะแห้ง-กระเปาะเปียก	3.0	1.5	1.0	0.5
ความชื้นสัมพัทธ์ที่ได้จากไฮโกรมิเตอร์(%)	75.0	86	89	95
ค่าเปอร์เซ็นต์การความชื้นสัมพัทธ์ความผิดพลาด(%)	1.08	1.58	0.69	5.26

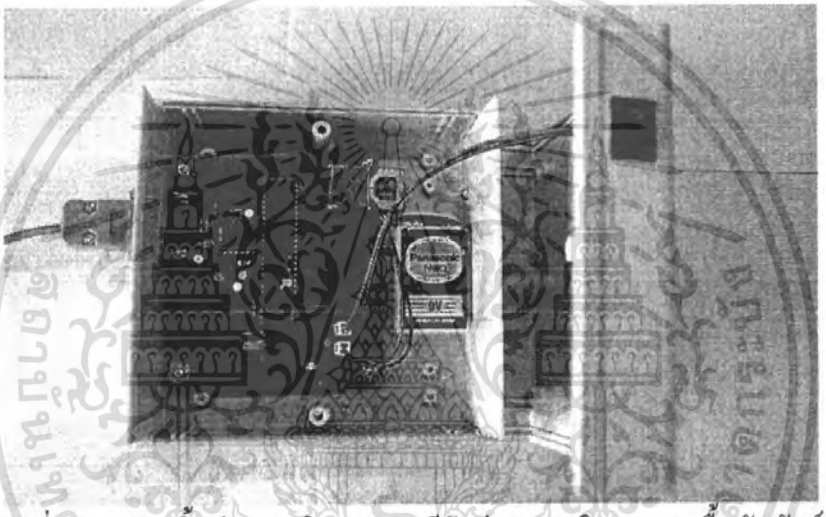
4.10 รูปถ่ายชิ้นงาน

รูปที่ 4.44 แสดงอุปกรณ์ในระบบติดตามผลและส่งข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา

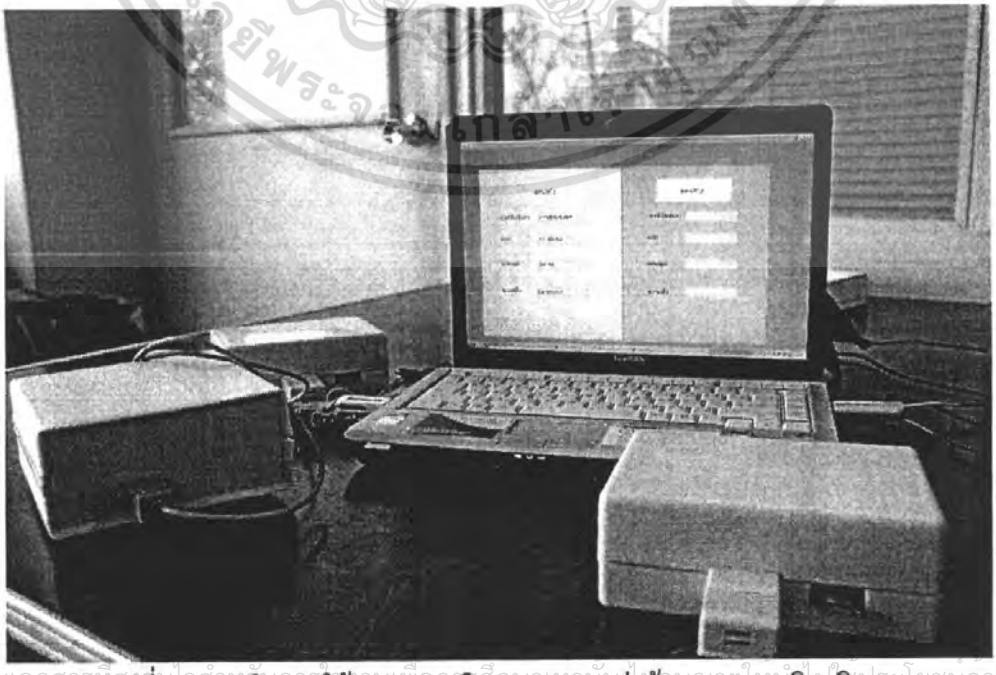
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.45 แสดงชิ้นส่วนภายในของสถานีวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่ 1 และสถานีที่ 2



รูปที่ 4.46 แสดงชิ้นส่วนภายในของสถานีรับค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์



รูปที่ 4.47 สาธิตการใช้งานระบบติดตามผลและส่งข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทวิจารณ์และบทสรุป

สรุปผล

ระบบติดตามผลทางอุตุนิยมวิทยาแบบไร้สายสามารถทำงานได้เป็นผลสำเร็จ โดยสถานีวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์สามารถวัดค่าและส่งมายังสถานีรับค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ได้ โดยข้อมูลที่สถานีรับค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์รับได้เป็นข้อมูลที่ถูกต้อง ซึ่งเมื่อสถานีรับค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ส่งข้อมูลให้กับคอมพิวเตอร์เพื่อทำการประมวลผลด้วยโปรแกรมที่เขียนขึ้นสำหรับโครงงานนี้ โปรแกรมสามารถคำนวณหาค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์พร้อมทั้งสามารถแสดงค่าทั้งแบบตัวเลขและกราฟอีกทั้งบันทึกค่าดังกล่าวได้สำเร็จ

ปัญหาที่เกิดและการแก้ไข

ค่าเฉลี่ยความผิดพลาดของการวัดอุณหภูมิที่ทำการสอบเทียบอยู่ที่1.6 % และค่าเฉลี่ยความผิดพลาดการวัดความชื้นสัมพัทธ์อยู่ที่ 2.15% ซึ่งเป็นความผิดพลาดที่สามารถยอมรับได้เนื่องจากมีการใช้งานเซนเซอร์ตัวนี้ในการวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของโครงการหลวง

เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่ใช้งานมีการตอบสนองที่อุณหภูมิต่ำได้ช้ากว่าปรอทวัดอุณหภูมิแบบกระเปาะอยู่เล็กน้อย และระยะทางที่สามารถทำการส่งข้อมูลแบบไร้สายนั้นยังอยู่ในระยะที่จำกัด

การพัฒนาต่อไป

พัฒนาให้รองรับสถานีวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ได้มากกว่า 2 สถานี

พัฒนาความสามารถของโปรแกรมระบบติดตามผลและส่งข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาในคอมพิวเตอร์ให้สามารถทำฟังก์ชั่นอื่นๆได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนังสืออ้างอิง

ปราโมทย์ วาดเขียน, วิวัฒน์ กิรานนท์, "พื้นฐานการสื่อสารข้อมูล," คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2536.

วิวัฒน์ กิรานนท์ , "พื้นฐานการสื่อสาร," วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์, 2536.

ประกิจ ตังติสานนท์, "วิศวกรรมการสื่อสาร : ไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์," คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2527.

สุรเชษฐ์ วงศ์ชัยพรพงษ์, จันทรขจร แซ่อุ๊น, "พัฒนาระบบประมูลสินค้าออนไลน์ (e-Auction) ด้วย ASP.NET 2.0 และ C# 2005," เคทีพี คอมพ์ แอนด์ คอนซัลท์, 2550.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;*********************************************************************
;           Meteorological Program for SLAVE#1
;*********************************************************************

ORG   0000H


              MOV    SCON,#50H
              MOV    TCON,#69H
              MOV    TMOD,#20H
              MOV    TH1,#0FDH
              SETB   TR1

              MOV    P2,#0FFH

CE            BIT    P2.3                ;Set TRW Pin

CS            BIT    P2.4
CLK           BIT    P2.5
DAT           BIT    P2.6
DR1           BIT    P2.7

LDATA         BIT    P2.1
LCLK          BIT    P2.2

CRESET        EQU    1EH
M_TEMP        EQU    03H
M_HUMI        EQU    05H

COUNTR        EQU    40H
ERROR         EQU    41H
COMMAND       EQU    42H
VALUE         EQU    43H
TEMP_M        EQU    44H
TEMP_L        EQU    45H
HUMI_M        EQU    46H
HUMI_L        EQU    47H

SLAVE1_T1     EQU    30H
SLAVE1_T2     EQU    31H
SLAVE1_T3     EQU    32H
SLAVE1_T4     EQU    33H
SLAVE1_H1     EQU    34H
SLAVE1_H2     EQU    35H
SLAVE1_H3     EQU    36H
SLAVE1_H4     EQU    37H

MAIN:         MOV    SLAVE1_T1,#00H
              MOV    SLAVE1_T2,#00H
              MOV    SLAVE1_T3,#00H
              MOV    SLAVE1_T4,#00H
              MOV    SLAVE1_H1,#00H
              MOV    SLAVE1_H2,#00H
              MOV    SLAVE1_H3,#00H
              MOV    SLAVE1_H4,#00H

              CALL   DELAY_1s
              CALL   S_CONRESET
              MOV    ERROR,#00
              MOV    COMMAND,#M_TEMP
              CALL   S_COMMAND
              CALL   S_READ
              MOV    TEMP_M,VALUE
              CALL   S_READ
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            MOV   TEMP_L,VALUE
            CALL  DELAY_1s

            MOV   COMMAND,#M_HUMI
            CALL  S_COMMAND
            CALL  S_READ
            MOV   HUMI_M,VALUE
            CALL  S_READ
            MOV   HUMI_L,VALUE

            MOV   A,ERROR             ; ERROR CHECKING
            CJNE  A,#00H,MAIN


            CALL  INIT                ; INITIAL SETTING
            CALL  SETMODE_TX          ; CONFIGURATION

            MOV   A,#0AH              ; ACK TO RX  = START BYTE
            CALL  SEND_TRW

            MOV   A,TEMP_M            ; DATA
            CALL  SEND_TRW            ; SEND OUT

            MOV   A,TEMP_L
            CALL  SEND_TRW

            MOV   A,HUMI_M
            CALL  SEND_TRW

            MOV   A,HUMI_L
            CALL  SEND_TRW

            CALL  CONVERT1            ; CONVERT SLAVE1 DATA TO ASCII
            CALL  TO_COM1             ; SEND SLAVE1 DATA TO COM

            CALL  DELAY_20MIN         ; DELAY FOR 20 MINUTES

            LJMP  MAIN


;*********************************************************************
;  CONNECTION RESET
;*********************************************************************
S_CONRESET: SETB  LDATA
            CLR   LCLK

            MOV   COUNTR,#9
AA:         SETB  LCLK
            NOP
            CLR   LCLK
            DJNZ  COUNTR,AA
            LCALL T_START
            RET

;*********************************************************************
;  TRANSMITTION START
;*********************************************************************

T_START:    SETB  LDATA
            NOP
            CLR   LCLK
            NOP
            SETB  LCLK
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            NOP
            CLR   LDATA
            NOP
            CLR   LCLK
            NOP
            SETB  LCLK
            NOP
            SETB  LDATA
            NOP
            CLR   LCLK
            NOP
            RET

;*************************************************************************
;  COMMAND WRITE LOOP
;*************************************************************************
S_COMMAND:  MOV   ERROR,#00
            LCALL T_START
            MOV   A,COMMAND

SHT15WD:    MOV   R7,#8
            CLR   C
SHT15WD1:   RLC   A
            MOV   LDATA,C
            SETB  LCLK
            NOP
            NOP
            NOP
            CLR   LCLK
            DJNZ  R7,SHT15WD1

            SETB  LDATA
            SETB  LCLK
            JNB   LDATA,BB
            INC   ERROR
BB:         CLR   LCLK

            MOV   R0,#00
            MOV   A,#00
M_WAIT:           JNB   LDATA,OUT1
            INC   A
            NOP
            NOP
            NOP
            NOP
            NOP
            CJNE  A,#0FFH,M_WAIT
            MOV   A,#00H
            INC   R0
            CJNE  R0,#0FFH,M_WAIT
            JNB   LDATA,OUT1
            INC   ERROR

OUT1:       RET

;*************************************************************************
;  READ DATA
;*************************************************************************
S_READ:     MOV   VALUE,#00H
            SETB  LDATA

            SETB  LCLK
            JNB   LDATA,B7
            ORL   VALUE,#80H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
B7:         CLR   LCLK
            NOP

            SETB  LCLK
            JNB   LDATA,B6
            ORL   VALUE,#40H
B6:         CLR   LCLK
            NOP

            SETB  LCLK
            JNB   LDATA,B5
            ORL   VALUE,#20H
B5:         CLR   LCLK
            NOP

            SETB  LCLK
            JNB   LDATA,B4
            ORL   VALUE,#10H
B4:         CLR   LCLK
            NOP

            SETB  LCLK
            JNB   LDATA,B3
            ORL   VALUE,#08H
B3:         CLR   LCLK
            NOP

            SETB  LCLK
            JNB   LDATA,B2
            ORL   VALUE,#04H
B2:         CLR   LCLK
            NOP

            SETB  LCLK
            JNB   LDATA,B1
            ORL   VALUE,#02H
B1:         CLR   LCLK
            NOP

            SETB  LCLK
            JNB   LDATA,B0
            ORL   VALUE,#01H
B0:         CLR   LCLK
            NOP

            CLR   LDATA
            SETB  LCLK
            NOP
            CLR   LCLK
            SETB  LDATA
            RET

;*********************************************************************
;           CONVERT DATA TO ASCII
;*********************************************************************
CONVERT:    CJNE  A,#00H,AS1
            MOV   A,#30H
            RET

AS1:        CJNE  A,#01H,AS2
            MOV   A,#31H
            RET

AS2:        CJNE  A,#02H,AS3
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            MOV   A,#32H
            RET

AS3:        CJNE  A,#03H,AS4
            MOV   A,#33H
            RET

AS4:        CJNE  A,#04H,AS5
            MOV   A,#34H
            RET

AS5:        CJNE  A,#05H,AS6
            MOV   A,#35H
            RET

AS6:        CJNE  A,#06H,AS7
            MOV   A,#36H
            RET

AS7:        CJNE  A,#07H,AS8
            MOV   A,#37H
            RET

AS8:        CJNE  A,#08H,AS9
            MOV   A,#38H
            RET

AS9:        CJNE  A,#09H,AS10
            MOV   A,#39H
            RET

AS10:       CJNE  A,#0AH,AS11
            MOV   A,#41H
            RET

AS11:       CJNE  A,#0BH,AS12
            MOV   A,#42H
            RET

AS12:       CJNE  A,#0CH,AS13
            MOV   A,#43H
            RET

AS13:       CJNE  A,#0DH,AS14
            MOV   A,#44H
            RET

AS14:       CJNE  A,#0EH,AS15
            MOV   A,#45H
            RET

AS15:       CJNE  A,#0FH,FINISH
            MOV   A,#46H


FINISH:     RET

;*****************************************************************
;           CONVERT SLAVE#1 DATA TO ASCII
;*****************************************************************
CONVERT1:   MOV   A,TEMP_M     ; M2 HIGH TO T1
            SWAP  A            ; HIGH NIBBLE TO LOW NIBBLE
            CLR   ACC.7
            CLR   ACC.6
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
CLR   ACC.5
CLR   ACC.4
CALL  CONVERT
MOV   SLAVE1_T1,A

MOV   A,TEMP_M     ; M2 LOW TO T2
CLR   ACC.7
CLR   ACC.6
CLR   ACC.5
CLR   ACC.4
CALL  CONVERT
MOV   SLAVE1_T2,A

MOV   A,TEMP_L     ; L2 HIGH TO T3
SWAP  A            ; HIGH NIBBLE TO LOW NIBBLE
CLR   ACC.7
CLR   ACC.6
CLR   ACC.5
CLR   ACC.4
CALL  CONVERT
MOV   SLAVE1_T3,A

MOV   A,TEMP_L     ; L2 LOW TO T4
CLR   ACC.7
CLR   ACC.6
CLR   ACC.5
CLR   ACC.4
CALL  CONVERT
MOV   SLAVE1_T4,A


MOV   A,HUMI_M     ; M2 HIGH TO H1
SWAP  A            ; HIGH NIBBLE TO LOW NIBBLE
CLR   ACC.7
CLR   ACC.6
CLR   ACC.5
CLR   ACC.4
CALL  CONVERT
MOV   SLAVE1_H1,A

MOV   A,HUMI_M     ; M2 LOW TO H2
CLR   ACC.7
CLR   ACC.6
CLR   ACC.5
CLR   ACC.4
CALL  CONVERT
MOV   SLAVE1_H2,A

MOV   A,HUMI_L     ; L2 HIGH TO H3
SWAP  A            ; HIGH NIBBLE TO LOW NIBBLE
CLR   ACC.7
CLR   ACC.6
CLR   ACC.5
CLR   ACC.4
CALL  CONVERT
MOV   SLAVE1_H3,A

MOV   A,HUMI_L     ; L2 LOW TO H4
CLR   ACC.7
CLR   ACC.6
CLR   ACC.5
CLR   ACC.4
CALL  CONVERT
MOV   SLAVE1_H4,A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            RET

;*********************************************************************
;           SEND SLAVE#1 DATA TO COMPUTER
;*********************************************************************

TO_COM1:    MOV   A,#23H              ; SLAVE1 DATA HEADER
            MOV   SBUF,A
            JNB   TI,$
            CLR   TI

            MOV   A,SLAVE1_T1 ; SEND ASCII
            MOV   SBUF,A
            JNB   TI,$
            CLR   TI

            MOV   A,SLAVE1_T2 ;
            MOV   SBUF,A
            JNB   TI,$
            CLR   TI

            MOV   A,SLAVE1_T3 ;
            MOV   SBUF,A
            JNB   TI,$
            CLR   TI

            MOV   A,SLAVE1_T4 ;
            MOV   SBUF,A
            JNB   TI,$
            CLR   TI

            MOV   A,SLAVE1_H1
            MOV   SBUF,A
            JNB   TI,$
            CLR   TI

            MOV   A,SLAVE1_H2
            MOV   SBUF,A
            JNB   TI,$
            CLR   TI

            MOV   A,SLAVE1_H3
            MOV   SBUF,A
            JNB   TI,$
            CLR   TI

            MOV   A,SLAVE1_H4
            MOV   SBUF,A
            JNB   TI,$
            CLR   TI

            MOV   A,#23H              ; SLAVE1 DATA HEADER
            MOV   SBUF,A
            JNB   TI,$
            CLR   TI

            RET

;*********************************************************************
;           SHOW SLAVE#1 DATA
;*********************************************************************
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
SHOW1:      MOV   P0,#11000011B      ; SHOW SLAVE1 DATA
            CALL  DELAY_1s
            CALL  DELAY_1s

            MOV   P0,SLAVE1_T1
            CALL  DELAY_1s
            CALL  DELAY_1s
            CALL  DELAY_1s
            CALL  DELAY_1s

            MOV   P0,SLAVE1_T2
            CALL  DELAY_1s
            CALL  DELAY_1s
            CALL  DELAY_1s
            CALL  DELAY_1s

            MOV   P0,SLAVE1_T3
            CALL  DELAY_1s
            CALL  DELAY_1s
            CALL  DELAY_1s
            CALL  DELAY_1s

            MOV   P0,SLAVE1_T4
            CALL  DELAY_1s
            CALL  DELAY_1s
            CALL  DELAY_1s
            CALL  DELAY_1s

            MOV   P0,SLAVE1_H1
            CALL  DELAY_1s
            CALL  DELAY_1s
            CALL  DELAY_1s
            CALL  DELAY_1s

            MOV   P0,SLAVE1_H2
            CALL  DELAY_1s
            CALL  DELAY_1s
            CALL  DELAY_1s
            CALL  DELAY_1s

            MOV   P0,SLAVE1_H3
            CALL  DELAY_1s
            CALL  DELAY_1s
            CALL  DELAY_1s
            CALL  DELAY_1s

            MOV   P0,SLAVE1_H4
            CALL  DELAY_1s
            CALL  DELAY_1s
            CALL  DELAY_1s
            CALL  DELAY_1s

            RET
;*****************************************************************
;           Initial     for use TRW Channel1
;*****************************************************************
INIT:       CLR   CE
            CLR   CS
            CLR   DAT
            CLR   CLK
            RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;*********************************************************************
;           Function Config for TRW TX
;*********************************************************************

SETMODE_TX:         CLR   CE
                    SETB  CS                  ; ENABLE SETTING
                    CLR   A
                    MOV   R1,#18                    ;18*8 = 144bit
SETMODE_0_TX:       MOV   DPTR,#CONFIG_TEST_TX      ;Set Header
                    PUSH  ACC
                    MOVC  A,@A+DPTR
                    CALL  WRITE_TRW24
                    POP   ACC
                    INC   A
                    DJNZ  R1,SETMODE_0_TX
                    SETB  DR1
                    CLR   DAT
                    CLR   CE
                    CLR   CS
                    RET

;*********************************************************************
;           Function Config for TRW RX
;*********************************************************************

SETMODE_RX:
                    CLR   CE
                    SETB  CS
                    CLR   A
                    MOV   R1,#18                    ;18*8 = 144bit
SETMODE_0_RX:       MOV   DPTR,#CONFIG_TEST_RX      ;Set Header
                    PUSH  ACC
                    MOVC  A,@A+DPTR
                    CALL  WRITE_TRW24
                    POP   ACC
                    INC   A
                    DJNZ  R1,SETMODE_0_RX
                    SETB  DAT
                    CLR   DR1
                    SETB  CE
                    CLR   CS
                    RET

;*********************************************************************
;           Function Send Address+DATA to Receiver
;*********************************************************************

SEND_TRW:           CLR   CS
                    SETB  CE            ; ENABLE SEND MODE
                    PUSH  ACC           ; SAVE DATA BEFOR
                    CLR   A
                    MOV   R1,#5                 ; 5 BYTE ADDR 4 DATA 1
SEND_TRW_0:         MOV   DPTR,#CONFIG_ADDR1_TX ; ADDR
                    PUSH  ACC
                    MOVC  A,@A+DPTR
                    CALL  WRITE_TRW24           ; WRITE LOOP
                    POP   ACC
                    INC   A
                    DJNZ  R1,SEND_TRW_0
                    POP   ACC           ; DATA
                    CALL  WRITE_TRW24
                    CLR   CLK
                    CLR   CE
                    CLR   DAT
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                CALL  DELAY_1ms    ; Tsby2txSB
                CALL  DELAY_1ms    ; Toa  = TIME ON AIR
                RET

;*********************************************************************
;           MAIN RX : Get DATA      From TRW and Action
;*********************************************************************

RECIVE:         CALL  INIT
                CALL  SETMODE_RX
TTT:            JNB   DR1,$
                CALL  READ_TRW24
                CJNE  A,#0AH,TTT   ; WAIT FOR COMMAND

                RET

;*********************************************************************
;           READ 8 bit DATA from TRW
;*********************************************************************

READ_TRW24:     CLR   A
                MOV   R0,#8
READ_TRW24_0:   RL    A
                SETB  CLK
                JB    DAT,READ_1
                CLR   ACC.0
                JMP   READ_TRW24_1
READ_1:         SETB  ACC.0
READ_TRW24_1:   CLR   CLK
                DJNZ  R0,READ_TRW24_0
                RET

;*********************************************************************
;           Write 8 bit to DATA pin
;*********************************************************************

WRITE_TRW24:    MOV   R0,#8
WRITE_TRW24_0:  JB    ACC.7,WRITE1
                CLR   DAT
                JMP   WRITE_TRW2
WRITE1:         SETB  DAT
WRITE_TRW2:     CLR   CLK
                NOP
                NOP
                NOP
                SETB  CLK
                NOP
                NOP
                NOP
                RL    A
                DJNZ  R0,WRITE_TRW24_0
                RET


;*********************************************************************
;           Delay time 1ms
;*********************************************************************

DELAY_1ms:      MOV   R6,#0E6H     ; Each loop = 1 ms
DELAY_1ms_1:    NOP
                NOP
                DJNZ  R6,DELAY_1ms_1
                RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;*********************************************************************
;           Delay time 100ms
;*********************************************************************

DELAY_100ms:      MOV   R7,#100      ; Do 100 times
DELAY_100ms_1:    MOV   R6,#0E6H     ; Each loop = 1 ms
DELAY_100ms_2:    NOP
                  NOP
                  DJNZ  R6,DELAY_100ms_2
                  DJNZ  R7,DELAY_100ms_1
                  RET

;*********************************************************************
;           Delay time 1s
;*********************************************************************

DELAY_1s:   MOV   R5,#0AH
DELAY_1s_1: CALL  DELAY_100ms
            DJNZ  R5,DELAY_1s_1
            RET
;*********************************************************************
;           Delay time 10s
;*********************************************************************
DELAY_10S:  CALL  DELAY_1s
            CALL  DELAY_1s
            CALL  DELAY_1s
            CALL  DELAY_1s
            CALL  DELAY_1s
            CALL  DELAY_1s
            CALL  DELAY_1s
            CALL  DELAY_1s
            CALL  DELAY_1s
            CALL  DELAY_1s
            RET


;*********************************************************************
;           Delay time 20s
;*********************************************************************

DELAY_20S:  CALL  DELAY_10S
            CALL  DELAY_10S

            RET

;*********************************************************************
;           Delay time 1 MIN
;*********************************************************************

DELAY_1M:   CALL  DELAY_20S
            CALL  DELAY_20S
            CALL  DELAY_20S
            RET

;*********************************************************************
;           Delay time 1 MIN
;*********************************************************************
DELAY_1MIN: MOV   52H,#00
BOW3:       MOV   51H,#00
BOW2:       MOV   50H,#00
BOW1:       DJNZ  50H,BOW1
            DJNZ  51H,BOW2
            DJNZ  52H,BOW3
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            MOV   55H,#167
COW3:       MOV   54H,#255
COW2:       MOV   53H,#255
COW1:       DJNZ  53H,COW1
            DJNZ  54H,COW2
            DJNZ  55H,COW3

            MOV   57H,#183
DOW2:       MOV   56H,#255
DOW1:       DJNZ  56H,DOW1
            DJNZ  57H,DOW2

            MOV   58H,#152
EOW1:       DJNZ  58H,EOW1

            RET

;*********************************************************************
;           Delay time 5 MIN
;*********************************************************************
DELAY_5MIN: MOV   69H,#8
CAT4:       MOV   68H,#255
CAT3:       MOV   67H,#255
CAT2:       MOV   66H,#255
CAT1:       DJNZ  66H,CAT1
            DJNZ  67H,CAT2
            DJNZ  68H,CAT3
            DJNZ  69H,CAT4

            MOV   65H,#73
RAT3:       MOV   64H,#255
RAT2:       MOV   63H,#255
RAT1:       DJNZ  63H,RAT1
            DJNZ  64H,RAT2
            DJNZ  65H,RAT3

            MOV   62H,#154
BAT2:       MOV   61H,#255
BAT1:       DJNZ  61H,BAT1
            DJNZ  62H,BAT2

            MOV   60H,#122
HAT1:       DJNZ  60H,HAT1

            RET

;*********************************************************************
;           Delay time 10 MIN
;*********************************************************************
DELAY_10MIN:      CALL  DELAY_5MIN
                  CALL  DELAY_5MIN
                  RET


;*********************************************************************
;           Delay time 15 MIN
;*********************************************************************
DELAY_15MIN:      CALL  DELAY_5MIN
                  CALL  DELAY_5MIN
                  CALL  DELAY_5MIN
                  RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;*********************************************************************
;           Delay time 20 MIN
;*********************************************************************
DELAY_20MIN:      CALL  DELAY_5MIN
                  CALL  DELAY_5MIN
                  CALL  DELAY_5MIN
                  CALL  DELAY_5MIN
                  RET
;*********************************************************************
;           Define Config Header TX for TRW
;*********************************************************************

CONFIG_TEST_TX:          DB 8EH,08H,1CH
CONFIG_LEN2_TX:          DB 08H
CONFIG_LEN1_TX:          DB 08H
CONFIG_ADDR2_TX:         DB 0C0H,0AAH,55H,0AAH,55H
CONFIG_ADDR1_TX:         DB 0AAH,55H,0AAH,55H,0AAH
CONFIG_NUMADDR_TX:       DB 0A3H
CONFIG_RF_TX:            DB 4FH
CONFIG_CH_TX:            DB 3AH ;TX

;*********************************************************************
;           Define Config Header RX for TRW
;*********************************************************************

CONFIG_TEST_RX:          DB 8EH,08H,1CH
CONFIG_LEN2_RX:          DB 08H
CONFIG_LEN1_RX:          DB 08H
CONFIG_ADDR2_RX:         DB 0C0H,0AAH,55H,0AAH,55H
CONFIG_ADDR1_RX:         DB 0AAH,55H,0AAH,55H,0AAH
CONFIG_NUMADDR_RX:       DB 0A3H
CONFIG_RF_RX:            DB 4FH
CONFIG_CH_RX:            DB 3BH ;RX


          END
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;*********************************************************************
;           Meteorological Program for SLAVE#2
;*********************************************************************

ORG   0000H


              MOV   SCON,#50H
              MOV   TCON,#69H
              MOV   TMOD,#20H
              MOV   TH1,#0FDH
              SETB  TR1

              MOV   P2,#0FFH

CE            BIT   P2.3                ;Set TRW Pin

CS            BIT   P2.4
CLK           BIT   P2.5
DAT           BIT   P2.6
DR1           BIT   P2.7

LDATA         BIT   P2.1
LCLK          BIT   P2.2

CRESET        EQU   1EH
M_TEMP        EQU   03H
M_HUMI        EQU   05H

COUNTR        EQU   40H
ERROR         EQU   41H
COMMAND       EQU   42H
VALUE         EQU   43H
TEMP_M        EQU   44H
TEMP_L        EQU   45H
HUMI_M        EQU   46H
HUMI_L        EQU   47H

SLAVE2_T1     EQU   30H
SLAVE2_T2     EQU   31H
SLAVE2_T3     EQU   32H
SLAVE2_T4     EQU   33H
SLAVE2_H1     EQU   34H
SLAVE2_H2     EQU   35H
SLAVE2_H3     EQU   36H
SLAVE2_H4     EQU   37H


              CALL  DELAY_20S                ; WAIT FOR SLAVE1

MAIN:         MOV   SLAVE2_T1,#00H
              MOV   SLAVE2_T2,#00H
              MOV   SLAVE2_T3,#00H
              MOV   SLAVE2_T4,#00H
              MOV   SLAVE2_H1,#00H
              MOV   SLAVE2_H2,#00H
              MOV   SLAVE2_H3,#00H
              MOV   SLAVE2_H4,#00H

              CALL  DELAY_1s
              CALL  S_CONRESET
              MOV   ERROR,#00
              MOV   COMMAND,#M_TEMP
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            CALL   S_COMMAND
            CALL   S_READ
            MOV    TEMP_M,VALUE
            CALL   S_READ
            MOV    TEMP_L,VALUE
            CALL   DELAY_1s

            MOV    COMMAND,#M_HUMI
            CALL   S_COMMAND
            CALL   S_READ
            MOV    HUMI_M,VALUE
            CALL   S_READ
            MOV    HUMI_L,VALUE

            MOV    A,ERROR              ; ERROR CHECKING
            CJNE   A,#00H,MAIN


            CALL   INIT                 ; INITIAL SETTING
            CALL   SETMODE_TX           ; CONFIGURATION

            MOV    A,#0A0H              ; ACK TO RX  = START BYTE
            CALL   SEND_TRW

            MOV    A,TEMP_M             ; DATA
            CALL   SEND_TRW             ; SEND OUT

            MOV    A,TEMP_L
            CALL   SEND_TRW

            MOV    A,HUMI_M
            CALL   SEND_TRW

            MOV    A,HUMI_L
            CALL   SEND_TRW

            CALL   CONVERT2             ; CONVERT SLAVE2 DATA TO ASCII
            CALL   TO_COM2              ; SEND SLAVE2 DATA TO COM

            CALL   DELAY_20MIN          ; DELAY FOR 20 MINUTE


            LJMP   MAIN

;*********************************************************************
;  CONNECTION RESET
;*********************************************************************
S_CONRESET: SETB   LDATA
            CLR    LCLK

            MOV    COUNTR,#9
AA:         SETB   LCLK
            NOP
            CLR    LCLK
            DJNZ   COUNTR,AA
            LCALL  T_START
            RET

;*********************************************************************
;  TRANSMITTION START
;*********************************************************************

T_START:    SETB   LDATA
```

เอกสารนี้มีเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                NOP
                CLR   LCLK
                NOP
                SETB  LCLK
                NOP
                CLR   LDATA
                NOP
                CLR   LCLK
                NOP
                SETB  LCLK
                NOP
                SETB  LDATA
                NOP
                CLR   LCLK
                NOP
                RET

;*********************************************************************
;  COMMAND WRITE LOOP
;*********************************************************************
S_COMMAND:      MOV   ERROR,#00
                LCALL T_START
                MOV   A,COMMAND

SHT15WD:        MOV   R7,#8
                CLR   C
SHT15WD1:       RLC   A
                MOV   LDATA,C
                SETB  LCLK
                NOP
                NOP
                NOP
                CLR   LCLK
                DJNZ  R7,SHT15WD1

                SETB  LDATA
                SETB  LCLK
                JNB   LDATA,BB
                INC   ERROR
BB:             CLR   LCLK

                MOV   R0,#00
                MOV   A,#00
M_WAIT:                JNB   LDATA,OUT1
                INC   A
                NOP
                NOP
                NOP
                NOP
                NOP
                CJNE  A,#0FFH,M_WAIT
                MOV   A,#00H
                INC   R0
                CJNE  R0,#0FFH,M_WAIT
                JNB   LDATA,OUT1
                INC   ERROR

OUT1:           RET

;*********************************************************************
;  READ DATA
;*********************************************************************
S_READ:         MOV   VALUE,#00H
                SETB  LDATA
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            SETB   LCLK
            JNB    LDATA,B7
            ORL    VALUE,#80H
B7:         CLR    LCLK
            NOP

            SETB   LCLK
            JNB    LDATA,B6
            ORL    VALUE,#40H
B6:         CLR    LCLK
            NOP

            SETB   LCLK
            JNB    LDATA,B5
            ORL    VALUE,#20H
B5:         CLR    LCLK
            NOP

            SETB   LCLK
            JNB    LDATA,B4
            ORL    VALUE,#10H
B4:         CLR    LCLK
            NOP

            SETB   LCLK
            JNB    LDATA,B3
            ORL    VALUE,#08H
B3:         CLR    LCLK
            NOP

            SETB   LCLK
            JNB    LDATA,B2
            ORL    VALUE,#04H
B2:         CLR    LCLK
            NOP

            SETB   LCLK
            JNB    LDATA,B1
            ORL    VALUE,#02H
B1:         CLR    LCLK
            NOP

            SETB   LCLK
            JNB    LDATA,B0
            ORL    VALUE,#01H
B0:         CLR    LCLK
            NOP

            CLR    LDATA
            SETB   LCLK
            NOP
            CLR    LCLK
            SETB   LDATA
            RET

;*****************************************************************
;           CONVERT DATA TO ASCII
;*****************************************************************
CONVERT:    CJNE   A,#00H,AS1
            MOV    A,#30H
            RET

AS1:        CJNE   A,#01H,AS2
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOV   A,#31H
                RET

AS2:            CJNE  A,#02H,AS3
                MOV   A,#32H
                RET

AS3:            CJNE  A,#03H,AS4
                MOV   A,#33H
                RET

AS4:            CJNE  A,#04H,AS5
                MOV   A,#34H
                RET

AS5:            CJNE  A,#05H,AS6
                MOV   A,#35H
                RET

AS6:            CJNE  A,#06H,AS7
                MOV   A,#36H
                RET

AS7:            CJNE  A,#07H,AS8
                MOV   A,#37H
                RET

AS8:            CJNE  A,#08H,AS9
                MOV   A,#38H
                RET

AS9:            CJNE  A,#09H,AS10
                MOV   A,#39H
                RET

AS10:           CJNE  A,#0AH,AS11
                MOV   A,#41H
                RET

AS11:           CJNE  A,#0BH,AS12
                MOV   A,#42H
                RET

AS12:           CJNE  A,#0CH,AS13
                MOV   A,#43H
                RET

AS13:           CJNE  A,#0DH,AS14
                MOV   A,#44H
                RET

AS14:           CJNE  A,#0EH,AS15
                MOV   A,#45H
                RET

AS15:           CJNE  A,#0FH,FINISH
                MOV   A,#46H


FINISH:         RET

;*****************************************************************
;       CONVERT SLAVE#1 DATA TO ASCII
;*****************************************************************
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
CONVERT2:   MOV   A,TEMP_M     ; M2 HIGH TO T1
            SWAP  A            ; HIGH NIBBLE TO LOW NIBBLE
            CLR   ACC.7
            CLR   ACC.6
            CLR   ACC.5
            CLR   ACC.4
            CALL  CONVERT
            MOV   SLAVE2_T1,A

            MOV   A,TEMP_M     ; M2 LOW TO T2
            CLR   ACC.7
            CLR   ACC.6
            CLR   ACC.5
            CLR   ACC.4
            CALL  CONVERT
            MOV   SLAVE2_T2,A

            MOV   A,TEMP_L     ; L2 HIGH TO T3
            SWAP  A            ; HIGH NIBBLE TO LOW NIBBLE
            CLR   ACC.7
            CLR   ACC.6
            CLR   ACC.5
            CLR   ACC.4
            CALL  CONVERT
            MOV   SLAVE2_T3,A

            MOV   A,TEMP_L     ; L2 LOW TO T4
            CLR   ACC.7
            CLR   ACC.6
            CLR   ACC.5
            CLR   ACC.4
            CALL  CONVERT
            MOV   SLAVE2_T4,A


            MOV   A,HUMI_M     ; M2 HIGH TO H1
            SWAP  A            ; HIGH NIBBLE TO LOW NIBBLE
            CLR   ACC.7
            CLR   ACC.6
            CLR   ACC.5
            CLR   ACC.4
            CALL  CONVERT
            MOV   SLAVE2_H1,A

            MOV   A,HUMI_M     ; M2 LOW TO H2
            CLR   ACC.7
            CLR   ACC.6
            CLR   ACC.5
            CLR   ACC.4
            CALL  CONVERT
            MOV   SLAVE2_H2,A

            MOV   A,HUMI_L     ; L2 HIGH TO H3
            SWAP  A            ; HIGH NIBBLE TO LOW NIBBLE
            CLR   ACC.7
            CLR   ACC.6
            CLR   ACC.5
            CLR   ACC.4
            CALL  CONVERT
            MOV   SLAVE2_H3,A

            MOV   A,HUMI_L     ; L2 LOW TO H4
            CLR   ACC.7
            CLR   ACC.6
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            CLR   ACC.5
            CLR   ACC.4
            CALL  CONVERT
            MOV   SLAVE2_H4,A


            RET


;*********************************************************************
;           SEND SLAVE#1 DATA TO COMPUTER
;*********************************************************************

TO_COM2:    MOV   A,#2AH              ; SLAVE2 DATA HEADER
            MOV   SBUF,A
            JNB   TI,$
            CLR   TI

            MOV   A,SLAVE2_T1 ; SEND ASCII
            MOV   SBUF,A
            JNB   TI,$
            CLR   TI

            MOV   A,SLAVE2_T2 ;
            MOV   SBUF,A
            JNB   TI,$
            CLR   TI

            MOV   A,SLAVE2_T3 ;
            MOV   SBUF,A
            JNB   TI,$
            CLR   TI

            MOV   A,SLAVE2_T4 ;
            MOV   SBUF,A
            JNB   TI,$
            CLR   TI

            MOV   A,SLAVE2_H1
            MOV   SBUF,A
            JNB   TI,$
            CLR   TI

            MOV   A,SLAVE2_H2
            MOV   SBUF,A
            JNB   TI,$
            CLR   TI

            MOV   A,SLAVE2_H3
            MOV   SBUF,A
            JNB   TI,$
            CLR   TI

            MOV   A,SLAVE2_H4
            MOV   SBUF,A
            JNB   TI,$
            CLR   TI

            MOV   A,#2AH
            MOV   SBUF,A
            JNB   TI,$
            CLR   TI

            RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;*********************************************************************
;           SHOW SLAVE#1 DATA
;*********************************************************************
SHOW2:      MOV   P0,#11000011B     ; SHOW SLAVE2 DATA
            CALL  DELAY_1s
            CALL  DELAY_1s

            MOV   P0,SLAVE2_T1
            CALL  DELAY_1s
            CALL  DELAY_1s
            CALL  DELAY_1s
            CALL  DELAY_1s

            MOV   P0,SLAVE2_T2
            CALL  DELAY_1s
            CALL  DELAY_1s
            CALL  DELAY_1s
            CALL  DELAY_1s

            MOV   P0,SLAVE2_T3
            CALL  DELAY_1s
            CALL  DELAY_1s
            CALL  DELAY_1s
            CALL  DELAY_1s

            MOV   P0,SLAVE2_T4
            CALL  DELAY_1s
            CALL  DELAY_1s
            CALL  DELAY_1s
            CALL  DELAY_1s

            MOV   P0,SLAVE2_H1
            CALL  DELAY_1s
            CALL  DELAY_1s
            CALL  DELAY_1s
            CALL  DELAY_1s

            MOV   P0,SLAVE2_H2
            CALL  DELAY_1s
            CALL  DELAY_1s
            CALL  DELAY_1s
            CALL  DELAY_1s

            MOV   P0,SLAVE2_H3
            CALL  DELAY_1s
            CALL  DELAY_1s
            CALL  DELAY_1s
            CALL  DELAY_1s

            MOV   P0,SLAVE2_H4
            CALL  DELAY_1s
            CALL  DELAY_1s
            CALL  DELAY_1s
            CALL  DELAY_1s

            RET
;*********************************************************************
;           Initial     for use TRW Channel1
;*********************************************************************
INIT:       CLR   CE
            CLR   CS
            CLR   DAT
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            CLR   CLK
            RET

;*********************************************************************
;           Function Config for TRW TX
;*********************************************************************

SETMODE_TX:       CLR   CE
                  SETB  CS                          ; ENABLE SETTING
                  CLR   A
                  MOV   R1,#18                      ;18*8 = 144bit
SETMODE_0_TX:     MOV   DPTR,#CONFIG_TEST_TX    ;Set Header
                  PUSH  ACC
                  MOVC  A,@A+DPTR
                  CALL  WRITE_TRW24
                  POP   ACC
                  INC   A
                  DJNZ  R1,SETMODE_0_TX
                  SETB  DR1
                  CLR   DAT
                  CLR   CE
                  CLR   CS
                  RET

;*********************************************************************
;           Function Config for TRW RX
;*********************************************************************

SETMODE_RX:
                  CLR   CE
                  SETB  CS
                  CLR   A
                  MOV   R1,#18                      ;18*8 = 144bit
SETMODE_0_RX:     MOV   DPTR,#CONFIG_TEST_RX    ;Set Header
                  PUSH  ACC
                  MOVC  A,@A+DPTR
                  CALL  WRITE_TRW24
                  POP   ACC
                  INC   A
                  DJNZ  R1,SETMODE_0_RX
                  SETB  DAT
                  CLR   DR1
                  SETB  CE
                  CLR   CS
                  RET

;*********************************************************************
;           Function Send Address+DATA to Receiver
;*********************************************************************

SEND_TRW:   CLR   CS
            SETB  CE          ; ENABLE SEND MODE
            PUSH  ACC         ; SAVE DATA BEFOR
            CLR   A
            MOV   R1,#5             ; 5 BYTE ADDR 4 DATA 1
SEND_TRW_0: MOV   DPTR,#CONFIG_ADDR1_TX ; ADDR
            PUSH  ACC
            MOVC  A,@A+DPTR
            CALL  WRITE_TRW24       ; WRITE LOOP
            POP   ACC
            INC   A
            DJNZ  R1,SEND_TRW_0
            POP   ACC         ; DATA
            CALL  WRITE_TRW24
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนสำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            CLR   CLK
            CLR   CE
            CLR   DAT
            CALL  DELAY_1ms    ; Tsby2txSB
            CALL  DELAY_1ms    ; Toa  = TIME ON AIR
            RET

;*********************************************************************
;           MAIN RX : Get DATA      From TRW and Action
;*********************************************************************

RECIVE:           CALL  INIT
                  CALL  SETMODE_RX
TTT:              JNB   DR1,$
                  CALL  READ_TRW24
                  CJNE  A,#0AH,TTT   ; WAIT FOR COMMAND

                  RET

;*********************************************************************
;           READ 8 bit DATA from TRW
;*********************************************************************

READ_TRW24:       CLR   A
                  MOV   R0,#8
READ_TRW24_0:     RL    A
                  SETB  CLK
                  JB    DAT,READ_1
                  CLR   ACC.0
                  JMP   READ_TRW24_1
READ_1:           SETB  ACC.0
READ_TRW24_1:     CLR   CLK
                  DJNZ  R0,READ_TRW24_0
                  RET

;*********************************************************************
;           Write 8 bit to DATA pin
;*********************************************************************

WRITE_TRW24:      MOV   R0,#8
WRITE_TRW24_0:    JB    ACC.7,WRITE1
                  CLR   DAT
                  JMP   WRITE_TRW2
WRITE1:           SETB  DAT
WRITE_TRW2:       CLR   CLK
                  NOP
                  NOP
                  NOP
                  SETB  CLK
                  NOP
                  NOP
                  NOP
                  RL    A
                  DJNZ  R0,WRITE_TRW24_0
                  RET


;*********************************************************************
;           Delay time 1ms
;*********************************************************************

DELAY_1ms:        MOV   R6,#0E6H     ; Each loop = 1 ms
DELAY_1ms_1:      NOP
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                NOP
                DJNZ  R6,DELAY_1ms_1
                RET

;*********************************************************************
;           Delay time 100ms
;*********************************************************************

DELAY_100ms:      MOV   R7,#100      ; Do 100 times
DELAY_100ms_1:    MOV   R6,#0E6H     ; Each loop = 1 ms
DELAY_100ms_2:    NOP
                  NOP
                  DJNZ  R6,DELAY_100ms_2
                  DJNZ  R7,DELAY_100ms_1
                  RET

;*********************************************************************
;           Delay time 1s
;*********************************************************************

DELAY_1s:   MOV   R5,#0AH
DELAY_1s_1: CALL  DELAY_100ms
            DJNZ  R5,DELAY_1s_1
            RET
;*********************************************************************
;           Delay time 10s
;*********************************************************************
DELAY_10S:  CALL  DELAY_1s
            CALL  DELAY_1s
            CALL  DELAY_1s
            CALL  DELAY_1s
            CALL  DELAY_1s
            CALL  DELAY_1s
            CALL  DELAY_1s
            CALL  DELAY_1s
            CALL  DELAY_1s
            CALL  DELAY_1s
            RET


;*********************************************************************
;           Delay time 20s
;*********************************************************************

DELAY_20S:  CALL  DELAY_10S
            CALL  DELAY_10S

            RET

;*********************************************************************
;           Delay time 1 MIN
;*********************************************************************

DELAY_1M:   CALL  DELAY_20S
            CALL  DELAY_20S
            CALL  DELAY_20S
            RET

;*********************************************************************
;           Delay time 1 MIN
;*********************************************************************
DELAY_1MIN: MOV   52H,#00
BOW3:       MOV   51H,#00
BOW2:       MOV   50H,#00
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
BOW1:       DJNZ  50H,BOW1
            DJNZ  51H,BOW2
            DJNZ  52H,BOW3

            MOV   55H,#167
COW3:       MOV   54H,#255
COW2:       MOV   53H,#255
COW1:       DJNZ  53H,COW1
            DJNZ  54H,COW2
            DJNZ  55H,COW3

            MOV   57H,#183
DOW2:       MOV   56H,#255
DOW1:       DJNZ  56H,DOW1
            DJNZ  57H,DOW2

            MOV   58H,#152
EOW1:       DJNZ  58H,EOW1

            RET

;*********************************************************************
;           Delay time 5 MIN
;*********************************************************************
DELAY_5MIN: MOV   69H,#8
CAT4:       MOV   68H,#255
CAT3:       MOV   67H,#255
CAT2:       MOV   66H,#255
CAT1:       DJNZ  66H,CAT1
            DJNZ  67H,CAT2
            DJNZ  68H,CAT3
            DJNZ  69H,CAT4

            MOV   65H,#73
RAT3:       MOV   64H,#255
RAT2:       MOV   63H,#255
RAT1:       DJNZ  63H,RAT1
            DJNZ  64H,RAT2
            DJNZ  65H,RAT3

            MOV   62H,#154
BAT2:       MOV   61H,#255
BAT1:       DJNZ  61H,BAT1
            DJNZ  62H,BAT2

            MOV   60H,#122
HAT1:       DJNZ  60H,HAT1

            RET

;*********************************************************************
;           Delay time 10 MIN
;*********************************************************************
DELAY_10MIN:      CALL  DELAY_5MIN
                  CALL  DELAY_5MIN
                  RET


;*********************************************************************
;           Delay time 15 MIN
;*********************************************************************
DELAY_15MIN:      CALL  DELAY_5MIN
                  CALL  DELAY_5MIN
                  CALL  DELAY_5MIN
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            RET

;*********************************************************************
;           Delay time 20 MIN
;*********************************************************************
DELAY_20MIN:        CALL  DELAY_5MIN
                    CALL  DELAY_5MIN
                    CALL  DELAY_5MIN
                    CALL  DELAY_5MIN
                    RET
;*********************************************************************
;           Define Config Header TX for TRW
;*********************************************************************

CONFIG_TEST_TX:           DB 8EH,08H,1CH
CONFIG_LEN2_TX:           DB 08H
CONFIG_LEN1_TX:           DB 08H
CONFIG_ADDR2_TX:          DB 0C0H,0AAH,55H,0AAH,55H
CONFIG_ADDR1_TX:          DB 0AAH,55H,0AAH,55H,0AAH
CONFIG_NUMADDR_TX:        DB 0A3H
CONFIG_RF_TX:             DB 4FH
CONFIG_CH_TX:             DB 3AH ;TX

;*********************************************************************
;           Define Config Header RX for TRW
;*********************************************************************

CONFIG_TEST_RX:           DB 8EH,08H,1CH
CONFIG_LEN2_RX:           DB 08H
CONFIG_LEN1_RX:           DB 08H
CONFIG_ADDR2_RX:          DB 0C0H,0AAH,55H,0AAH,55H
CONFIG_ADDR1_RX:          DB 0AAH,55H,0AAH,55H,0AAH
CONFIG_NUMADDR_RX:        DB 0A3H
CONFIG_RF_RX:             DB 4FH
CONFIG_CH_RX:             DB 3BH ;RX


            END
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;*********************************************************************
;     Meteorological Programm for MASTER
;*********************************************************************
CE          BIT   P2.3              ;Set TRW Pin

CS          BIT   P2.4
CLK         BIT   P2.5
DAT         BIT   P2.6
DR1         BIT   P2.7



TEMP_M1     EQU   30H
TEMP_L1     EQU   31H
HUMI_M1     EQU   32H
HUMI_L1     EQU   33H

TEMP_M2     EQU   34H
TEMP_L2     EQU   35H
HUMI_M2     EQU   36H
HUMI_L2     EQU   37H

CHECK1      EQU   38H
CHECK2      EQU   39H

SLAVE1_T1   EQU   40H
SLAVE1_T2   EQU   41H
SLAVE1_T3   EQU   42H
SLAVE1_T4   EQU   43H
SLAVE1_H1   EQU   44H
SLAVE1_H2   EQU   45H
SLAVE1_H3   EQU   46H
SLAVE1_H4   EQU   47H

SLAVE2_T1   EQU   48H
SLAVE2_T2   EQU   49H
SLAVE2_T3   EQU   4AH
SLAVE2_T4   EQU   4BH
SLAVE2_H1   EQU   4CH
SLAVE2_H2   EQU   4DH
SLAVE2_H3   EQU   4EH
SLAVE2_H4   EQU   4FH

            ORG   0000H

            MOV   SCON,#50H
      ;     MOV   PCON,#00H
            MOV   TCON,#69H
            MOV   TMOD,#20H
            MOV   TH1,#0FDH
            SETB  TR1

            MOV   P2,#0FFH
;*********************************************************************
;           MAIN RX
;*********************************************************************
            CALL  DELAY_1ms         ; DELAY FOR VDD OFF TO STANDBY

            CALL  INIT
            CALL  SETMODE_RX

MAIN:       MOV   TEMP_M1,#00H
            MOV   TEMP_L1,#00H
            MOV   HUMI_M1,#00H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            MOV   HUMI_L1,#00H

            MOV   TEMP_M2,#00H
            MOV   TEMP_L2,#00H
            MOV   HUMI_M2,#00H
            MOV   HUMI_L2,#00H

            MOV   CHECK1,#00H
            MOV   CHECK2,#00H

            MOV   SLAVE1_T1,#00H
            MOV   SLAVE1_T2,#00H
            MOV   SLAVE1_T3,#00H
            MOV   SLAVE1_T4,#00H
            MOV   SLAVE1_H1,#00H
            MOV   SLAVE1_H2,#00H
            MOV   SLAVE1_H3,#00H
            MOV   SLAVE1_H4,#00H

            MOV   SLAVE2_T1,#00H
            MOV   SLAVE2_T2,#00H
            MOV   SLAVE2_T3,#00H
            MOV   SLAVE2_T4,#00H
            MOV   SLAVE2_H1,#00H
            MOV   SLAVE2_H2,#00H
            MOV   SLAVE2_H3,#00H
            MOV   SLAVE2_H4,#00H


            JNB   DR1,$
            CALL  READ_TRW24
            CJNE  A,#0AH,SLAVE2     ; CHECK WHICH SLAVE ARE THEY FROM?

            MOV   CHECK1,#00000001B
            CALL  SAVE1             ; SAVE SLAVE1 DATA
            CALL  CONVERT1          ; CONVERT SLAVE1 DATA TO ASCII
            CALL  TO_COM1           ; SEND SLAVE1 DATA TO COM
            LJMP  MAIN              ; END FOR SLAVE1

SLAVE2:     CJNE  A,#0A0H,MAIN      ; CHECK WHICH SLAVE ARE THEY FROM?

            MOV   CHECK2,#00000001B
            CALL  SAVE2             ; SAVE SLAVE2 DATA
            CALL  CONVERT2          ; CONVERT SLAVE2 DATA TO ASCII
            CALL  TO_COM2           ; SEND SLAVE2 DATA TO COM

            LJMP  MAIN              ; END FOR SLAVE2


;*************************************************************************
;           SAVE SLAVE#1 DATA
;*************************************************************************
SAVE1:      JNB   DR1,$
            CALL  READ_TRW24
            MOV   TEMP_M1,A

            JNB   DR1,$
            CALL  READ_TRW24
            MOV   TEMP_L1,A

            JNB   DR1,$
            CALL  READ_TRW24
            MOV   HUMI_M1,A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            JNB   DR1,$
            CALL  READ_TRW24
            MOV   HUMI_L1,A

            RET

;*****************************************************************************
;           SEND SLAVE#1 DATA TO COMPUTER
;*****************************************************************************

TO_COM1:    MOV   A,#23H              ; SLAVE1 DATA HEADER
            MOV   SBUF,A
            JNB   TI,$
            CLR   TI

            MOV   A,SLAVE1_T1 ;
            MOV   SBUF,A
            JNB   TI,$
            CLR   TI

            MOV   A,SLAVE1_T2
            MOV   SBUF,A
            JNB   TI,$
            CLR   TI

            MOV   A,SLAVE1_T3
            MOV   SBUF,A
            JNB   TI,$
            CLR   TI

            MOV   A,SLAVE1_T4
            MOV   SBUF,A
            JNB   TI,$
            CLR   TI


            MOV   A,SLAVE1_H1
            MOV   SBUF,A
            JNB   TI,$
            CLR   TI

            MOV   A,SLAVE1_H2
            MOV   SBUF,A
            JNB   TI,$
            CLR   TI

            MOV   A,SLAVE1_H3
            MOV   SBUF,A
            JNB   TI,$
            CLR   TI

            MOV   A,SLAVE1_H4
            MOV   SBUF,A
            JNB   TI,$
            CLR   TI

            MOV   A,#23H
            MOV   SBUF,A
            JNB   TI,$
            CLR   TI


            RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;*****************************************************************************
;            SAVE SLAVE#2 DATA
;*****************************************************************************
SAVE2:              JNB   DR1,$
                CALL  READ_TRW24
                MOV   TEMP_M2,A

                JNB   DR1,$
                CALL  READ_TRW24
                MOV   TEMP_L2,A

                JNB   DR1,$
                CALL  READ_TRW24
                MOV   HUMI_M2,A

                JNB   DR1,$
                CALL  READ_TRW24
                MOV   HUMI_L2,A

                RET

;*****************************************************************************
;            SEND SLAVE#2 DATA TO COMPUTER
;*****************************************************************************

TO_COM2:        MOV   A,#2AH                ; SLAVE2 DATA HEADER
                MOV   SBUF,A
                JNB   TI,$
                CLR   TI

                MOV   A,SLAVE2_T1 ; SEND ASCII
                MOV   SBUF,A
                JNB   TI,$
                CLR   TI

                MOV   A,SLAVE2_T2 ;
                MOV   SBUF,A
                JNB   TI,$
                CLR   TI

                MOV   A,SLAVE2_T3 ;
                MOV   SBUF,A
                JNB   TI,$
                CLR   TI

                MOV   A,SLAVE2_T4 ;
                MOV   SBUF,A
                JNB   TI,$
                CLR   TI


                MOV   A,SLAVE2_H1
                MOV   SBUF,A
                JNB   TI,$
                CLR   TI

                MOV   A,SLAVE2_H2
                MOV   SBUF,A
                JNB   TI,$
                CLR   TI

                MOV   A,SLAVE2_H3
                MOV   SBUF,A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                JNB     TI,$
                CLR     TI

                MOV     A,SLAVE2_H4
                MOV     SBUF,A
                JNB     TI,$
                CLR     TI

                MOV     A,#2AH
                MOV     SBUF,A
                JNB     TI,$
                CLR     TI

                RET

;*******************************************************************************
;               CONVERT DATA TO ASCII
;*******************************************************************************
CONVERT:        CJNE    A,#00H,AS1
                MOV     A,#30H
                RET

AS1:            CJNE    A,#01H,AS2
                MOV     A,#31H
                RET

AS2:            CJNE    A,#02H,AS3
                MOV     A,#32H
                RET

AS3:            CJNE    A,#03H,AS4
                MOV     A,#33H
                RET

AS4:            CJNE    A,#04H,AS5
                MOV     A,#34H
                RET

AS5:            CJNE    A,#05H,AS6
                MOV     A,#35H
                RET

AS6:            CJNE    A,#06H,AS7
                MOV     A,#36H
                RET

AS7:            CJNE    A,#07H,AS8
                MOV     A,#37H
                RET

AS8:            CJNE    A,#08H,AS9
                MOV     A,#38H
                RET

AS9:            CJNE    A,#09H,AS10
                MOV     A,#39H
                RET

AS10:           CJNE    A,#0AH,AS11
                MOV     A,#41H
                RET

AS11:           CJNE    A,#0BH,AS12
                MOV     A,#42H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            RET

AS12:       CJNE  A,#0CH,AS13
            MOV   A,#43H
            RET

AS13:       CJNE  A,#0DH,AS14
            MOV   A,#44H
            RET

AS14:       CJNE  A,#0EH,AS15
            MOV   A,#45H
            RET

AS15:       CJNE  A,#0FH,FINISH
            MOV   A,#46H


FINISH:           RET

;*************************************************************************
;           CONVERT SLAVE#1 DATA TO ASCII
;*************************************************************************
CONVERT1:   MOV   A,TEMP_M1    ; M1 HIGH TO T1
            SWAP  A            ; HIGH NIBBLE TO LOW NIBBLE
            CLR   ACC.7
            CLR   ACC.6
            CLR   ACC.5
            CLR   ACC.4
            CALL  CONVERT
            MOV   SLAVE1_T1,A

            MOV   A,TEMP_M1    ; M1 LOW TO T2
            CLR   ACC.7
            CLR   ACC.6
            CLR   ACC.5
            CLR   ACC.4
            CALL  CONVERT
            MOV   SLAVE1_T2,A

            MOV   A,TEMP_L1    ; L1 HIGH TO T3
            SWAP  A            ; HIGH NIBBLE TO LOW NIBBLE
            CLR   ACC.7
            CLR   ACC.6
            CLR   ACC.5
            CLR   ACC.4
            CALL  CONVERT
            MOV   SLAVE1_T3,A

            MOV   A,TEMP_L1    ; L1 LOW TO T4
            CLR   ACC.7
            CLR   ACC.6
            CLR   ACC.5
            CLR   ACC.4
            CALL  CONVERT
            MOV   SLAVE1_T4,A



            MOV   A,HUMI_M1    ; M1 HIGH TO H1
            SWAP  A            ; HIGH NIBBLE TO LOW NIBBLE
            CLR   ACC.7
            CLR   ACC.6
            CLR   ACC.5
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            CLR   ACC.4
            CALL  CONVERT
            MOV   SLAVE1_H1,A

            MOV   A,HUMI_M1    ; M1 LOW TO H2
            CLR   ACC.7
            CLR   ACC.6
            CLR   ACC.5
            CLR   ACC.4
            CALL  CONVERT
            MOV   SLAVE1_H2,A

            MOV   A,HUMI_L1    ; L1 HIGH TO H3
            SWAP  A            ; HIGH NIBBLE TO LOW NIBBLE
            CLR   ACC.7
            CLR   ACC.6
            CLR   ACC.5
            CLR   ACC.4
            CALL  CONVERT
            MOV   SLAVE1_H3,A

            MOV   A,HUMI_L1    ; L1 LOW TO H4
            CLR   ACC.7
            CLR   ACC.6
            CLR   ACC.5
            CLR   ACC.4
            CALL  CONVERT
            MOV   SLAVE1_H4,A

            RET

;*************************************************************************
;           CONVERT SLAVE#2 DATA TO ASCII
;*************************************************************************
CONVERT2:   MOV   A,TEMP_M2    ; M2 HIGH TO T1
            SWAP  A            ; HIGH NIBBLE TO LOW NIBBLE
            CLR   ACC.7
            CLR   ACC.6
            CLR   ACC.5
            CLR   ACC.4
            CALL  CONVERT
            MOV   SLAVE2_T1,A

            MOV   A,TEMP_M2    ; M2 LOW TO T2
            CLR   ACC.7
            CLR   ACC.6
            CLR   ACC.5
            CLR   ACC.4
            CALL  CONVERT
            MOV   SLAVE2_T2,A

            MOV   A,TEMP_L2    ; L2 HIGH TO T3
            SWAP  A            ; HIGH NIBBLE TO LOW NIBBLE
            CLR   ACC.7
            CLR   ACC.6
            CLR   ACC.5
            CLR   ACC.4
            CALL  CONVERT
            MOV   SLAVE2_T3,A

            MOV   A,TEMP_L2    ; L2 LOW TO T4
            CLR   ACC.7
            CLR   ACC.6
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        CLR   ACC.5
        CLR   ACC.4
        CALL  CONVERT
        MOV   SLAVE2_T4,A


        MOV   A,HUMI_M2    ; M2 HIGH TO H1
        SWAP  A            ; HIGH NIBBLE TO LOW NIBBLE
        CLR   ACC.7
        CLR   ACC.6
        CLR   ACC.5
        CLR   ACC.4
        CALL  CONVERT
        MOV   SLAVE2_H1,A

        MOV   A,HUMI_M2    ; M2 LOW TO H2
        CLR   ACC.7
        CLR   ACC.6
        CLR   ACC.5
        CLR   ACC.4
        CALL  CONVERT
        MOV   SLAVE2_H2,A

        MOV   A,HUMI_L2    ; L2 HIGH TO H3
        SWAP  A            ; HIGH NIBBLE TO LOW NIBBLE
        CLR   ACC.7
        CLR   ACC.6
        CLR   ACC.5
        CLR   ACC.4
        CALL  CONVERT
        MOV   SLAVE2_H3,A

        MOV   A,HUMI_L2    ; L2 LOW TO H4
        CLR   ACC.7
        CLR   ACC.6
        CLR   ACC.5
        CLR   ACC.4
        CALL  CONVERT
        MOV   SLAVE2_H4,A


        RET


;*************************************************************************
;           SHOW SLAVE#1 DATA
;*************************************************************************
SHOW1:  MOV   P0,#11001111B     ; SHOW SLAVE1 DATA
        CALL  DELAY_1s
        CALL  DELAY_1s

        MOV   P0,TEMP_M1
        CALL  DELAY_1s
        CALL  DELAY_1s
        CALL  DELAY_1s
        CALL  DELAY_1s

        MOV   P0,TEMP_L1
        CALL  DELAY_1s
        CALL  DELAY_1s
        CALL  DELAY_1s
        CALL  DELAY_1s
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            MOV   P0,HUMI_M1
            CALL  DELAY_1s
            CALL  DELAY_1s
            CALL  DELAY_1s
            CALL  DELAY_1s

            MOV   P0,HUMI_L1
            CALL  DELAY_1s
            CALL  DELAY_1s
            CALL  DELAY_1s
            CALL  DELAY_1s

            RET
;*************************************************************************
;           SHOW SLAVE#1 DATA ASCII
;*************************************************************************
SHOW_ASCII1:MOV   P0,#11000011B     ; SHOW SLAVE2 DATA
            CALL  DELAY_1s
            CALL  DELAY_1s

            MOV   P0,SLAVE1_T1
            CALL  DELAY_1s
            CALL  DELAY_1s
            CALL  DELAY_1s
            CALL  DELAY_1s

            MOV   P0,SLAVE1_T2
            CALL  DELAY_1s
            CALL  DELAY_1s
            CALL  DELAY_1s
            CALL  DELAY_1s

            MOV   P0,SLAVE1_T3
            CALL  DELAY_1s
            CALL  DELAY_1s
            CALL  DELAY_1s
            CALL  DELAY_1s

            MOV   P0,SLAVE1_T4
            CALL  DELAY_1s
            CALL  DELAY_1s
            CALL  DELAY_1s
            CALL  DELAY_1s


            MOV   P0,SLAVE1_H1
            CALL  DELAY_1s
            CALL  DELAY_1s
            CALL  DELAY_1s
            CALL  DELAY_1s

            MOV   P0,SLAVE1_H2
            CALL  DELAY_1s
            CALL  DELAY_1s
            CALL  DELAY_1s
            CALL  DELAY_1s

            MOV   P0,SLAVE1_H3
            CALL  DELAY_1s
            CALL  DELAY_1s
            CALL  DELAY_1s
            CALL  DELAY_1s

            MOV   P0,SLAVE1_H4
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            CALL  DELAY_1s
            CALL  DELAY_1s
            CALL  DELAY_1s
            CALL  DELAY_1s

            RET
;*******************************************************************************
;           SHOW SLAVE#2 DATA
;*******************************************************************************
SHOW2:      MOV   P0,#11110011B     ; SHOW SLAVE2 DATA
            CALL  DELAY_1s

            MOV   P0,TEMP_M2
            CALL  DELAY_1s
            CALL  DELAY_1s
            CALL  DELAY_1s
            CALL  DELAY_1s

            MOV   P0,TEMP_L2
            CALL  DELAY_1s
            CALL  DELAY_1s
            CALL  DELAY_1s
            CALL  DELAY_1s

            MOV   P0,HUMI_M2
            CALL  DELAY_1s
            CALL  DELAY_1s
            CALL  DELAY_1s
            CALL  DELAY_1s

            MOV   P0,HUMI_L2
            CALL  DELAY_1s
            CALL  DELAY_1s
            CALL  DELAY_1s
            CALL  DELAY_1s

            RET

;*******************************************************************************
;           SHOW SLAVE#1 DATA ASCII
;*******************************************************************************
SHOW_ASCII2:    MOV   P0,#11000011B     ; SHOW SLAVE2 DATA
            CALL  DELAY_1s
            CALL  DELAY_1s

            MOV   P0,SLAVE2_T1
            CALL  DELAY_1s
            CALL  DELAY_1s
            CALL  DELAY_1s
            CALL  DELAY_1s

            MOV   P0,SLAVE2_T2
            CALL  DELAY_1s
            CALL  DELAY_1s
            CALL  DELAY_1s
            CALL  DELAY_1s

            MOV   P0,SLAVE2_T3
            CALL  DELAY_1s
            CALL  DELAY_1s
            CALL  DELAY_1s
            CALL  DELAY_1s
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            MOV   P0,SLAVE2_T4
            CALL  DELAY_1s
            CALL  DELAY_1s
            CALL  DELAY_1s
            CALL  DELAY_1s


            MOV   P0,SLAVE2_H1
            CALL  DELAY_1s
            CALL  DELAY_1s
            CALL  DELAY_1s
            CALL  DELAY_1s

            MOV   P0,SLAVE2_H2
            CALL  DELAY_1s
            CALL  DELAY_1s
            CALL  DELAY_1s
            CALL  DELAY_1s

            MOV   P0,SLAVE2_H3
            CALL  DELAY_1s
            CALL  DELAY_1s
            CALL  DELAY_1s
            CALL  DELAY_1s

            MOV   P0,SLAVE2_H4
            CALL  DELAY_1s
            CALL  DELAY_1s
            CALL  DELAY_1s
            CALL  DELAY_1s

            MOV   P0,#00H

            RET
;*************************************************************************
;           Initial     for use TRW Channel1
;*************************************************************************

INIT:       CLR   CE
            CLR   CS
            CLR   DAT
            CLR   CLK
            RET

;*************************************************************************
;           Function Config for TRW TX
;*************************************************************************

SETMODE_TX:         CLR   CE
                    SETB  CS                    ; ENABLE SETTING
                    CLR   A
                    MOV   R1,#18                    ;18*8 = 144bit
SETMODE_0_TX:       MOV   DPTR,#CONFIG_TEST_TX      ;Set Header
                    PUSH  ACC
                    MOVC  A,@A+DPTR
                    CALL  WRITE_TRW24
                    POP   ACC
                    INC   A
                    DJNZ  R1,SETMODE_0_TX
                    SETB  DAT
                    SETB  DR1
                    SETB  CE
                    CLR   CS
                    RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;*****************************************************************************
;           Function Config for TRW RX
;*****************************************************************************

SETMODE_RX:
                    CLR   CE
                    SETB  CS
                    CLR   A
                    MOV   R1,#18                    ;18*8 = 144bit
SETMODE_0_RX:       MOV   DPTR,#CONFIG_TEST_RX      ;Set Header
                    PUSH  ACC
                    MOVC  A,@A+DPTR
                    CALL  WRITE_TRW24
                    POP   ACC
                    INC   A
                    DJNZ  R1,SETMODE_0_RX
                    SETB  DAT
                    SETB  DR1
                    SETB  CE
                    CLR   CS
                    RET

;*****************************************************************************
;           Function Send Address+DATA to Receiver
;*****************************************************************************

SEND_TRW:     CLR   CS
              SETB  CE          ; ENABLE SEND MODE
              PUSH  ACC         ; SAVE DATA BEFOR
              CLR   A
              MOV   R1,#5             ; 5 BYTE ADDR 4 DATA 1
SEND_TRW_0:   MOV   DPTR,#CONFIG_ADDR1_TX ; ADDR
              PUSH  ACC
              MOVC  A,@A+DPTR
              CALL  WRITE_TRW24       ; WRITE LOOP
              POP   ACC
              INC   A
              DJNZ  R1,SEND_TRW_0
              POP   ACC         ; DATA
              CALL  WRITE_TRW24
              CLR   CLK
              CLR   CE
              CLR   DAT
              CALL  DELAY_1ms   ; Tsby2txSB
              CALL  DELAY_1ms   ; Toa  = TIME ON AIR
              RET


;*****************************************************************************
;           READ 8 bit DATA from TRW
;*****************************************************************************

READ_TRW24:         CLR   A
                    MOV   R0,#8
READ_TRW24_0:       RL    A
                    SETB  CLK
                    JB    DAT,READ_1
                    CLR   ACC.0
                    JMP   READ_TRW24_1
READ_1:             SETB  ACC.0
READ_TRW24_1:       CLR   CLK
                    DJNZ  R0,READ_TRW24_0
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            RET

;*****************************************************************************
;           Write 8 bit to DATA pin
;*****************************************************************************

WRITE_TRW24:        MOV   R0,#8
WRITE_TRW24_0:      JB    ACC.7,WRITE1
                    CLR   DAT
                    JMP   WRITE_TRW2
WRITE1:             SETB  DAT
WRITE_TRW2:         CLR   CLK
                    NOP
                    NOP
                    NOP
                    SETB  CLK
                    NOP
                    NOP
                    NOP

                    RL    A
                    DJNZ  R0,WRITE_TRW24_0
                    RET


;*****************************************************************************
;           Delay time 1ms
;*****************************************************************************

DELAY_1ms:          MOV   R6,#0E6H     ; Each loop = 1 ms
DELAY_1ms_1:        NOP
                    NOP
                    DJNZ  R6,DELAY_1ms_1
                    RET

;*****************************************************************************
;           Delay time 100ms
;*****************************************************************************

DELAY_100ms:        MOV   R7,#100      ; Do 100 times
DELAY_100ms_1:      MOV   R6,#0E6H     ; Each loop = 1 ms
DELAY_100ms_2:      NOP
                    NOP
                    DJNZ  R6,DELAY_100ms_2
                    DJNZ  R7,DELAY_100ms_1
                    RET

;*****************************************************************************
;           Delay time 1s
;*****************************************************************************

DELAY_1s:           MOV   R5,#0AH
DELAY_1s_1:         CALL  DELAY_100ms
                    DJNZ  R5,DELAY_1s_1
                    RET

;*****************************************************************************
;           Define Config Header TX for TRW
;*****************************************************************************

CONFIG_TEST_TX:     DB 8EH,08H,1CH
CONFIG_LEN2_TX:     DB 08H
CONFIG_LEN1_TX:     DB 08H
CONFIG_ADDR2_TX:    DB 0C0H,0AAH,55H,0AAH,55H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
CONFIG_ADDR1_TX:        DB 0AAH,55H,0AAH,55H,0AAH
CONFIG_NUMADDR_TX:      DB 0A3H
CONFIG_RF_TX:           DB 4FH
CONFIG_CH_TX:           DB 3AH ;TX

;*************************************************************************
;           Define Config Header RX for TRW
;*************************************************************************

CONFIG_TEST_RX:         DB 8EH,08H,1CH
CONFIG_LEN2_RX:         DB 08H
CONFIG_LEN1_RX:         DB 08H
CONFIG_ADDR2_RX:        DB 0C0H,0AAH,55H,0AAH,55H
CONFIG_ADDR1_RX:        DB 0AAH,55H,0AAH,55H,0AAH
CONFIG_NUMADDR_RX:      DB 0A3H
CONFIG_RF_RX:           DB 4FH
CONFIG_CH_RX:           DB 3BH ;RX


END
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฟอร์มวัดค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์

```
using System;
using System.Collections.Generic;
using System.ComponentModel;
using System.Data;
using System.Drawing;
using System.Text;
using System.Windows.Forms;
using System.IO.Ports;
using System.Globalization;
using System.Threading;
using System.Data.OleDb;

namespace Project_V2
{
    public partial class frmCal : Form
    {
        SerialPort port;
        string t,t2,t1,t3,hum1,hum2;
        public frmCal()
        {
            InitializeComponent();
            port = new SerialPort();
            port.PortName = "COM1";
            port.BaudRate = 9600;
            port.Parity = Parity.None;
            port.DataBits = 8;
            port.StopBits = StopBits.One;
            port.Open();
            //attach a method to be called when there is data waiting
in the port's buffer
            port.DataReceived += new
SerialDataReceivedEventHandler(serial_DataReceived);
        }


        private void frmCal_Load(object sender, EventArgs e)
        {
           timer1.Enabled = true;
        }

        private void serial_DataReceived(object sender,
           System.IO.Ports.SerialDataReceivedEventArgs e)
        {   // Event for receiving data
            // Read the buffer to text box.
            this.Invoke(new EventHandler(DisplayText));
        }

        private string a, c = "";
        private string rx;
        private void DisplayText(object sender, EventArgs e)
        {
            //นำข้อมูลที่อยู่ในอินพุท บัฟเฟอร์ทิ้งหมดออกมา
            rx = rx + port.ReadExisting();
            Checking();
        }

        private string q,q1;
        private void Checking()
        {
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        if (rx.Length == 10)
        {
            a = rx;
            c = c + a;
            string b = c.Substring(0, 1);
            string b1 = c.Substring(9, 1);
            {
                if ((b == "#") && (b1 == "#"))
                {
                    t = t + c;
                    txtRx1.Text = t;
                    q = "Location1";
                    meas1();
                }

                else if ((b == "*") && (b1 == "*"))
                {
                    t3 = t3 + c;
                    txtRx2.Text = t3;
                    q1 = "Location2";
                    meas2();
                }

                else
                {
                    MessageBox.Show("ข้อมูลไม่ถูก");

                }

            }
        }
    }


    private void meas1()
    {
        timer1.Start();

        string r = c.Remove(0, 1);
        string r1 = r.Remove(8, 1);
        string c1 = r1.Remove(4, 4);
        string t1 = c1;
        int i = Int32.Parse(t1, NumberStyles.HexNumber);
        float y = Convert.ToSingle(i);
        cal_t1(y);

        string c2 = r1.Remove(0, 4);
        string h = c2;
        int j = Int32.Parse(h, NumberStyles.HexNumber);
        float g = Convert.ToSingle(j);
        cal_hu1(g);
       txtTim1.Text = DateTime.Now.ToLongTimeString();
        AddtodataBase1();



    }
    private void cal_t1(float x)
    {
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        temp1 = (0.01f * x) - 39.66f;
        t1 = temp1.ToString();
      txtTemp1.Text = t1;
      m = txtTemp1.Text;

  }

  private float temp1;
  private void cal_hu1(float humi_d)
  {
      const float c1 = -4.0f;       //for 12 bit
      const float c2 = 0.0405f;
      const float c3 = -0.0000028f;
      const float t1 = 0.01f;  //for 14 bit 3v
      const float t2 = 0.00008f;
      float rh_linear, rh_true;

      rh_linear = c1 + (c2 * humi_d) + (c3 * humi_d * humi_d);
      rh_true = (temp1 - 25) * (t1 + t2 * humi_d) + rh_linear;
      hum1 = rh_true.ToString();
      txtHumi1.Text = hum1;
       k = txtHumi1.Text;
  }

  private void meas2()
  {
      string r = c.Remove(0, 1);
      string r1 = r.Remove(8, 1);
      string c1 = r1.Remove(4, 4);
      string t1 = c1;
      int i = Int32.Parse(t1, NumberStyles.HexNumber);
      float y = Convert.ToSingle(i);
      cal_t2(y);


      string c2 = r1.Remove(0, 4);
      string h = c2;
      int j = Int32.Parse(h, NumberStyles.HexNumber);
      float g = Convert.ToSingle(j);
      cal_hu2(g);
      txtTim2.Text = DateTime.Now.ToLongTimeString();
     AddtodataBase2();
  }

  private void cal_t2(float x)
  {
      temp2 = (0.01f * x) - 39.66f;
      t2 = temp2.ToString();
      txtTemp2.Text = t2;
      m = txtTemp2.Text;


  }

  private float temp2;
  private void cal_hu2(float humi_d)
  {
      const float c1 = -4.0f;       //for 12 bit
      const float c2 = 0.0405f;
      const float c3 = -0.0000028f;
      const float t1 = 0.01f; //for 14 bit 3v
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        const float t2 = 0.00008f;
        float rh_linear, rh_true;

        rh_linear = c1 + (c2 * humi_d) + (c3 * humi_d * humi_d);
        rh_true = (temp2 - 25) * (t1 + t2 * humi_d) + rh_linear;
        hum2 = rh_true.ToString();
        txtHumi2.Text = hum2;
         k = txtHumi2.Text;
    }

    private void ClearAll1()
    {
        txtRx1.Text = "";
        txtTemp1.Text = "";
        txtHumi1.Text = "";
        txtTim1.Text = "";
        c = "";
        rx = "";
        t = "";
        t3 = "";

        this.Invoke(new EventHandler(DisplayText));
        txtHumi1.Text = hum1;
        txtTemp1.Text = t1;
        txtTim1.Text = DateTime.Now.ToLongTimeString();
        txtRx1.Text = "Location1";

    }

    private void ClearAll2()
    {
        txtRx2.Text = "";
        txtTemp2.Text = "";
        txtHumi2.Text = "";
        txtTim2.Text = "";
        c = "";
        rx = "";
        t = "";
        t3 = "";

        this.Invoke(new EventHandler(DisplayText));
        txtHumi2.Text = hum2;
        txtTemp2.Text = t2;
        txtTim2.Text = DateTime.Now.ToLongTimeString();
        txtRx2.Text = "Location2";

    }

    private string k,m;
    private void AddtodataBase1()
    {
        string sql;
        string strConn = "Provider = Microsoft.Jet.OLEDB.4.0;" +
                "Data Source =D:\\c#project\\data.mdb";

        //กำหนดข้อความเชื่อมต่อฐานข้อมูล
        OleDbConnection conn = new OleDbConnection(strConn);

        string x = DateTime.Now.ToLongTimeString();
        string y = DateTime.Now.ToShortDateString();
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            sql = "INSERT INTO
 tblCollect(Sat,dat_mea,tim_mea,Temp_va,Humi_va)";
            sql += "VALUES('" + q + "',";
            sql += "'" + y + "',";
            sql += "'" + x + "',";
            sql += "'" + m + "',";
            sql += "'" + k + "')";

            //สร้างแบบใช้ command(Connection)
            OleDbCommand cmd = new OleDbCommand();


            try
            {
                //ตรวจสอบสถานะการเชื่อมต่อเดิมของ conn
                //ถ้ามีการเชื่อมต่อเดิมอยู่
                if (conn.State == ConnectionState.Open)
                {
                    conn.Close();//ปิดการเชื่อมต่อเดิมก่อน
                }
                conn.Open(); //เปิดการเชื่อมต่อ
                cmd = new OleDbCommand(sql, conn);
                cmd.ExecuteNonQuery();

            }
            catch (Exception errToAdd)
            {
                MessageBox.Show("ไม่สามารถเพิ่มข้อมูลได้" + errToAdd.Message,
"ข้อผิดพลาด");
            }
            finally
            {
                conn.Close();
                ClearAll1();
            }


        }

        private void AddtodataBase2()
        {
            string sql;
            string strConn = "Provider = Microsoft.Jet.OLEDB.4.0;" +
                    "Data Source =D:\\c#project\\data.mdb";

            //กำหนดชื่อความเชื่อมต่อฐานข้อมูล
            OleDbConnection conn = new OleDbConnection(strConn);

            string x = DateTime.Now.ToLongTimeString();
            string y = DateTime.Now.ToShortDateString();


            sql = "INSERT INTO
 tblCollect(Sat,dat_mea,tim_mea,Temp_va,Humi_va)";
            sql += "VALUES('" + q1 + "',";
            sql += "'" + y + "',";
            sql += "'" + x + "',";
            sql += "'" + m + "',";
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            sql += "'" + k + "')";

            //สร้างเมทใช้ command(Connection)
            OleDbCommand cmd = new OleDbCommand();


            try
            {

                //ตรวจสอบสถานะการเชื่อมต่อเดิมของ conn
                //ถ้ามีการเชื่อมต่อเดิมอยู่
                if (conn.State == ConnectionState.Open)
                {
                    conn.Close();//ปิดการเชื่อมต่อเดิมก่อน
                }
                conn.Open(); //เปิดการเชื่อมต่อ
                cmd = new OleDbCommand(sql, conn);
                cmd.ExecuteNonQuery();
            }
            catch (Exception errToAdd)
            {
                MessageBox.Show("ไม่สามารถเพิ่มข้อมูลได้" + errToAdd.Message,
"ข้อผิดพลาด");
            }
            finally
            {
                conn.Close();
                ClearAll2();
            }
        }

    }
}
```

ฟอร์มแสดงตาราง

```
using System;
using System.Collections.Generic;
using System.ComponentModel;
using System.Data;
using System.Data.OleDb;
using System.Drawing;
using System.Text;
using System.Windows.Forms;
using System.Threading;
using ZedGraph;
using ZedGraphSample;


namespace Project_V2
{
    public partial class frmTable : Form
    {

        string strConn = "Provider=Microsoft.Jet.OleDb.4.0;" +
                         "Data Source =D:\\c#project\\data.mdb";
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        OleDbConnection conn = new OleDbConnection();


        public frmTable()
        {
           InitializeComponent();
        }

        private void frmTable_Load(object sender, EventArgs e)
        {

            try
            {
               string sqlresult = "SELECT * FROM tblCollect";
                conn.ConnectionString = strConn; //กำหนดชื่อคลาสเชื่อมต่อฐานข้อมูล
                if (conn.State == ConnectionState.Open)
                {
                    conn.Close();//ปิดการเชื่อมต่อเดิมก่อน
                }
                conn.Open(); //เปิดการเชื่อมต่อ

                OleDbDataAdapter daTable = new
OleDbDataAdapter(sqlresult, conn);
                DataSet dset = new DataSet();
                daTable.Fill(dset, "mydata");//ตั้งชื่อชุดข้อมูลว่า mydata
                //สั่งให้ daTable ใส่ข้อมูลลงใน  dset


                dataGrid1.DataSource = dset.Tables["mydata"];
                CustomDatagrid();

             }
            catch (Exception ex)
            {
                MessageBox.Show(ex.Message.ToString());
                dataGrid1.DataSource = null; // ล้างข้อมูล
            }
            finally
            {
                conn.Close();
            }
    }


     private void CustomDatagrid()
        {
            //ประกาศตัวแปรคลาสเอกต์ datagidtablestyte ชื่อ  grdTS
            DataGridTableStyle grdTS = new DataGridTableStyle();
            grdTS.MappingName = "mydata";
            grdTS.BackColor = Color.White;  //สีแถวคี่
            grdTS.AlternatingBackColor = Color.Khaki; // สีแถวคู่

            DataGridColumnStyle cs = new DataGridTextBoxColumn();
            cs.MappingName = "Sat";
            cs.HeaderText = " สถานที่";
            cs.Width = 150;
            cs.Alignment = HorizontalAlignment.Center;
            grdTS.GridColumnStyles.Add(cs);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            DataGridColumnStyle cs1 = new DataGridTextBoxColumn();
            cs1.MappingName = "Dat_mea";
            cs1.HeaderText = " วันที่";
            cs1.Width = 150;
            cs1.Alignment = HorizontalAlignment.Center;
            grdTS.GridColumnStyles.Add(cs1);

            DataGridColumnStyle cs2 = new DataGridTextBoxColumn();
            cs2.MappingName = "Tim_mea";
            cs2.HeaderText = " เวลา";
            cs2.Width = 150;
            cs2.Alignment = HorizontalAlignment.Center;
            grdTS.GridColumnStyles.Add(cs2);

            DataGridColumnStyle cs3 = new DataGridTextBoxColumn();
            cs3.MappingName = "Temp_va";
            cs3.HeaderText = " อุณหภูมิ";
            cs3.Width = 150;
            cs3.Alignment = HorizontalAlignment.Center;
            grdTS.GridColumnStyles.Add(cs3);

            DataGridColumnStyle cs4 = new DataGridTextBoxColumn();
            cs4.MappingName = "Humi_va";
            cs4.HeaderText = "ความชื้น";
            cs4.Width = 150;
            cs4.Alignment = HorizontalAlignment.Center;
            grdTS.GridColumnStyles.Add(cs4);

            dataGrid1.TableStyles.Add(grdTS);

        }



        private void button1_Click(object sender, EventArgs e)
        {
            ZedGraphSample.Form1 a = new ZedGraphSample.Form1();
            a.Show();
            a.Visible = true;
        }

        private void button2_Click(object sender, EventArgs e)
        {
            ZedGraphSample.Form2 b = new ZedGraphSample.Form2();
            b.Show();
            b.Visible = true;
        }

    }
}
```

ฟอร์มแสดงกราฟของค่าอุณหภูมิ

```
using System;
using System.Text;
using System.Collections.Generic;
using System.ComponentModel;
using System.Data;
using System.Data.OleDb;
using System.Drawing;
```

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
using System.Windows.Forms;
using ZedGraph;

namespace ZedGraphSample
{
      public partial class Form1 : Form
      {
        double[] arr;
        public Form1()
            {
              InitializeComponent();
            }

            private void Form1_Load( object sender, EventArgs e )
            {
                  CreateGraph( zg1 );
                  SetSize();
                  timer1.Enabled = true;
                  timer1.Start();
            }

            private void CreateGraph( ZedGraphControl zgc )
            {
            string constr = "Provider=Microsoft.Jet.OleDb.4.0;" +
                            "Data Source =D:\\c#project\\data.mdb";
            OleDbConnection conn = new OleDbConnection(constr);

            string sqlresult = "SELECT * FROM tblCollect ";
            OleDbDataAdapter daTable = new O
OleDbDataAdapter(sqlresult, conn);
            DataSet dset = new DataSet();
            daTable.Fill(dset, "mydat");

            arr = new double[dset.Tables["mydat"].Rows.Count];

            for (int i = 0; i < arr.Length; i++)
            {
              arr[i] =
Convert.ToDouble(dset.Tables["mydat"].Rows[i]["Temp_va"]);
            }

            //get a reference to the GraphPane
            GraphPane myPane = zgc.GraphPane;

            // Set the titles and axis labels
            myPane.Title.Text ="กราฟแสดงค่าอุณหภูมิที่วัดจากเซนเซอร์";
            myPane.XAxis.Title.Text = "ครั้งที่ทำการวัด";
            myPane.YAxis.Title.Text = "ค่าอุณหภูมิ(C)";

            PointPairList list = new PointPairList();

            for (int x = 0; x < arr.Length; x++)
            {
                list.Add(x+1,arr[x]);
            }

            //Add gridlines to the plot
            myPane.XAxis.MajorGrid.IsVisible = true;
            myPane.YAxis.MajorGrid.IsVisible = true;
            myPane.XAxis.MajorGrid.Color = Color.LightGray;
            myPane.YAxis.MajorGrid.Color = Color.LightGray;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            // Generate a blue curve with circle symbols
            LineItem myCurve = myPane.AddCurve( "ค่าคุณภูมิ", list,
Color.Blue,SymbolType.None );

            //filling the symbol with white
            myCurve.Symbol.Fill = new Fill( Color.White );

            // Fill the axis background with a color
            myPane.Chart.Fill = new Fill( Color.White,
Color.LightGoldenrodYellow, 45F );

            // Fill the pane background with a color gradient
            myPane.Fill = new Fill( Color.White, Color.FromArgb( 220,
220, 255 ), 45F );

            // Calculate the Axis Scale Ranges
            zgc.AxisChange();
          }

            private void Form1_Resize( object sender, EventArgs e )
            {
                SetSize();
            }

            private void SetSize()
            {
                zgl.Location = new Point( 10, 10 );
            // Leave a small margin around the outside of the control
                zgl.Size = new Size( this.ClientRectangle.Width -
20, this.ClientRectangle.Height - 20 );
            }


        private void timer1_Tick(object sender, EventArgs e)
        {
            CreateGraph(zg1);
        }
    }
}
```

ฟอร์มแสดงค่าความชื้นสัมพัทธ์

```
using System;
using System.Collections.Generic;
using System.ComponentModel;
using System.Data;
using System.Data.OleDb;
using System.Drawing;
using System.Text;
using System.Windows.Forms;
using ZedGraph;

namespace ZedGraphSample
{
    public partial class Form2 : Form
    {
        double[] arr;
        public Form2()
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        {
            InitializeComponent();
        }

        private void Form2_Load(object sender, EventArgs e)
        {
            CreateGraph(zedGraphControl1);
            SetSize();
            timer2.Enabled = true;
            timer2.Start();
            }

            private void CreateGraph( ZedGraphControl zgc )
            {
            string constr = "Provider=Microsoft.Jet.OleDb.4.0;" +
                            "Data Source =D:\\c#project\\data.mdb";
            OleDbConnection conn = new OleDbConnection(constr);

            string sqlresult = "SELECT * FROM tblCollect ";
            OleDbDataAdapter daTable = new
OleDbDataAdapter(sqlresult, conn);
            DataSet ds = new DataSet();
            daTable.Fill(ds, "mydata");

           arr = new double[ds.Tables["mydata"].Rows.Count];

           for(int i=0;i<arr.Length;i++)
           {
               arr[i] =
Convert.ToDouble(ds.Tables["mydata"].Rows[i]["Humi_va"]);
           }

           GraphPane myPane = zgc.GraphPane;

           // Set the titles and axis labels
           myPane.Title.Text = "กราฟแสดงค่าความชื้นที่วัดจากเซนเซอร์";
           myPane.XAxis.Title.Text = "ครั้งที่ทำการวัด";
           myPane.YAxis.Title.Text = "ความชื้นสัมพัทธ์";

           // Make up some data points from the Sine function
           PointPairList list = new PointPairList();

           for (int x = 0; x <arr.Length; x++)
           {
               list.Add(x+1,arr[x]);
           }

           //Add gridlines to the plot
           myPane.XAxis.MajorGrid.IsVisible = true;
           myPane.YAxis.MajorGrid.IsVisible = true;
           myPane.XAxis.MajorGrid.Color = Color.LightGray;
           myPane.YAxis.MajorGrid.Color = Color.LightGray;

           // Generate a blue curve with circle symbols, a
           LineItem myCurve = myPane.AddCurve( "ค่าความชื้น",list,
Color.Red,SymbolType.None );
           // Make the symbols opaque by filling them with white
           myCurve.Symbol.Fill = new Fill( Color.White );

           // Fill the axis background with a color gradient
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            myPane.Chart.Fill = new Fill( Color.White, Color.Bisque,
45F );
            // Fill the pane background with a color gradient
            myPane.Fill = new Fill( Color.White, Color.FromArgb( 220,
220, 255 ), 45F );

            // Calculate the Axis Scale Ranges
            zgc.AxisChange();
            }

            private void Form2_Resize( object sender, EventArgs e )
            {
                  SetSize();
            }

            private void SetSize()
            {
            zedGraphControl1.Location = new Point(10, 10);
            // Leave a small margin around the outside of the control
            zedGraphControl1.Size = new
Size(this.ClientRectangle.Width - 20, this.ClientRectangle.Height -
20);
            }

        private void timer1_Tick(object sender, EventArgs e)
        {
            CreateGraph(zedGraphControl1);
        }

    }
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้