

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

เครื่องบันทึกข้อมูลอัตโนมัติแบบเคลื่อนที่
MOBILE DATA LOGGER

โดย

นายรุ่งเพชร	จักรวิริยวงศ์	36014356
นายวรพงษ์	โชคชัยภักดี	36014372
นายวศิน	บุญมา	36014392

อาจารย์ที่ปรึกษา
ผศ. นิภา ลีลาจุ

ปริญญาบัตรสำหรับปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2539

เลขที่.....
เลขทะเบียน.....27883
วัน, เดือน, ปี 2.6.ค.ย. 2540

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MOBILE DATA LOGGER

ผู้จัดทำ

- | | | |
|----------------|----------------|----------|
| 1. นายรุ่งเพชร | จัดทวีริยาวงศ์ | 36014356 |
| 2. นายวรพงษ์ | โชคชัยภักดี | 36014372 |
| 3. นายวสิน | บุญมา | 36014392 |

วิน วัจ อาจารย์ที่ปรึกษา
 (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นิภา ลีลาธิ)

เครื่องบันทึกข้อมูลอัตโนมัติแบบเคลื่อนที่
MOBILE DATA LOGGER

โดย

นายรุ่งเพชร

จัตตวิริยวงศ์

นายวรพงษ์

โชคชัยภักดี

นายวสิน

บุญมา

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ.

นิภา

สีลารุจิ

บทคัดย่อ

โครงการนี้เป็นการประยุกต์สำหรับการใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์กับเซ็นเซอร์และเครื่องมือวัดที่จะแสดงผลการวัดลักษณะทางกายภาพที่ต้องการ ได้แก่ เครื่องมือวัดปริมาณน้ำฝนแบบกระดกและเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ โดยจะทำงานร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS - 51 เบอร์ 8031 และทำการบันทึกผลการวัดเทียบกับเวลาจริง จากนั้นทำการส่งข้อมูลไปยังคอมพิวเตอร์และนำข้อมูลที่ได้ไปทำการวิเคราะห์เพื่อแสดงผลเป็นกราฟบนคอมพิวเตอร์

ABSTRACT

This Project is application for using microcontroller with sensor and measured instrument to perform the physical measured characters , such as The tipping Rain Gage and Thermosensor. It works with microcontroller MCS - 51 (8031). And recorded the results ,referred them with the real time. After that sent datas to computer and analyzed them in order to show them into graphic on computer.

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	2
2.1 การวัดหยาดน้ำฟ้าและการระเหยของน้ำ	2
2.1.1 ข้อกำหนดโดยทั่วไป	2
2.1.2 หน่วยที่ใช้ในการวัด (Unit of measurement)	2
2.1.3 การวัดจำนวนน้ำฝน (Rainfall measurement)	2
2.1.4 การติดตั้งเครื่องมือ (Exposure)	4
2.1.5 เครื่องวัดปริมาณน้ำฝนแบบคานกระดก (Tilting Bucket)	4
2.2 การวัดค่าของอุณหภูมิ	6
2.2.1 ข้อกำหนดทั่วไป	6
2.2.2 การติดตั้งเครื่องมือ (Thermometer exposure)	6
2.2.3 อัตราไวของความรู้สึกของเทอร์โมมิเตอร์ (Speed of response of thermometer)	6
2.2.4 การติดตั้งเทอร์โมมิเตอร์	7
2.3 ลักษณะของตัวตรวจวัดอุณหภูมิ	7
2.3.1 ความร้อนที่เกิดขึ้นในตัว	9
2.3.2 คุณสมบัติเฉพาะตัว	10
2.4 วงจรแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัล (Analog To Digital Converter)	11
2.4.1 คุณสมบัติของไอซีเอ็ดจี 0804	11
2.4.2 ส่วนของการแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัล	11
2.4.3 ตัวอย่างการประมาณค่าโดยแสดงเทียบกับ แผนผังการทำงาน	12
2.4.4 ความสัมพันธ์ของอินพุตและเอาต์พุตของไอซีเอ็ดจี	15
2.5 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์รุ่น แอนท์-32 (ANT-32)	16
2.5.1 คุณสมบัติของบอร์ดแอนท์ - 32	16
2.5.2 การอ้างอิงตำแหน่งพอร์ต 8255 ของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์	17
2.5.3 การอ้างอิงตำแหน่งพอร์ตแอลซีดีโมดูลของบอร์ด ไมโครคอนโทรลเลอร์	17

2.5.4 นาฬิกาเวลาจริงและปฏิทิน (Optional Real Time Clock & Calendar)	19
2.6 การอินเทอร์รัปต์	21
2.6.1 โครงสร้างการอินเทอร์รัปต์ของ 8051	22
2.6.2 การควบคุมการอินเทอร์รัปต์	23
2.6.3 การจัดการอินเทอร์รัปต์	24
2.7 การรับส่งข้อมูลแบบอนุกรม	26
2.7.1 อัตราความเร็ว (BAUD RATE)	26
2.7.2 บิตเริ่มต้น	27
2.7.3 พาริตีบิต	28
2.7.4 บิตหยุด	30
2.7.5 การรับและส่งข้อมูลแบบอนุกรมผ่าน 8031	30
2.8 โปรแกรมเอ็กเซล (EXCEL)	33
2.8.1 การใช้งานทั่วไป	33
2.8.2 การใช้งานไมโครซอฟท์วิสวลเบสิกเอ็กเซล (MICROSOFT VISUAL BASIC EXCEL)	34
บทที่ 3 การออกแบบและการสร้าง	36
3.1 การเชื่อมต่อของคีย์บอร์ดกับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์	37
3.2 การเชื่อมต่อของเครื่องวัดปริมาณน้ำฝนกับ บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์	37
3.3 วงจรรวมของส่วนอุณหภูมิ	38
3.3.1 การใช้งานเอดีซี 0804	38
3.3.2 ส่วนเปรียบเทียบและขยายแรงดัน	39
3.4 การเก็บข้อมูลและพื้นที่ในการเก็บข้อมูล	39
3.4.1 รหัสที่ใช้ในการเก็บข้อมูลและลักษณะของข้อมูลที่เก็บ	39
3.4.2 การเก็บข้อมูลของปริมาณน้ำฝน	39
3.4.3 ความสามารถในการเก็บข้อมูล	40
3.4.4 การกำหนดพื้นที่ในการเก็บข้อมูล	41
3.5 ไฟล์ชาร์ตของโปรแกรม 8051	42
3.5.1 ไฟล์ชาร์ตของโปรแกรมหลัก	42
3.5.2 ไฟล์ชาร์ตของโปรแกรมรับคีย์บอร์ดค่าตัวเลข	44
3.5.3 ไฟล์ชาร์ตของโปรแกรมการติดต่อกับ DS - 1202	45
3.5.4 ไฟล์ชาร์ตของโปรแกรมการรับคำสั่งจากคีย์บอร์ดควบคุมการทำงาน	46

3.5.5 ไฟล์ชาร์ตของโปรแกรมการรับสัญญาณจากเครื่องวัดปริมาณน้ำฝน	47
3.5.6 ไฟล์ชาร์ตของโปรแกรมการรับข้อมูลจากวงจรแปลงสัญญาณ จากอนาล็อกเป็นดิจิทัล	48
3.5.7 ไฟล์ชาร์ตของโปรแกรมการบันทึกข้อมูลปริมาณน้ำฝน	49
3.5.8 ไฟล์ชาร์ตของโปรแกรมการบันทึกข้อมูลอุณหภูมิ	49
3.5.9 ไฟล์ชาร์ตของโปรแกรมการส่งข้อมูลจาก RAM ไปยัง เครื่องคอมพิวเตอร์	50
3.5.10 ไฟล์ชาร์ตของโปรแกรมการส่งข้อมูลปริมาณน้ำฝนไปยัง เครื่องคอมพิวเตอร์	51
3.5.11 ไฟล์ชาร์ตของโปรแกรมการส่งข้อมูลอุณหภูมิไปยัง เครื่องคอมพิวเตอร์	52
3.6 ไฟล์ชาร์ตของโปรแกรมวิซวลเบสิกเอ็กซ์เซล	53
3.6.1 ไฟล์ชาร์ตของโปรแกรมการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อแสดงกราฟ	53
3.6.2 ไฟล์ชาร์ตของโปรแกรมการเรียกกราฟทั่วไปของกราฟ ปริมาณน้ำฝน	54
3.6.3 ไฟล์ชาร์ตของโปรแกรมการเรียกกราฟปริมาณน้ำฝนที่มี การเชื่อมต่อกัน 1 ชั่วโมง	54
3.6.4 ไฟล์ชาร์ตของโปรแกรมการเรียกกราฟปริมาณน้ำฝนที่มี การเชื่อมต่อกัน 4 ชั่วโมง	55
3.6.5 ไฟล์ชาร์ตของโปรแกรมการเรียกกราฟอุณหภูมิ 1 วัน	55
3.6.6 ไฟล์ชาร์ตของโปรแกรมการเรียกกราฟอุณหภูมิ 7 วัน	56
3.7 การส่งข้อมูลจากไมโครคอนโทรลเลอร์มายังเครื่องคอมพิวเตอร์	56
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	57
4.1 การทดลองการเชื่อมต่อของคีย์บอร์ดกับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์	57
4.2 ทดลองการเชื่อมต่อของเครื่องวัดปริมาณน้ำฝนกับบอร์ด ไมโครคอนโทรลเลอร์	58
4.3 การทดลองวงจรรวมของส่วนอุณหภูมิ	61
4.4 ทดสอบสวิตช์ควบคุมการทำงานของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์	64
4.5 โปรแกรมเอ็กซ์ทอล์กที่ใช้ในการรับข้อมูลจากบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยผ่านการติดต่อแบบอนุกรม	65
4.6 การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อแสดงเป็นกราฟ	66

บทที่ 5 บทวิจารณ์และแนวทางในการพัฒนา

76

ภาคผนวก

กิตติกรรมประกาศ

เอกสารอ้างอิง



สารบัญรูปภาพ

เรื่อง	หน้า
รูปที่ 2.1 เครื่องวัดน้ำฝนแบบคานกระดก	4
รูปที่ 2.2 กลไกของเครื่องวัดน้ำฝนแบบคานกระดก	5
รูปที่ 2.3 อัตราการผิดพลาดของเครื่องวัดปริมาณน้ำฝนแบบคานกระดก	5
รูปที่ 2.4 ลักษณะรูปร่างและการต่อขาของแอลเอ็ม 335	7
รูปที่ 2.5 วงจรพื้นฐานในการใช้งานของแอลเอ็ม 335	8
รูปที่ 2.6 การปรับแต่งความถูกต้องโดยการใช้ความต้านทานเพียงตัวเดียว	9
รูปที่ 2.7 เวลาการตอบสนองของแอลเอ็ม 335 ต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิในอากาศ	9
รูปที่ 2.8 วงจรที่สามารถทำงานกับแหล่งจ่ายไฟได้ในด้านกว้าง	10
รูปที่ 2.9 เวลาการทำงานของเอดีซี 0804	12
รูปที่ 2.10 การทำงานแบบซิงคลีเพอร์หรือคิแมชั่นรีจิสเตอร์	12
รูปที่ 2.11 การประมาณค่าของวงจรแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิตอล	14
รูปที่ 2.12 แผนที่ของหน่วยความจำของบอร์ดแอนท์ - 32	18
รูปที่ 2.13 ไตอะแกรมเวลาของการส่งข้อมูลเพื่อติดต่อกับดีเอส 1202 แบบไบท์เดียว	19
รูปที่ 2.14 บล็อกไดอะแกรมดีเอส 1202	21
รูปที่ 2.15 แผนภาพการทำงานของโปรแกรม	22
รูปที่ 2.16 แผนภาพแสดงโครงสร้างระบบการอินเตอร์รัปต์ของ 8051	23
รูปที่ 2.17 การส่งข้อมูลแบบอนุกรมซึ่งจะทำการส่งข้อมูลที่ละ 1 บิต	26
รูปที่ 2.18 สัญญาณของข้อมูลที่ถูกส่งไปตามสายส่งสัญญาณ	27
รูปที่ 2.19 การเพิ่มบิตเริ่มต้นเข้าไปก่อนหน้าบิต D0 ในกรณีที่บิต D0 เป็น "1" และ "0" ตามลำดับ	28
รูปที่ 2.20 การเพิ่มพาริตีที่เป็น 1 ลงไปในข้อมูลแต่ละไบท์	29
รูปที่ 2.21 การเพิ่มพาริตีที่เป็น 0 ลงไปในข้อมูลแต่ละไบท์	29
รูปที่ 2.22 การเพิ่มบิตต่าง ๆ ที่ใช้สำหรับป้องกันความผิดพลาดที่จะเกิดขึ้นในการรับส่งข้อมูลแบบอนุกรม	30
รูปที่ 3.1 บล็อกไดอะแกรมของวงจร	36
รูปที่ 3.2 วงจรการเชื่อมต่อคีย์บอร์ดกับ 8255	37
รูปที่ 3.3 การเชื่อมต่อของเครื่องวัดปริมาณน้ำฝนกับเครื่องไมโครคอนโทรลเลอร์	37
รูปที่ 3.4 วงจรรวมของส่วนการวัดอุณหภูมิ	38
รูปที่ 3.5 ไฟล์ชาร์ตของโปรแกรมหลัก	43

เรื่อง	หน้า	
รูปที่ 3.6	โพลีชาร์ตของการรับคำสั่งจากคีย์บอร์ดค่าตัวเลข	44
รูปที่ 3.7	โพลีชาร์ตของการติดต่อกับ DS1202	45
รูปที่ 3.8	โพลีชาร์ตของการรับคำสั่งจากคีย์บอร์ดควบคุมการทำงาน	46
รูปที่ 3.9	โพลีชาร์ตของการรับสัญญาณจากเครื่องวัดปริมาณน้ำฝน	47
รูปที่ 3.10	โพลีชาร์ตของการรับข้อมูลจากวงจรแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิตอล	48
รูปที่ 3.11	โพลีชาร์ตของการบันทึกข้อมูลปริมาณน้ำฝน	49
รูปที่ 3.12	โพลีชาร์ตของการบันทึกข้อมูลอุณหภูมิ	49
รูปที่ 3.13	โพลีชาร์ตของการส่งข้อมูลจาก RAM ไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์	50
รูปที่ 3.14	โพลีชาร์ตของการส่งข้อมูลปริมาณน้ำฝนไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์	51
รูปที่ 3.15	โพลีชาร์ตของการส่งข้อมูลอุณหภูมิไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์	52
รูปที่ 3.16	โพลีชาร์ตของการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อแสดงกราฟ	53
รูปที่ 3.17	โพลีชาร์ตของการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อแสดงกราฟ	54
รูปที่ 3.18	โพลีชาร์ตของการเรียกกราฟปริมาณน้ำฝนที่มีการเชื่อมต่อกัน 1 ชั่วโมง	54
รูปที่ 3.19	โพลีชาร์ตของการเรียกกราฟปริมาณน้ำฝนที่มีการเชื่อมต่อกัน 4 ชั่วโมง	55
รูปที่ 3.20	โพลีชาร์ตของการเรียกกราฟอุณหภูมิ 1 วัน	55
รูปที่ 3.21	โพลีชาร์ตของการเรียกกราฟอุณหภูมิ 7 วัน	56
รูปที่ 4.1	สัญญาณที่เข้าไปยังขาของพอร์ท 8255 เมื่อทำการกดสวิทช์	57
รูปที่ 4.2	สัญญาณที่เข้าไปยังขาของพอร์ท 8255 เมื่อทำการกดสวิทช์หลายครั้งติดต่อกัน	57
รูปที่ 4.3	หน้าจอหลังจากรับเวลาเริ่มต้น	58
รูปที่ 4.4	สัญญาณที่ขาอินพุตที่ต่อกับเครื่องวัดปริมาณน้ำฝนของ 8032	58
รูปที่ 4.5	สัญญาณที่ขาอินพุตที่ต่อกับเครื่องวัดปริมาณน้ำฝนขณะที่คานกระดกของเครื่องวัดปริมาณน้ำฝนมีการเคาะหลายครั้ง	59
รูปที่ 4.6	การเปลี่ยนแปลงข้อมูลบนจอแอลซีดี	59
รูปที่ 4.7	รูปสัญญาณที่บันทึกได้บนกระดาษกราฟ	60
รูปที่ 4.8	ข้อมูลที่เครื่องไมโครคอนโทรลเลอร์บันทึกได้โดยได้ทำการส่งข้อมูลขึ้นมาบนคอมพิวเตอร์	60
รูปที่ 4.9	ค่าแรงดันที่ไช่เปรียบเทียบกับแรงดันที่มาจากเซ็นเซอร์	61
รูปที่ 4.10	ค่าแรงดันที่ออกมาจากเอาต์พุตของอปแอมป์	61
รูปที่ 4.11	ค่าของอุณหภูมิควบคุมครั้งที่ 1 จากเทอร์โมมิเตอร์และจากไมโครคอนโทรลเลอร์	62

เรื่อง	หน้า
รูปที่ 4.12 ค่าของอุณหภูมิควบคุมครั้งที่ 2 จากเทอร์โมมิเตอร์และจาก ไมโครคอนโทรลเลอร์	62
รูปที่ 4.13 แสดงการวัดอุณหภูมิของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์	63
รูปที่ 4.14 แสดงข้อมูลอุณหภูมิที่ทำการบันทึกไว้	63
รูปที่ 4.15 การทำงานของโปรแกรมการลบข้อมูลในเมโมรี่โดยจะมีการตรวจสอบ รหัสผ่าน	64
รูปที่ 4.16 การทำงานของโปรแกรมการลบข้อมูลในเมโมรี่โดยเป็นสภาวะ หลังจากมีการตรวจสอบรหัสผ่านว่าถูกต้อง	64
รูปที่ 4.17 หน้าจอแอลซีดีหลังจากมีการกดปุ่มควบคุมการบันทึกข้อมูลของ ปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิ	65
รูปที่ 4.18 ตัวอย่างของการใช้โปรแกรมเอ็กซ์ทอล์กในการรับข้อมูลจาก ไมโครคอนโทรลเลอร์	65
รูปที่ 4.19 ข้อมูลปริมาณน้ำฝนก่อนผ่านโปรแกรมวิเคราะห์	66
รูปที่ 4.20 หน้าจอหลังจากนำข้อมูลมายังโปรแกรมในการวิเคราะห์ (ก่อนเริ่มทำการวิเคราะห์)	67
รูปที่ 4.21 หน้าจอที่ใช้ในการเลือกดูกราฟข้อมูลปริมาณน้ำฝนในแต่ละช่วงเวลา	67
รูปที่ 4.22 กราฟของข้อมูลในช่วงเวลา 14:00 น. ถึง 14:59 น. ที่ผ่านโปรแกรมวิเคราะห์	68
รูปที่ 4.23 กราฟของข้อมูลในช่วงเวลา 15:00 น. ถึง 15:59 น. ที่ผ่านโปรแกรมวิเคราะห์	68
รูปที่ 4.24 กราฟของข้อมูลในช่วงเวลา 14:30 น. ถึง 15:29 น. ที่ผ่านโปรแกรมวิเคราะห์	69
รูปที่ 4.25 กราฟของข้อมูลในช่วงเวลา 13:00 น. ถึง 16:59 น. ที่ผ่านโปรแกรมวิเคราะห์	69
รูปที่ 4.26 ข้อมูลอุณหภูมิก่อนผ่านโปรแกรมวิเคราะห์	70
รูปที่ 4.27 ข้อมูลอุณหภูมิก่อนผ่านโปรแกรมวิเคราะห์	70
รูปที่ 4.28 หน้าจอที่ใช้ในการเลือกดูกราฟข้อมูลอุณหภูมิในแต่ละช่วงเวลา	71
รูปที่ 4.29 แสดงกราฟข้อมูลอุณหภูมิที่แสดงข้อมูลครึ่งวัน โดยเริ่มจาก วัน 03/26/97 เวลา 4:00 น.	71
รูปที่ 4.30 กราฟข้อมูลอุณหภูมิที่แสดงข้อมูล 1 วัน โดยเริ่มจากวัน 03/26/97 เวลา 4:00 น.	72
รูปที่ 4.31 กราฟข้อมูลอุณหภูมิที่แสดงข้อมูล 7 วัน โดยเริ่มจากวัน 03/26/97 เวลา 4:00 น.	72
รูปที่ 4.32 หน้าจอของวิธีใช้โปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณน้ำฝน	73
รูปที่ 4.33 หน้าจอของวิธีใช้กราฟทั่วไปของข้อมูลปริมาณน้ำฝน	73
รูปที่ 4.34 หน้าจอของวิธีใช้โปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูลอุณหภูมิ	74

เรื่อง	หน้า
รูปที่ 4.35 หน้าจอของวิธีใช้กราฟทั่วไปของข้อมูลปริมาณน้ำฝน 1 วัน	74
รูปที่ 4.36 แสดงค่าเตือนเมื่อมีการใช้กราฟผิดวิธี	75



สารบัญตาราง

เรื่อง		หน้า
ตารางที่ 2.1	ตารางแสดงโบท์คำสั่ง	20
ตารางที่ 2.2	สัญญาณอินเตอร์รัปต์ของ 8051 มี 5 ประเภท	23
ตารางที่ 2.3	แสดงบิตต่างๆภายในรีจิสเตอร์ไออี	24
ตารางที่ 2.4	แสดงตำแหน่งอินเตอร์รัปต์เวกเตอร์ของสัญญาณอินเตอร์รัปต์ต่างๆ	25
ตารางที่ 2.5	ค่าที่ต้องนำไปไว้ในรีจิสเตอร์ของไทม์เมอร์ 1 เมื่อใช้อัตราความเร็วมาตรฐานต่าง ๆ	31



ในทางอุตุนิยมวิทยา ลักษณะทางกายภาพของธรรมชาติที่เกิดขึ้น เป็นปัจจัยสำคัญอย่างมากในการศึกษาในด้านนี้ และจะพยายามหาวิธีที่เหมาะสมในการบันทึกลักษณะทางกายภาพเหล่านี้ไว้ เพื่อใช้ในการพยากรณ์ ลักษณะต่าง ๆ และปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่อาจเกิดขึ้น อาทิเช่นการวัดความเร็วลม , การวัดอุณหภูมิ , การวัดปริมาณน้ำฝน เป็นต้น โดยจะมีการนำเอากระบวนการทางวิศวกรรมเข้ามาประยุกต์ใช้กับงานเหล่านี้

โครงการนี้ได้นำเอาเทคโนโลยีทางวิศวกรรมอย่าง ไมโครคอนโทรลเลอร์ ตระกูล MCS - 51 มาประยุกต์ใช้กับตัวเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ และเครื่องวัดปริมาณน้ำฝนแบบคานกระดก ซึ่งสามารถเก็บอุณหภูมิและปริมาณน้ำฝนนอกสถานที่และเคลื่อนย้ายได้ โดยเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมินั้น จะถูกแปลงสัญญาณที่ออกมาเป็นข้อมูลแบบดิจิตอล ส่วนเครื่องวัดปริมาณน้ำฝนจะให้สัญญาณมาเป็นพัลส์ แล้วส่งไปยังบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อเก็บข้อมูลเหล่านี้ไว้ในหน่วยความจำ ในการเก็บข้อมูลจะทำการเก็บข้อมูลเทียบกับเวลาจริงโดยใช้คีย์บอร์ดต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อทำการตั้งเวลาในตอนเริ่มทำงาน และมีการแสดงผลบนจอแอลซีดี ซึ่งบนจอแอลซีดีจะแสดงข้อมูลตามเวลาจริง ผลที่เก็บไว้ในหน่วยความจำจะถูกถ่ายไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์ และผ่านโปรแกรมในการวิเคราะห์ เพื่อแสดงผลออกมาเป็นกราฟ

บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการ

2.1 การวัดหยาดน้ำฟ้าและการระเหยของน้ำ (MEASUREMENT OF PRECIPITATION AND EVAPORATION)

2.1.1 ข้อกำหนดโดยทั่วไป

จำนวนทั้งหมดของหยาดน้ำฟ้า (precipitation) ซึ่งตกลงมาจากบรรยากาศสู่ผิวพื้นโลกใช้วัดเป็นความลึก (depth) หรือความหนาของหยาดน้ำฟ้าบนพื้นระดับเรียบ โดยสมมติว่า หยาดน้ำฟ้าไม่มีการระเหยหรือซึมออกไป และถ้าเป็นจำนวนหิมะหรือน้ำแข็งจะต้องไม่ละลายเสียก่อน และการวัดหิมะก็ต้องวัดเป็นความลึกของหิมะที่เพิ่งตกใหม่ ๆ บนพื้นระดับเรียบ สำหรับประเทศไทยเราไม่เคยปรากฏว่ามีหิมะตกเลย ส่วนลูกเห็บมีตกบ้างเป็นครั้งคราว โดยมากเมื่อมีพายุฝนฟ้าคะนองอย่างรุนแรง ดังนั้น เราจึงต้องการวัดแต่ปริมาณของน้ำฝนเพียงอย่างเดียว และโดยที่ประเทศไทยเป็นประเทศกสิกรรม การตรวจวัดหาค่าของปริมาณน้ำฝนจึงมีความสำคัญเป็นอย่างมาก กรมอุตุนิยมวิทยาจึงมีโครงการที่จะขยายข่ายสถานีฝนให้หนาแน่นยิ่งขึ้นเท่าที่สามารถจะทำได้ตามกำลังงบประมาณที่จะอำนวยให้

2.1.2 หน่วยที่ใช้ในการวัด (Units of measurement)

ดังได้กล่าวแล้วว่า การวัดจำนวนน้ำฝนนั้นใช้วัดเป็นความสูงของน้ำฝนที่ตกลงมาในเนื้อที่จำกัดอันหนึ่ง โดยคิดเสียว่าน้ำฝนนั้นไม่มีการระเหยหรือไหลซึมไปไหน โดยที่เรารู้เนื้อที่ของปากถังดังนั้นเมื่อเราต้องการวัดความสูง(หรือความลึก)ของน้ำฝน เราก็สามารถใช้ไม้บรรทัดหยั่งวัดความสูงได้หรือจะทำได้สำหรับดวงน้ำฝนต่างหากก็ได้

หน่วยที่ใช้วัดจำนวนน้ำฝนที่ไว้กันอยู่ทุกวันนี้วัดเป็น มิลลิเมตร การอ่านค่าของจำนวนน้ำฝนต้องวัดให้ได้ใกล้เคียงถึง 0.2 มิลลิเมตร สำหรับจำนวนน้ำฝน 10 มิลลิเมตร หรือน้อยกว่า แต่ถ้าจำนวนน้ำฝนมากกว่านี้ ยอมให้ได้ค่าใกล้เคียง 2 % ของจำนวนฝนทั้งหมด ในบางประเทศใช้หน่วยที่วัดเป็น นิ้ว ซึ่งเทียบค่าได้ 1 นิ้ว เท่ากับ 25.4 มิลลิเมตรก็นับว่าถูกต้องดี

2.1.3 การวัดจำนวนน้ำฝน (Rainfall measurement)

2.1.3.1 เครื่องวัดฝน (Rain gages)

แรกเริ่มในการวัดจำนวนน้ำฝนนั้น คาสเทลลี ได้เป็นผู้คิดสร้างเครื่องวัดขึ้นในประเทศอิตาลี เมื่อปี ค.ศ. 1639 เครื่องประกอบด้วยแก้วทรงกระบอก มีเส้นผ่าศูนย์กลางปากกระบอกประมาณ 5 นิ้ว และลึก 9 นิ้ว ต่อมาจึงได้มีการพัฒนาการเรื่อยมาจนถึงขนาดทำให้สามารถจดบันทึกปริมาณได้ด้วยตัวเอง(self-recording) เครื่องวัดฝนธรรมดาที่ใช้เป็นประจำวันเป็นรูปทรงกระบอก และมีกรวยต่อลงไปยังที่รองรับภายใน ขนาดของถังรับน้ำฝนภายนอกไม่สำคัญ แต่เนื้อที่ของบริเวณที่รับน้ำฝนนั้นควรจะอยู่ระหว่าง 200 ถึง 500 ตารางเซนติเมตรเป็นเหมาะสมที่สุด เส้นผ่าศูนย์กลางของถังรองรับน้ำฝนภายในควรเท่ากับ 1/10 ของเส้น

ผ่าศูนย์กลางของปากถังภายนอก โดยทั่วไปที่ใช้กันอยู่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของปากถังภายนอกเป็น 8 นิ้ว 6 นิ้ว และ 5 นิ้ว อย่างไรก็ตามไม่ว่าจะใช้ถังขนาดใดก็ตาม เครื่องวัดฝนที่ใช้ประจำวันจะต้องเป็นไปตามหลักเกณฑ์ที่สำคัญดังต่อไปนี้คือ

- ขอบของปากถังด้านนอกต้องคม โดยทำให้ด้านในเป็นแนวตั้งตรง ส่วนด้านนอกลาดเอียงลงเป็นแนวชันมาก
- ต้องรู้เนื้อที่ของช่องปากถังให้ใกล้เคียง 0.5 % และเนื้อที่นี้จะต้องคงที่อยู่ตลอดไป
- ถังภายนอกต้องออกแบบให้กันการกระเซ็นของน้ำฝนทั้งเข้าและออก การนี้ทำได้โดยทำให้ตัวถังเป็นแนวตั้งลึกลงไปพอสมควร และแนวลาดของกรวยต้องอย่างน้อย 45 องศา
- ถังรองรับภายในควรทำเป็นคอแคบๆ เพื่อป้องกันไม่ให้น้ำฝนระเหยออกไป เนื่องจากแรงเหวี่ยง

2.1.3.2 การวัดฝน (Rain measure)

การวัดฝนตามวิธีธรรมดาโดยทั่วไปมีอยู่ 2 วิธี คือ ใช้แก้วตวงอย่างหนึ่งและใช้ไม้บรรทัดหยั่งวัด แก้วที่ใช้ตวงต้องเป็นแก้วใส และมีสัมประสิทธิ์ของการขยายตัวต่ำ และต้องบอกให้ชัดเจนด้วยว่าใช้กับเครื่องวัดฝนขนาดใด ขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลางของแก้วตวงต้องไม่โตกว่าประมาณ 1/3 ของปากถังของเครื่องวัดฝน และถ้าจะให้ดีกว่านี้ให้เล็กกว่าขนาดที่กล่าวนี้

สเกลที่แบ่งไว้บนแก้วตวงต้องขีดให้ชัดเจนดี โดยทั่วไปจะขีดไว้ทุกๆ 0.2 มิลลิเมตรและเส้นจำนวนเต็มของสเกลต้องเขียนเลขกำกับไว้ด้วย ถ้าจะให้ดีกว่านี้ขีดสเกลให้อ่านได้ถึง 0.1 มิลลิเมตร ในการวัดเพื่อให้ได้ค่าใกล้เคียงที่สุดควรอ่านค่าอย่าให้อัตราผิดเกินกว่า 0.05 มิลลิเมตร เมื่อจำนวนฝนเกินกว่า 2 มิลลิเมตร และควรอ่านอย่าให้อัตราผิดเกินกว่า 0.02 มิลลิเมตร เมื่อจำนวนฝนน้อยกว่า 2 มิลลิเมตร

เพื่อให้จะได้ค่าที่ถูกต้องแม่นยำจริงๆ เมื่อมีจำนวนฝนน้อย เขาจึงทำกระบอกแก้วตวงตอนก้นสุดให้เรียวเล็กลง ในการตรวจทุกครั้งต้องถือแก้วตวงให้ได้แนวตั้งจริงๆ เพื่อว่าระดับน้ำฝนในแก้วตวงจะได้อยู่ในแนวนอนตามขีดสเกล ทั้งเพื่อเป็นการป้องกันอัตราผิดเนื่องจากการเหลื่อม (parallax errors) เพื่อช่วยในการนี้ควรขีดสเกลเฉพาะเลขหลักใหญ่ซ้ำอีกทางด้านที่อยู่ตรงข้าม

ไม้บรรทัดหยั่งวัดทำด้วยไม้สีดา (Cedar wood) หรือวัสดุที่เหมาะสมอื่นเช่น ไฟเบอร์กลาส ซึ่งมีคุณสมบัติไม่ดูดน้ำ ขีดสเกลทำไว้อย่างน้อยทุกๆ 10 มิลลิเมตร อัตราผิดสูงสุดของขีดสเกลต้องไม่เกิน 0.5 มิลลิเมตร

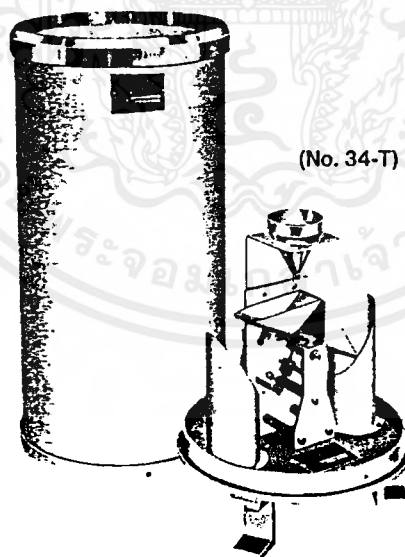
ในการวัดด้วยไม้บรรทัดหยั่งวัดนี้ ถ้าสามารถทำได้ให้เทียบกับการวัดด้วยกระบอกแก้วตวงด้วยก็จะดี

2.1.4 การติดตั้งเครื่องมือ (Exposure)

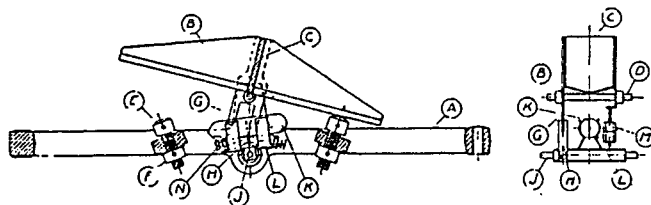
ปรากฏว่าจำนวนน้ำฝนที่จะเข้าไปในถังนั้นขึ้นอยู่กับลมประการหนึ่ง วิธีการในการติดตั้งเครื่องมือประการหนึ่ง และความสูงของบรรดาสิ่งที่อยู่แวดล้อมอีกประการหนึ่ง ค่าที่เปลี่ยนแปลงเหล่านี้เป็นเหตุมาจากลม และส่วนใหญ่เป็นลมหมุนรอบๆ ถังวัดฝนนั้น กระแสอากาศไหลขึ้นทำให้ได้จำนวนฝนน้อยลง และกระแสอากาศไหลลงทำให้ได้จำนวนฝนมากขึ้นกว่าความเป็นจริง ถ้ายังมีลมหนาวอย่างแรงและบ่อยๆ จำนวนฝนที่ได้ก็ยิ่งน้อยกว่าความเป็นจริงยิ่งขึ้น ความแรงและความถี่ของลมหนาวนั้นขึ้นอยู่กับความแรงของลมอย่างหนึ่ง ลักษณะโดยทั่วไปของพื้นดินรอบๆ เครื่องวัดอย่างหนึ่ง ความห่างและความสูงของสิ่งแวดล้อม เครื่องวัดอย่างหนึ่งและความสูงของเครื่องซึ่งตั้งอยู่เหนือระดับพื้นดินอีกอย่างหนึ่ง ดังนั้น จึงจำเป็นต้องทำการเปรียบเทียบผลการตรวจของสถานีต่างๆ ด้วยว่าเป็นอย่างไร ในเมื่อสถานี ต่างๆ เหล่านี้ได้ทำการติดตั้งเครื่องมือเป็นแบบเดียวกัน สำหรับประเทศไทยเรากำหนดให้ติดตั้งไว้บนพื้นดิน

2.1.5 เครื่องวัดปริมาณน้ำฝนแบบคานกระดก (Tilting Bucket)

เครื่องวัดปริมาณน้ำฝนแบบคานกระดกนี้ใช้เพื่อวัดปริมาณของน้ำฝนที่ตกลงมาซึ่งสามารถติดตั้งไว้ภายนอกอาคารได้ และทำการต่อด้วยสายเคเบิลเพื่อเข้าไปยังเครื่องบันทึกสัญญาณที่อยู่ภายในอาคาร ซึ่งวิธีนี้จะไม่ทำให้กระดابخันทักสัญญาณเปียกได้



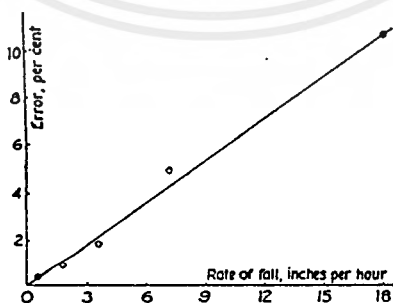
รูปที่ 2.1 แสดงเครื่องวัดน้ำฝนแบบคานกระดก



รูปที่ 2.2 กลไกของเครื่องวัดน้ำฝนแบบคานกระดก

หลักการที่นำมาใช้ของเครื่องวัดปริมาณน้ำฝนแบบคานกระดกนี้ใช้หลักการง่ายๆคือจะมีอุปกรณ์ที่รองรับน้ำฝนดังรูป B ซึ่งจะช่วยให้สมดุลและมีการขึ้นลงโดยสม่ำเสมอบนแกน D มันจะถูกแบ่งออกเป็น 2 ส่วนโดยส่วน C จากรูป เมื่อมีปริมาณน้ำฝนเข้าไปในปากถังจะทำให้ที่รองรับ เมื่อด้านหนึ่งปริมาณน้ำเต็มและได้ปริมาณตามความจุจะทำให้คานกระดกไปยังด้านตรงข้ามและรับน้ำฝนจนเต็มและกระดกกลับมายังด้านเดิมสลับกันไป โดยที่รองรับถูกออกแบบให้รับน้ำที่ตกลงมา 0.01 นิ้วซึ่งจะมีสกรู E เอาไว้ใช้ในการปรับให้ระยะเวลาในการกระดกต่างๆกัน อีกทั้งใช้สวิตช์ปรอทในการออกสวิตช์แล้วต่อกับเครื่องบันทึกเวลาในที่ติดตั้งในอาคารซึ่งจะแก้ปัญหากระดกนานบันทึกเปี้ยนได้ เครื่องวัดแบบนี้จะไม่ใช้ในบริเวณที่ฝนตกประปราย

การกระดกของที่รองรับน้ำฝนจะมีเวลาในการทำงานที่แน่นอนประมาณ 0.2 วินาที เมื่อน้ำเต็มที่ข้างหนึ่งคานก็จะกระดกแล้วเทน้ำลงไป ขณะเดียวกันสวิตช์ปรอทก็จะทำการทึบสวิตช์ทำให้เกิดสัญญาณพัลส์ขึ้นมาและจะเป็นฟังก์ชันเชิงเส้นกับอัตราการตกของฝนดังรูป ซึ่งอัตราการผิดพลาดนี้ไม่ค่อยจะมีผลอะไรมากนักยกเว้นในกรณีเมื่อมีฝนตกหนักกว่า 2 นิ้วต่อชั่วโมงหรือตกหนักมากๆ



รูปที่ 2.3 แสดงอัตราการผิดพลาดของเครื่องวัดปริมาณน้ำฝนแบบคานกระดก

2.2 การวัดค่าของอุณหภูมิ

2.2.1 ข้อกำหนดทั่วไป

การวัดค่าของอุณหภูมิเพื่อความมุ่งหมายทางอุตุนิยมวิทยาเมื่ออยู่ 3 อย่างด้วยกันคือ

- วัดอุณหภูมิอากาศ (Air)
- วัดอุณหภูมิของพื้นดิน (Soil)
- วัดอุณหภูมิของน้ำทะเล (Sea)

หน่วยในการวัดเมื่ออยู่ 2 มาตราคือ องศาเซลเซียส กับ ฟาเรนไฮท์ การอ่านค่าของอุณหภูมิต้องให้ได้ใกล้เคียง 1/10 องศาที่สุด

การวัดค่าของอุณหภูมิผิวพื้นของอากาศ (free air) กำหนดให้วัดสูงจากพื้นดิน 1.25 ถึง 2.00 เมตร สำหรับการวัดอุณหภูมิของพื้นดินกำหนดความลึกเป็นมาตรฐานเดียวกันคือ 5,10,20,50 และ 100 เซนติเมตรใต้ผิวพื้นดิน สถานีตรวจอากาศเกษตรกรรมมีเครื่องบันทึกรายงานอุณหภูมิได้ดินติดต่อกันด้วย นอกจากนี้ยังต้องมีเครื่องบันทึกอุณหภูมิอากาศระดับต่าง ๆ ใกล้ผิวพื้นดินสูงขึ้นไปจนถึงประมาณ 10 เมตรด้วย

สำหรับการวัดอุณหภูมิของน้ำทะเล ปกติจะวัดที่ระดับผิวหน้าน้ำทะเล (sea surface temperature)

2.2.2 การติดตั้งเครื่องมือ (Thermometer exposure)

2.2.2.1 ข้อกำหนดโดยทั่วไป

การวัดอุณหภูมิของอากาศ ตัวเทอร์โมมิเตอร์ที่ใช้ต้องไม่ได้รับความกระทบกระเทือนจากแสงแดด จากท้องฟ้า จากโลก และสิ่งอื่นๆโดยรอบ แต่ในขณะเดียวกันต้องมีการถ่ายเทของอากาศที่ดีพอ วิธีป้องกันที่ดีที่สุดเมื่ออยู่ 2 วิธี คือ วิธีแรกใช้เรือนเทอร์โมมิเตอร์แบบเป็นบานเกล็ด 2 ชั้น วิธี ที่ 2 ใช้โลหะขัดมัน ดังที่ใช้กับไซโครมิเตอร์แบบ แอสมันน์ (Assmann) การติดตั้งเครื่องมือทั้ง 2 วิธีต้องแน่ใจว่า การวัดค่าของอุณหภูมินั้น ได้ค่าของอุณหภูมิพื้นผิวของอากาศจริงๆ มิได้มีอิทธิพลของสิ่งอื่นมารบกวน เป็นต้นว่าตึกอาคารใหญ่ๆ หรือพื้นลาดคอนกรีตกว้างๆอีกประการหนึ่ง พื้นดินที่วัดต้องเป็นหญ้าที่ตัดสั้นๆ หรือเป็นพื้นดินโดยธรรมชาติของมันเอง

2.2.3 อัตราไวของความรู้สึกของเทอร์โมมิเตอร์ (Speed of response of thermometers)

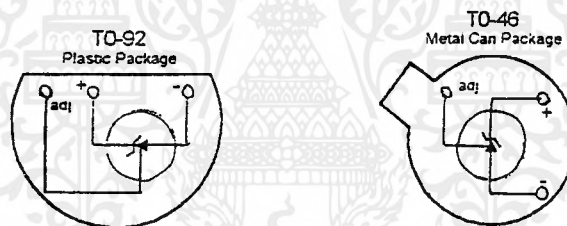
ในการตรวจอุตุนิยมวิทยาประจำวัน ขณะนี้ยังไม่มีเทอร์โมมิเตอร์ที่มีความรู้สึกไวมากๆโดยปกติอุณหภูมิของอากาศจะเปลี่ยนแปลงต่อเนื่องกันไปถึง 1 หรือ 2 องศาภายในระยะเวลา 2-3 วินาที เพื่อให้ได้รับอุณหภูมิที่แท้จริง จำเป็นต้องหาค่าเฉลี่ยจากการอ่านหลายๆครั้งซึ่งวิธีนี้เทอร์โมมิเตอร์ที่มีความรู้สึกเฉื่อยชามากๆจะทำให้ค่าเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วนั้นสม่ำเสมอยิ่งขึ้น

2.2.4 การติดตั้งเทอร์โมมิเตอร์

การติดตั้งเทอร์โมมิเตอร์เป็นสิ่งสำคัญ เพราะแก้วเป็นวัสดุที่บอบบางและคายความร้อนได้ดีกว่าอากาศซึ่งเป็นแก๊ส ถ้าแก้วถูกแสงแดดจะร้อนขึ้นกว่าอากาศมาก ครั้นกลางคืนหลอดแก้วคายความร้อนได้เร็วกว่าอากาศ ค่าของอุณหภูมิที่อ่านได้ก็จะคลาดเคลื่อนไป ฉะนั้นจึงต้องหาวิธีป้องกันแสงแดดและการแผ่ความร้อนนี้ออกเสีย แต่ต้องให้ตัวเทอร์โมมิเตอร์ถูกกับอากาศอย่างแท้จริง

2.3 ลักษณะของตัวตรวจวัดอุณหภูมิ

ในการวัดอุณหภูมิในปัจจุบันมีอยู่หลายประเภท เช่น การใช้เทอร์โมมิเตอร์แบบปรอท แต่ก็มีข้อเสียอยู่ก็คือ อ่านอุณหภูมิได้ยาก และใช้วัดอุณหภูมิที่จุดห่างออกไปไม่ได้ หรือเทอร์โมมิเตอร์ที่ใช้หลักการขยายของโลหะต่างชนิดกัน โดยขดอยู่ในลักษณะแบบกันหอย ซึ่งสามารถใช้ได้สะดวกแต่มีข้อเสีย คือ ชาติความเที่ยง ตรง ส่วนเทอร์โมมิเตอร์แบบอิเล็กทรอนิกส์นั้น จะแสดงค่าอุณหภูมิออกมาในรูปของตัวเลข ซึ่งในโครงงานนี้ได้เลือกใช้ ไอซีเบอร์ LM 335



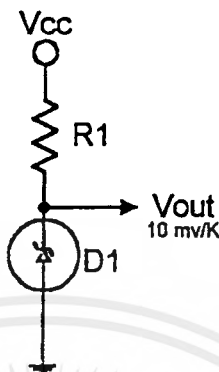
รูปที่ 2.4 ลักษณะรูปร่างและการต่อขาของ LM 335

LM 335 เป็นอุปกรณ์ทางอิเล็กทรอนิกส์ที่ออกแบบมาสำหรับการตรวจวัดอุณหภูมิซึ่งให้อ่านในย่านอุณหภูมิตั้งแต่ -40 องศาถึง 100 องศา โดยออกแบบมาอยู่ในถังพลาสติกสีดำ ซึ่งมีลักษณะการต่อขาตามที่ 1ก และในลักษณะตัวถังโลหะแบบ TO-46 ดังในรูปที่ 2.4

โดยพื้นฐานแล้ว LM 335 มีหลักการทำงานคล้ายกับซีเนอร์ไดโอด (zener diode) ดังแสดงในรูปที่ 2.5 โดยแรงดันพังทลาย (breakdown voltage) ซึ่งหมายถึงแรงดันขาออก (voltage output) จากวงจรจะแปรค่าโดยตรงตามค่าอุณหภูมิสัมบูรณ์ โดยมีค่าเท่ากับ 10 มิลลิโวลต์ต่อองศาเคลวิน (mv / K) ในย่านอุณหภูมิที่ออกแบบมาให้ใช้งาน

ค่าของตัวต้านทาน R_1 ในรูปที่ 2.5 จะทำหน้าที่เป็นตัวกำหนดกระแสที่ไหลผ่านอุปกรณ์ตัวนี้ แต่เนื่องจากค่าไดนามิกอิมพีแดนซ์ที่กระแส 1 มิลลิแอมป์ จะมีค่าประมาณ 0.6 โอห์ม อุปกรณ์ตัวนี้จึงสามารถทำงานได้ในย่านกระแสตั้งแต่ 400 ไมโครแอมป์ ถึง 5 มิลลิแอมป์ มีข้อน่าสังเกต ก็คือค่ากระแสเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฟอร์เวิร์ด (forward current) หรือกระแสรีเวิร์ส (reverse current) ซึ่งไหลผ่านอุปกรณ์ตัวนี้อย่างปลอดภัย ซึ่งค่าสูงสุดชั่วขณะหนึ่งไม่ควรเกิน 10 มิลลิแอมป์ ถ้ากระแสที่ไหลผ่านมากกว่านี้จะทำให้ตัวไอซีเสียหายได้



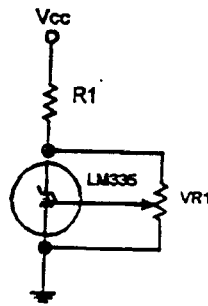
รูปที่ 2.5 วงจรพื้นฐานในการใช้งานของ LM 335

ที่อุณหภูมิที่ 25 องศา และที่กระแสรีเวิร์ส 1 มิลลิแอมป์ แรงดันเอาต์พุตจากวงจรในรูปที่ 2.5 จะมีค่าความดัน ตามที่ได้ออกแบบไว้เท่ากับ 2.98 โวลต์ ซึ่งได้จาก $(273+25) \times 0.001$ โดยมีข้อจำกัดทางด้านแรงดันต่ำสุดและสูงสุด มีค่าเท่ากับ 2.98 โวลต์ และ 3.04 โวลต์ ตามลำดับ ค่าของ R1 ที่ใช้สามารถคำนวณได้จากกระแสที่ไหลผ่านไอซีตัวนี้เท่ากับ 1 มิลลิแอมป์ โดยใช้สมการ

$$R1=(V-V_{out})/0.001$$

โดยที่ V คือแรงดันไฟเลี้ยงวงจรและ Vout คือแรงดันเอาต์พุตของไอซีนี้ ซึ่ง R1 นี้จะมีค่าประมาณ $(V-3)K$ ประโยชน์ที่สำคัญของไอซี LM 335 นี้ก็คือ จะให้เอาต์พุตที่เป็นเชิงเส้นซึ่งไม่เหมือนกับเอาต์พุตที่ได้จากการตรวจจับอุณหภูมิส่วนใหญ่ซึ่งเอาต์พุตจะไม่เป็นเชิงเส้นกับอุณหภูมิ ซึ่งที่จริงแล้วถ้าเรานำแรงดันเอาต์พุตมาเขียนกราฟระหว่างค่าแรงดันกับอุณหภูมิตลอดย่านการทำงานของไอซีตัวนี้ เมื่อลากเส้นกราฟไปตัดแกนอุณหภูมิตั้งที่ 0 องศาสัมบูรณ์ ค่าแรงดันที่อ่านได้จากกราฟจะเป็น 0 โวลต์

แม้ว่าเอาต์พุตของ LM 335 จากวงจรในรูปที่ 2.5 จะอยู่ในข้อจำกัดที่กำหนดมา เราก็ควรจะมีการต่อขาสำหรับปรับแต่งความถูกต้องซึ่งมีอยู่โดยการต่อตัวต้านทานปรับค่าเพียงตัวเดียวคร่อม LM 335 ดังแสดงในรูปที่ 2.6 ในการใช้งานให้ปรับค่า VR1 ให้เอาต์พุตเท่ากับ 2.982 โวลต์ เมื่ออุณหภูมิอยู่ที่ 25 องศา เพื่อที่จะทำให้เกิดความเที่ยงตรงเพิ่มขึ้น ตลอดย่านอุณหภูมิที่ใช้งาน

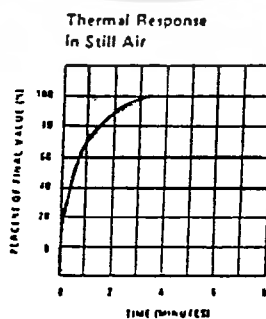


รูปที่ 2.6 การปรับแต่งความถูกต้องโดยการใช้ความต้านทานเพียงตัวเดียว

การปรับความถูกต้องของอุณหภูมิเพียงครั้งเดียว จะให้ถูกต้องตลอดย่านอุณหภูมิที่ใช้งานนั้นก็เนื่องจากเอาต์พุตจะแปรผันโดยเป็นสัดส่วนกับอุณหภูมิสัมบูรณ์ โดยเอาต์พุตจะลดลงเป็นศูนย์โวลต์ที่อุณหภูมิศูนย์องศาสัมบูรณ์ ดังนั้นการปรับค่าความลาดชันที่อุณหภูมิค่าหนึ่งให้ถูกต้องจะทำให้เกิดความถูกต้องตลอดย่านอุณหภูมิ ซึ่งการปรับค่าความถูกต้องจะทำได้ง่ายกว่าพวกอุปกรณ์ที่ไม่เป็นเชิงเส้น เช่น เทอร์โมคัปเปิล (Thermocouple) เป็นต้น

2.3.1 ความร้อนที่เกิดขึ้นในตัว

ไม่ว่าระบบตรวจจับอุณหภูมิใดๆก็ตาม ความร้อนใดๆ ที่เกิดขึ้นจากกระแสที่ไหลผ่านอุปกรณ์ที่ตรวจจับจะมีผลต่อค่าอุณหภูมิของตัวมัน ตลอดจนแรงดันเอาต์พุตที่เกิดขึ้น สำหรับ LM 335 นั้นควรจะให้ทำงานที่กระแสต่ำสุดซึ่งเพียงพอที่จะขับให้วงจรภายในโอซีทำงานได้ เมื่อคำนวณค่าของ R1 จะยอมให้กระแสไหลผ่านตัวต้านทานปรับค่าได้ที่ต่อขนานกับโอซี สำหรับที่กระแสเอาต์พุตใดๆ โดยกระแสประมาณ 400 ไมโครแอมป์ จะเป็นกระแสต่ำสุดที่โอซีนีทำงานได้ปกติ



รูปที่ 2.7 เวลาการตอบสนองของ LM 335 ต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิในอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้าตรวจจับถูกใช้ในสถานที่ซึ่งค่าความต้านทานทางอุณหภูมิต่อสิ่งแวดล้อมนั้นมีค่าคงที่ ค่าความผิดพลาดจากความร้อนที่เกิดขึ้นในตัวเองสามารถที่จะปรับให้ถูกต้องได้ซึ่งจะทำให้อุปกรณ์นั้นทำงานด้วยกระแสที่ โดยไม่ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิความร้อนที่เกิดขึ้นกับอุปกรณ์ แต่จะแปรผันโดยตรงกับ แรงดันซีเนอร์และอุณหภูมิสัมบูรณ์ ดังนั้นค่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากความร้อนในตัวเองจะแปรผันโดยตรงกับค่าอุณหภูมิสัมบูรณ์ และความเป็นเชิงเส้นของสเกลอุณหภูมิที่รักษาไว้

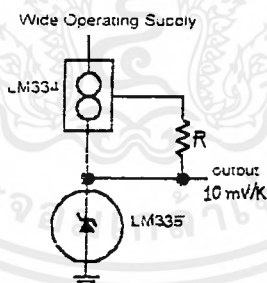
2.3.2 คุณสมบัติเฉพาะตัว

ในวงจรทั่วไปของ LM 335 ซึ่งไม่ได้ปรับค่าความถูกต้องไว้ให้ทำงานที่กระแส 1 มิลลิแอมป์ ค่าความผิดพลาดเนื่องจากอุณหภูมิจะเท่ากับ 2 องศา (สูงสุด 6 องศา) ที่อุณหภูมิ 25 องศา หรือ 4 องศา (สูงสุด 9 องศา) ตลอดย่านการทำงาน เมื่อได้มีการปรับค่าความถูกต้องไว้ ค่าความผิดพลาดที่อุณหภูมิจำกัดไว้เป็น 2 องศา ความไม่เป็นเชิงเส้นที่ค่ากระแส 1 มิลลิแอมป์ จะเท่ากับ 0.3 องศา ตลอดย่านที่ใช้งาน

ในอากาศอุปกรณ์ตัวนี้ต้องใช้เวลาประมาณ 3 นาที ที่จะมีค่าอุณหภูมิสุดท้ายหลังจากที่อุณหภูมิได้เปลี่ยนไป (ในรูปที่ 2.7) ค่าคงที่ของเวลาจะมีค่าตามที่ออกแบบไว้เท่ากับ 80 วินาที

ในน้ำมันที่ไหลวนให้เคลื่อนไปมา ค่าอุณหภูมิสุดท้ายจะถึงภายในเวลาประมาณ 3 วินาที (ค่าคงที่ของเวลาจะเท่ากับ 1 วินาที ตามที่ออกแบบไว้) อุปกรณ์จะคงที่อยู่ภายในช่วง 0.2 องศา ตลอด 1,000 ชั่วโมง ถึงแม้ว่าที่อุณหภูมิ 125 องศา

ค่าไดนามิคอิมพีแดนซ์จะน้อยกว่า 1 โอห์ม ที่ความถี่สูงกว่า 1 กิโลเฮิร์ตซ์ (ตามที่ออกแบบไว้) แต่จะมีค่าเพิ่มขึ้นเป็น 20 โอห์ม -30 โอห์ม ที่ความถี่ 100 กิโลเฮิร์ตซ์



รูปที่ 2.8 วงจรที่สามารถทำงานกับแหล่งจ่ายไฟได้ในย่านกว้าง

วงจรในรูปที่ 2.5 และ 2.6 เหมาะสำหรับใช้เมื่อแรงดันไฟเลี้ยงวงจรมีค่าค่อนข้างคงที่ ถ้าคิดว่าแรงดันไฟเลี้ยงวงจรจะเปลี่ยนแปลงในย่านกว้าง ควรจะใช้ LM 334 ซึ่งเป็นตัวจ่ายกระแสที่ร่วมกับตัวต้านทานภายนอก ดังในรูปที่ 5 เพื่อกำหนดค่ากระแสของ LM 335 ให้ค่าประมาณ 1 มิลลิแอมป์ สำหรับทุกๆ ค่าของไฟเลี้ยงวงจร

2.4 วงจรแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัล (ANALOG TO DIGITAL CONVERTERS)

การทำงานของวงจรแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัล ในโครงงานนี้ใช้ไอซี ADC0804 (8 บิต) ซึ่งไอซีเอ็ดดี้ซีนี้ จะเป็นส่วนที่แปลงสัญญาณเอาต์พุตที่เป็นแรงดันไฟฟ้าของส่วนที่วัดอุณหภูมิ ซึ่งเป็นสัญญาณอนาล็อกให้เป็นสัญญาณดิจิทัล ไอซีชนิดนี้สามารถรับสัญญาณอินพุตแบบอนาล็อก ได้โดยตรงสูงถึง +5 โวลท์ ไอซี เอ็ดดี้ซี จะรับสัญญาณเข้ามาเปรียบเทียบกับค่าแรงดันอ้างอิงของวงจรแล้วจึงเปลี่ยนค่าข้อมูลแบบดิจิทัล ซึ่งความเร็วในการสุ่มขนาดสัญญาณ (sampling rate) สามารถกำหนดได้จากความถี่สัญญาณนาฬิกาของวงจรค่าความถี่ของสัญญาณนาฬิกาสามารถกำหนดได้ โดยวงจร R และ C โดยมีความสัมพันธ์กันดังนี้

$$F = 1 / (1.1RC)$$

F คือ ค่าความถี่ของการสุ่มขนาดสัญญาณของไอซี

R คือ ค่าความต้านทานของ R ในวงจร

C คือ ค่าความจุของ C ในวงจร

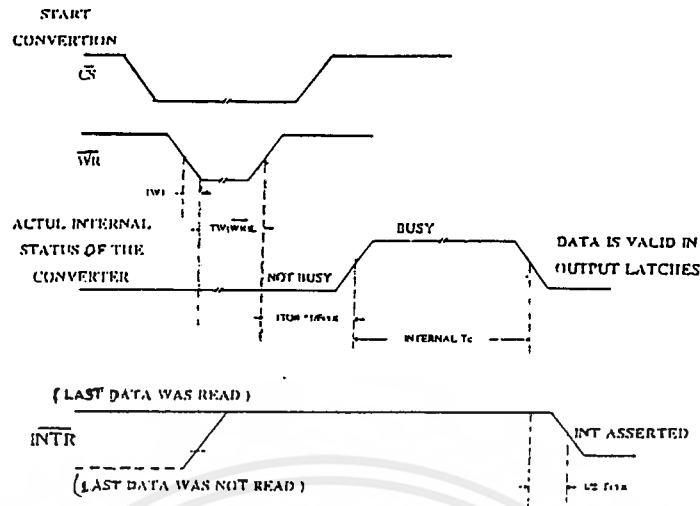
2.4.1 คุณสมบัติของไอซี

- เป็นไอซีประเภท ซีมอส (CMOS) มี 20 ขา
- ความผิดพลาดโดยรวมเกิดจากการปรับค่าไม่เกิน 1 บิต (total adjusted error $\pm(1/2)\text{LSB}$)
- ความละเอียดขนาด 8 บิต ความละเอียด = 256 ระดับ
- ใช้สัญญาณนาฬิกา 640 กิโลเฮิร์ตซ์
- มีช่วงเวลาการทำงานในการแปลงแต่ละบิต เท่ากับ 100 ไมโครวินาที
- ใช้แหล่งจ่ายไฟตรง 5 โวลท์
- กินกำลังไฟต่ำ 15 มิลลิวัตต์

2.4.2 ส่วนของการแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัล

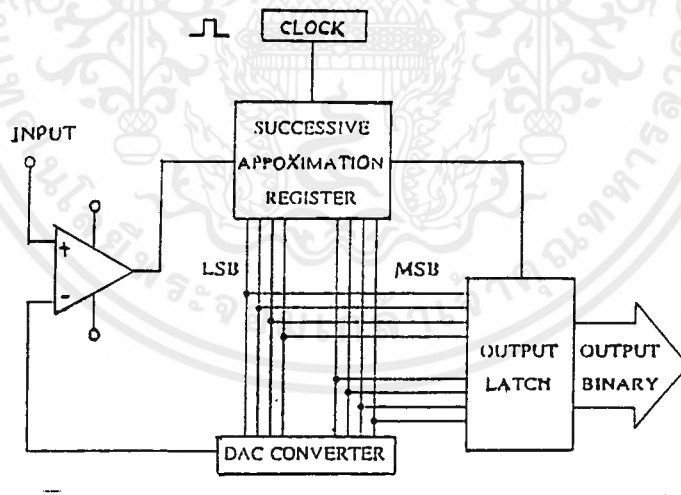
ประกอบด้วยส่วนการประมาณค่าซีคเซสซีฟ (successive) ส่วนของเอาต์พุตมัลติเพล็กซ์ และ ส่วนของสัญญาณอนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัล

ไอซีเอ็ดดี้ซี แบบนี้จะมีการเก็บสัญญาณเอาต์พุตเพิ่มเข้าไปด้วย เพื่อให้ค่าเอาต์พุตยังคงมีอยู่ แม้ว่าวงจรจะถูกปลดออกจากบัสในช่วงของเวลาที่ตาม ขณะที่ยังคงทำการแปลงสัญญาณอยู่เอ็ดดี้ซี จะติดต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ได้นั้นต้องมีสัญญาณเลือกเป็นลอจิก "0" จากระบบไมโครคอนโทรลเลอร์มาควบคุมเอ็ดดี้ซี เมื่อขาเขียน(WR)เป็นลอจิก "0" เอ็ดดี้ซี จะแปลงค่า V1 เป็นสัญญาณดิจิทัลเก็บไว้ในบัฟเฟอร์เอาต์พุต และไมโครคอนโทรลเลอร์จะอ่านข้อมูลจากเอ็ดดี้ซี เมื่อสัญญาณเลือก (CS)เป็นลอจิก"0"และขาอ่าน (RD)เป็นลอจิก"0"พร้อมกันในแต่ละรอบของการแปลงค่า ดังรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.9 แสดงเวลาการทำงานของ ADC 0804

การแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัล ภายในตัวไอซีเอ็ดซีเป็นการประมาณค่าอย่าง ต่อเนื่อง ดังรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10 แสดงการทำงานแบบซัคเซสซีฟอะพโรคซิเมชัน รีจิสเตอร์

2.4.3 ตัวอย่างการประมาณค่าโดยแสดงเทียบกับแผนผังการทำงาน

หลักการประมาณค่าจะทำโดยวิธีการสมมติว่า เอ็ดซี เป็นขนาด 3 บิต ให้สัญญาณที่เข้ามาทางอินพุตมีค่าเปลี่ยนแปลงได้จาก 0 โวลต์ ถึง 5 โวลต์ โดยตั้งค่าเปรียบเทียบกับไว้ที่ 2.5 โวลต์ ถ้าอินพุตมีค่า 0 โวลต์ ตัวเปรียบเทียบจะเทียบดูว่ามากกว่า หรือน้อยกว่า ในที่นี้น้อยกว่า ค่าบิตสูงสุดคือ D2 จะเท่ากับ '0'

จากนั้นก็นำไปเทียบกับค่าถัดไปคือ 1.5 โวลท์ ก็ยังน้อยกว่าอีกบิตรองลงมาคือ D1 จะเท่ากับ '0' แล้วยังไปเทียบกับค่าถัดไปคือ 0.5 โวลท์ก็ยังน้อยกว่า ค่าบิตสุดท้ายคือบิต D0 จะเท่ากับ '0' ได้บิตทางเอาต์พุตมีค่าเท่ากับ '000' หน่วย ในทางกลับกันให้อินพุตมีค่าเท่ากับ 5 โวลท์ เทียบกับ 2.5 โวลท์ มีค่ามากกว่าค่าบิตสูงสุดคือ D2 จะเท่ากับ '1' เทียบกับค่าถัดไปคือ 3.5 โวลท์ ก็มีค่ามากกว่า ค่าบิตรองลงมา คือ D1 จะเท่ากับ '1' ต่อไปเทียบกับ 4 โวลท์ ยังมีค่ามากกว่าบิตสุดท้าย คือ D0 จะเท่ากับ '1' ได้บิตทางเอาต์พุตเท่ากับ '111' หน่วย เวลาที่ใช้ในการแปลงค่าจะแปรผันตามจำนวนบิต และควาถี่ของสัญญาณคล็อก (Clock) หาได้จากสูตร

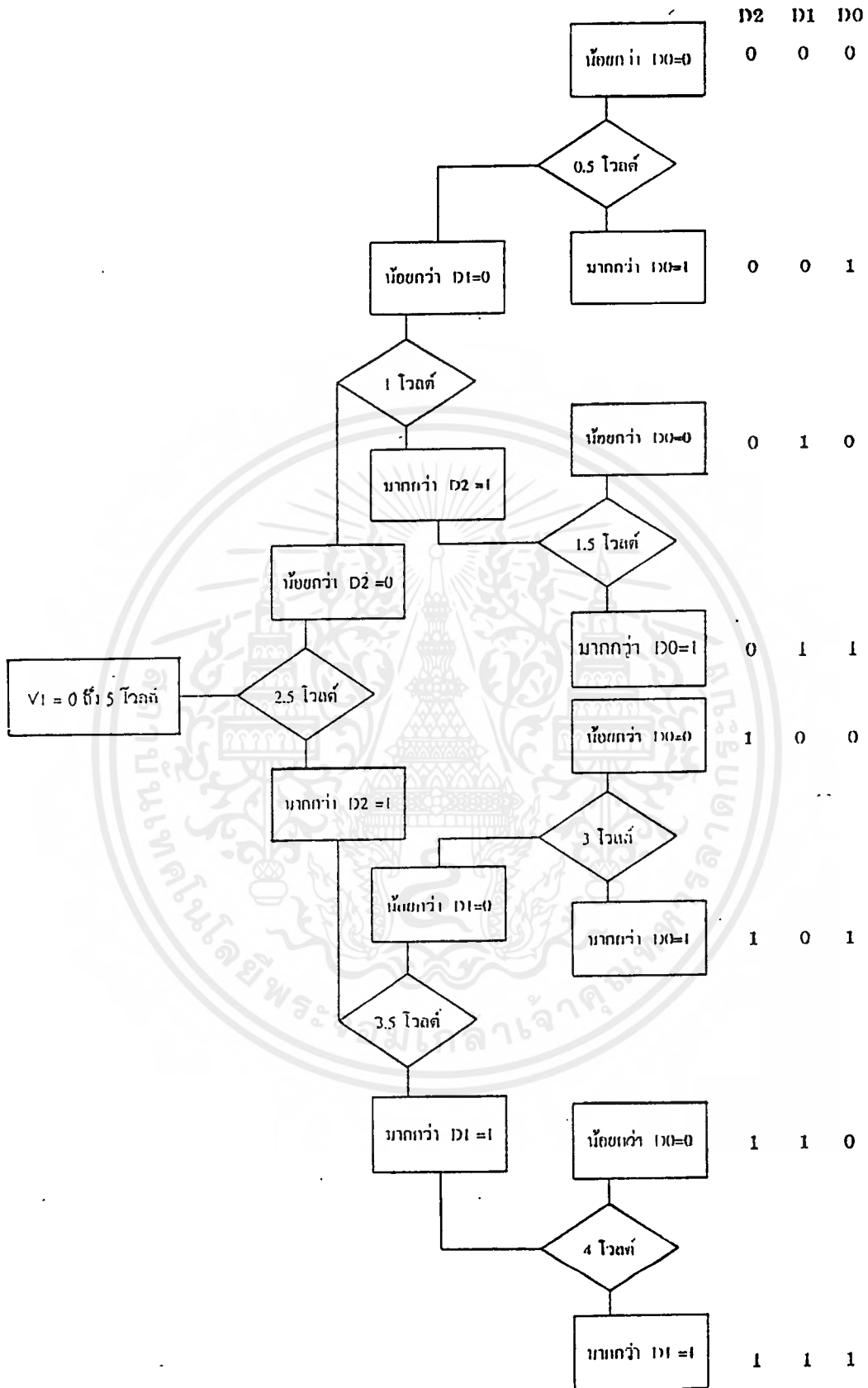
$$T_c = T (n + 1)$$

เมื่อ T_c คือ เวลาที่ใช้ในการแปลงค่า 1 รอบ

T คือ เวลา 1 คาบของสัญญาณลูกคลื่น

n คือ จำนวนบิตของวงจร

1 คือ สัญญาณ 1 ลูกคลื่นที่เพิ่มเข้าไปเพื่อรีเซตวงจร ชัคเซสซีฟอะพริอคซิเมชัน รีจิสเตอร์ในการทำงานแต่ละรอบดังแสดงในรูป



รูปที่ 2.11 แสดงการประมาณค่าของวงจรแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิตอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.4 ความสัมพันธ์ของอินพุตและเอาต์พุตของไอซี เอ็ดจี

ดังได้กล่าวแล้วว่า ไอซีเอ็ดจีจะใช้การเปรียบเทียบขนาดของสัญญาณอินพุตกับแรงดันอ้างอิงของวงจร แล้วจึงเปลี่ยนข้อมูลแบบดิจิตอล ซึ่งมีความสัมพันธ์ดังนี้คือ

ถ้าค่าของขนาดสัญญาณอนาล็อกอินพุต เท่ากับขนาดของแรงดันอ้างอิง จะได้ข้อมูลมีค่าเป็นครึ่งหนึ่งของข้อมูลสูงสุด

ถ้าค่าของขนาดสัญญาณอนาล็อกอินพุตมีค่าเป็น 2 เท่าของแรงดันอ้างอิง จะได้ข้อมูลมีค่าสูงสุด

ซึ่งขนาดของสัญญาณอินพุตของวงจรถูกกำหนดโดยค่าตัวแปรต่างๆดังนี้

2.4.4.1 แรงดันอ้างอิงของวงจร ($V_{ref}/2$) แรงดันอ้างอิงของวงจรนี้จะเป็นจุดอ้างอิงมาตรฐานของวงจร เป็นตัวกำหนดความเที่ยงตรงในการเปลี่ยนขนาดของสัญญาณดิจิตอล ซึ่งวงจรต้องการแรงดันอ้างอิงที่มีความเที่ยงตรงสูง เพราะถ้าหากแรงดันอ้างอิงของวงจรไม่มีความเที่ยงตรงแน่นอน มีการเปลี่ยนแปลงแล้ว การทำงานของวงจรก็จะเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย นั่นก็คือ จะส่งผลให้ค่าสัญญาณข้อมูลดิจิตอลที่ได้ก็จะเปลี่ยนแปลงขึ้นลงตามไปด้วย นั่นก็คือ จะส่งผลให้ค่าสัญญาณข้อมูลดิจิตอลที่ได้ก็จะเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย นั่นก็คือ จะส่งผลให้ค่าสัญญาณข้อมูลดิจิตอลที่ได้ก็จะเปลี่ยนแปลงขึ้นลงตามไปด้วย ถึงแม้ขนาดอินพุตมีขนาดคงที่ก็ตามและแรงดันอ้างอิงของวงจรจะถูกกำหนดให้มีค่าสูงสุดของวงจร โดยค่าสัญญาณของอินพุตของอินพุตบวกของวงจรจะถูกกำหนดให้มีค่าสูงสุดประมาณ 2 เท่า ของแรงดันอ้างอิง โดยมีจุดเริ่มต้นที่สัญญาณอินพุตของวงจรเสมอ

2.4.4.2 สัญญาณอินพุตลบ (Voltage Input- หรือ $VI-$) แรงดันอินพุตลบนี้ เป็นตัวกำหนดค่าอินพุตด้านต่ำของวงจร หรือจุดเริ่มต้นของการตรวจรับสัญญาณอินพุต ของวงจรมันเอง โดยค่าสัญญาณของอินพุตลบนี้ สามารถกำหนดได้ให้มีค่าไม่เกินแรงดันอ้างอิงสูงสุดของวงจร

2.4.4.3 สัญญาณอินพุตบวก (Voltage Input+ หรือ $VI+$) แรงดันอินพุตบวกนี้ ก็คือค่าแรงดันอินพุตของวงจรมันเอง ซึ่งต้องกำหนดให้มีขนาดสูงสุดไม่เกินกว่าค่าที่วงจร เอ็ดจี(+5V) รับได้ ซึ่งต้องเป็นแรงดันอยู่ในช่วงบวกเนื่องด้วยไอซีไม่สามารถอินพุตที่มีค่าเป็นลบได้

2.5 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ รุ่น แอนท์ - 32 (ANT - 32)

2.5.1 คุณสมบัติของบอร์ด แอนท์ - 32

2.5.1.1 เป็นบอร์ดคอนโทรลใช้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ในตระกูล MCS - 51 (8031 / 8032) ใช้ CPU เบอร์ 80C32 ทำงานที่ความถี่สัญญาณนาฬิกา 11.0592 เมกะเฮิรตซ์

2.5.1.2 ใช้งานหน่วยความจำบนบอร์ดได้ 3 ตำแหน่งด้วยกัน คือ

เป็นหน่วยความจำโปรแกรม (PROGRAM MEMORY) ใช้กับ EPROM ขนาด 8 - 32 กิโลไบต์ เบอร์ 2764 , 27128 หรือ 27256

เป็นหน่วยความจำข้อมูล (DATA MEMORY) ใช้กับ RAM ขนาด 8 กิโลไบต์ เบอร์ 6264 หรือ 32 กิโลไบต์ เบอร์ 62256 สามารถแบคอัพข้อมูลได้โดยใช้แบตเตอรี่ลิเทียม

เป็นหน่วยความจำโปรแกรมและข้อมูล (PROGRAM AND DATA MEMORY) ใช้กับ EPROM , RAM หรือ EEPROM ขนาด 8 - 32 กิโลไบต์ โดยใช้ EPROM เบอร์ 2764 , 27256 ใช้ RAM เบอร์ 6264 , 62256 หรือ EEPROM เบอร์ 2864 (A) , 28256 (A)

2.5.1.3 มีพอร์ต อินพุต / เอาท์พุต เบอร์ 8255 จำนวน 2 ตัว (48 บิต) สำหรับต่อไปใช้งานภายนอก

2.5.1.4 มีพอร์ต แอลซีดี สำหรับการต่อใช้งานกับ แอลซีดี แบบดอทแมตริก (DOT MATRIC)

2.5.1.5 มีวงจรการเชื่อมต่อแบบอนุกรมกับ RS232 (SERIAL INTERFACE DRIVER RS232) ด้วยชิพเบอร์ MAX232 สำหรับการต่อเข้ากับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์

2.5.1.6 มีวงจร วอชด็อก ไทมเมอร์ (WATCHDOG TIMER) , เพาเวอร์อัพ / ดาวน์ รีเซต (POWER UP / DOWN RESET) ด้วยชิพเบอร์ MAX691

2.5.1.7 มีวงจรมหาฬิกาเวลาจริง ใช้ชิพเบอร์ DS1202

2.5.1.8 มีคอนเนคเตอร์สำหรับ พอร์ท 1 ของไมโครคอนโทรลเลอร์โดยเฉพาะ

2.5.1.9 มีคอนเนคเตอร์สำหรับระบบบััส

2.5.1.10 สามารถเลือกเบอร์ และชนิดหน่วยความจำ หรือกำหนดคุณสมบัติต่าง ๆ ของบอร์ดได้ด้วยจัมเปอร์

2.5.2 การอ้างอิงตำแหน่งพอร์ต 8255 ของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์

เป็นชิพพอร์ตแบบขนานที่เป็นที่นิยมใช้งานกันมากมาย สำหรับบอร์ดนี้ใช้พอร์ต 8255 จำนวน 2 ตัว ทำหน้าที่เป็นพอร์ตทำให้มีพอร์ตอินพุต / เอาต์พุตถึง $24 \times 2 = 48$ บิต โดยแบ่งเป็นพอร์ตใช้งาน 1 และ 2 มีตำแหน่งแอดเดรสดังนี้

พอร์ตใช้งาน 1

พอร์ต A	ตำแหน่งแอดเดรส $F800H + 00H = F800H$
พอร์ต B	ตำแหน่งแอดเดรส $F800H + 01H = F801H$
พอร์ต C	ตำแหน่งแอดเดรส $F800H + 02H = F802H$
คอนโทรลพอร์ต	ตำแหน่งแอดเดรส $F800H + 03H = F803H$

พอร์ตใช้งาน 2

พอร์ต A	ตำแหน่งแอดเดรส $FC00H + 00H = FC00H$
พอร์ต B	ตำแหน่งแอดเดรส $FC00H + 01H = FC01H$
พอร์ต C	ตำแหน่งแอดเดรส $FC00H + 02H = FC02H$
คอนโทรลพอร์ต	ตำแหน่งแอดเดรส $FC00H + 03H = FC03H$

ก่อนที่จะใช้งานพอร์ต 8255 จะต้องทำการกำหนดโหมดการทำงานของพอร์ต A , B และ C ให้เป็นอินพุตหรือเอาต์พุต โดยทำการเขียนค่า คอนโทรลโค้ด ไปที่คอนโทรลพอร์ต

2.5.3 การอ้างอิงตำแหน่งพอร์ตแอลซีดีโมดูล ของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์

บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ จะมีแอลซีดีพอร์ต ให้สำหรับการต่อใช้งานโดยสามารถต่อเข้ากับ แอลซีดี โมดูลแบบคอตแมทริกได้ทันที ซึ่งจะใช้สายสัญญาณทั้งหมด 14 ขา และสำหรับการใช้งาน แอลซีดี พอร์ตนั้น จะมีการจัดวงจรในแบบ เมโมรีแม็ป ซึ่งจะช่วยให้การเขียนโปรแกรมทำได้ง่าย โดยจะมองเห็น ตำแหน่งต่างๆ ที่สรุปได้ดังนี้

แอดเดรส	ลักษณะของพอร์ตที่ติดต่อ
FA00H	สำหรับเขียนคำสั่ง (RS = 0 , RW = 0)
FA01H	สำหรับอ่านค่าไม่ว่า (RS = 0 , RW = 1)
FA02H	สำหรับเขียนข้อมูล (RS = 1 , RW = 0)
FA03H	สำหรับอ่านข้อมูล (RS = 1 , RW = 1)

การอ่านค่า แอลซีดี แบบ คอตแมทริกนี้ จะสามารถเลือกรุ่นใดๆ ก็ได้ โดยมีจำนวนตัวอักษรต่อบรรทัด และจำนวนบรรทัดตามที่ต้องการ เพราะสายสัญญาณที่ใช้จะใช้แบบเดียวกันหมด จะแตกต่างกันที่โปรแกรมเท่านั้น การนับหมายเลขขั้วต่อของแอลซีดี พอร์ต จะไม่เหมือนการนับทั่วๆ ไป

สำหรับคำสั่งในการใช้งาน แอลซีดี และรูปแบบการอ้างอิงตำแหน่งต่าง ๆ บนจอ แอลซีดี นั้น สามารถดูรายละเอียดได้จากภาคผนวก

0000H	U2 (0000H-7FFFH) CODE PROGRAM EPROM 2764 27128 27256	U3 (0000H-7FFFH) DATA MEMORY RAM (backup) 6264 62256
8000H	U4 (8000H-F7FFFH) CODE AND DATA MEMORY EPROM EEPROM RAM 2764 2864 6264 ~~27256~~ ~~28256~~ ~~62256~~	
F800H	U10 (F800H-F9FFFH) 8255 USER PORT 1	
FA00H	(FA00H-FBFFFH) LCD PORT	
FC00H	U11 (FC00H-FDFFFH) 8255 USER PORT 2	
FE00H	RESERVE	
FFFFH		

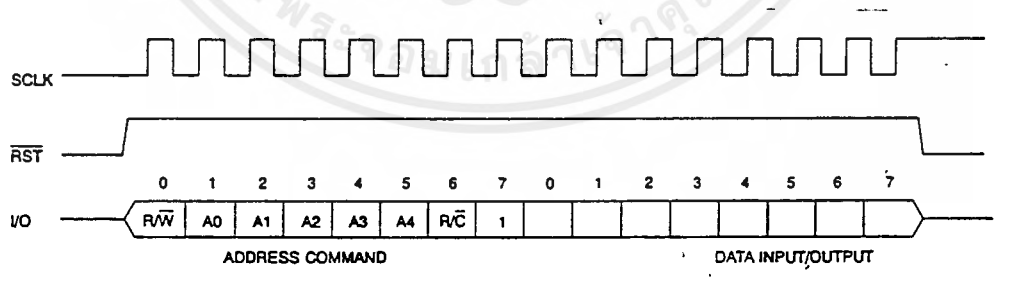
รูปที่ 2.12 แสดงแผนที่ของหน่วยความจำของบอร์ดแอนท์ - 32

2.5.4 นาฬิกาเวลาจริง และปฏิทิน (OPTIONAL REAL TIME CLOCK & CALENDAR)

สำหรับการใช้งานระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มีเวลามาเกี่ยวข้องกับ จำเป็นต้องมีวงจรในส่วนที่ทำหน้าที่เป็นนาฬิกาเวลาจริง ซึ่งบอร์ดแอนท์ - 32 ใช้ชิพเบอร์ DS1202 โดยต่อร่วมกับอุปกรณ์ภายนอกเพียงเล็กน้อยและที่สำคัญคือ ไม่ต้องทำการปรับแต่ง ซึ่งเมื่อจะใช้นาฬิกาเวลาจริงนี้ ต้องมีชิพ DS1202 และ MAX691 รวมทั้งคริสตัล 32.768 กิโลเฮิรซ์ และแบตเตอรี่ลิเทียมบนบอร์ดแอนท์ - 32

DS1202 ประกอบไปด้วยนาฬิกาเวลาจริง / ปฏิทิน และสแตตัสติก แรม ขนาด 24 ไบท์ ทำการอินเตอร์เฟสกับซีพียูในแบบอนุกรม โดยใช้สายเพียง 3 เส้น คือ ขารีสต , ขาอินพุต / เอาท์พุต (สำหรับข้อมูล) และ ขาคlockอนุกรม (SERIAL CLOCK)

ขาสัญญาณทั้ง 3 นี้จะต่อเข้ากับขา P1.6 , P1.4 และ P1.5 ของ ซีพียู ตามลำดับ เมื่อต้องการทราบค่าเวลา จะต้องทำการอ่านเวลาจากชิพ เพราะว่า ชิพนี้ไม่มีขาสำหรับไปอินเตอร์รัพ ซีพียู ซีพียูสามารถเขียนหรืออ่านข้อมูลของนาฬิกาได้ 2 วิธี คือ ไบท์เดี่ยว (SINGLE BYTE) และ หลายไบท์ (MULTIPLE BYTE) โดยทั้งสองวิธีซีพียู ต้องส่งไบท์คำสั่ง (8 บิต) ให้ DS1202 เพื่อบอกทราบว่าจะทำการเขียนหรืออ่านนาฬิกา พร้อมตำแหน่ง และตามด้วยข้อมูล ในขณะที่กำลังติดต่อกับ DS1202 สัญญาณที่ขารีสตต้องเป็นลอจิก 1 ขา clockอนุกรมจะเป็นสัญญาณ เพื่อทำการเขียนหรืออ่านข้อมูล โดยจะใช้สัญญาณ clock 1 ลูกสำหรับข้อมูล 1 บิต ส่วนขา อินพุต / เอาท์พุต เป็นข้อมูลอนุกรมโดยจะเป็นอินพุตเมื่อทำการเขียนและเป็นเอาท์พุตเมื่อทำการอ่าน โดยข้อมูลที่เขียนหรืออ่านนี้จะเริ่มจากบิต 0 และจบด้วยบิต 7 ค่าของไบท์คำสั่ง



รูป 2.13 รูปแสดงไทม์ไลน์เวลาของการส่งข้อมูลเพื่อติดต่อกับ DS1202 แบบไบท์เดี่ยว

คำไบต์คำสั่งในการเขียนและอ่านนาฬิกาแสดงไว้ดังนี้

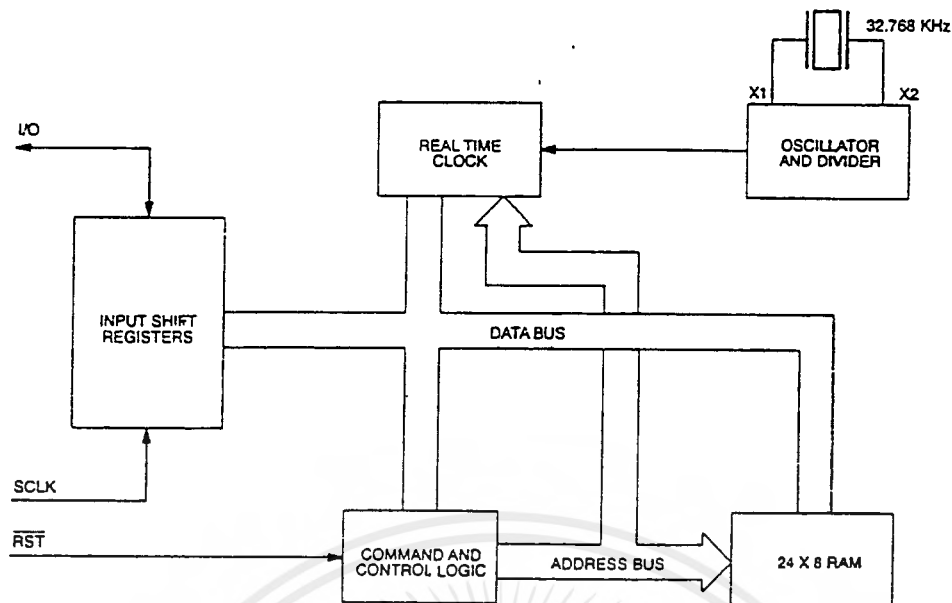
COMMAND BYTES/DEFINITION Figure 4

REGISTER	FUNCTION	COMMAND ADDRESS (HEX)	WRITE=W READ=R	RANGE DATA (BCD)	REGISTER DEFINITION							
					7	6	5	4	3	2	1	0
0	SECONDS	80 81	W R	00-59	CH	10 SEC				SEC		
1	MINUTES	82 83	W R	00-59	0	10 MIN				MIN		
2	12HRS 24 HRS	84 85	W R	01-12 00-23	12 24	0 0	AP 10	HR HR	HOUR			
3	DATE	86 87	W R	01-31	0	0	10DATE		DATE			
4	MONTH	88 89	W R	01-12	0	0	0	10M	MONTH			
5	DAY	8A 8B	W R	01-07	0	0	0	0	DAY			
6	YEAR	8C 8D	W R	00-99	10 YEAR				YEAR			
7	WRITE PROTECT	8E 8F	W R	00-80	WP	ALWAYS ZERO						

ตารางที่ 2.1 ตารางแสดงไบต์คำสั่ง

การทำงาน

จะมีการทำงานตามบล็อกไดอะแกรม ดังรูป โดยมี ชิฟท์ รีจิสเตอร์, คอนโทรล ลอจิก, ออสซิลเลเตอร์, นาฬิกาเวลาจริง และ หน่วยความจำสำรอง การเริ่มต้นของการส่งผ่านข้อมูล รีเซตจะทำให้เป็น ลอจิก 1 และ 8 บิต ถูกนำเข้าไปในชิฟท์รีจิสเตอร์ ซึ่งจะทำการแปลงทั้งแอดเดรสและคำสั่ง โดยที่ข้อมูลที่เป็นอินพุตจะเป็นแบบอนุกรม ใช้ 8 บิตแรกของ 32 ไบต์เป็นทางเข้า โดยไม่คำนึงว่ารอบการอ่าน, เขียน จะเกิดขึ้นหรือไม่ หลังจากนั้น 8 คล็อกแรก จะเกิดขึ้นและจะนำคำสั่งไปยังชิฟท์รีจิสเตอร์ โดยจะใช้กับข้อมูล ออก เมื่อมีการอ่านหรือข้อมูลเข้า เมื่อมีการเขียน

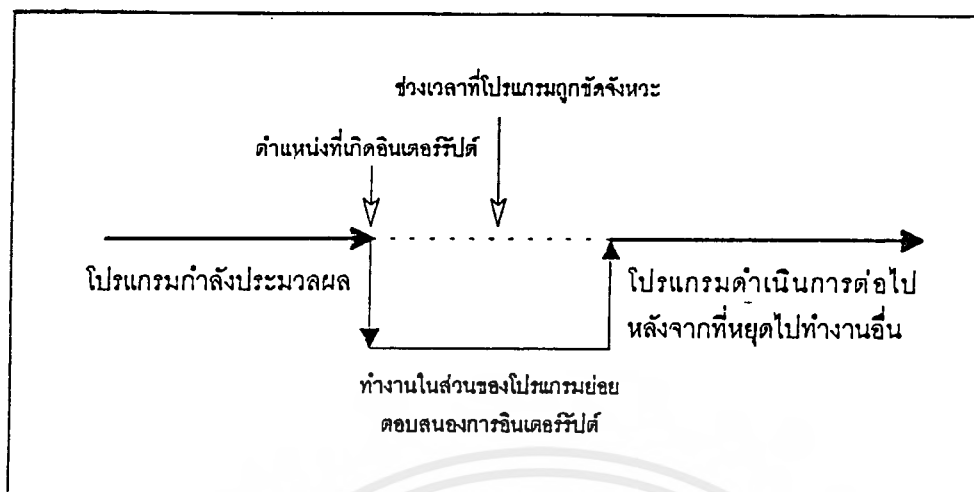


รูปที่ 2.14 บล็อกไดอะแกรม DS1202

2.6 การอินเทอร์รัปต์

โดยปกติแล้วในการให้บริการหรือควบคุมอุปกรณ์อินพุตและเอาต์พุตต่าง ๆ ของระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ มักจะให้การวนรอบในช่วงระยะเวลาที่กำหนดเพื่อตรวจสอบสภาพของการติดต่อ แม้ว่าอุปกรณ์นั้น ๆ จะไม่ต้องการการติดต่อใด ๆ ก็ตาม ซึ่งทำให้เสียเวลาในการประมวลผลของหน่วยประมวลผลกลางไปโดยเปล่าประโยชน์ การนำเทคนิคของการอินเทอร์รัปต์เข้ามาช่วยในการดำเนินการนั้น นอกจากจะทำให้ระบบมีการตอบสนองต่อเหตุการณ์ได้รวดเร็วยิ่งขึ้นแล้ว ยังมีผลทำให้ลดความซับซ้อนของโปรแกรมลงได้อย่างมากด้วยเนื่องจากไม่จำเป็นต้องมีส่วนของโปรแกรมที่ทำการวนตรวจนี้อีกต่อไป

เนื่องจากลักษณะการร้องขอการอินเทอร์รัปต์ของอุปกรณ์ต่าง ๆ เข้ามายังไมโครคอนโทรลเลอร์นั้นสามารถเกิดขึ้นได้ตลอดเวลา ไม่ว่ากำลังประมวลผลโปรแกรมอยู่ในส่วนใดของโปรแกรมก็ตาม ดังนั้นเมื่อโปรแกรมถูกอินเทอร์รัปต์ ก็จะดำเนินการคำสั่งที่กำลังทำอยู่ให้เสร็จสิ้น หลังจากนั้นไมโครคอนโทรลเลอร์จึงตอบรับการอินเทอร์รัปต์นั้น และควบคุมให้ไปดำเนินการประมวลผลโปรแกรมยังตำแหน่งหนึ่ง เพื่อให้บริการต่อการอินเทอร์รัปต์นั้น ซึ่งยังจะมีผลทำให้สถานะการรับรู้ว่าการอินเทอร์รัปต์ทางด้านฮาร์ดแวร์ของไมโครคอนโทรลเลอร์เปลี่ยนแปลงและกลับไปเป็นสภาวะเช่นปกติ



รูปที่ 2.15 แสดงให้เห็นถึงแผนภาพการทำงานของโปรแกรม

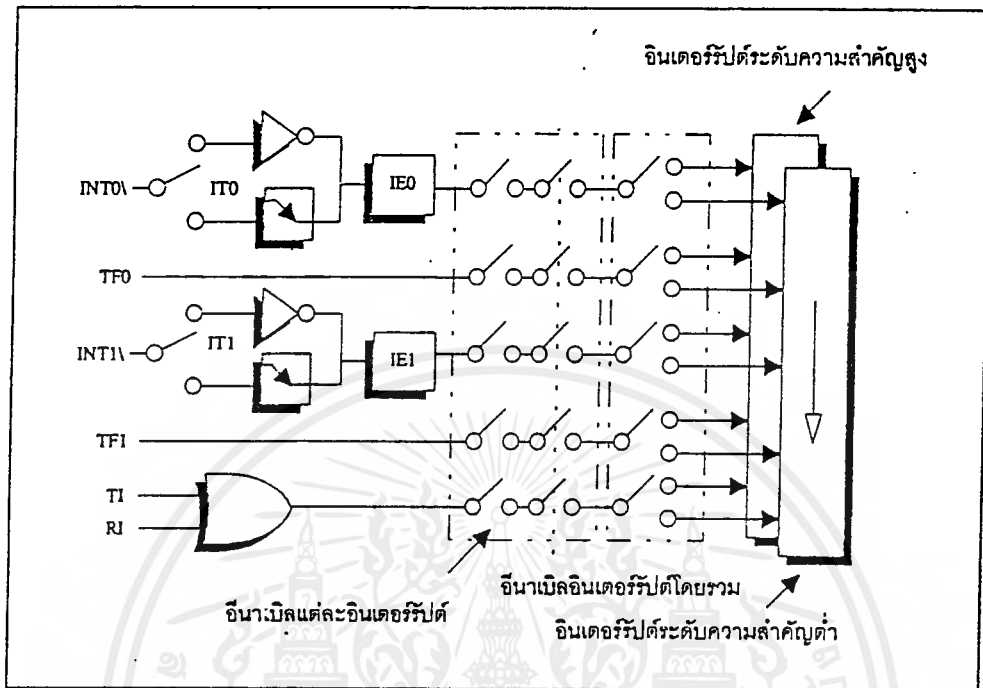
จากรูปซึ่งโดยปกติจะทำงานอย่างใดอย่างหนึ่งอยู่ เมื่อมีการอินเทอร์รัปต์เกิดขึ้นส่วนนี้จะหยุดค้าง เนื่องจากโปรเซสเซอร์จะทำการกระโดดไปทำงานในส่วนรองโปรแกรมย่อยบริการอินเทอร์รัปต์ เมื่อเสร็จสิ้นงานในโปรแกรมย่อยนี้แล้วจึงจะได้กลับไปทำงานเก่าที่ค้างอยู่ต่อไป

การจำแนกประเภทของสัญญาณที่ทำให้เกิดการอินเทอร์รัปต์กับไมโครคอนโทรลเลอร์ 8051 ใช้การพิจารณาจากแหล่งที่มาของสัญญาณอินเทอร์รัปต์นั้น ได้แก่ สัญญาณอินเทอร์รัปต์ภายนอก ซึ่งมีที่มาจากวงจรหรืออุปกรณ์ภายนอก โดยสัญญาณจะผ่านเข้ามาทางขาสัญญาณของไมโครคอนโทรลเลอร์ สำหรับสัญญาณอินเทอร์รัปต์ภายในนั้น จะเป็นการสร้างสัญญาณจากวงจรภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์เอง

2.6.1 โครงสร้างการอินเทอร์รัปต์ของ 8051

จากแผนภาพโครงสร้างระบบอินเทอร์รัปต์ของ 8051 ในรูป แสดงให้เห็นว่าสัญญาณที่เข้ามาทำการอินเทอร์รัปต์ 8051 นั้นเกิดขึ้นได้ห้าลักษณะตามตารางข้อมูล โดยจะเห็นได้ว่าจะสามารถที่จะกำหนดเลือกเพื่อยินยอม (หรือ อินาเบิล) และห้าม (หรือ ดิสเาเบิล) ไม่ให้มีการอินเทอร์รัปต์แต่ละประเภทได้ โดยการกำหนดบิตของข้อมูลที่เกี่ยวข้องซึ่งมักจะอยู่ภายในรีจิสเตอร์ TCON และ SCON นอกจากนี้ยังมีตำแหน่งบิตภายในรีจิสเตอร์ IE (INTERRUPT ENABLE REGISTER) ซึ่งทำหน้าที่เสมือนกับเป็นสวิตช์หลักที่เกี่ยวข้องกับสัญญาณอินเทอร์รัปต์ทั้งหมด โดยหากว่ากำหนดให้ห้ามการเกิดอินเทอร์รัปต์แล้ว การกำหนดบิตเพื่อห้ามหรือยินยอมของแต่ละอินเทอร์รัปต์ก็จะมีผลใด ๆ เกิดขึ้น นอกจากนี้แผนภาพในรูปยังแสดงให้เห็นด้วยว่าสัญญาณอินเทอร์รัปต์แต่ละประเภทยังสามารถกำหนด ระดับความสำคัญ ของการอินเทอร์รัปต์ได้สองลักษณะ คือ ระดับความสำคัญสูงหรือต่ำ กล่าวคือ ขณะที่กำลังประมวลผลอยู่ภายในส่วนของโปรแกรมย่อยบริการอินเทอร์รัปต์ของสัญญาณที่มีระดับความสำคัญต่ำอยู่ ก็อาจจะถูกขัดจังหวะให้ไป

ประมวลผลของสัญญาณอินเตอร์รัปต์ ที่มีระดับความสำคัญสูงกว่าได้ แต่หากว่าเป็นสัญญาณอินเตอร์รัปต์ที่ระดับความสำคัญต่ำเช่นเดียวกันแล้วก็ต้องรอให้เสร็จสิ้นการประมวลผลที่ดำเนินการอยู่ก่อน



รูปที่ 2.16 แผนภาพแสดงโครงสร้างระบบการอินเตอร์รัปต์ของ 8051

สัญญาณ	ความหมาย
INT0	สัญญาณอินเตอร์รัปต์ภายนอก เข้ามาขาสัญญาณ P3.2
INT1	สัญญาณอินเตอร์รัปต์ภายนอก เข้ามาขาสัญญาณ P3.3
Timer0	สัญญาณอินเตอร์รัปต์ภายใน ที่เกิดจากวงจรนับ/จับเวลา Timer0
Timer1	สัญญาณอินเตอร์รัปต์ภายใน ที่เกิดจากวงจรนับ/จับเวลา Timer1
พอร์ตอนุกรม	สัญญาณอินเตอร์รัปต์ภายในและภายนอก ที่เกี่ยวข้องกับการส่งข้อมูล อนุกรมจากวงจรภายใน และรับข้อมูลอนุกรมจากภายนอกตามลำดับ

ตารางที่ 2.2 สัญญาณอินเตอร์รัปต์ของ 8051 ทั้ง 5 ประเภท

2.6.2 การควบคุมการอินเตอร์รัปต์

ตามโครงสร้างด้านการจัดการอินเตอร์รัปต์ของ 8051 สามารถกำหนดเลือกเพื่อยินยอมหรือไม่

ยินยอม ให้มีการอินเตอร์รัปต์ของแต่ละสัญญาณได้ โดยใช้การกำหนดค่าของบิตภายใน รีจิสเตอร์ IE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งจะมีทั้งแบบที่ระบุถึงอินเทอร์รัปต์โดยรวมทั้งหมด (บิตที่ 7) และอินเทอร์รัปต์แต่ละประเภทได้ ในกรณีที่กำหนดค่าข้อมูลเป็น 1 ให้กับจะมีความหมายถึงการยินยอมให้มีการอินเทอร์รัปต์เกิดขึ้นได้ โดยจะต้องทำการกำหนดให้ยินยอมให้มีการอินเทอร์รัปต์ทั้งหมดให้เกิดขึ้นก่อน จึงจะมีผลทำให้การกำหนดบิตเพื่อยินยอมของแต่ละอินเทอร์รัปต์มีผลขึ้นได้

ชื่อบิต IE ตำแหน่ง A8H

ค่ากำหนดเริ่มต้น 0x00 0000

EA		ET2	ES	ET1	EX1	ET0	EX0
ชื่อบิต	ตำแหน่ง	ความหมาย					
EA	IE.7	อีนาเบิล/ดิสเอเบิล การเกิดอินเทอร์รัปต์โดยรวม					
	IE.6						
ET2	IE.5	อีนาเบิล/ดิสเอเบิล การเกิดอินเทอร์รัปต์ Timer2					
ES	IE.4	อีนาเบิล/อีนาเบิล การเกิดอินเทอร์รัปต์ พอร์ตอนุกรม					
ET1	IE.3	อีนาเบิล/ดิสเอเบิล การเกิดอินเทอร์รัปต์ Timer1					
EX1	IE.2	อีนาเบิล/ดิสเอเบิล การเกิดอินเทอร์รัปต์ INT1					
ET0	IE.1	อีนาเบิล/ดิสเอเบิล การเกิดอินเทอร์รัปต์ Timer0					
EX0	IE.0	อีนาเบิล/ดิสเอเบิล การเกิดอินเทอร์รัปต์ INTO					

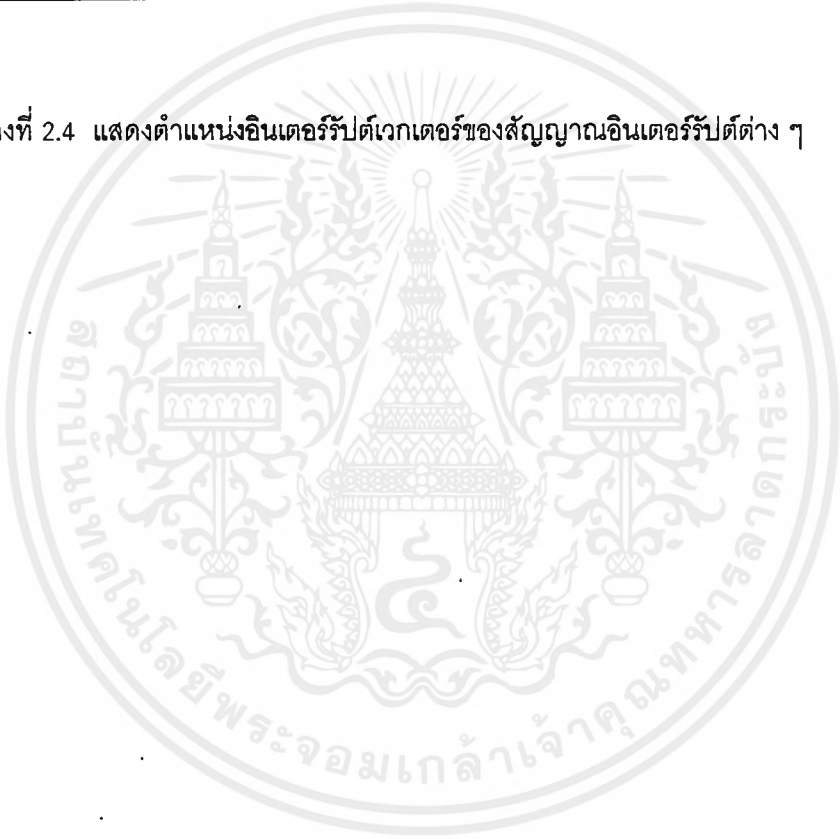
ตารางที่ 2.3 แสดงบิตต่าง ๆ ภายในรีจิสเตอร์ IE

2.6.3 การจัดการอินเทอร์รัปต์

เมื่อมีการอินเทอร์รัปต์เกิดขึ้น ไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำคำสั่งที่กำลังดำเนินการอยู่ให้แล้วเสร็จ จากนั้นจึงจะทำการเก็บค่าตำแหน่งแอดเดรสของคำสั่งที่จะทำงานต่อไปไว้ยังบริเวณของหน่วยความจำที่ถูกกำหนดไว้ให้เป็นสแต็ก และกระโดดไปยังตำแหน่งแอดเดรสที่ได้มีการกำหนดไว้แน่นอนตำแหน่งหนึ่งโดยอัตโนมัติ ตำแหน่งนี้เรียกว่า แอดเดรสของอินเทอร์รัปต์เวกเตอร์ (INTERRUPT VECTOR ADDRESS) ซึ่งจะต้องทำการเขียนโปรแกรมย่อย (SUBROUTINE) ที่ตำแหน่งแอดเดรสเหล่านี้ไว้ ซึ่งเรียกว่า โปรแกรมย่อยบริการอินเทอร์รัปต์

แหล่งกำเนิดสัญญาณอินเตอร์รัปต์	ตำแหน่งแอดเดรส (ฐานสิบหก)
อินเตอร์รัปต์ภายนอก 0	0003
วงจรมับ/จับเวลา 0	0008
อินเตอร์รัปต์ภายนอก 1	0013
วงจรมับ/จับเวลา 1	0018
วงจรมับ/ส่งข้อมูลอนุกรม	0023

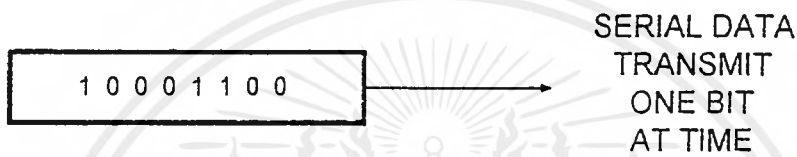
ตารางที่ 2.4 แสดงตำแหน่งอินเตอร์รัปต์เวกเตอร์ของสัญญาณอินเตอร์รัปต์ต่าง ๆ



2.7 การรับส่งข้อมูลแบบอนุกรม

การรับส่งข้อมูลโดยทั่วไปนั้น ข้อมูลทุกๆบิตจะถูกรับหรือส่งออกไปในเวลาเดียวกัน เช่นการอ่านหรือการเขียน ข้อมูลลงในหน่วยความจำ ซึ่งเราเรียกการรับส่งข้อมูลในลักษณะนี้ว่า “การรับส่งข้อมูลแบบขนาน(PARALLEL COMMUNICATION) “

สำหรับในที่นี้จะกล่าวถึงการรับส่งข้อมูลอีกรูปแบบหนึ่ง ซึ่งเป็นการรับส่งข้อมูลที่ละบิตแทนที่จะทำการส่งข้อมูลพร้อมกันทุกบิตในเวลาเดียวกัน การรับส่งข้อมูลแบบนี้มีชื่อว่า “ การรับส่งข้อมูลแบบอนุกรม (SERIAL COMMUNICATION) “



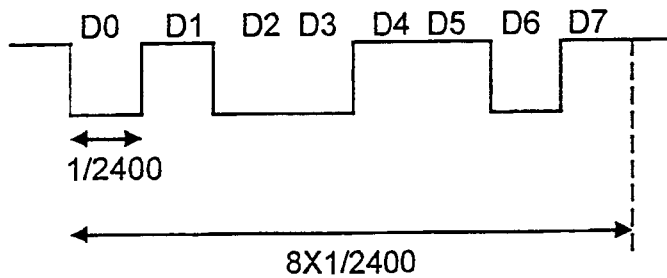
รูปที่ 2.17 แสดงการส่งข้อมูลแบบอนุกรม ซึ่งจะทำการส่งข้อมูลที่ละ 1 บิต

สำหรับการรับส่งข้อมูลแบบขนานนั้น ถึงแม้ว่าจะมีความเร็วสูงกว่าอยู่มากก็ตาม แต่ต้องใช้จำนวนสายในการส่งผ่านข้อมูลเป็นจำนวนมากกว่าแบบอนุกรมทำให้สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายในการวางสายโดยไม่จำเป็น และยังมีการลดทอนของสัญญาณมากกว่าแบบอนุกรมอีกด้วย ทำให้เกิดความผิดพลาดในการรับส่งผ่านข้อมูลขึ้นได้ง่าย ดังนั้นในการส่งผ่านข้อมูลในระยะทางไกลๆเรามักจะเลือกใช้การส่งข้อมูลแบบอนุกรม เพื่อลดจำนวนของสายส่งซึ่งจะช่วยในการลดค่าใช้จ่ายในการวางสายลงได้มาก ถึงแม้การรับส่งข้อมูลแบบนี้จะมีความยุ่งยากและช้ากว่าการรับส่งข้อมูลแบบขนานอยู่บ้างก็ตาม

2.7.1 อัตราความเร็ว (BAUD RATE)

สิ่งที่สำคัญมากสิ่งหนึ่งในการรับส่งข้อมูลแบบอนุกรมนี้อคือ ความถี่ที่ใช้ในการส่งข้อมูลซึ่งจะต้องสัมพันธ์กันระหว่างอุปกรณ์ที่ทำการรับและส่งข้อมูล ความถี่ที่ใช้ในนี้มีชื่อเรียกว่า “อัตราความเร็ว ” ซึ่งมีความหมายถึง “อัตราการรับส่งข้อมูลเป็นจำนวนบิตใน 1 วินาที “ ถ้าหากว่าเครื่องส่งใช้ อัตราความเร็วที่ไม่สัมพันธ์กับเครื่องแล้ว ก็จะทำให้การรับส่งข้อมูลเกิดผิดพลาดขึ้นได้

โดยทั่วไปค่าของอัตราความเร็วนั้นจะใช้ค่าต่างๆดังต่อไปนี้คือ 110 , 150 , 300 , 200 , 4800 และ 9600 บิตต่อวินาที สำหรับในที่นี้จะสมมุติว่าต้องการที่จะส่งข้อมูลแบบอนุกรมด้วยอัตรา 2400 baud (2400 บิตต่อวินาที) และข้อมูลที่ต้องการจะส่งก็คือ OB2H หรือ 10110010B ซึ่งเราสามารถที่จะแสดงได้ในรูปของสัญญาณดังรูป



รูปที่ 2.18 แสดงสัญญาณของข้อมูลที่ถูกส่งไปตามสายส่งสัญญาณ

จากรูปเห็นได้ว่าการกว้างของสัญญาณของแต่ละบิต จะมีค่าเท่ากับ $1/\text{BAUD RATE}$ วินาที ซึ่งจากอัตราความเร็วที่ต้องการใช้คือ 2400 บิตต่อวินาทีนั้น จะทำให้การกว้างของแต่ละบิตที่จะส่งไปตามสายส่งนี้ทำให้เราสามารถที่จะคำนวณเวลาที่จะต้องใช้ในการรับส่งข้อมูลแต่ละไบต์ (8 บิต) ได้เท่ากับ 8×416 ไมโครวินาที หรือ 3328 ไมโครวินาที อย่างไรก็ตามเพื่อป้องกันความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นได้ จึงมีการเพิ่มบิตต่างๆลงไปในแต่ละไบต์ของข้อมูล เพื่อช่วยในการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่เครื่องรับได้รับมา (แต่ไม่ได้หมายความว่าเมื่อเพิ่มบิตต่างๆเหล่านี้เข้าไปแล้ว จะทำให้การส่งผ่านข้อมูลมีความถูกต้อง 100%) สำหรับบิตต่างๆที่เพิ่มเข้ามานี้ ก็คือ บิตเริ่มต้น (START BIT), บิตหยุด (STOP BIT) และพริตตี้บิต (PARITY BIT) ซึ่งจะทำให้ข้อมูลในแต่ละไบต์ที่ส่งออกไปนี้มีมากกว่า 8 บิต และเวลาที่ใช้ในการรับส่งข้อมูลก็จะมากขึ้นตามไปด้วย

2.7.2 บิตเริ่มต้น

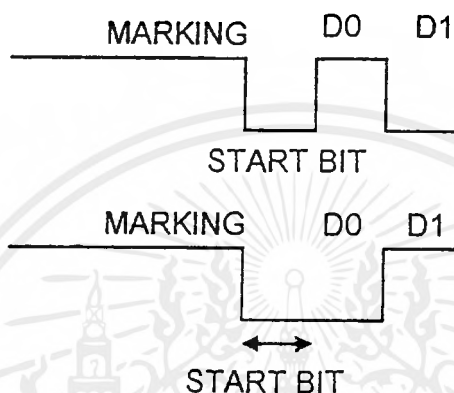
ในการส่งผ่านข้อมูลแบบอนุกรมนี้ เราจำเป็นต้องทำให้อุปกรณ์ที่จะรับข้อมูลทราบว่าข้อมูลที่ส่งมานั้นเริ่มต้นที่จุดใด ดังนั้นเราจึงจำเป็นต้องเพิ่มข้อมูล 1 บิต ลงไปก่อนหน้าข้อมูลจริง (ACTUAL DATA) ที่จะทำการส่ง (การส่งอนุกรมจะส่งบิต D0 เป็นบิตแรก และบิต D7 เป็นบิตสุดท้าย) นั่นก็คือทำการเพิ่มบิตนี้ลงไปข้างหน้าบิต D0 นั่นเอง และเรียกบิตนี้ว่า “ บิตเริ่มต้น ”

หน้าที่ของบิตเริ่มต้นนั้นนอกจากจะใช้ในการบอกว่าข้อมูลนั้นเริ่มต้นที่ใดแล้ว ยังทำงานร่วมกับบิตหยุด (ซึ่งจะกล่าวถึงต่อไป) เพื่อช่วยในการแยกข้อมูลแต่ละชุดออกจากกันและความกว้างของบิตนี้จะเท่ากับ ความกว้างของบิตอื่นๆ ในข้อมูลที่จะส่ง (D0 - D7)

เมื่ออุปกรณ์ที่จะส่งข้อมูลยังไม่ได้ทำการส่งข้อมูลใดๆออกมานั้น สายส่งจะอยู่ในสถานะที่เรียกว่า “ มาร์คกิ้ง (MARKING) ” ซึ่งเป็นสถานะที่ไม่มีการรับส่งข้อมูลใดๆเกิดขึ้น ในที่นี้เราจะสมมุติให้

มาร์คกึ่งของสายส่งเป็นลอจิก “ 1 ” บิตเริ่มต้นที่จะเพิ่มเข้าไปนี้จะมีลอจิกที่ตรงข้ามกับลอจิกของมาร์คกึ่ง ดังนั้นในกรณีนี้บิตเริ่มต้นจะมีลอจิกเป็น “ 0 ”

สำหรับบิตเริ่มต้นนี้จะมีความกว้างเท่ากับ 1 บิตของข้อมูล เช่น ใน 1 บิตของข้อมูลมีความยาวเท่ากับ 413 ไมโครวินาที บิตเริ่มต้นก็จะมีมีความกว้างของสัญญาณเท่ากับ 413 ไมโครวินาทีด้วย ในรูปที่จะแสดงให้เห็นถึงบิตเริ่มต้นที่เพิ่มเข้าไปก่อนหน้าข้อมูล (ก่อนหน้า D0)



รูปที่ 2.19 แสดงการเพิ่มบิตเริ่มต้นเข้าไปก่อนหน้าบิต D0 ในกรณีที่บิต D0 เป็น “1” และ “0” ตามลำดับ

2.7.3 พาริตีบิต

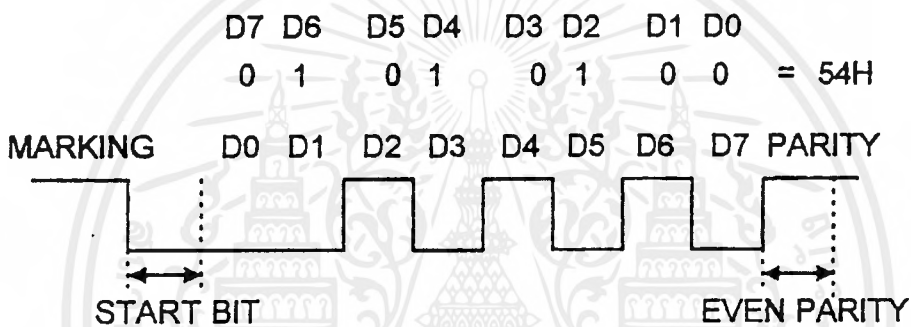
สำหรับบิตนี้จะทำหน้าที่ในการบอกให้ส่วนรับข้อมูลทราบว่า ข้อมูลที่ได้รับเข้ามานั้นมีความถูกต้องเหมือนกับข้อมูลที่ถูกส่งออกมาหรือไม่ (ถึงแม้ว่าการตรวจสอบบิตนี้จะไม่พบความผิดพลาด แต่ก็ไม่ได้หมายความว่าข้อมูลที่รับเข้ามานั้นจะถูกต้อง 100%) โดยที่บิตนี้จะทำหน้าที่ในการบอกให้ส่วนรับข้อมูลทราบว่าข้อมูลที่ส่งออกมาในแต่ละไบนารีนั้นมีจำนวนบิตที่เป็น “1” อยู่เป็นจำนวนคี่ หรือ จำนวนคู่ เช่นข้อมูล 54H หรือ 01010100B จะมีจำนวนบิตที่เป็น “1” อยู่เป็นจำนวนคี่ เป็นต้น สำหรับบิตที่ใช้ในการตรวจสอบนี้เรียกว่า “ พาริตีบิต ”

พาริตีบิตนี้จะถูกส่งออกมาโดยอุปกรณ์ส่งข้อมูล ซึ่งบิตนี้จะ เป็น “1” หรือ “0” นั้นขึ้นอยู่กับข้อมูลที่ส่งออกมา (D0 - D7) ว่ามีจำนวนบิตที่เป็น “1” เป็นจำนวนคี่หรือคู่ และยังขึ้นอยู่กับอุปกรณ์รับส่งข้อมูลด้วยว่าถูกออกแบบ (โปรแกรม) ไว้ให้รับส่งพาริตีในลักษณะของพาริตีคู่ หรือ พาริตีคี่ อีกด้วย

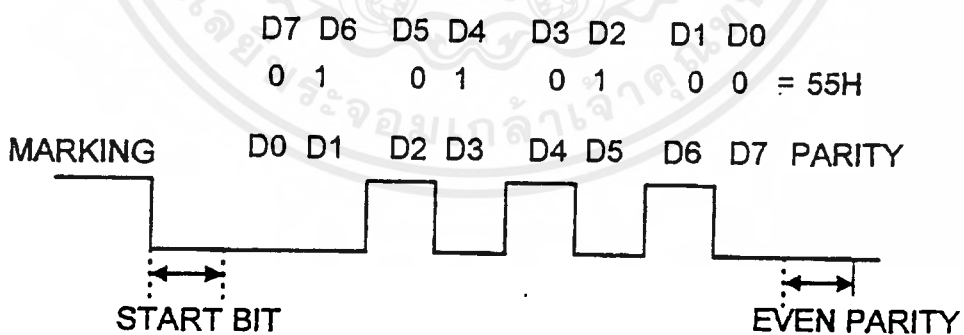
ในกรณีที่อุปกรณ์รับส่งข้อมูลถูกออกแบบไว้ให้เป็นพาริตีคู่ อุปกรณ์ส่งข้อมูลจะทำการส่งพาริตีบิตเป็นลอจิก “1” ออกไป เมื่อจำนวนบิตที่เป็น “1” ของข้อมูล (D0 - D7) เป็นจำนวนคี่ และจะทำการส่งพาริตีบิตเป็นลอจิก “0” เมื่อจำนวนบิตที่เป็น “1” ของข้อมูลเป็นจำนวนคู่ (คือจะทำให้จำนวนบิตที่เป็น “1” ของข้อมูล (D0 - D7) รวมกับพาริตีบิตแล้วเป็นจำนวนคู่นั่นเอง) สำหรับพาริตีคี่ก็เช่นกัน คือ พาริตีบิตจะ

เป็น “1” ในกรณีที่จำนวนบิตที่เป็น “1” ของข้อมูลเป็นจำนวนคู่ และจะเป็น “0” ในกรณีที่จำนวนบิตที่เป็น “1” ของข้อมูลเป็นจำนวนคี่ ในที่นี้จะสมมติว่าอุปกรณ์ถูกออกแบบไว้สำหรับพาริตีคู่และเราต้องการที่จะส่งข้อมูลออกไปให้กับส่วนรับข้อมูลเป็นจำนวน 2 ไบต์ คือ 54H และ 55H

เมื่อเราส่งข้อมูล 54H ออกไป ซึ่งมีจำนวนบิตที่เป็น “1” เป็นจำนวนคี่ ดังนั้นในกรณีนี้ อุปกรณ์ส่งข้อมูลก็จะทำการส่งพาริตีบิตเป็นลอจิก “1” ตามออกมาด้วย เพื่อจะให้บิตที่เป็น “1” ของข้อมูล 54H รวมกับพาริตีบิตแล้วได้เป็นจำนวนคู่ ส่วนข้อมูล 55H นั้นจำนวนบิตที่เป็น “1” นั้นเป็นจำนวนคู่อยู่แล้ว ดังนั้นอุปกรณ์ส่งข้อมูลก็จะส่งพาริตีบิตเป็น “0” ให้กับส่วนรับข้อมูล ดังในรูปที่ 2.20 และ รูปที่ 2.21 สำหรับส่วนรับข้อมูลนั้น เมื่อทำการรับข้อมูลเข้ามาแล้วก็จะตรวจสอบสัญญาณว่า จำนวนบิตที่เป็น “1” ของข้อมูล รวมกับพาริตีบิตนั้นเป็นจำนวนคู่หรือไม่ ถ้าหากว่าเป็นจำนวนคี่ก็แสดงว่า ข้อมูลที่ได้รับเข้ามามีความผิดพลาดเกิดขึ้น (แต่ไม่ได้หมายความว่า ถ้าเป็นจำนวนคู่แล้ว ข้อมูลที่รับเข้ามามีความถูกต้องเสมอไป)



รูปที่ 2.20 แสดงการเพิ่มพาริตีที่เป็น “1” ลงไปในข้อมูลแต่ละไบต์



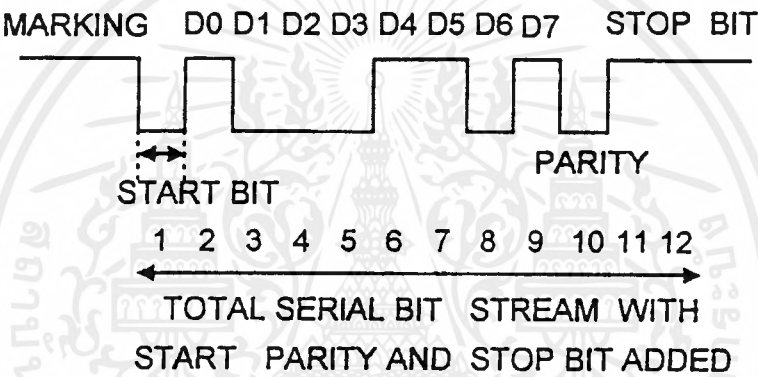
รูปที่ 2.21 แสดงการเพิ่มพาริตีที่เป็น “0” ลงไปในข้อมูลแต่ละไบต์

สิ่งสำคัญอีกสิ่งหนึ่งก็คือ ถ้าอุปกรณ์ส่งข้อมูลทำการส่งในลักษณะพาริตีคู่ หรือคี่ก็ตาม ส่วนรับข้อมูลก็ต้องทำการรับในลักษณะเดียวกับอุปกรณ์ส่งข้อมูลด้วย เช่นในกรณีที่อุปกรณ์ส่งข้อมูลทำการส่งข้อมูลในลักษณะของพาริตีคู่ อุปกรณ์รับข้อมูลก็ต้องทำการรับข้อมูลในลักษณะของพาริตีคู่ด้วย เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.4 บิตหยุด

สำหรับบิตสุดท้ายที่เพิ่มเข้าไปนี้ จะใช้ในการตรวจสอบจุดสิ้นสุดของข้อมูล บิตนี้จะถูกเพิ่มเข้าไปหลังพาริตีบิต ถ้าอุปกรณ์รับข้อมูลบิตตรวจไม่พบบิตนี้ก็แสดงว่า ข้อมูลที่ได้รับเข้ามานั้นมีความผิดพลาดเกิดขึ้น สำหรับบิตหยุดนี้อาจมีจำนวนบิตเป็น 1, 1.5, 2 บิตก็ได้ รูปที่ จะแสดงข้อมูลทั้ง 8 บิตที่ส่งออกมา รวมทั้ง บิตเริ่มต้น , บิตหยุด และ พาริตีบิต ด้วย ซึ่งจะเห็นว่า สิ่งที่ส่งออกมาในแต่ละไบนารีนั้นไม่ได้มีเพียงข้อมูล 8 บิตเท่านั้น แต่อาจจะได้ถึง 12 บิต (กรณีที่ส่งบิตหยุดออกมา 2 บิต) ดังนั้น ถ้าเราทำการส่งด้วยอัตรา 2400 BAUD เราจะต้องใช้เวลาในการส่งทั้งหมดเท่ากับ 12×416 ไมโครวินาที หรือ 4.99 มิลลิวินาที ไม่ใช่ 3328 ไมโครวินาที ดังที่คำนวณไว้ในตอนต้น



รูปที่ 2.22 แสดงการเพิ่มบิตต่างๆ ที่ใช้สำหรับป้องกันความผิดพลาดที่จะเกิดขึ้นในการรับส่งข้อมูล

แบบอนุกรม

2.7.5 การรับและส่งข้อมูลแบบอนุกรมผ่าน 8031

สำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์ 8031 สามารถรับและส่งข้อมูลแบบ Universal Asynchronous Receive Transmitter (UART) แบบฟูลดูเพล็กซ์ ที่สามารถเลือกรูปแบบในการรับส่งได้ถึง 4 แบบ

สำหรับในโครงการได้เลือกใช้การรับและส่งข้อมูลในโหมด 2 โดยข้อมูลที่รับส่ง 1 ชุด มีขนาด 10 บิต

บิตเริ่มต้น 1 บิต (ลอจิก 0) , บิตข้อมูล 8 บิต , บิตหยุด 1 บิต (ลอจิก 1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และอัตราความเร็วในการส่งข้อมูลมีค่าเป็น 9600 บิตต่อวินาที โดยอัตราความเร็วในการรับส่งข้อมูล คำนวณได้จากสมการ

$$\text{Baudrate} = \frac{2^{\text{SMOD}}}{32} \times \frac{\text{Oscillator Frequency}}{12 \times [256 - (\text{TH1})]}$$

ตารางข้างล่างเป็นค่าอัตราความเร็วค่าต่างๆที่ใช้กันมากและบอกว่าสามารถใช้ได้จาก ไทม์เมอร์ 1 อย่างไร

baud rate	ความถี่ของคริสตัล	บิต SMOD	โหมด		
			C/T	โหมด	ค่าที่ใช้โหลด
Mode 0 Max: 1 MHZ	12 MHZ	X	X	X	X
Mode 2 Max: 375K	12 MHZ	1	X	X	X
Modes 1,3: 62.5K	12 MHZ	1	0	2	FFH
19.2K	11.059 MHZ	1	0	2	FDH
9.6K	11.059 MHZ	0	0	2	FDH
4.8K	11.059 MHZ	0	0	2	FAH
2.4K	11.059 MHZ	0	0	2	F4H
1.2K	11.059 MHZ	0	0	2	E8H
137.5K	11.936 MHZ	0	0	2	1CH
110K	6 MHZ	0	0	2	77H
110K	12 MHZ	0	0	1	FEEDH

ตารางที่ 2.5 ค่าที่ต้องนำไปไว้ในรีจิสเตอร์ของไทม์เมอร์ 1 เมื่อใช้ อัตราความเร็วมาตรฐานต่างๆ

จากตารางจะเห็นว่าในการทำงานของพอร์ตสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมโหมด 0 จะมีค่าความเร็วในการส่งมากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับโหมดอื่นที่ความถี่คริสตัลค่าเดียวกัน และจะเห็นว่าหากเลือกใช้คริสตัลความถี่ 11.059 เมกะเฮิร์ตซ์ จะสามารถตั้งค่าอัตราความเร็ว ในโหมด 1 และ โหมด 3 เป็นค่ามาตรฐานที่ใช้กันทั่วไปได้ เช่น 1200, 2400, 4800, 9600, 19,200 จึงเป็นเหตุผลสำคัญที่ในระบบควบคุมส่วนใหญ่เลือกใช้ความถี่ 11,059 เมกะเฮิร์ตซ์ มากกว่า 12 เมกะเฮิร์ตซ์

จากตาราง นอกจากจะแสดงค่าอัตราความเร็วค่าต่างๆ เปรียบเทียบให้เห็นแล้ว ตารางนี้ยังแสดงค่าที่ต้องโหลดไปไว้ในรีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะ TH1 ที่ค่าอัตราความเร็วมาตรฐานต่างๆให้ทราบอีกด้วย ผู้เขียนโปรแกรมสามารถนำค่านี้ไปใช้ได้เลย

จากโครงการได้กำหนดใช้ไทม์เมอร์ 1 ทำงานในโหมด 2 และความถี่ระบบเท่ากับ 11.059 เมกะเฮิร์ตซ์ บิต SMOD=0 และ รีจิสเตอร์ TH1= FDH (253)D

$$\text{Baudrate} = \frac{2^0}{32} \times \frac{11.059 \times 10^6}{12 \times [256 - 253]}$$

Baud rate = 9600 บิตต่อวินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์สำหรับการศึกษานี้ ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงานในการรับและส่งข้อมูลจะต้องใช้งาน SFR ต่างๆดังนี้

SCON (Serial Port Control Register) เป็นรีจิสเตอร์ที่ควบคุมการรับและส่งข้อมูลแบบพอร์ตอนุกรม ในที่นี่ได้กำหนดให้การรับส่งข้อมูลทำงานในโหมด 2 โดยข้อมูล 1 ชุด มีขนาด 10 บิต ซึ่งประกอบด้วยบิตเริ่มต้น 1 บิต (ลอจิก 0), บิตข้อมูล 8 บิต และ บิตหยุด 1 บิต (ลอจิก 1) และเป็นรีจิสเตอร์เพื่อให้มีการรับข้อมูลเข้ามาทาง RXD

TMOD (Timer/counter Mode Register) เป็นรีจิสเตอร์ที่ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของตัวจับเวลาหรือตัวนับ ในการใช้งานนี้ได้กำหนดใช้งานไทม์เมอร์ 1 และเลือกการทำงานของไทม์เมอร์ 1 ในโหมด 2 โดยทำงานแบบ “รีโหลด (Reload)” และเป็นรีจิสเตอร์ที่กำหนดให้วงจรในการรับส่งข้อมูลทำงาน

TCON (Timer Control Register) เป็นรีจิสเตอร์เพื่อใช้ตรวจสอบสถานะการทำงานของตัวจับเวลา ในที่นี่ได้ใช้รีจิสเตอร์นี้ในการตรวจสอบว่ามีข้อมูลเข้ามาทาง RXD หรือไม่ และใช้ตรวจสอบในการส่งข้อมูล

IE (Interrupt Enable Register) เป็นรีจิสเตอร์ที่ใช้ควบคุมในการขัดจังหวะ (interrupt)

PCON (Power Control Register) เป็นรีจิสเตอร์ที่ควบคุมการใช้งานในรูปของการลดกำลังงาน และอัตราเร็วในการส่งข้อมูล

รีจิสเตอร์ทั้งหมดที่กล่าวมานี้จะต้องทำงานที่สอดคล้องกันหมด จึงจะทำให้การรับส่งข้อมูลแบบ UART ทำงานในอัตราความเร็วที่กำหนด

2.8 โปรแกรมเอ็กเซล (EXCEL)

2.8.1 การใช้งานทั่วไป

การสร้างกระดานทำการ กระดานทำการซึ่งเป็นเอกสารอันแรกที่เราจะใช้ในการเก็บและจัดการกับข้อมูล กระดานทำการแต่ละแผ่นของเอ็กเซลจะอยู่ในรูปสี่เหลี่ยมที่มีขนาด 256 คอลัมน์ * 16,384 แถว จุดตัดที่เกิดจากคอลัมน์กับแถวตัดกันจะเรียกว่า เซลล์ ซึ่งจะเป็นที่ที่ใช้ในการเก็บข้อมูลนั่นเอง กระดานทำการนี้จะถูกแสดงอยู่ในหน้าต่างของสมุดงาน ซึ่งเราสามารถเคลื่อนย้ายหรือปรับขนาดของหน้าต่างได้เช่นเดียวกับกระดานทั่วไปของวินโดวส์

การนำเข้าข้อมูล ชนิดของข้อมูลที่เราสามารถนำเข้ามาใช้ในกระดานทำการของเอ็กเซลจะแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ ค่าคงที่ และ สูตรการคำนวณ

ค่าคงที่ จะหมายถึงข้อมูลที่เรใส่เข้าไปในเซลล์โดยตรง โดยอาจเป็นข้อมูลตัวเลข,วัน,เวลา หรือข้อความ ข้อมูลชนิดนี้จะไม่เปลี่ยนแปลงค่า เว้นเสียแต่ว่า เราได้ทำการแก้ไข ด้วยตัวเราเอง

สูตรการคำนวณ (Formula) จะหมายถึงนิพจน์ที่เกิดจากค่าคงที่,ชื่อเซลล์,ฟังก์ชันหรือเครื่องหมายการคำนวณมาประกอบกันเพื่อให้เกิดค่าใหม่ขึ้น สูตรการคำนวณนี้จะต้องขึ้นต้นด้วยเครื่องหมาย = เสมอ และค่าที่เป็นผลลัพธ์ของสูตรนี้จะสามารถเปลี่ยนแปลงไปได้เมื่อค่าที่เกี่ยวข้องกับสูตรนั้นเปลี่ยนแปลงไป

การป้อนข้อมูล การป้อนข้อมูลลงในกระดานทำการนั้น จะกระทำได้โดยการเลือกเซลล์ที่ต้องการ แล้วพิมพ์ข้อมูลลงไป เราสามารถเลือกเซลล์ที่จะป้อนข้อมูลไปที่ละเซลล์หรือเลือกเป็นกลุ่มเซลล์ก็ได้ ซึ่งการเลือกเป็นกลุ่มเซลล์นี้ จะช่วยให้การป้อนข้อมูลกระทำได้รวดเร็วยิ่งขึ้น

การแก้ไขแผนภูมิ นอกจากการสร้างแล้ว เอ็กเซลยังสามารถทำการแก้ไขในแผนภูมิที่สร้างไว้ก่อนได้ ซึ่งอาจทำการแก้ไขโดยการเลือกส่วนต่างๆในแผนภูมิ,การจัดการชุดข้อมูลในแผนภูมิ,การปรับระดับข้อมูลในแผนภูมิ หรืออาจจะเป็นการลบแผนภูมิ

การตกแต่งแผนภูมิ ซึ่งมีการตกแต่งแผนภูมิด้วยข้อความ การใช้คำอธิบายสัญลักษณ์แทนข้อมูล มีการใช้แกนของแผนภูมิ แล้วใช้เส้นพิศของแผนภูมิ ยังสามารถจัดรูปแบบของแท่งข้อมูลและพื้นที่ของแผนภูมิมีการจัดการแผนภูมิรูปภาพ และมีการจัดการรูปแบบแผนภูมิ 3 มิติ ได้ด้วย

การใช้กราฟิก เอ็กเซลได้จัดเตรียมเครื่องมือในการทำงานทางด้านกราฟิกไว้ให้ใช้อย่างครบครัน ไม่ว่าจะเป็นการวาดเส้นตรง,เส้นโค้ง,วงกลม,วงรี,รูปหลายเหลี่ยม ตลอดจนรูปทรงอิสระ ซึ่งทั้งหมดนี้จะถูกรวบรวมไว้ใน Drawing toolbar

มาโคร เป็นการเก็บบันทึกการทำงานหนึ่งๆไว้ในชื่อหนึ่ง เมื่อต้องการทำงานนั้นซ้ำอีกก็เพียงแต่เรียกใช้ชื่อที่กำหนดไว้เท่านั้น ประกอบด้วย การบันทึกมาโคร,การเรียกใช้มาโคร และการหยุดการทำงานของมาโคร

มาโครซีท เป็นกระดานทำงานที่ใช้ในการบันทึกไว้ในมาโครนั้นๆ โดยแสดงอยู่ในรูปของคำสั่งที่เรียกว่า คอมมานด์มาโคร คำสั่งเหล่านี้เอ็กเซลจะทำการแปลงจากการทำงานแต่ละขั้นตอนให้เอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถสั่งให้สร้างมาโครซีทีใหม่,กำหนดมาโครให้กับปุ่มเลือก,กำหนดให้กับรูปกราฟิก และกำหนดมาโครให้กับไอคอนในแถบเครื่องมือ

2.8.2 การใช้งานไมโครซอฟท์วิซวลเบสิกเอ็กเซล (Microsoft Visual Basic Excel)

2.8.2.1 การทำให้มาโครทำการตัดสินใจ

การสร้างการตัดสินใจเป็นงานที่สำคัญในมาโครแอปพลิเคชัน ในวิซวลเบสิกเราสามารถวางเงื่อนไขในการตัดสินใจได้ระหว่างในบรรทัดของบล็อกของอีฟ แยกเงื่อนไขด้วย If Else หรืออาจใช้โครงสร้างแบบ Select case

การให้มาโครตัดสินใจได้เอง ตัวบันทึกมาโครไม่สามารถตัดสินใจได้เอง คุณต้องเพิ่มเงื่อนไขในการตัดสินใจลงไปเองเพื่อให้มาโครตัดสินใจที่ปรับรูปแบบเซลล์ที่ตรงตามเงื่อนไขได้เองโดยอัตโนมัติ โดยที่ใช้คำว่า Selection เพื่ออ้างถึงเซลล์ในขณะนั้น เนื่องจากเลือกเซลล์เพียงเซลล์เดียวบางที่ใช้คำว่า ActiveCell แทนกันได้ ดังนั้นมาโครจะตรวจสอบเซลล์ในขณะนั้นว่ามีคุณสมบัติตรงกับเงื่อนไขที่ตั้งไว้หรือไม่ ถ้าตรงให้ทำตามเงื่อนไขที่ตั้งไว้

2.8.2.2 การซ้ำการกระทำด้วยมาโคร

คุณสามารถวางมาโครไว้ในรูปเพื่อให้งานนั้นซ้ำๆได้อีก เช่น บางมาโครต้องมีการเรียกใช้ซ้ำๆหลายหน ดังนั้นจึงต้องวางมันไว้ในรูปเพื่อให้มันวนทำต่อไปเรื่อยๆ โดยรูปจะทำงานตามที่เรบอกให้ทำ มันจะหาส่วนต้นแบบของมาโครซ้ำแล้วซ้ำเล่าเรียกว่า อินฟินิตลูป (Infinite loop) มันจะทำงานไปเรื่อยๆจนกว่าจะบอกให้หยุด

ในส่วนวิธีการปรับแก้เซลล์บางส่วนที่อยู่ในพื้นที่ทั้งหมด จะใช้โครงสร้างแบบ Do loop เพื่อทำซ้ำข้อมูลในมาโครจนกระทั่งเอกทิฟเซลล์เป็นไปตามเงื่อนไขที่วางไว้

สำหรับการทำซ้ำข้อความในรูป ใช้เฉพาะเมื่อคุณทำซ้ำกิจกรรมกับสมาชิกแต่ละตัวในกลุ่ม เช่น พื้นที่ของเซลล์

การกระทำต่อเซลล์ในช่วงที่มีชื่อกำหนดไว้ การปรับแต่งเซลล์เป็นช่วงจะสะดวกกว่าแต่งทีละเซลล์ ก่อนใช้ปุ่มฟอร์แมตเอ็กเซลชันต้องเลือกช่วงของเซลล์ก่อน หรือถ้าให้ชื่อแก่ช่วงของเซลล์แล้วเราสามารถสร้างมาโครให้ทำงาน แม้ว่าจะไม่ได้เลือกช่วงของเซลล์ไว้ก่อนก็ตาม

เมื่อสร้างมาโครโดยใช้ตัวบันทึกมาโคร รหัสที่ได้ไม่ขึ้นกับช่วงพื้นที่ของเซลล์ที่ถูกเลือกในปัจจุบัน ถ้าสร้างในวิซวลเบสิกสามารถจะสร้างมาโครให้ทำงานเป็นอิสระจากพื้นที่ส่วนที่ถูกเลือกไว้

2.8.2.3 การทำให้มาโครเลื่อนไปยังคอลัมน์ถัดไป

เราสามารถใช้ตัวบันทึกมาโครให้เพิ่มคำสั่งพิเศษที่เลื่อนไปยังส่วนบนของคอลัมน์ถัดไปได้ จะทำการเลื่อนเอกทิฟเซลล์ไปตำแหน่งที่ต้องการ และพร้อมที่จะรันมาโครอีก วิธีที่ตัวบันทึกสร้างการเลือกแบบสัมพัทธ์อาจจะยากต่อการเข้าใจบ้าง แต่คุณไม่ต้องเขียนมันเอง

2.8.2.4 การดูกระบวนการทำงาน

อาจจะใช้ปุ่มสเตปป์(step)ในไดอะล็อกบ็อกซ์มาใครในการจะใช้ปุ่มสเตปป์เราต้องเลือกมาใครจากเมนูเครื่องมือใช้คำสั่งรันและเลือกชื่อมาใครหรืออาจจะใช้ปุ่มฟอร์แมตแฉีกเซฟชั่น เพื่อเรียกใช้มาใครเราสามารถบอกมาใครให้เริ่มการทำงานตามข้อความที่ละขั้นตอน เมื่อเวลาที่เรากำลังต้องการ

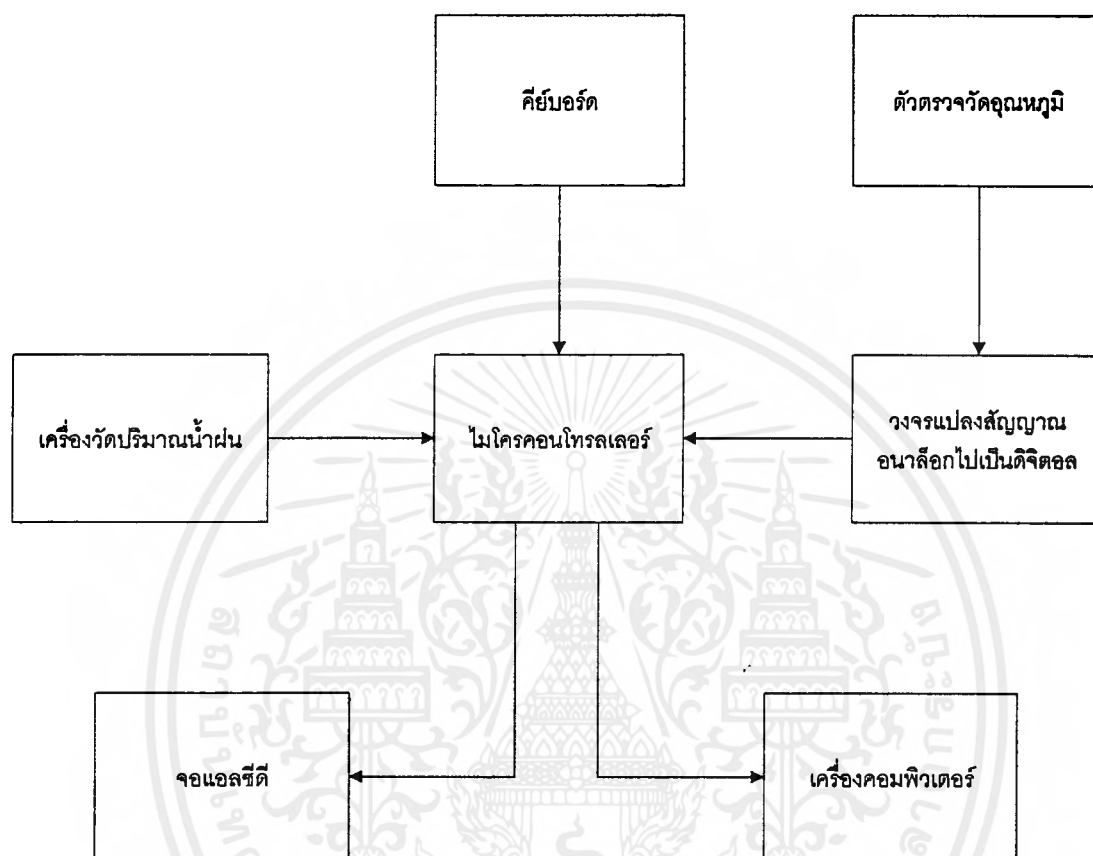
2.8.2.5 การกำหนดค่าคงที่

เหมือนกับตัวแปรยกเว้น แต่ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ภายหลังในระหว่างกระบวนการ ความ แต่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ภายหลัง เวลาเดียวที่สามารถกำหนดค่าให้กับค่าคงที่ คือเมื่อกำหนดให้กับมันเป็นครั้งแรก โดยข้อแตกต่างระหว่างค่าคงที่กับตัวแปรคือ ตัวแปรสามารถเปลี่ยนค่าได้ แต่ค่าคงที่เปลี่ยนไม่ได้

เมื่อใช้ค่าคงที่ หรือ ดิม ในกระบวนการหลังจากชื่อกระบวนการ ชื่อค่าคงที่ หรือ ตัวแปรที่ประกาศ จะใช้ได้เฉพาะในกระบวนการเท่านั้น แต่เมื่อวางประกาศไว้นอกกระบวนการใดๆค่าคงที่และตัวแปรจะใช้ได้กับทุกกระบวนการในโมดูลนั้น

บทที่ 3

การออกแบบและการสร้าง

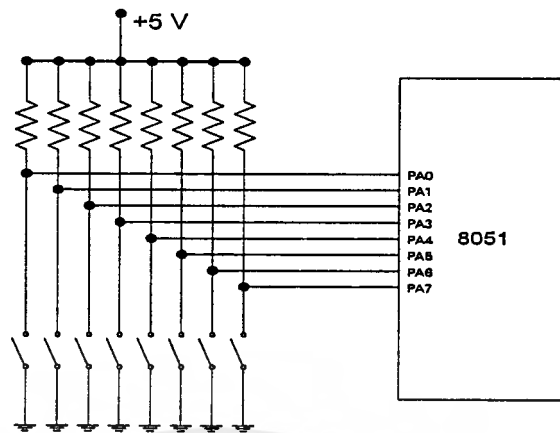


รูปที่ 3.1 แสดงบล็อกไดอะแกรมของวงจร

วงจรของเครื่องบันทึก แสดงดังรูปที่ 3.1 โดยเมื่อเริ่มต้นการทำงาน จะมีการรับข้อมูลจากคีย์บอร์ดเพื่อนำไปใช้ตั้งเวลา และจะบันทึกปริมาณน้ำฝน เมื่อมีการส่งสัญญาณอินเตอร์รัปต์จากเครื่องวัดปริมาณน้ำฝน การบันทึกอุณหภูมิจะทำการบันทึกเป็นช่วงๆ ตามเวลาที่ตั้งไว้ในโปรแกรม โดยตัวตรวจวัดอุณหภูมิจะให้สัญญาณอนาล็อกมาที่วงจรแปลงสัญญาณอนาล็อกไปเป็นดิจิตอล จากนั้นรหัสดิจิตอลก็จะถูกส่งไปที่บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ แล้วจะถูกเก็บข้อมูลไว้ และที่บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์จะมีการส่งข้อมูลไปแสดงบนแอลซีดีโมดูล โดยข้อมูลจะแสดงได้ตามเวลาจริง

หลังจากนั้นจะมีการนำข้อมูลที่เก็บได้ ทำการส่งขึ้นไปยังบนคอมพิวเตอร์ แล้วทำการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อแสดงออกมาเป็นกราฟ

3.1 การเชื่อมต่อของคีย์บอร์ดกับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์

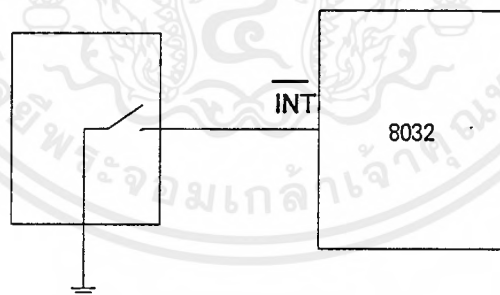


รูปที่ 3.2 วงจรการเชื่อมต่อคีย์บอร์ดกับ 8255

ในการเชื่อมต่อนี้ทำการเชื่อมต่อสวิทช์ 8 ตัว โดยสวิทช์ 1 ตัว จะเชื่อมต่อกับพอร์ตของ 8255 1 ขา ดังนั้นสวิทช์ 8 ตัว ก็เชื่อมต่อกับขาของ 8255 ทั้งหมด 8 ขา นั่นคือใช้พอร์ท 8255 จำนวน 1 พอร์ท

3.2 การเชื่อมต่อของเครื่องวัดปริมาณน้ำฝนกับ บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์

เครื่องวัดปริมาณน้ำฝน



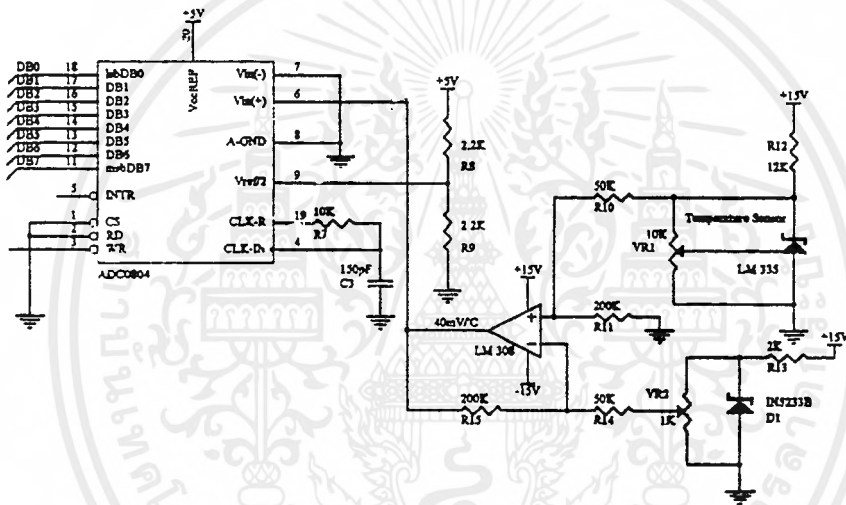
รูปที่ 3.3 แสดงการเชื่อมต่อของเครื่องวัดปริมาณน้ำฝนกับไมโครคอนโทรลเลอร์

ในการเชื่อมต่อเครื่องวัดปริมาณน้ำฝน กับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ นั้น เครื่องวัดปริมาณน้ำฝนแบบคันกระดกนั้น เป็นเหมือนกับสวิทช์ 1 ตัว โดยขาอินเตอร์รัปต์ของ 8032 จะแอกทีฟเมื่อลอจิกเปลี่ยนเป็น จาก “ 1 “ เป็น “ 0 ” ดังนั้นเมื่อข้างหนึ่งของสวิทช์ต่อลงกราวด์ อีกข้างหนึ่งต่อกับขาอินเตอร์

รับต์ของ 8032 เมื่อคานกระดก ก็จะเป็นเสมือนกับกดสวิทช์ ขาอินเตอร์รัปต์ก็จะต่อลงกราวด์ ทำให้เกิดการอินเตอร์รัปต์ขึ้น

3.3 วงจรรวมของส่วนอุณหภูมิ

โดยประกอบไปด้วยส่วนของตัวตรวจวัดสัญญาณ ซึ่งให้เอาท์พุทออกมาเป็นแรงดันตรง ต่อเข้ากับวงจรขยายแรงดันแบบดิฟเฟอเรนเชียล เพื่อขยายแรงดันให้มีขนาด 4 เท่า โดยใช้ไอซีเบอร์ LM 308 ก่อนที่จะนำสัญญาณเอาท์พุท ผ่านเข้าไปยังไอซีเบอร์ ADC0804 เพื่อแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิตอล หลังจากนั้นจึงนำสัญญาณที่ได้นี้เข้าไปยัง พอร์ทของ 8255 ต่อไป



รูปที่ 3.4 แสดงวงจรรวมของส่วนการวัดอุณหภูมิ

3.3.1 การใช้งาน เอดีซี 0804 ตามมาตรฐานทางด้านการวัดในรูปของแรงดันจะให้อยู่ในย่าน 0-5 โวลต์ ดังนั้นช่วงของการวัดของสัญญาณอนาล็อกจึงเป็น $5 - 0 = 5$ โวลต์ แต่เนื่องจากว่า เอดีซี 0804 มีขนาด 8 บิต ทางดิจิตอลทำให้ย่านการวัดดังกล่าวถ้าเปลี่ยนเป็นดิจิตอลจะได้ข้อมูลเป็น 00h ถึง FFh หรือมีช่วงการวัดเท่ากับ 256 สเต็ป

ความละเอียดของการแปลงสัญญาณ โวลต์/สเต็ป เป็น $5/255 = 19.61$ มิลลิโวลต์/สเต็ป ดังตัวอย่างเช่น สัญญาณอนาล็อกมีแรงดัน 1 โวลต์ ผ่านวงจร เอดีซี ข้อมูลทางด้านเอาท์พุทของเอดีซีจะมีข้อมูลในเลขฐานสิบหกเท่ากับเท่าใด

จากแรงดันอินพุทจะมีช่วงแรงดันเป็น $1 - 0 = 1$ โวลต์

$$\begin{aligned} \text{ดังนั้นเมื่อคิดเป็นสเต็มป์จะได้} &= 1/(19.61 \times 0.001) \text{ สเต็มป์} \\ &= 51 \text{ สเต็มป์} \end{aligned}$$

นำค่า 51 สเต็มป์ไปแปลงให้เป็นเลขฐานสิบหกจะได้ $51d = 33h$
 ดังนั้นแรงดันอนาล็อกขนาด 1 โวลต์ถ้าแปลงเป็นดิจิตอลแล้วจะได้เป็น 33h

3.3.2 ส่วนเปรียบเทียบและขยายแรงดัน

ในส่วนนี้จะใช้ไอซีเบอร์ LM 308 ต่อแบบดิฟเฟอเรนเชียลมีเกนซ์ขยายเท่ากับ 4 เมื่อนำแรงดันที่ได้จากเอาต์พุตของเซ็นเซอร์เข้าทางขา 3 มาทำการเปรียบเทียบกับค่าแรงดันที่ขา 2 ของออปแอมป์ที่ปรับค่าได้ เพื่อเป็นแรงดันอ้างอิง

$$\text{จากสูตร} \quad V_{out} = (R_{15} / R_{14}) * (V_1 - V_2)$$

$$\text{เมื่อ} \quad R_{15} = 200 \text{ กิโลโห์ม}$$

$$R_{14} = 50 \text{ โห์ม}$$

$$\text{จะได้} \quad AG = 200/50 = 4$$

สมมติให้ที่ V_1 มีค่าเท่ากับ 2.73 โวลต์ ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส V_2 มีค่าเท่ากับ 2.63 โวลต์ตามที่ตั้งไว้ ดังนั้นแรงดันเอาต์พุตจะมีค่าเท่ากับ 0.40 โวลต์

3.4 การเก็บข้อมูลและพื้นที่ในการเก็บข้อมูล

3.4.1 รหัสที่ใช้ในการเก็บข้อมูลและลักษณะของข้อมูลที่เก็บ

FO เป็นรหัสแสดงการเริ่มต้นการเก็บข้อมูล หลังจากกรหัสนี้แล้วจะมีข้อมูลตามมาก็คือ ข้อมูลของ วัน , เดือน , ปี , ชั่วโมง , นาที (ถ้าเป็นในส่วนของอุณหภูมิจะแสดงค่าของอุณหภูมินั้นด้วย)

FC เป็นรหัสแสดงการเปลี่ยนชั่วโมง (ใช้เฉพาะข้อมูลปริมาณน้ำฝน) หลังจากกรหัสนี้แล้วจะมีข้อมูลที่ตามมาก็คือ เดือน , วัน , ปี , ชั่วโมง , นาที

FD เป็นรหัสแสดงการเปลี่ยนวัน (ใช้เฉพาะข้อมูลอุณหภูมิ) หลังจากกรหัสนี้แล้วจะมีข้อมูลที่ตามมาก็คือ เดือน , วัน , ปี , ชั่วโมง , นาที และค่าของอุณหภูมิ

FF เป็นรหัสแสดงการหยุดเก็บ

FA เป็นรหัสแสดงสถานะว่าหน่วยความจำเต็มแล้ว

3.4.2 การเก็บข้อมูลของปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิ

ข้อมูลของปริมาณน้ำฝน จะมีบัพเฟอร์คอยนับจำนวนพัลส์ ในการเคาะของกระดิ่งของเครื่องวัดปริมาณน้ำฝนแบบคานกระดก เมื่อครบหนึ่งนาทีก็จะมีการเก็บค่าจำนวนพัลส์ในบัพเฟอร์นี้ลงหน่วยความจำต่อไป

ข้อมูลของอุณหภูมิ จะทำการเก็บค่าของอุณหภูมิทุกๆ 5 นาที โดยข้อมูลที่เก็บนี้จะเป็นค่าของอุณหภูมิเป็น 2 เท่าของเลขฐาน 16

3.4.3 ความสามารถในการเก็บข้อมูล

พื้นที่ในการเก็บข้อมูลทั้งหมดมีจำนวน 32,768 ไบท์

การคำนวณปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิ

ปริมาณน้ำฝน ใน 1 ชั่วโมงเก็บ รหัส,วัน, เดือน , ปี ,ชั่วโมง ,นาทึ โดยมีจำนวนทั้งหมด 6 ไบท์และเก็บค่าของข้อมูลจำนวน 60 ไบท์

ดังนั้น ใน 1 ชั่วโมง จะใช้พื้นที่ในการเก็บทั้งหมด 66 ไบท์

เพราะฉะนั้น ใน 1 วัน จะใช้พื้นที่ในการเก็บทั้งหมด $24 * 66 = 1,584$ ไบท์

อุณหภูมิ ใน 1 วันเก็บ รหัส,วัน,เดือน,ปี, ชั่วโมง ,นาทึ จำนวนทั้งหมด 6 ไบท์และทำการเก็บค่าของข้อมูลโดยเก็บ 24 ชั่วโมงๆละ 12 ไบท์ รวม 288 ไบท์

ดังนั้น ใน 1 วัน จะใช้พื้นที่ในการเก็บทั้งหมด $6 + 288 = 294$ ไบท์

เพราะฉะนั้นรวมแล้วใน 1 วันใช้พื้นที่ในการเก็บทั้งหมด $1,584 + 294 = 1,878$ ไบท์

ในระยะเวลา 17 วัน ใช้พื้นที่ในการเก็บทั้งหมด $1,878 * 17 = 31,926$ ไบท์

การเริ่มต้นการเก็บกำหนดให้

รหัสของปริมาณน้ำฝน , วัน ,เดือน ,ปี ,ชั่วโมง ,นาทึ มีค่า 6 ไบท์

รหัสของอุณหภูมิ ,วัน ,เดือน ,ปี ,ชั่วโมง ,นาทึและข้อมูล 1 ไบท์ มีค่า 7 ไบท์

ดังนั้นเมื่อเริ่มเก็บใช้ $6 + 7 = 13$ ไบท์

พื้นที่เต็ม 2 ไบท์

เก็บแอดดเรส ตำแหน่งที่เก็บข้อมูลอยู่ของปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิ 4 ไบท์

ดังนั้นพื้นที่ที่เหลือในการเก็บข้อมูล $32,768 - (13 + 4 + 2) = 32,749$ ไบท์

ใน 17 วัน ใช้ 31,926 ไบท์ ดังนั้นจะเหลือ $32,749 - 31,926 = 823$ ไบท์

ทำการเก็บข้อมูลในเวลา 10 ชั่วโมง ใช้พื้นที่ไปทั้งหมด 780 ไบท์

จะเหลืออีก $823 - 780 = 43$ ไบท์

ซึ่งจะเก็บข้อมูลปริมาณน้ำฝน ได้อีกประมาณ 36 นาทึ และ อุณหภูมิอีก 35 นาทึ

เพราะฉะนั้น จะจัดเก็บข้อมูลปริมาณน้ำฝนได้ทั้งหมด 17 วัน 10 ชั่วโมง 36 นาทึ

และข้อมูลอุณหภูมิ 17 วัน 10 ชั่วโมง 35 นาทึ

3.4.4 การกำหนดพื้นที่ในการเก็บข้อมูล

3.4.4.1 พื้นที่ของข้อมูลปริมาณน้ำฝน

การเก็บข้อมูลของอุณหภูมิทั้งหมดใช้เวลา 17 วัน 10 ชั่วโมง 36 นาที
การเริ่มต้นการเก็บใช้ 6 ไบท์
พื้นที่ในการเก็บรหัสข้อมูลเดิม 1 ไบท์
จำนวนของข้อมูลที่เก็บ ชั่วโมงละ 66 ไบท์ ใช้เวลาเก็บ 10 ชั่วโมง จะใช้ 660ไบท์
วันละ 1,584 ไบท์ ใช้เวลาเก็บ 17 วัน จะใช้ 26,928 ไบท์
นาทีละ 1 ไบท์ ใช้เวลาเก็บ 36 นาที
รวมข้อมูล 27,624 ไบท์
ดังนั้นมีข้อมูลทั้งหมด 27,624 + 7 = 27,631 ไบท์
ตำแหน่งแอดเดรสของข้อมูลปริมาณน้ำฝน จะใช้จากตำแหน่ง 0000H ถึงตำแหน่ง

6BEEH

3.4.4.2 พื้นที่ของข้อมูลอุณหภูมิ

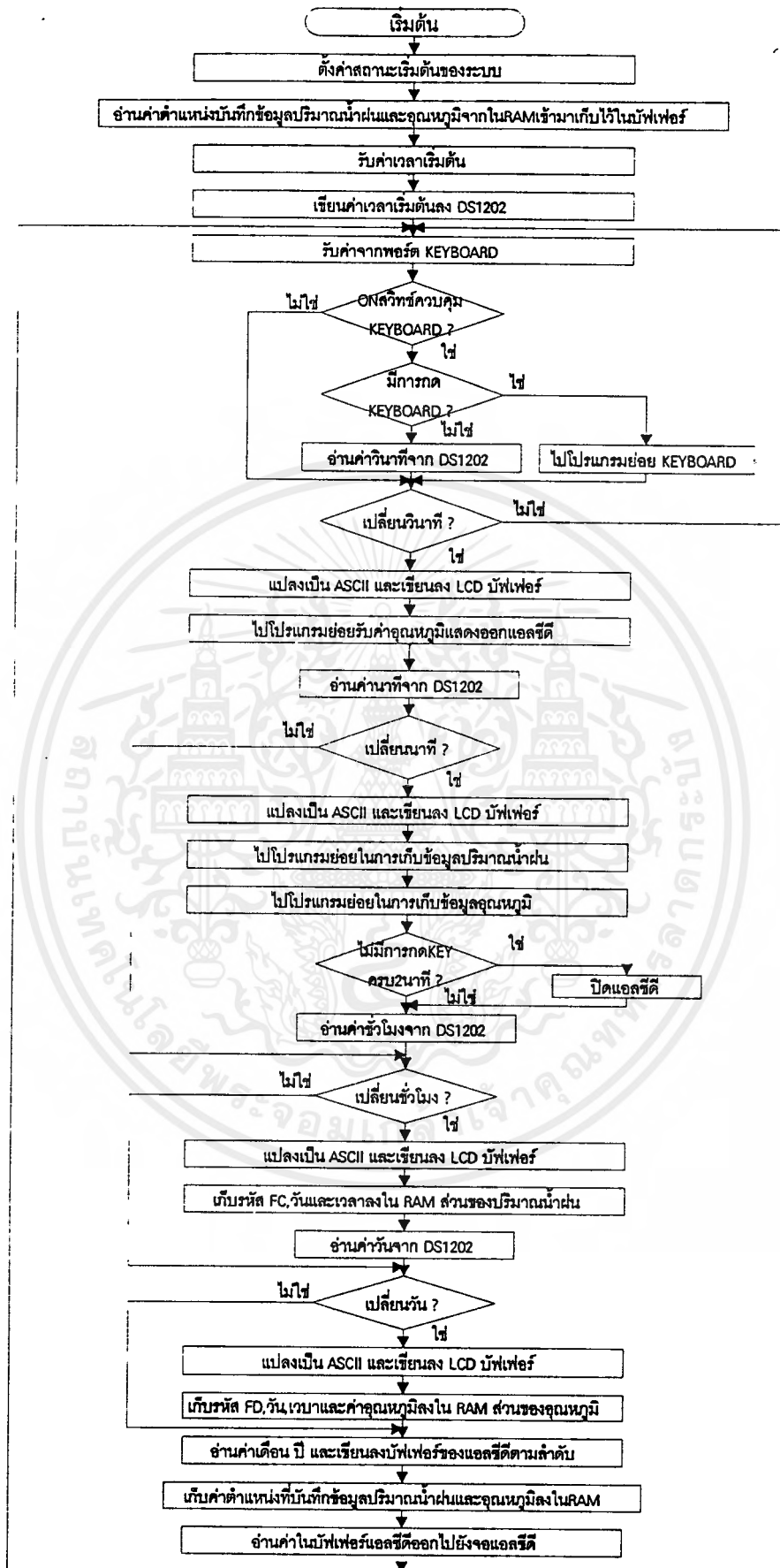
การเก็บข้อมูลของอุณหภูมิทั้งหมดใช้เวลา 17 วัน 10 ชั่วโมง 35 นาที
เริ่มต้นการเก็บข้อมูล 7 ไบท์
พื้นที่เก็บรหัสข้อมูลเดิม 1 ไบท์
จำนวนข้อมูลที่เก็บ วันละ 294 ไบท์ ใช้เวลาเก็บ 17 วัน จะใช้ 4,998 ไบท์
ชั่วโมงละ 12 ไบท์ ใช้เวลาเก็บ 10 ชั่วโมง จะใช้ 120 ไบท์
5 นาทีใช้ 1 ไบท์ ใช้เวลาเก็บ 35 นาที จะใช้ 7 ไบท์
รวมข้อมูล 5,133 ไบท์
รวมข้อมูลทั้งหมด 5,125 + 8 = 5,133 ไบท์
ตำแหน่งแอดเดรสของข้อมูลอุณหภูมิ จะใช้จากตำแหน่ง 6BEFH ถึงตำแหน่ง 7EFBH

3.5 ไฟล์ชาร์ตของโปรแกรม 8051

3.5.1 ไฟล์ชาร์ตของโปรแกรมหลัก

เป็นไฟล์ชาร์ตแสดงการทำงานของโปรแกรมหลัก โดยจะมีการเซตบอร์ดให้พร้อมจะทำงานและจะรวมโปรแกรมการทำงานของนาฬิกาเวลาจริง และปฏิทิน โดยแสดงออกมาทางแอลซีดีโมดูล



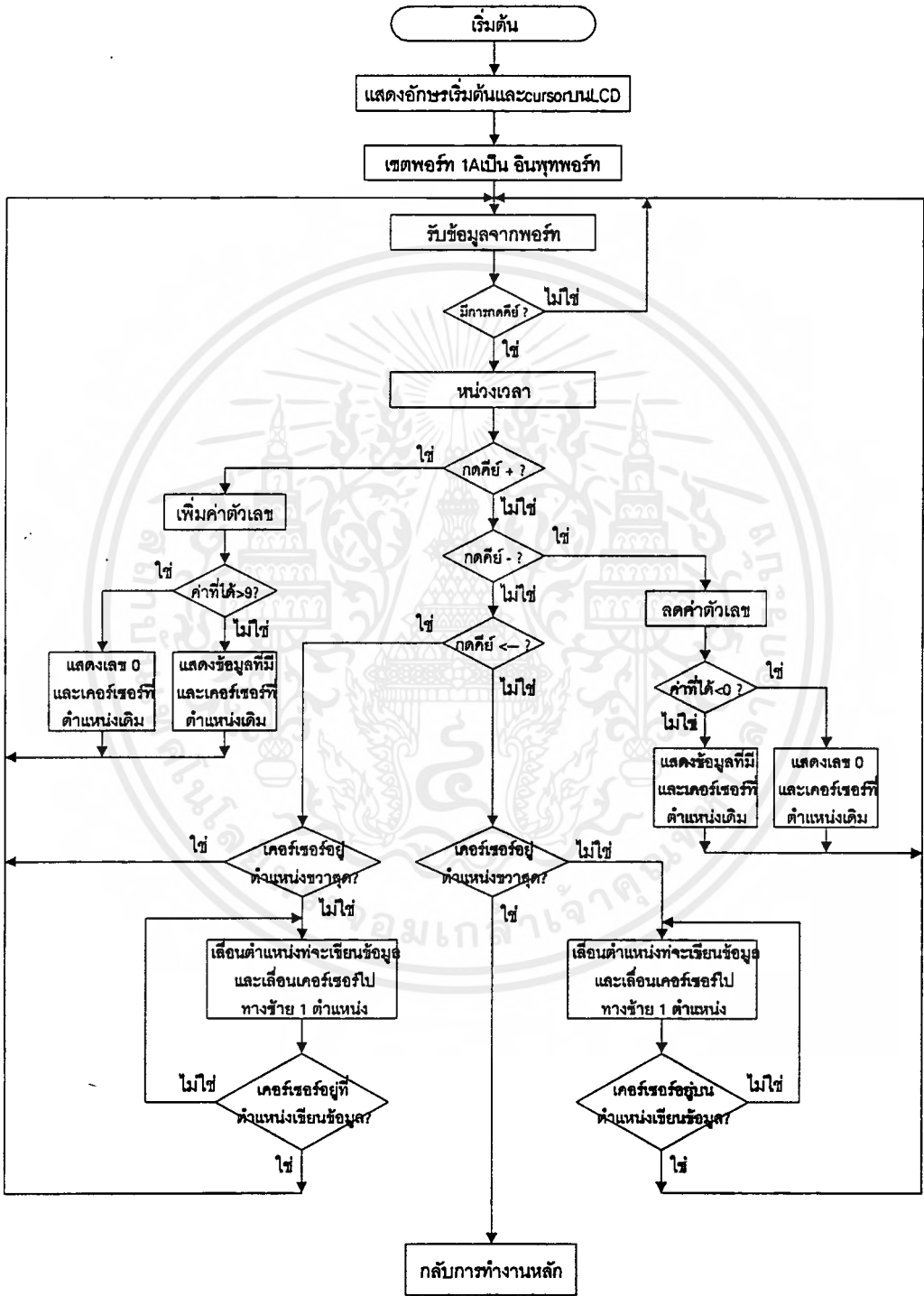


รูปที่ 3.5 แสดงโฟลว์ชาร์ตของโปรแกรมหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.2 โฟลว์ชาร์ตของโปรแกรมรับคีย์บอร์ดค่าตัวเลข

เป็นโปรแกรมน้อยๆ ทำหน้าที่ในการรับคีย์บอร์ดที่ต่อกับพอร์ทของ 8255 เพื่อรับคำสั่งและนำคำสั่งนั้นไปใช้ในการตั้งเวลา รวมทั้งการรับรหัสผ่าน

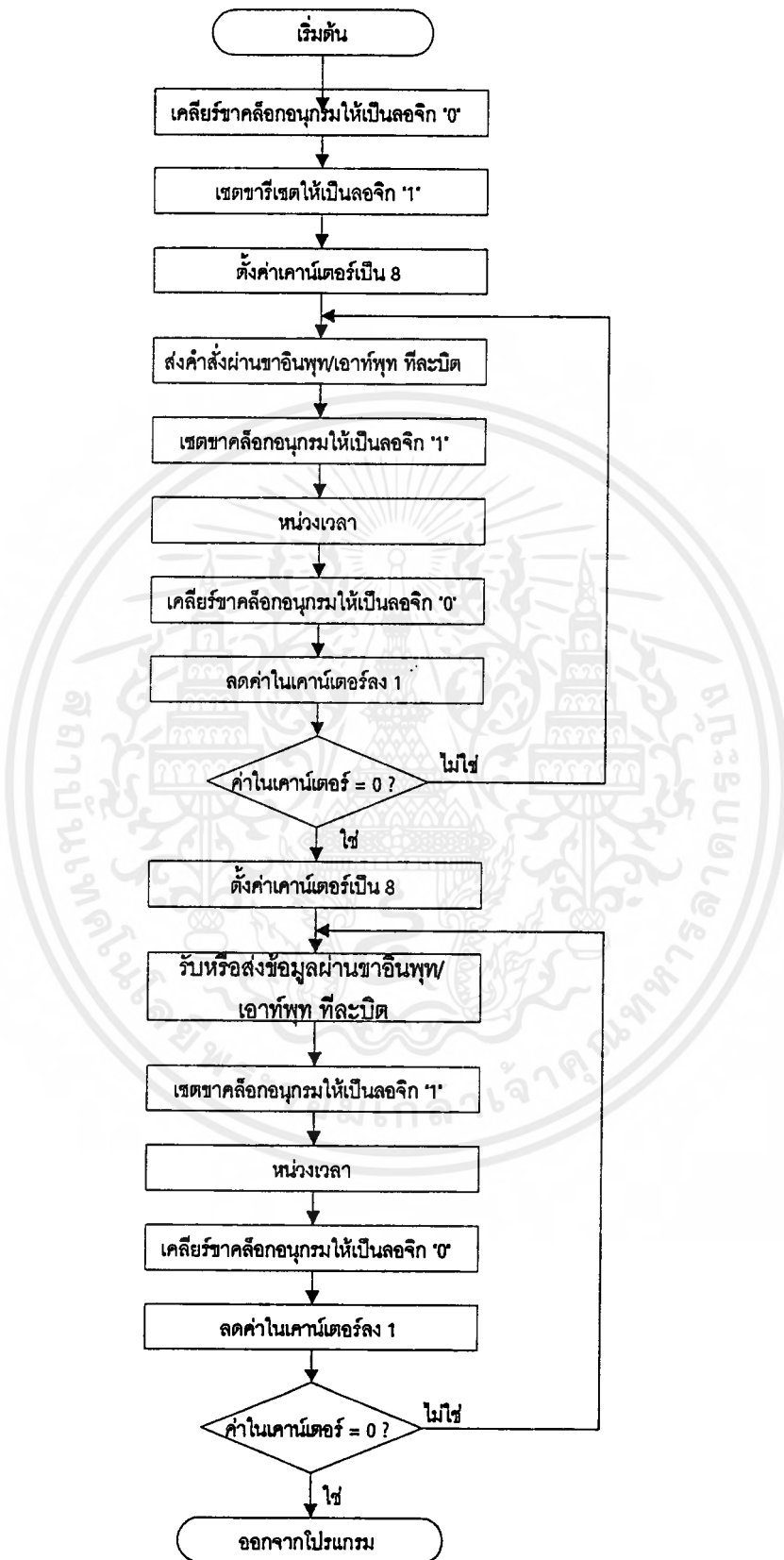


รูปที่ 3.6 แสดงโฟลว์ชาร์ตของการรับคำสั่งจากคีย์บอร์ดค่าตัวเลข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.3 โฟลว์ชาร์ตของโปรแกรมการติดต่อกับ DS1202

เป็นโปรแกรมย่อย ทำหน้าที่ในการติดต่อกับชิพนาฬิกา ทั้งอ่านข้อมูลและเขียนข้อมูล

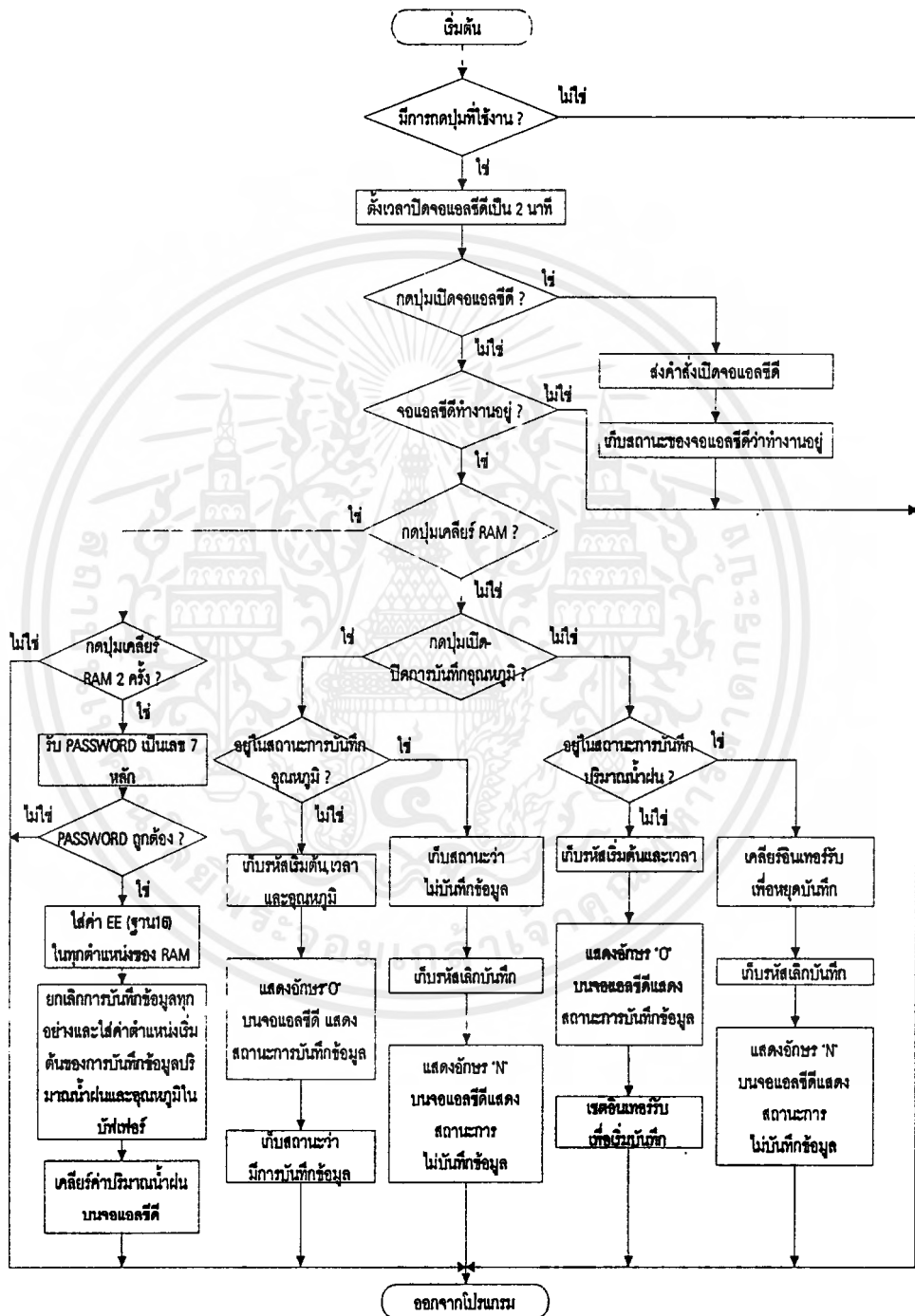


รูปที่ 3.7 แสดงโฟลว์ชาร์ตของการติดต่อกับ DS1202

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.4. โฟลว์ชาร์ตของโปรแกรมการรับคำสั่งจากคีย์บอร์ดควบคุมการทำงาน

เป็นโปรแกรมน้อยๆ ทำหน้าที่ในการรับคำสั่งจากคีย์บอร์ดที่ใช้ในการควบคุมการทำงานของจอแอลซีดี การเก็บข้อมูลปริมาณน้ำฝน การเก็บข้อมูลอุณหภูมิและการเคลียร์ข้อมูลในเมมโมรี่

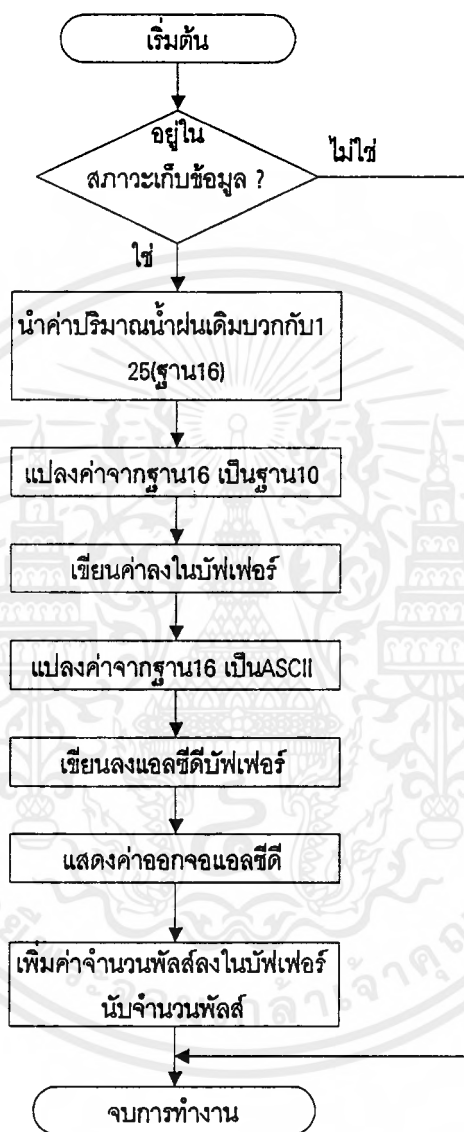


รูปที่ 3.8 แสดงโฟลว์ชาร์ตของการรับคำสั่งจากคีย์บอร์ดควบคุมการทำงาน

-เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

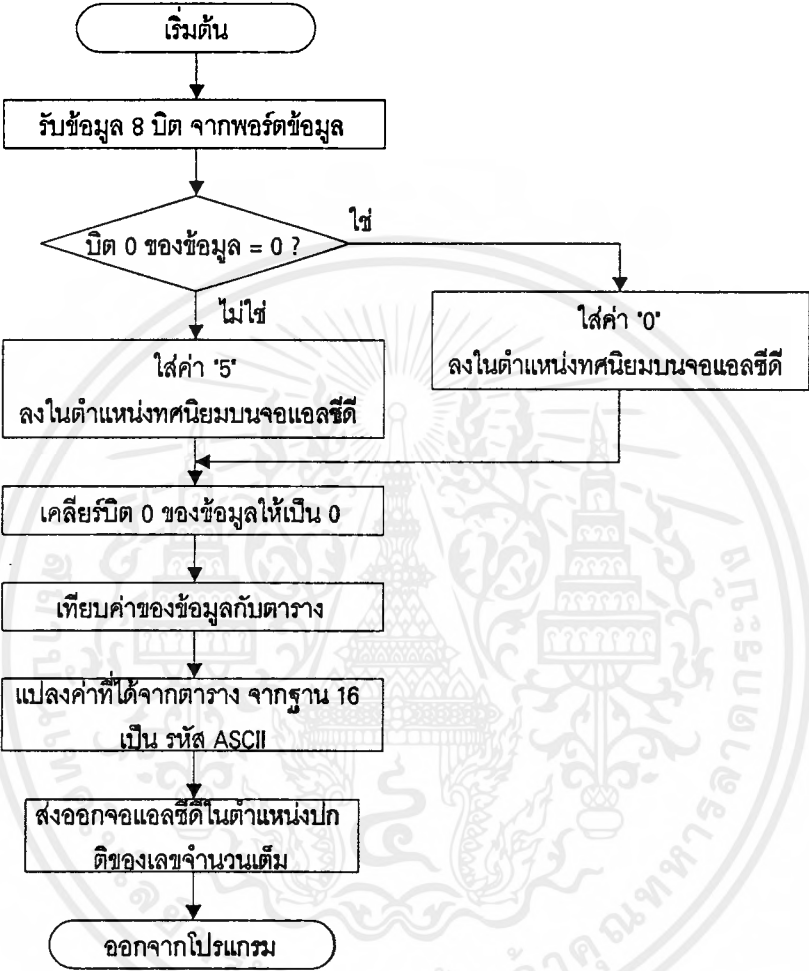
3.5.5 โฟลว์ชาร์ตของโปรแกรมการรับสัญญาณจากเครื่องวัดปริมาณน้ำฝน

เป็นโปรแกรมน้อยๆ ทำหน้าที่ในการรับสัญญาณจากเครื่องวัดปริมาณน้ำฝน ซึ่งจะเป็นสัญญาณที่เข้ามาทำให้เกิดการอินเทอร์รับ และทำการบันทึกข้อมูลของสัญญาณ



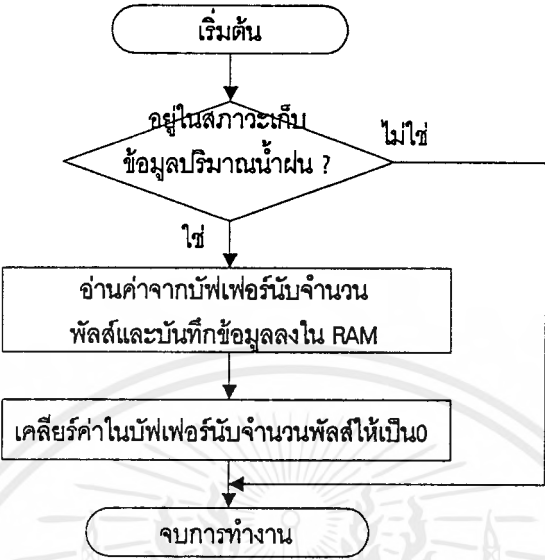
รูปที่ 3.9 แสดงโฟลว์ชาร์ตของการรับสัญญาณจากเครื่องวัดปริมาณน้ำฝน

3.5.6 โฟลว์ชาร์ตของโปรแกรมการรับข้อมูลจากวงจรแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิตอล เป็นโปรแกรมย่อย ทำหน้าที่ในการรับสัญญาณจากวงจรแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิตอล ซึ่งจะเป็นวงจรที่รับสัญญาณข้อมูลของอุณหภูมิมาจากเซ็นเซอร์



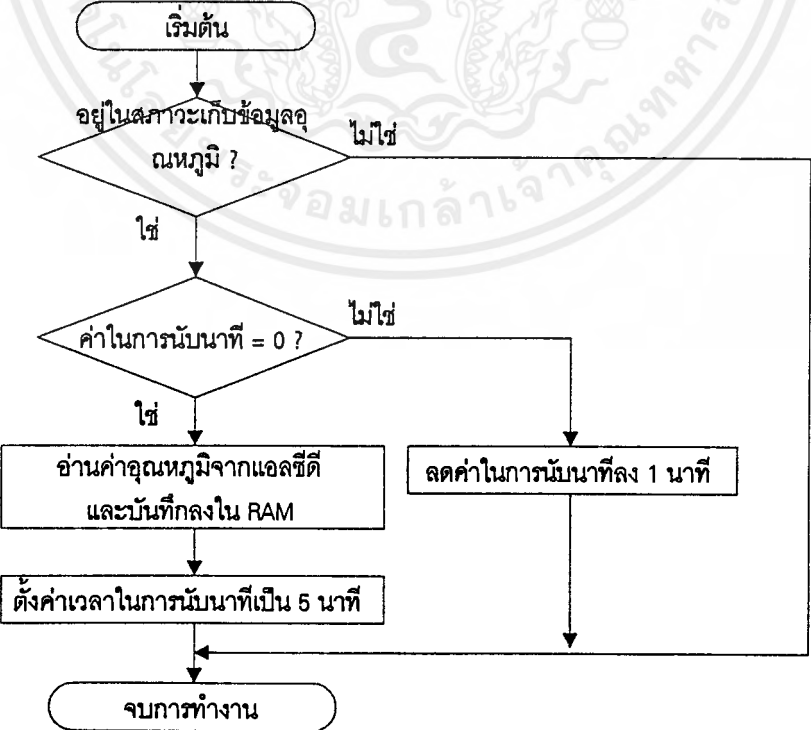
รูปที่ 3.10 แสดงโฟลว์ชาร์ตของการรับข้อมูลจากวงจรแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิตอล

3.5.7 โฟลว์ชาร์ตของโปรแกรมการบันทึกข้อมูลปริมาณน้ำฝน
เป็นโปรแกรมย่อย ทำหน้าที่ในการบันทึกข้อมูลปริมาณน้ำฝนลงใน RAM



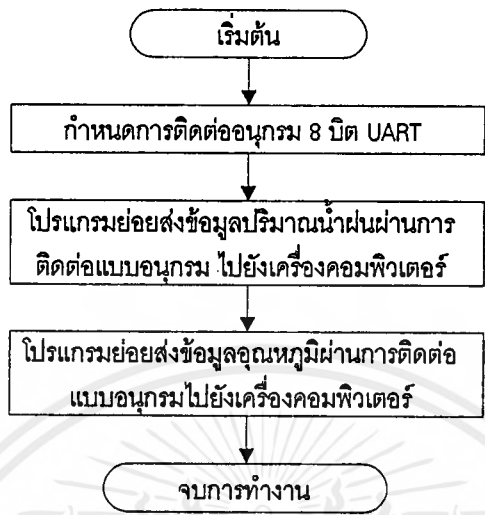
รูปที่ 3.11 แสดงโฟลว์ชาร์ตของการบันทึกข้อมูลปริมาณน้ำฝน

3.5.8 โฟลว์ชาร์ตของโปรแกรมการบันทึกข้อมูลอุณหภูมิ
เป็นโปรแกรมย่อย ทำหน้าที่ในการบันทึกข้อมูลอุณหภูมิลงใน RAM



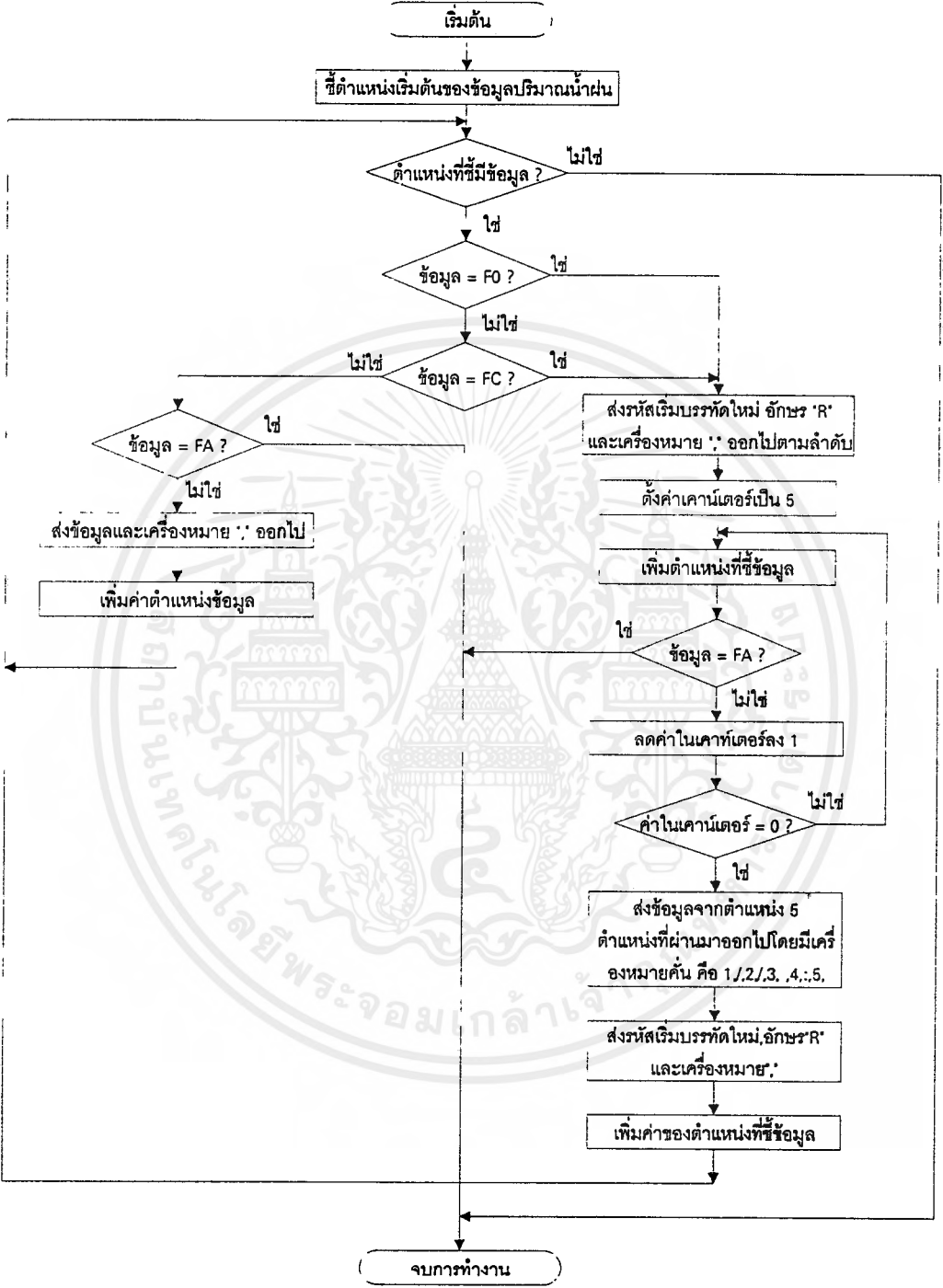
รูปที่ 3.12 แสดงโฟลว์ชาร์ตของการบันทึกข้อมูลอุณหภูมิ

3.5.9 โฟลว์ชาร์ตของโปรแกรมการส่งข้อมูลจาก RAM ไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์
เป็นโปรแกรมย่อย ทำหน้าที่ในการส่งข้อมูลจาก RAM ไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์



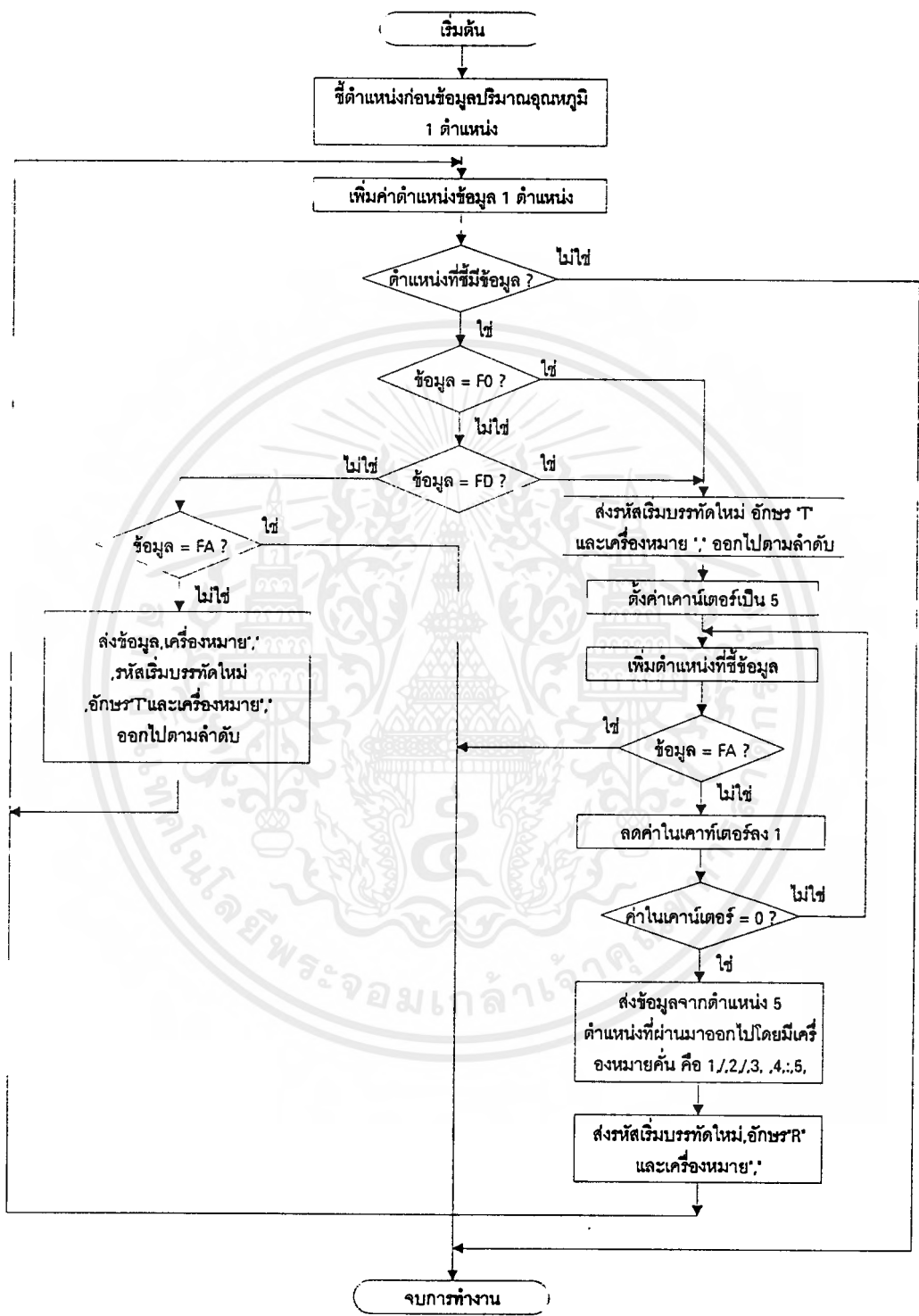
รูปที่ 3.13 แสดงโฟลว์ชาร์ตของการส่งข้อมูลจาก RAM ไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์

3.5.10 โฟลว์ชาร์ตของโปรแกรมการส่งข้อมูลปริมาณน้ำฝนไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์
เป็นโปรแกรมน้อย ทำหน้าที่ในการวิเคราะห์และส่งข้อมูลปริมาณน้ำฝนไปยังเครื่อง
คอมพิวเตอร์



รูปที่ 3.14 แสดงโฟลว์ชาร์ตของการส่งข้อมูลปริมาณน้ำฝนไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์

3.5.11 ฟLOWชาร์ตของโปรแกรมการส่งข้อมูลอุณหภูมิไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์
เป็นโปรแกรมย่อย ทำหน้าที่ในการวิเคราะห์และส่งข้อมูลอุณหภูมิไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์



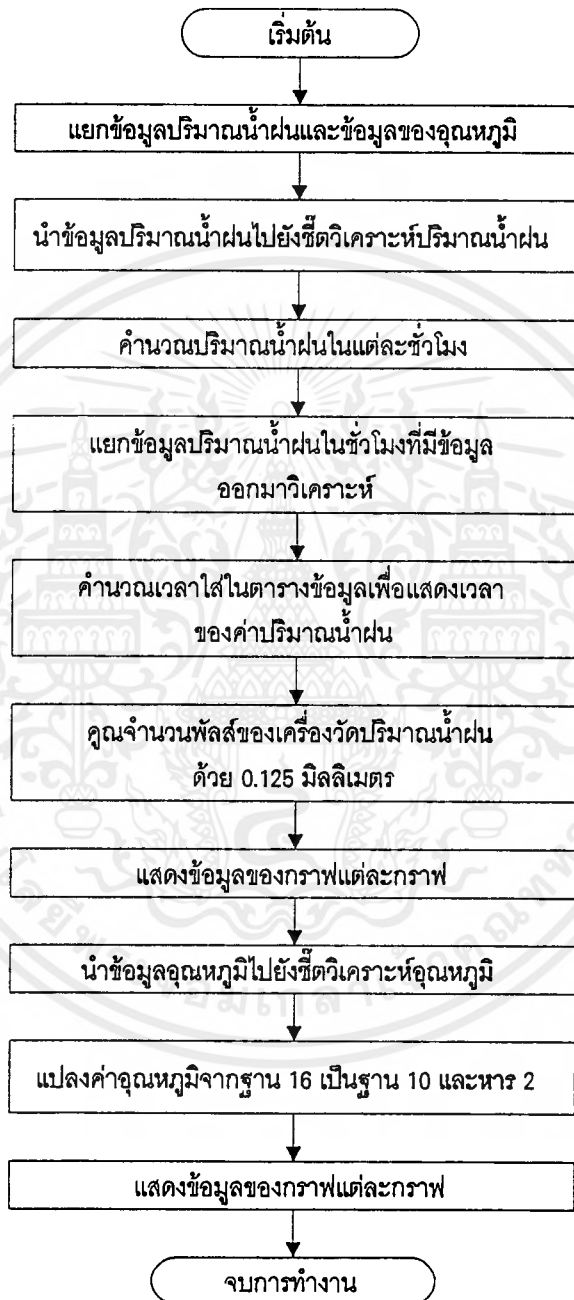
รูปที่ 3.15 แสดงฟLOWชาร์ตของการส่งข้อมูลอุณหภูมิไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 โฟลว์ชาร์ตของโปรแกรมวิซวลเบสิกเอ็กเซล

3.6.1 โฟลว์ชาร์ตของโปรแกรมการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อแสดงกราฟ

เป็นโปรแกรมย่อย ทำหน้าที่ในการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการบันทึกและส่งมายังเครื่องคอมพิวเตอร์แล้ว

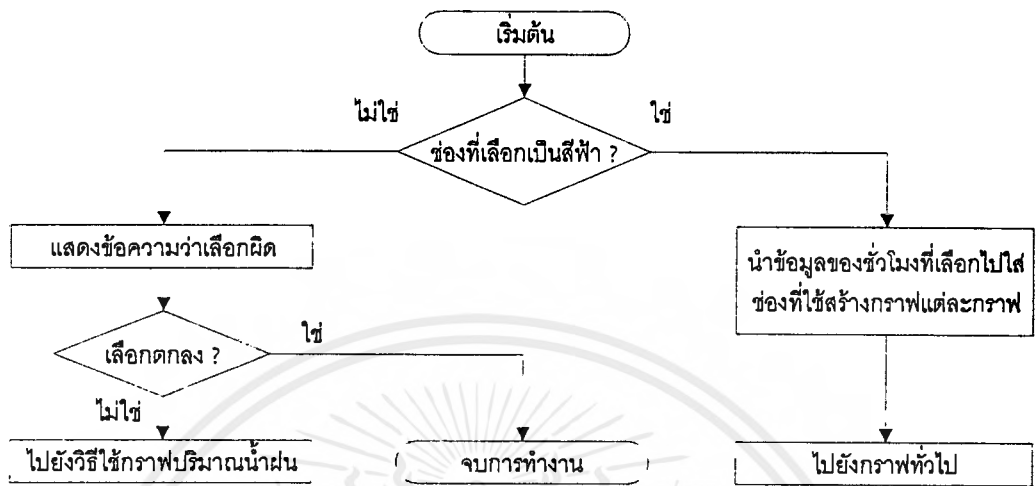


รูปที่ 3.16 แสดงโฟลว์ชาร์ตของการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อแสดงกราฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6.2 โฟลว์ชาร์ตของโปรแกรมการเรียกกราฟทั่วไปของกราฟปริมาณน้ำฝน

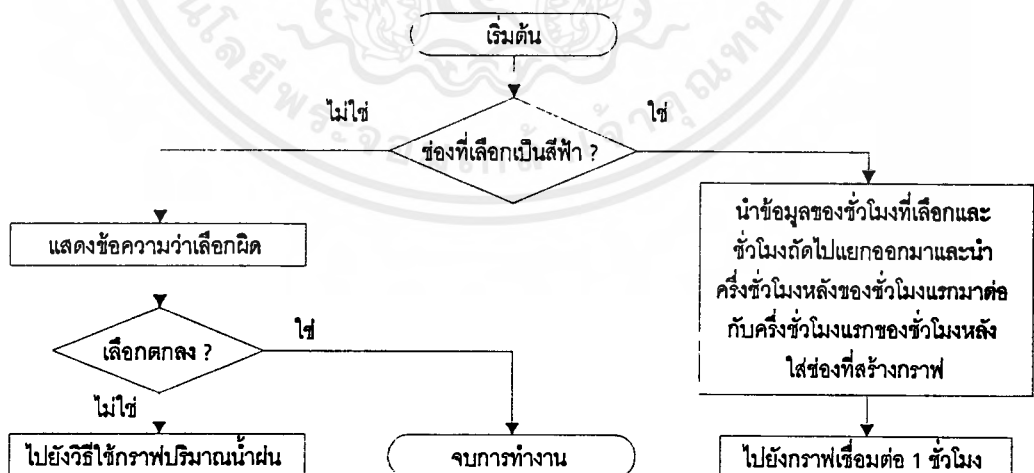
เป็นโปรแกรมย่อย ทำหน้าที่ในการค้นหาข้อมูลปริมาณน้ำฝนและทำการแสดงผลออกมาเป็นกราฟ



รูปที่ 3.17 แสดงโฟลว์ชาร์ตของการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อแสดงกราฟ

3.6.3 โฟลว์ชาร์ตของโปรแกรมการเรียกกราฟปริมาณน้ำฝนที่มีการเชื่อมต่อกัน 1 ชั่วโมง

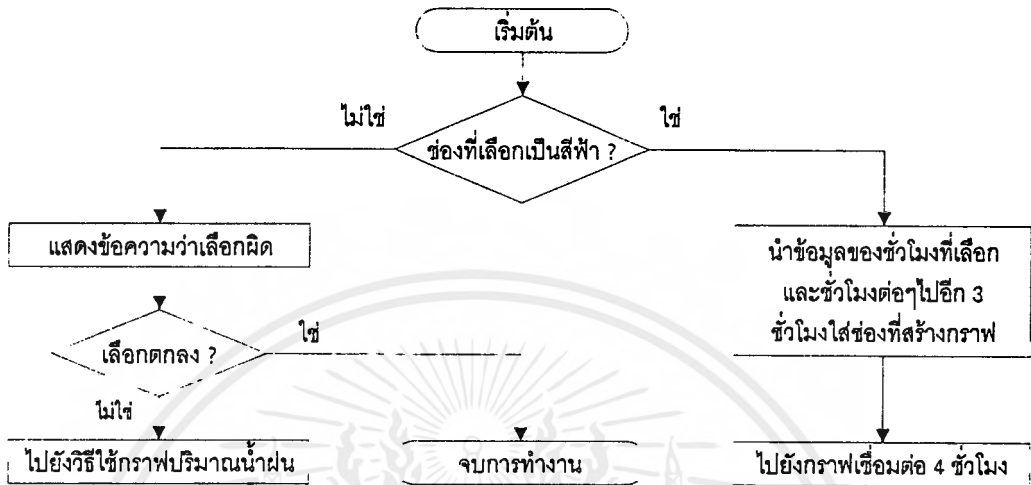
เป็นโปรแกรมย่อย ทำหน้าที่ในการค้นหาข้อมูลปริมาณน้ำฝนและทำการแสดงผลออกมาเป็นกราฟ



รูปที่ 3.18 แสดงโฟลว์ชาร์ตของการเรียกกราฟปริมาณน้ำฝนที่มีการเชื่อมต่อกัน 1 ชั่วโมง

3.6.4 โฟลว์ชาร์ตของโปรแกรมการเรียกกราฟปริมาณน้ำฝนที่มีการเชื่อมต่อกัน 4 ชั่วโมง

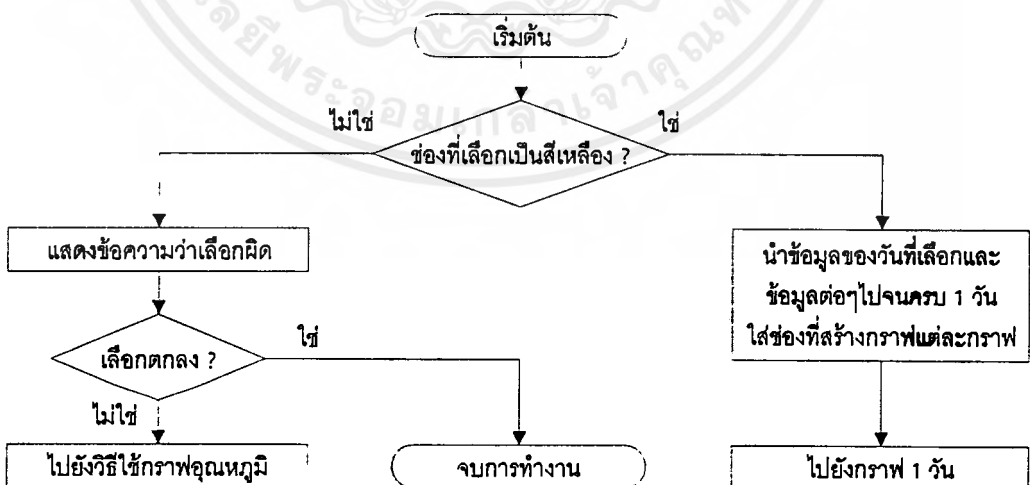
เป็นโปรแกรมย่อย ทำหน้าที่ในการค้นหาข้อมูลปริมาณน้ำฝนและทำการแสดงผลออกมาเป็นกราฟ



รูปที่ 3.19 แสดงโฟลว์ชาร์ตของการเรียกกราฟปริมาณน้ำฝนที่มีการเชื่อมต่อกัน 4 ชั่วโมง

3.6.5 โฟลว์ชาร์ตของโปรแกรมการเรียกกราฟอุณหภูมิ 1 วัน

เป็นโปรแกรมย่อย ทำหน้าที่ในการค้นหาข้อมูลอุณหภูมิและทำการแสดงผลออกมาเป็นกราฟ

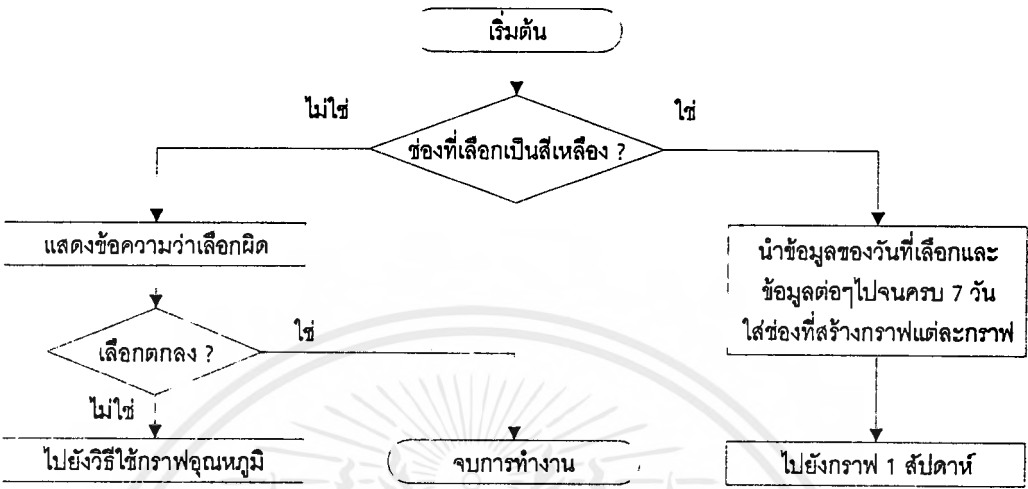


รูปที่ 3.20 แสดงโฟลว์ชาร์ตของการเรียกกราฟอุณหภูมิ 1 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6.6 โฟลว์ชาร์ตของโปรแกรมการเรียกกราฟอุณหภูมิ 7 วัน

เป็นโปรแกรมย่อย ทำหน้าที่ในการค้นหาข้อมูลอุณหภูมิและทำการแสดงผลออกมาเป็นกราฟ



รูปที่ 3.21 แสดงโฟลว์ชาร์ตของการเรียกกราฟอุณหภูมิ 7 วัน

3.7 การส่งข้อมูลจากไมโครคอนโทรลเลอร์มายังเครื่องคอมพิวเตอร์

ในการส่งข้อมูลจากบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์มายังเครื่องคอมพิวเตอร์ เพื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์นั้น ใช้การติดต่อแบบอนุกรม โดยไมโครคอนโทรลเลอร์จะมีโปรแกรมในการติดต่อแบบอนุกรม เพื่อทำการส่งข้อมูลมายังเครื่องคอมพิวเตอร์

ทางด้านเครื่องคอมพิวเตอร์นั้นจะมีการรับข้อมูล โดยการใช้พอร์ตอนุกรมและโปรแกรมที่ใช้ในการรับข้อมูล คือ โปรแกรม เอ็กซ์ทอล์ค (XTALK) ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ทำการรับส่งข้อมูลในแบบอนุกรม

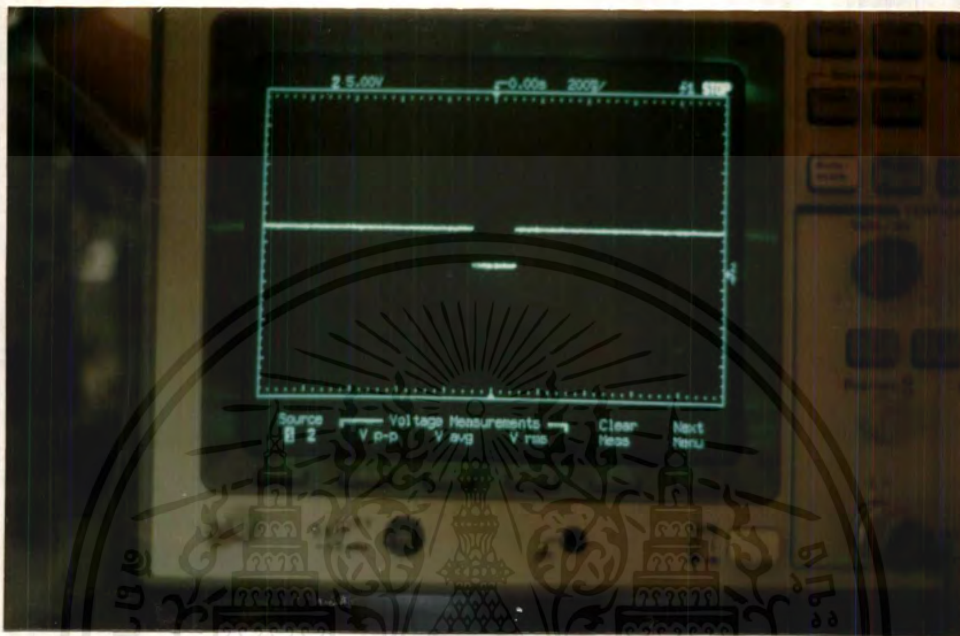
จากนั้นเมื่อได้ข้อมูลมา ก็สามารถจะเรียกข้อมูลนั้น โดยใช้โปรแกรม เอ็กซ์เซลส์ได้ทันที และทำการวิเคราะห์ต่อไป

บทที่ 4

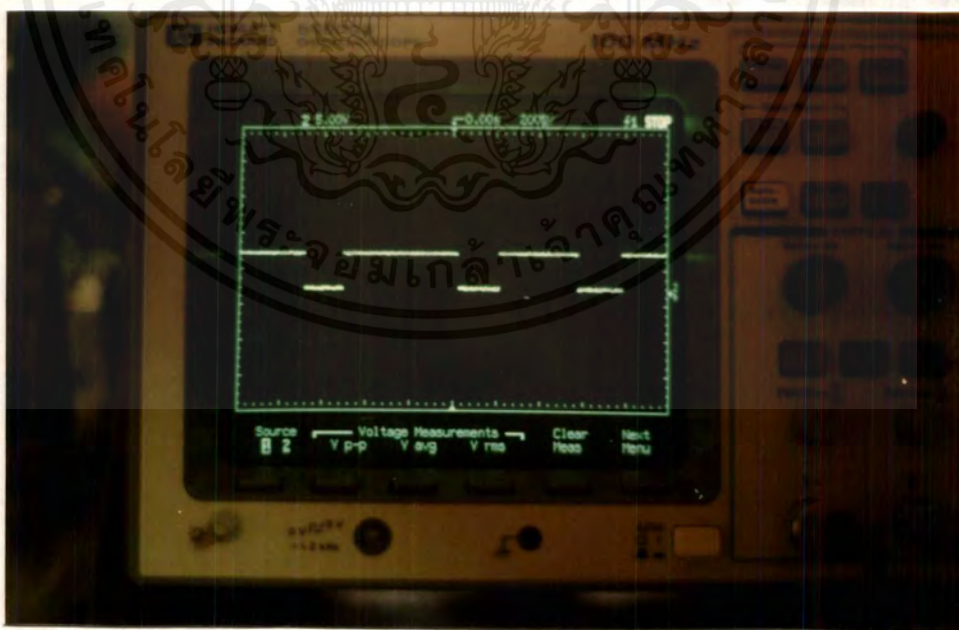
การทดลองและผลการทดลอง

4.1 ทดลองการเชื่อมต่อของคีย์บอร์ดกับ บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์

ทำการต่อวงจรเชื่อมต่อสวิตช์ ดังรูป 3.2 และสังเกตสัญญาณที่เข้าทางขาของพอร์ท 8255

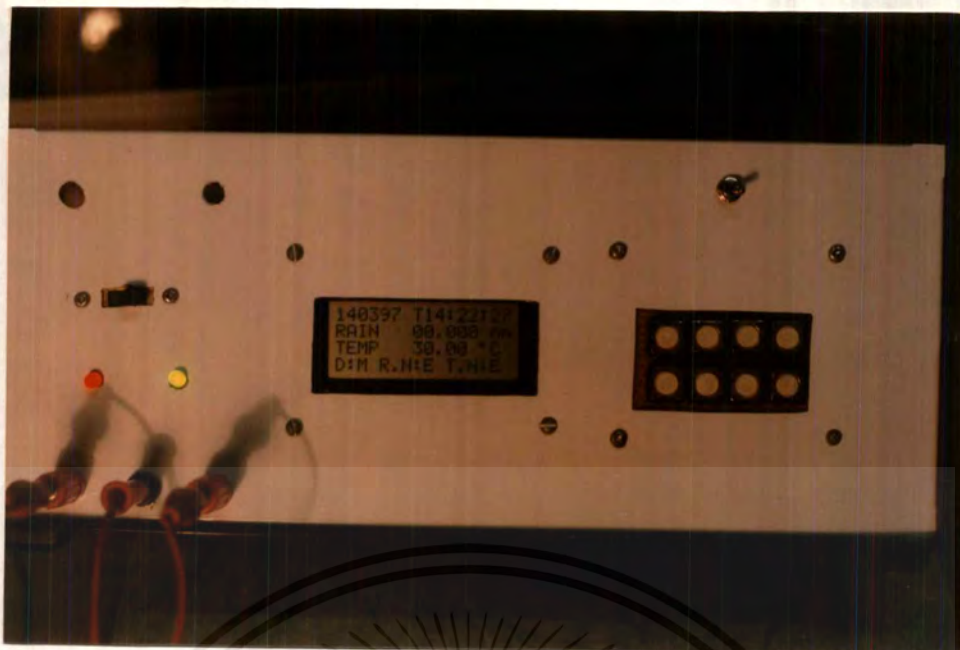


รูปที่ 4.1 แสดงสัญญาณที่เข้าไปยังขาของพอร์ท 8255 เมื่อทำการกดสวิตช์



รูปที่ 4.2 แสดงสัญญาณที่เข้าไปยังขาของพอร์ท 8255 เมื่อทำการกดสวิตช์หลายครั้งติดต่อกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 แสดงหน้าจอหลังจากรับเวลาเริ่มต้น

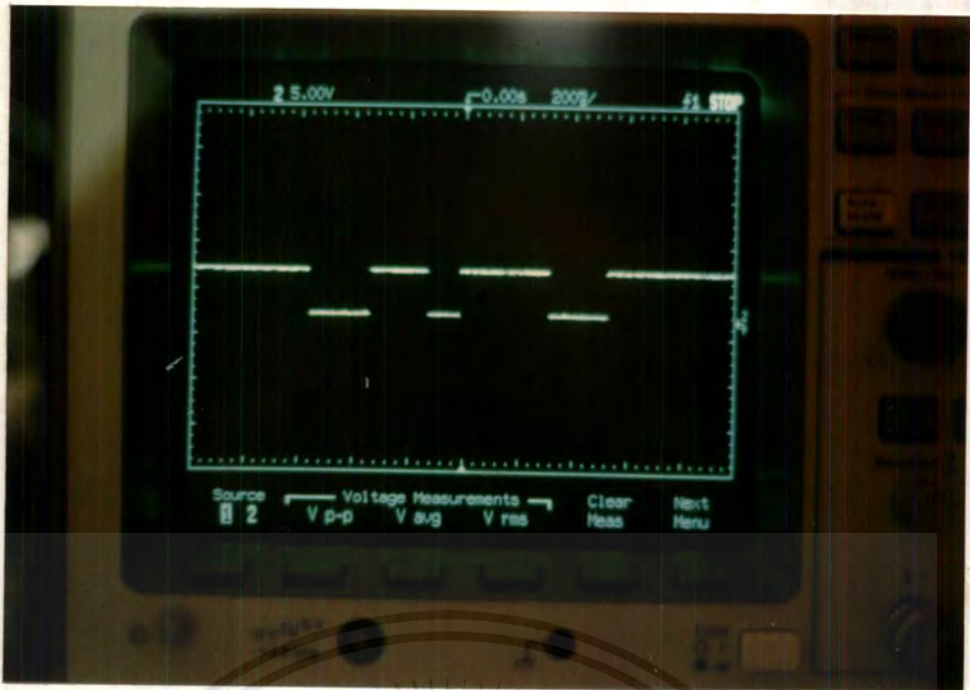
4.2 ทดลองการเชื่อมต่อของเครื่องวัดปริมาณน้ำฝนกับบอร์ด ไมโครคอนโทรลเลอร์

4.2.1 ทำการต่อเครื่องวัดปริมาณน้ำฝน โดยข้างหนึ่งต่อกับขาอินพุต 0 ของ 8032 ในบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์อีกข้างต่อลงกราวด์ และทำการสังเกตสัญญาณที่เปลี่ยนแปลงที่ขาอินพุต 0 ของ 8032



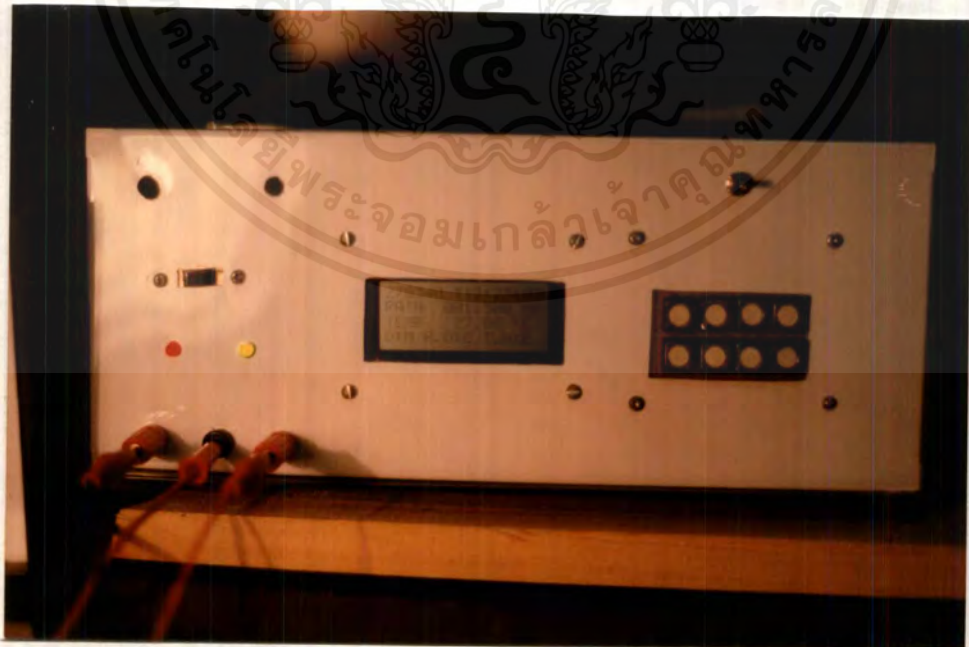
รูปที่ 4.4 แสดงสัญญาณที่ขาอินพุต 0 ที่ต่อกับเครื่องวัดปริมาณน้ำฝนของ 8032

- เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 แสดงสัญญาณที่ขาอินพุตที่ต่อเข้ากับเครื่องวัดปริมาณน้ำฝนขณะที่คานกระดกของเครื่องวัดปริมาณน้ำฝนมีการเคาะหลายครั้ง

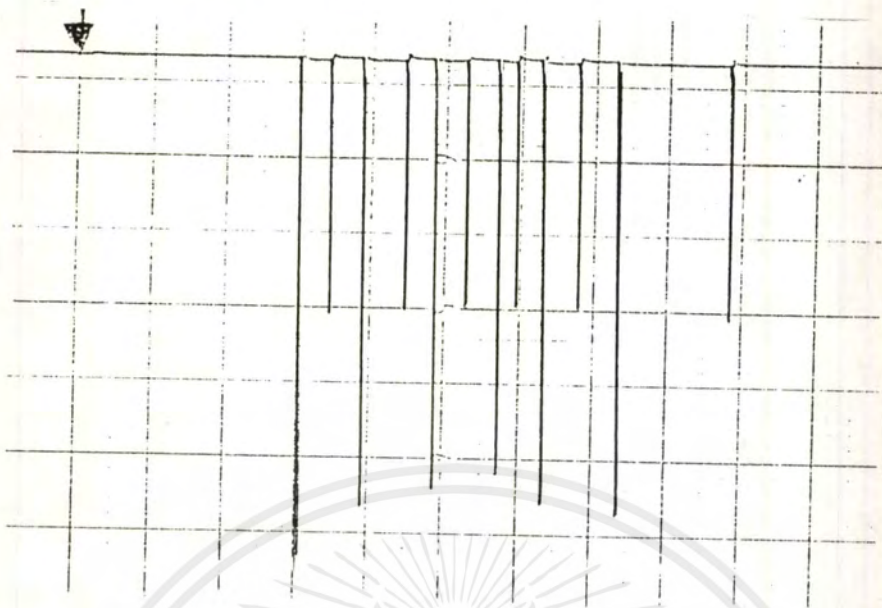
4.2.2 ทำการต่อเครื่องวัดปริมาณน้ำฝน กับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์และต่อเครื่องบันทึกสัญญาณแบบกระดาษด้วย และทำการทดสอบการทำงานของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยการหยดน้ำให้กับเครื่องวัดปริมาณน้ำฝน และสังเกตรูปสัญญาณที่เปลี่ยนแปลงบนกระดาษกราฟ แล้วทำการเปรียบเทียบกับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ว่าสามารถแสดงค่าบนหน้าจอแอลซีดี และข้อมูลที่บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ทำการบันทึก



รูปที่ 4.6 แสดงการเปลี่ยนแปลงข้อมูลบนจอแอลซีดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เวลาเริ่มต้น 03/27/40 12:25 น.



ความเร็วของกระดาดบันทึก 6 เซนติเมตร / 1 นาที

รูปที่ 4.7 แสดงรูปสัญญาณที่บันทึกได้บนกระดาดกราฟ

R,03/27/40 12:25,

R,08,04,

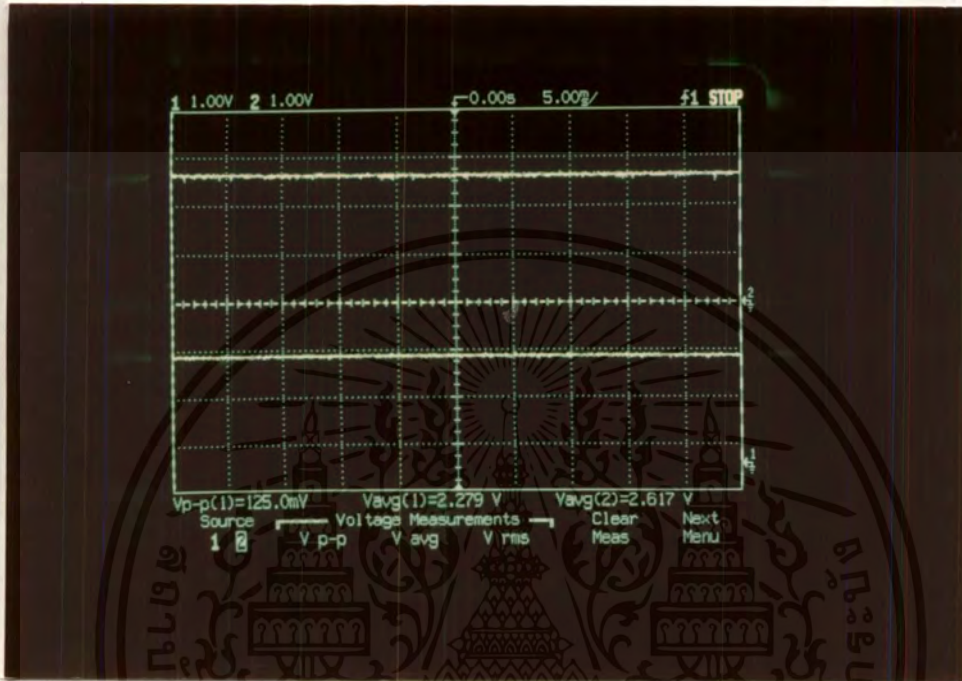
รูปที่ 4.8 แสดงข้อมูลที่เครื่องไมโครคอนโทรลเลอร์บันทึกได้โดยได้ทำการส่งข้อมูลขึ้นมานบนคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

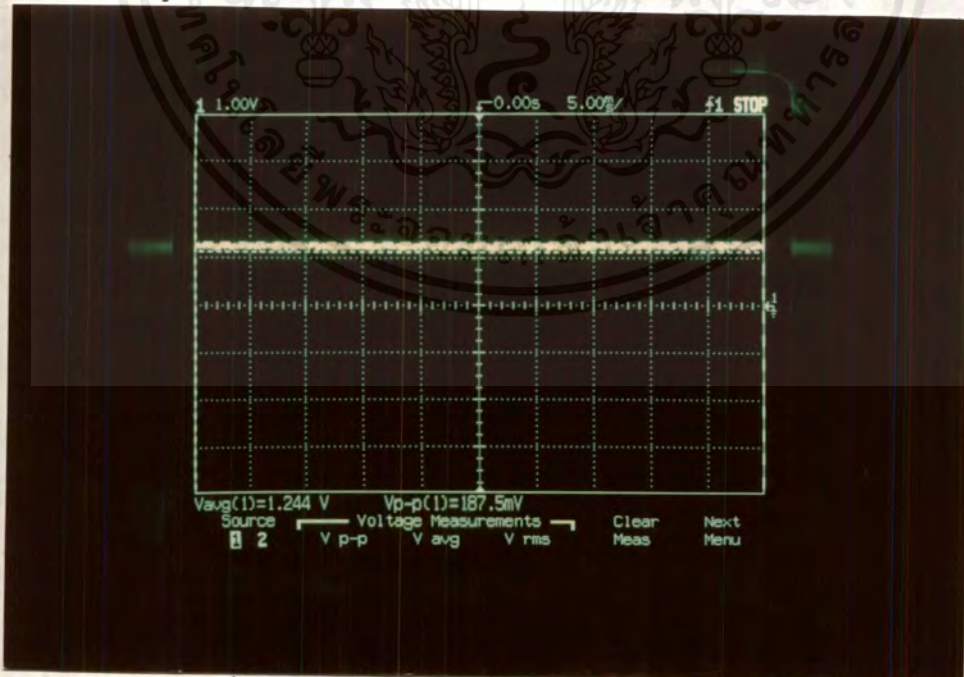
4.3 การทดลองวงจรรวมของส่วนอุณหภูมิ

ทำการต่อวงจรรวมของส่วนการวัดอุณหภูมิ แล้วทำการเปรียบเทียบค่าแรงดันที่เป็นแรงดันเปรียบเทียบกับแรงดันที่ออกมาจากเซ็นเซอร์ และแรงดันที่ออกมาจากอปแอมป์เข้ายัง ADC0804

จากนั้นทำการทดสอบการแสดงค่าของเซ็นเซอร์โดยไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยทำการควบคุมอุณหภูมิและทำการเปรียบเทียบค่าที่ไมโครคอนโทรลเลอร์แสดงและค่าที่วัดได้จากเทอร์มิสเตอร์

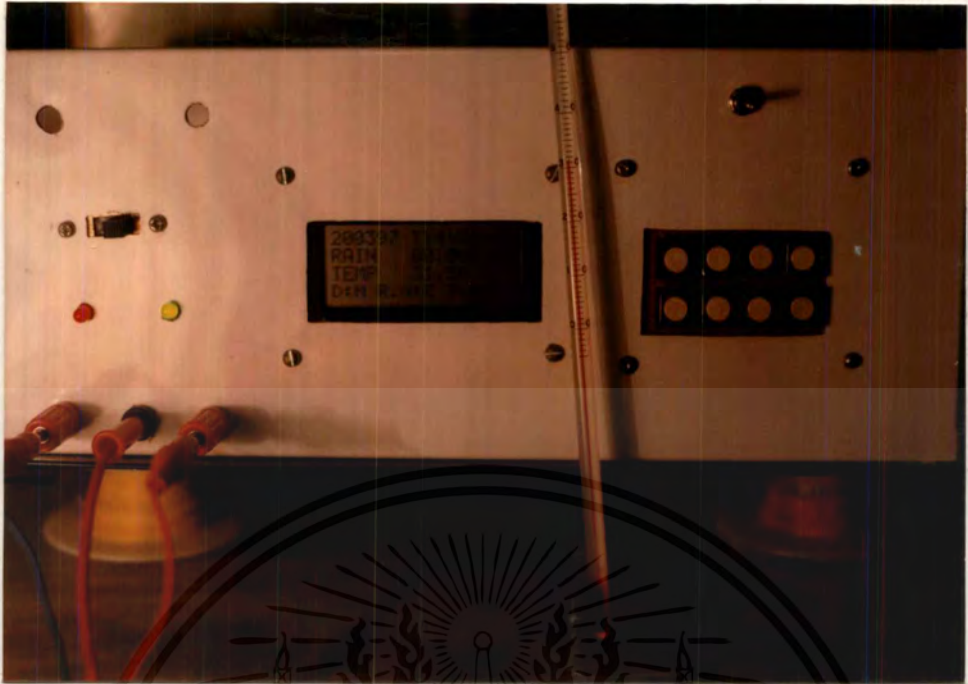


รูปที่ 4.9 แสดงค่าแรงดันที่ใช้เปรียบเทียบและแรงดันที่มาจากเซ็นเซอร์

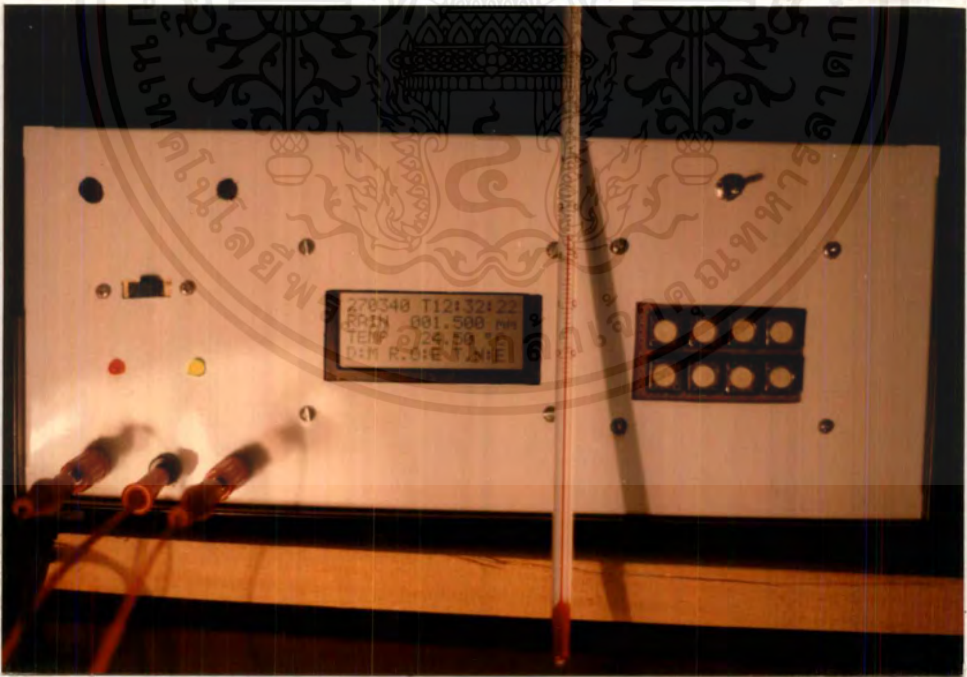


รูปที่ 4.10 แสดงค่าแรงดันที่ออกมาจากเอาต์พุตของอปแอมป์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

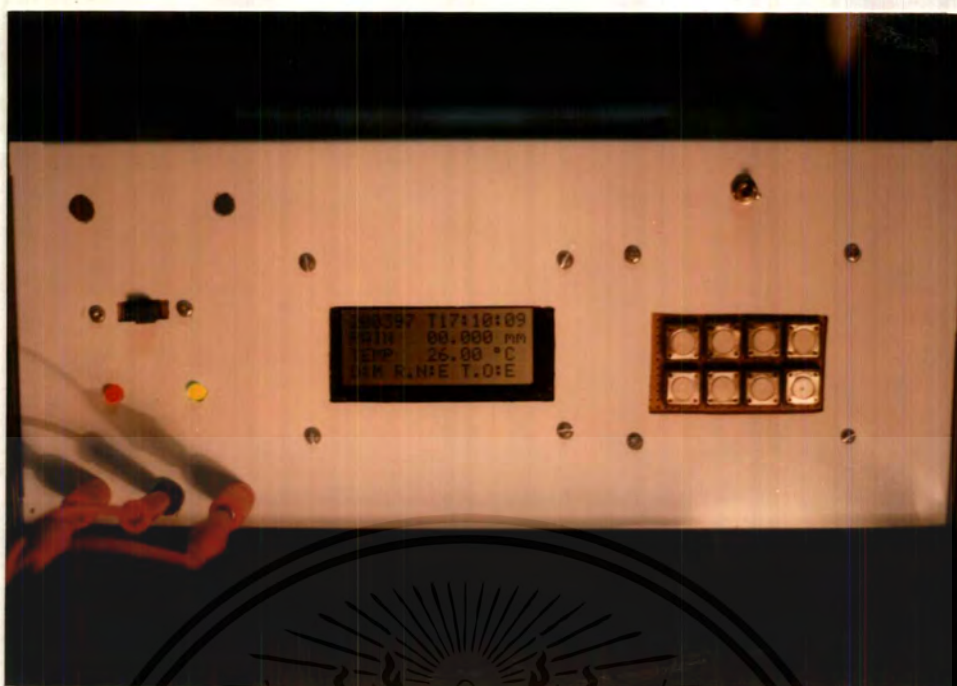


รูปที่ 4.11 แสดงค่าของอุณหภูมิควบคุมครั้งที่ 1 จากเทอร์โมมิเตอร์และจากไมโครคอนโทรลเลอร์



รูปที่ 4.12 แสดงค่าของอุณหภูมิควบคุมครั้งที่ 2 จากเทอร์โมมิเตอร์และจากไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.13 รูปแสดงการวัดอุณหภูมิของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์

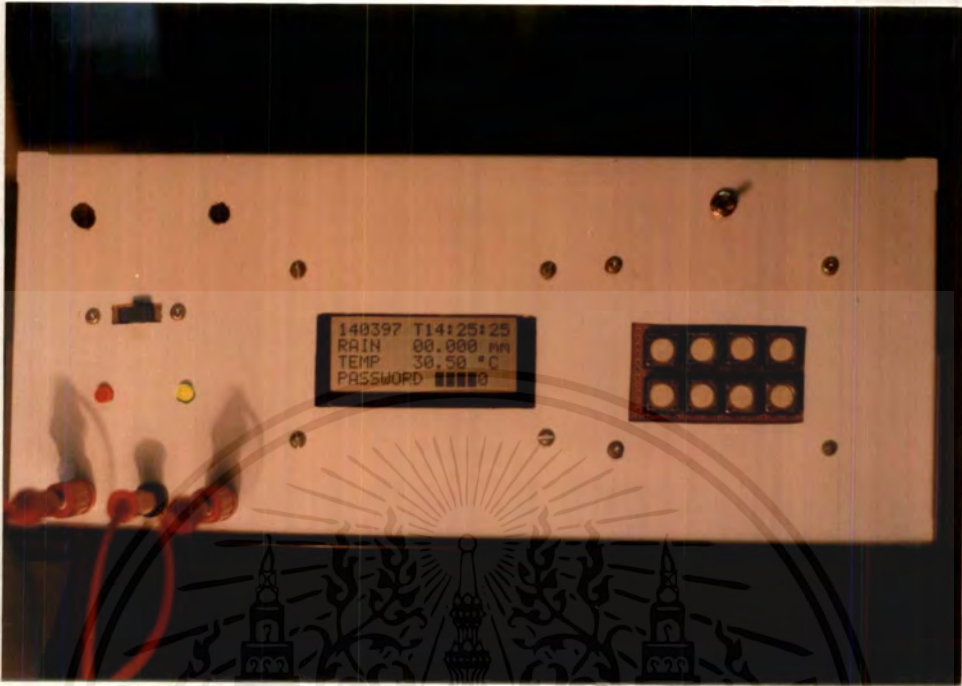
T,03/20/97 17:10,34,

T,

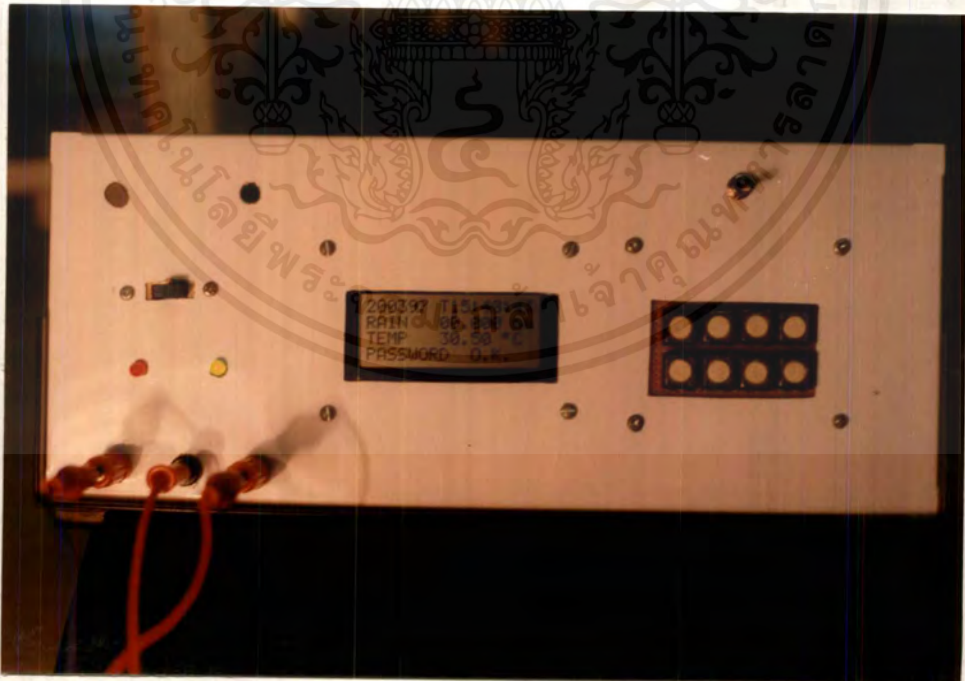
รูปที่ 4.14 รูปแสดงข้อมูลอุณหภูมิที่ทำการบันทึกไว้

4.4 ทดสอบสวิตช์ควบคุมการทำงานของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์

4.4.1 ทดสอบการทำงานของสวิตช์ควบคุมการลบข้อมูลในเมโมรี



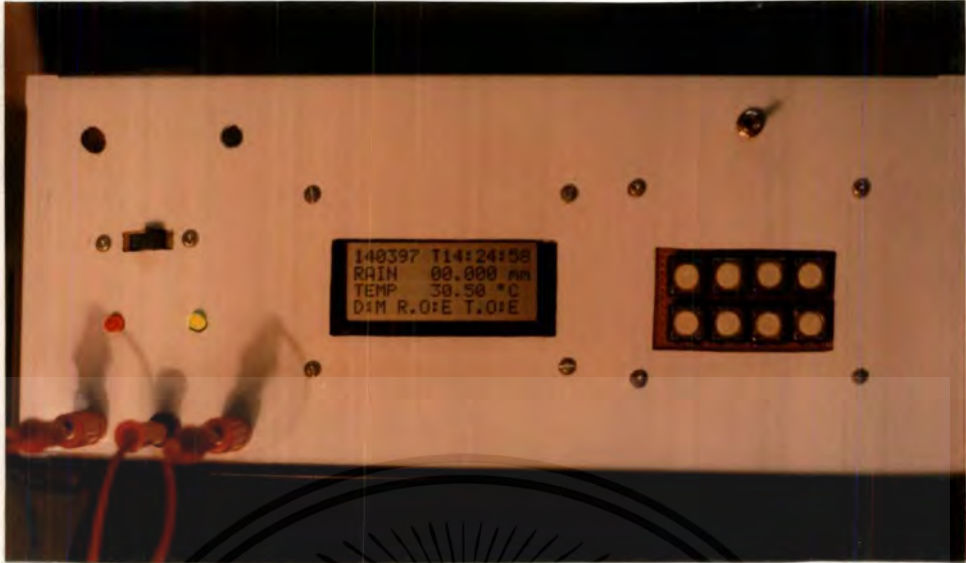
รูปที่ 4.15 แสดงการทำงานของโปรแกรมการลบข้อมูลในเมโมรีโดยจะมีการตรวจสอบรหัสผ่าน



รูปที่ 4.16 แสดงการทำงานของโปรแกรมการลบข้อมูลในเมโมรีโดยเป็นสภาวะหลังจากมีการตรวจสอบรหัสผ่านว่าถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

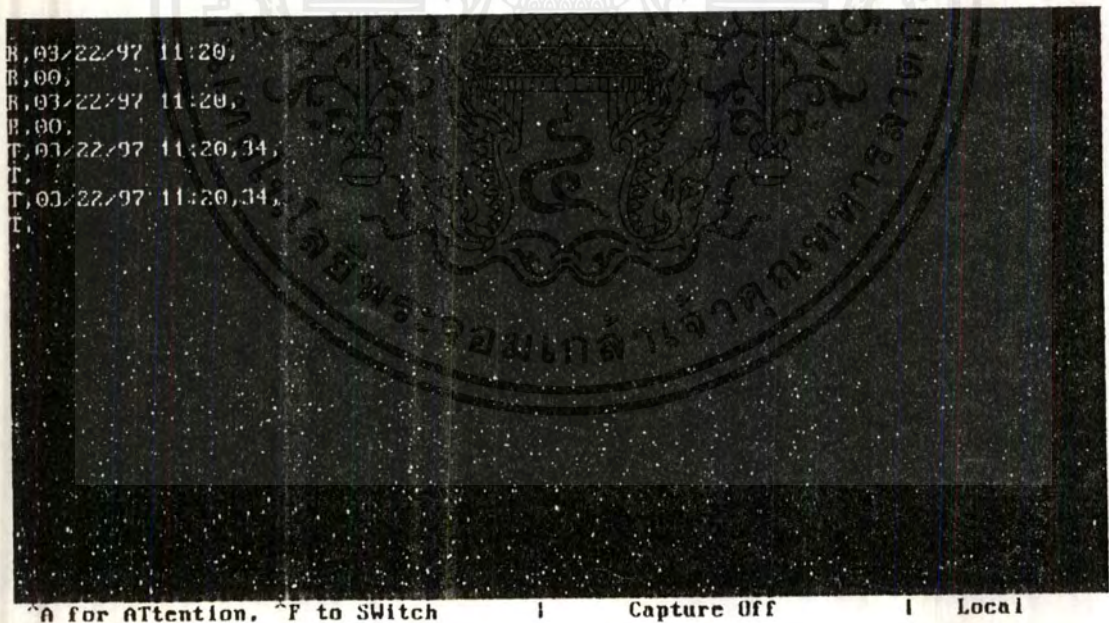
4.4.2 ทดสอบการทำงานของสวิตช์ควบคุมการบันทึกข้อมูลของปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิ



รูปที่ 4.17 แสดงหน้าจอแอลซีดีหลังจากมีการกดปุ่มควบคุมการบันทึกข้อมูลของปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิ

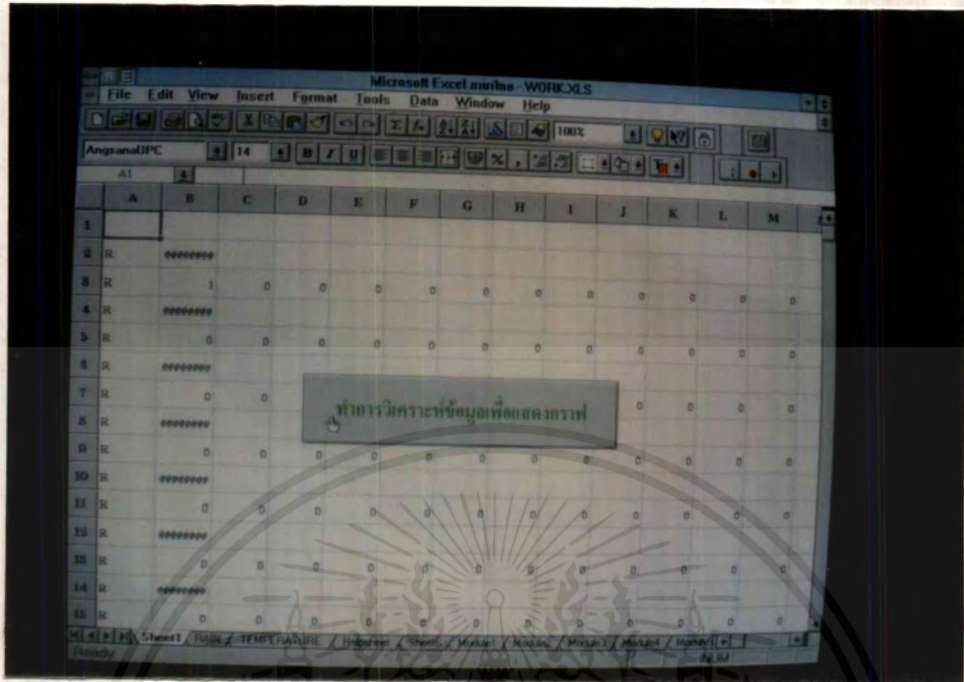
4.5 โปรแกรมเอ็กซ์ทอลล์ที่ใช้ในการรับข้อมูลจากบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์โดยผ่านการติดต่อ

แบบอนุกรม

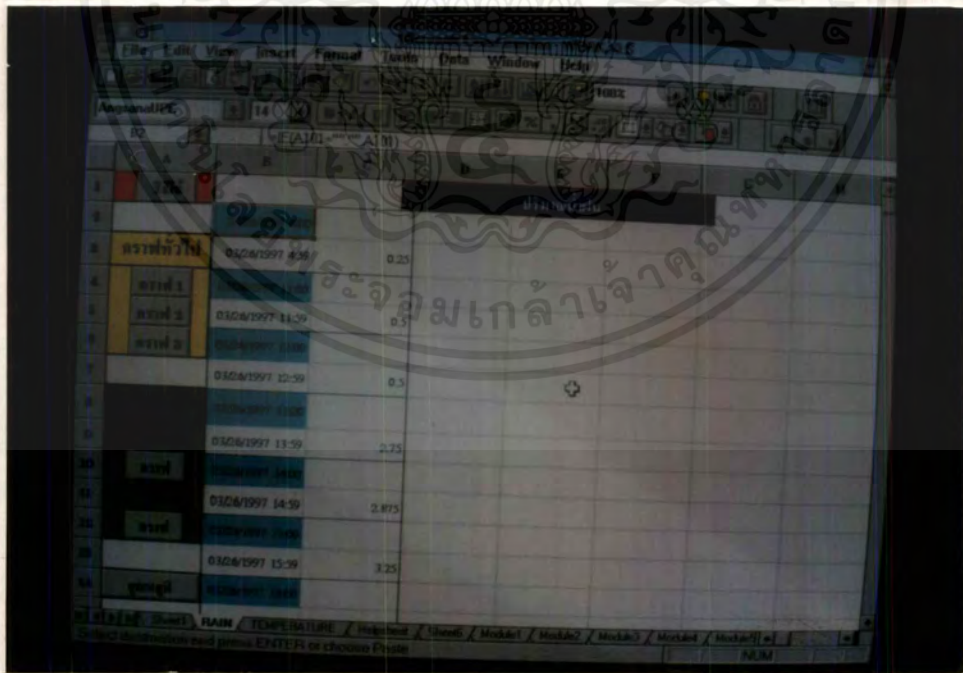


รูปที่ 4.18 แสดงตัวอย่างของการใช้โปรแกรมเอ็กซ์ทอลล์ในการรับข้อมูลจากไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

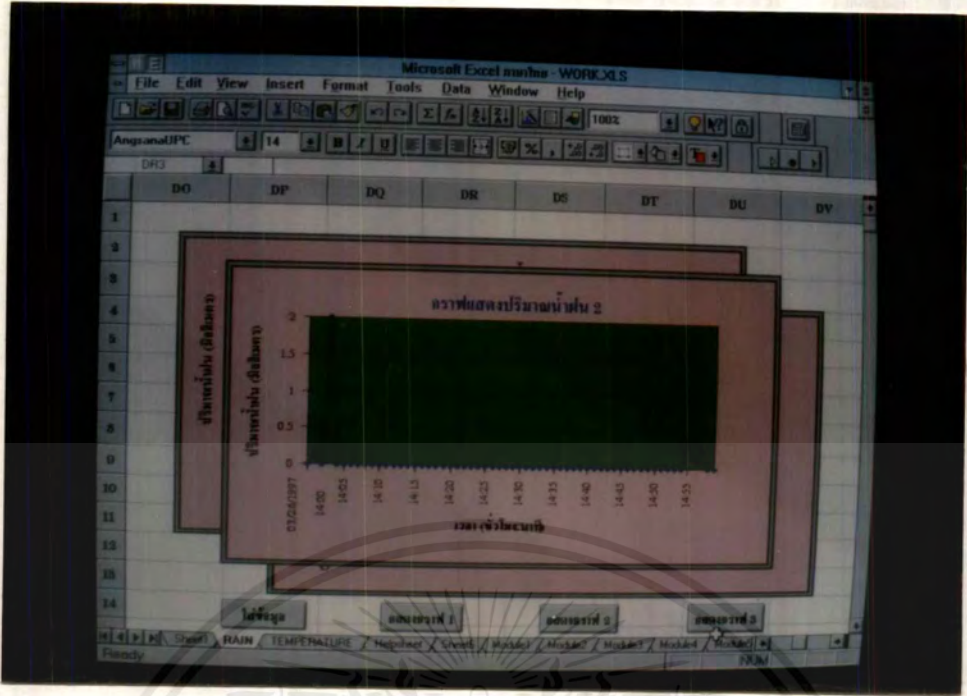


รูปที่ 4.20 แสดงหน้าจอหลังจากนำข้อมูลมายังโปรแกรมในการวิเคราะห์ (ก่อนเริ่มทำการวิเคราะห์)

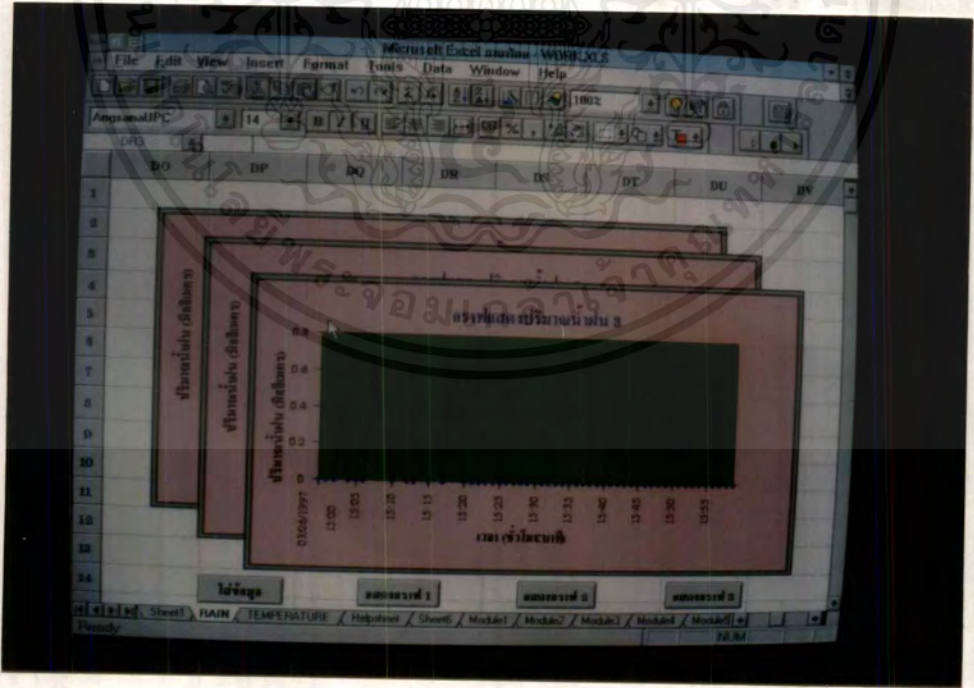


รูปที่ 4.21 แสดงหน้าจอที่ใช้ในการเลือกดูกราฟข้อมูลปริมาณน้ำฝนในแต่ละช่วงเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

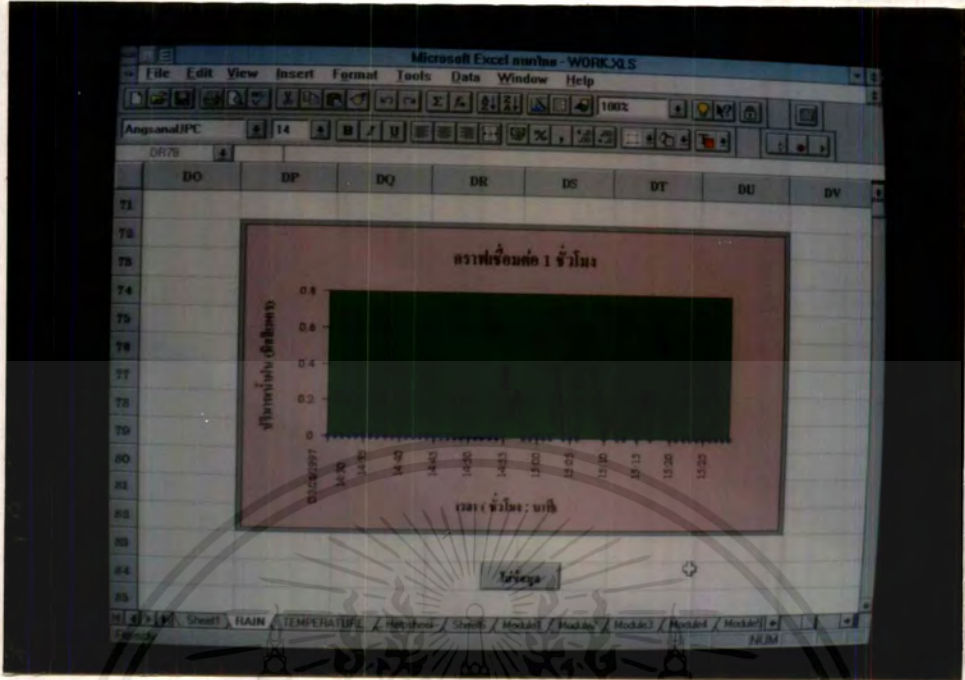


รูปที่ 4.22 แสดงกราฟของข้อมูลในช่วงเวลา 14:00 น. ถึง 14:59 น.ที่ผ่านโปรแกรมวิเคราะห์

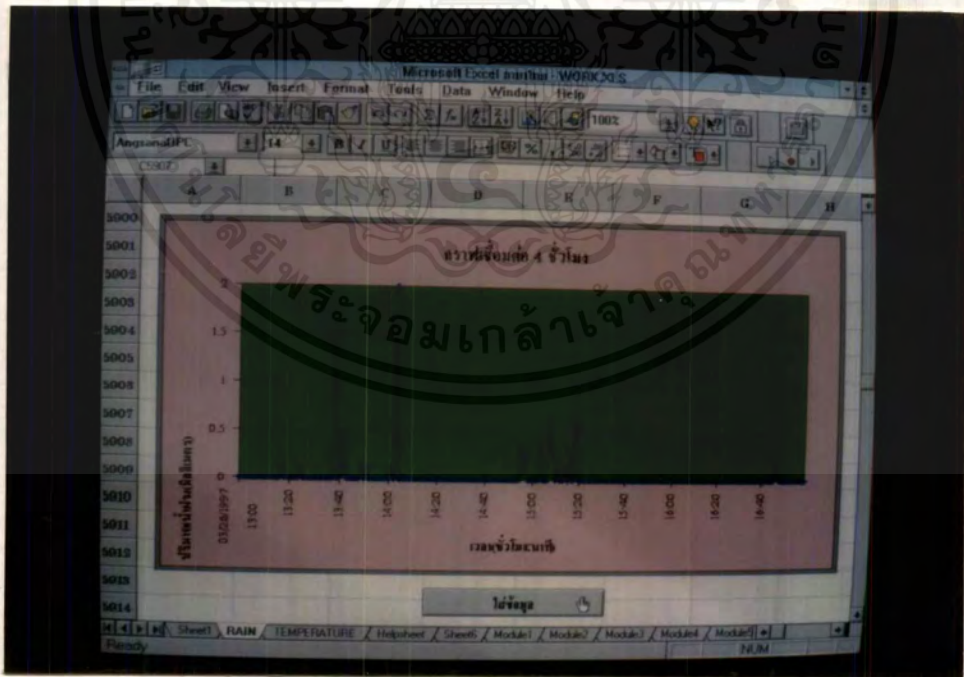


รูปที่ 4.23 แสดงกราฟของข้อมูลในช่วงเวลา 15:00 น. ถึง 15:59 น.ที่ผ่านโปรแกรมวิเคราะห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.24 แสดงกราฟของข้อมูลในช่วงเวลา 14:30 น. ถึง 15:39 น. ที่ผ่านโปรแกรมวิเคราะห์



รูปที่ 4.25 แสดงกราฟของข้อมูลในช่วงเวลา 13:00 น. ถึง 16:59 น. ที่ผ่านโปรแกรมวิเคราะห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6.2 ข้อมูลอุณหภูมิ

นำข้อมูลอุณหภูมิที่ได้จากบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์มาผ่านโปรแกรมในการวิเคราะห์แล้ว
ทำการเปรียบเทียบกราฟกับข้อมูลก่อนที่จะมีการวิเคราะห์ว่าโปรแกรมสามารถวิเคราะห์ได้ถูก

T,03/26/97 04:00,3C,

T,3D,

T,3D,

T,3F,

T,3D,

T,3F,

T,3F,

T,3F,

T,3D,

T,3D,

T,3D,

รูปที่ 4.26 แสดงข้อมูลอุณหภูมิก่อนผ่านโปรแกรมวิเคราะห์ (ข้อมูลนี้ได้จากการเปิดไฟล์ข้อมูล โดยได้ตัดมา
บางส่วนเพื่อทำการเปรียบเทียบกับกราฟ)

T,3F,

T,3D,

T,3F,

T,

T,03/26/97 23:51,3D,

T,

T,03/26/97 23:54,3F,

T,

T,03/26/97 23:57,3D,

T,

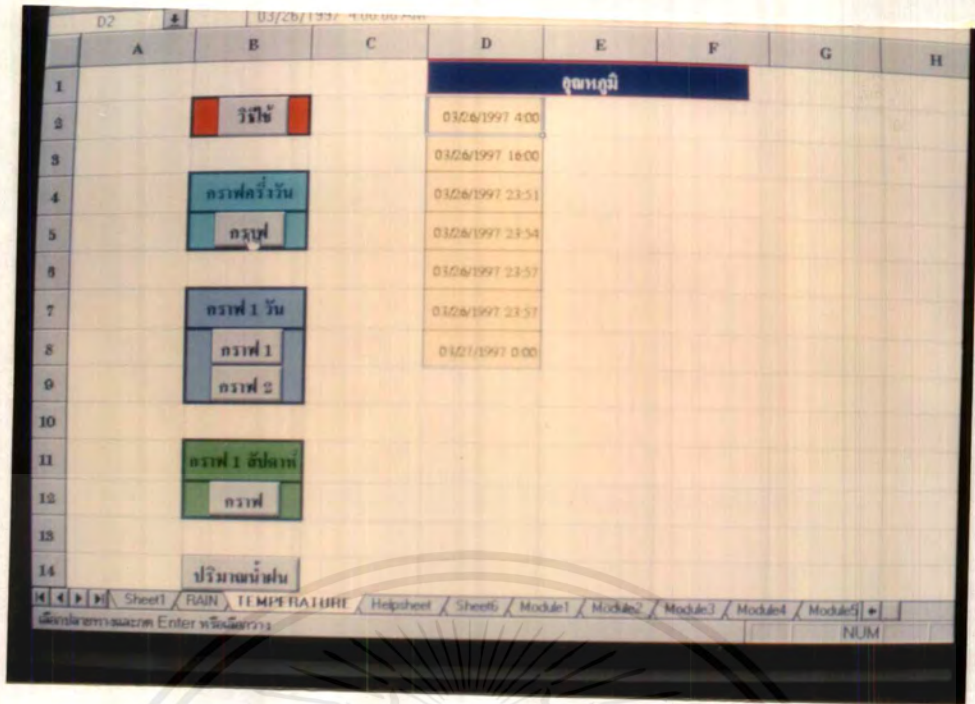
T,03/26/97 23:57,3F,

T,03/27/97 00:00,3D,

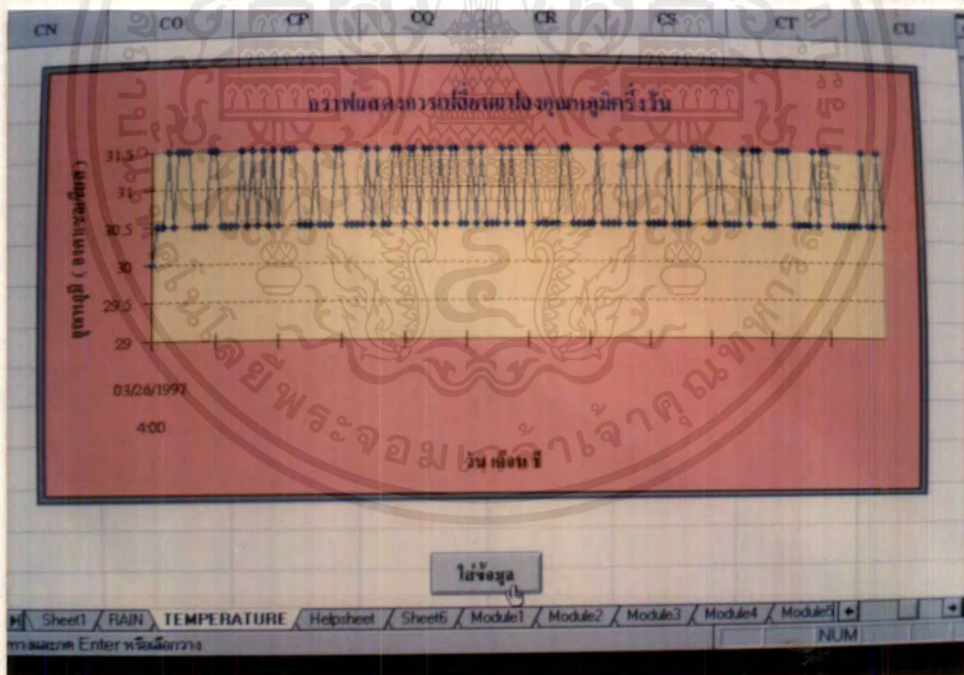
T,3D,

T,3F,

รูปที่ 4.27 แสดงข้อมูลอุณหภูมิก่อนผ่านโปรแกรมวิเคราะห์ (ข้อมูลนี้ได้จากการเปิดไฟล์ข้อมูล โดยได้ตัดข้อ
มูลส่วนที่มีการเปิด - ปิดการทำงาน เพื่อทำการเปรียบเทียบกับกราฟ)

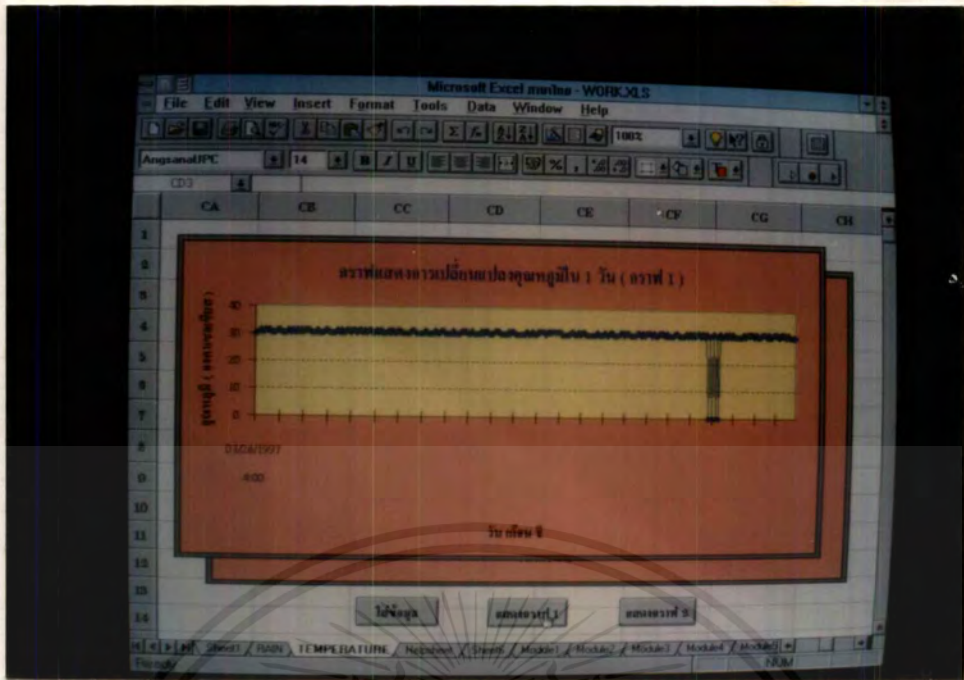


รูปที่ 4.28 แสดงหน้าจอที่ใช้ในการเลือกดูกราฟข้อมูลอุณหภูมิในแต่ละช่วงเวลา

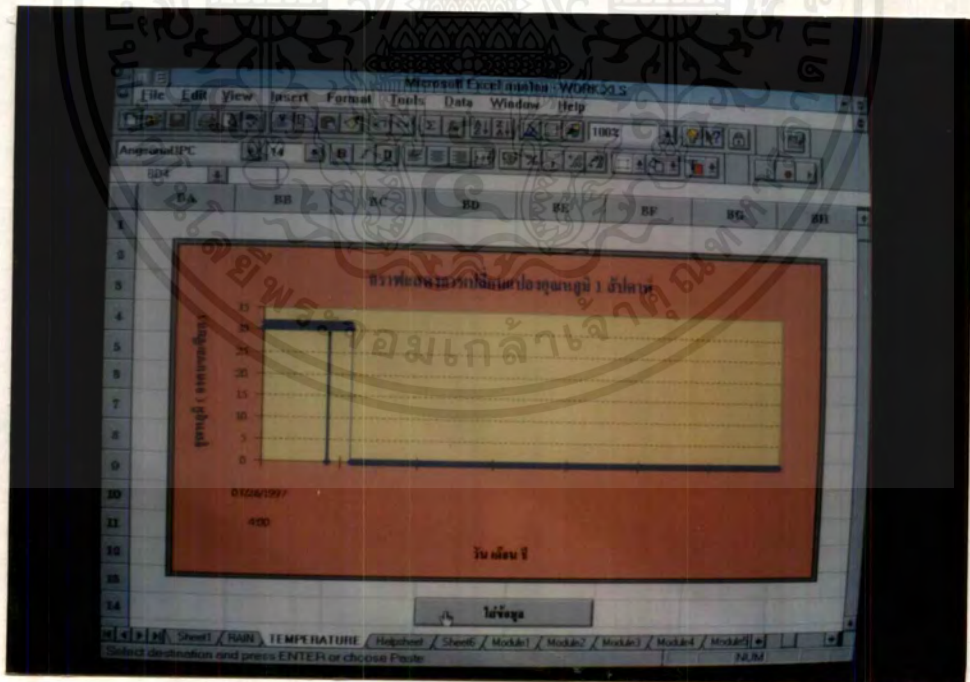


รูปที่ 4.29 แสดงกราฟข้อมูลอุณหภูมิที่แสดงข้อมูลครั้งวัน โดยเริ่มจาก วัน 03/26/97 เวลา 4:00 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



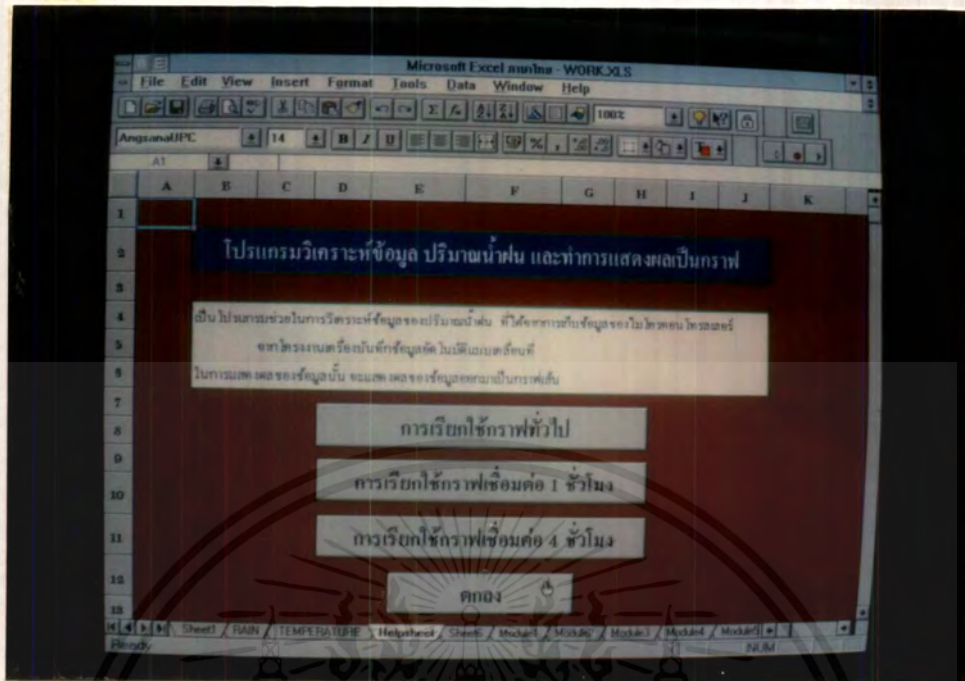
รูปที่ 4.30 แสดงกราฟข้อมูลอุณหภูมิที่แสดงข้อมูล 1 วัน โดยเริ่มจาก วัน 03/26/97 เวลา 4:00 น.



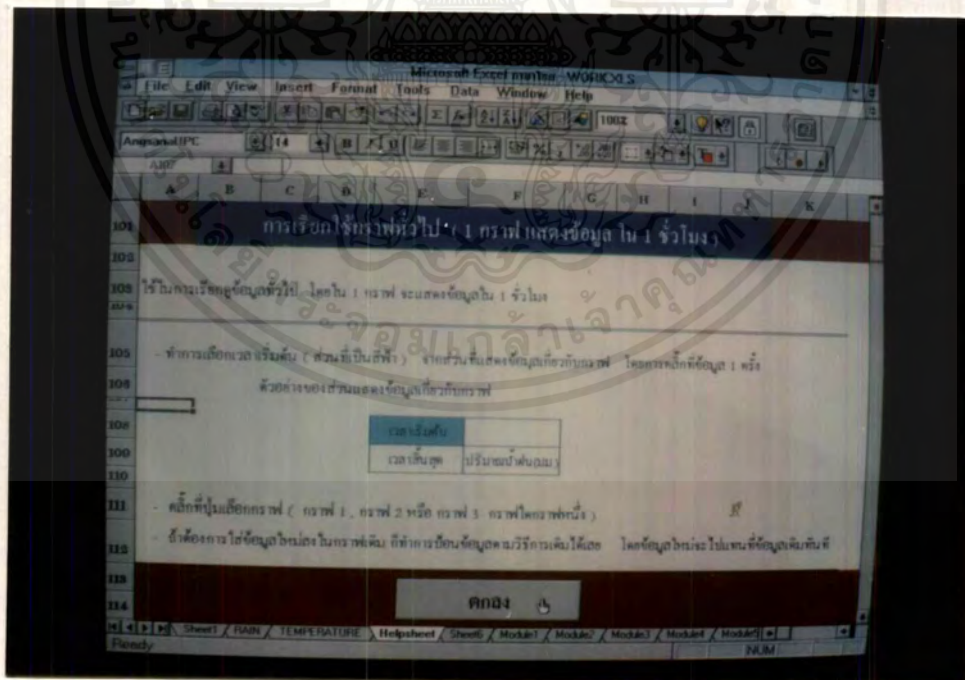
รูปที่ 4.31 แสดงกราฟข้อมูลอุณหภูมิที่แสดงข้อมูล 7 วัน โดยเริ่มจาก วัน 03/26/97 เวลา 4:00 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6.3 อื่น ๆ

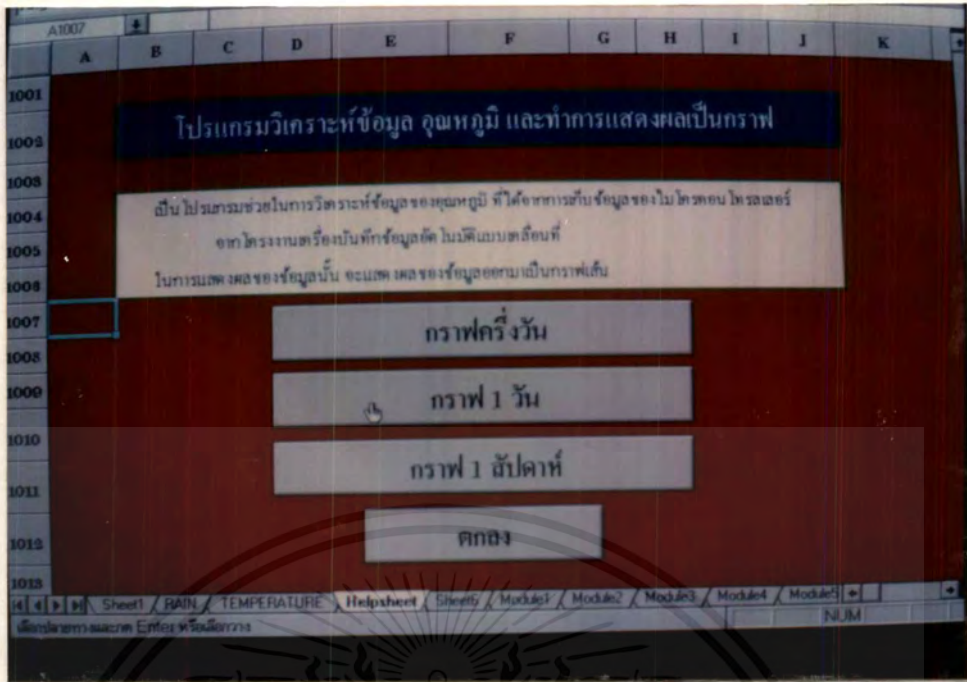


รูปที่ 4.32 แสดงหน้าจอของวิธีใช้โปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณน้ำฝน

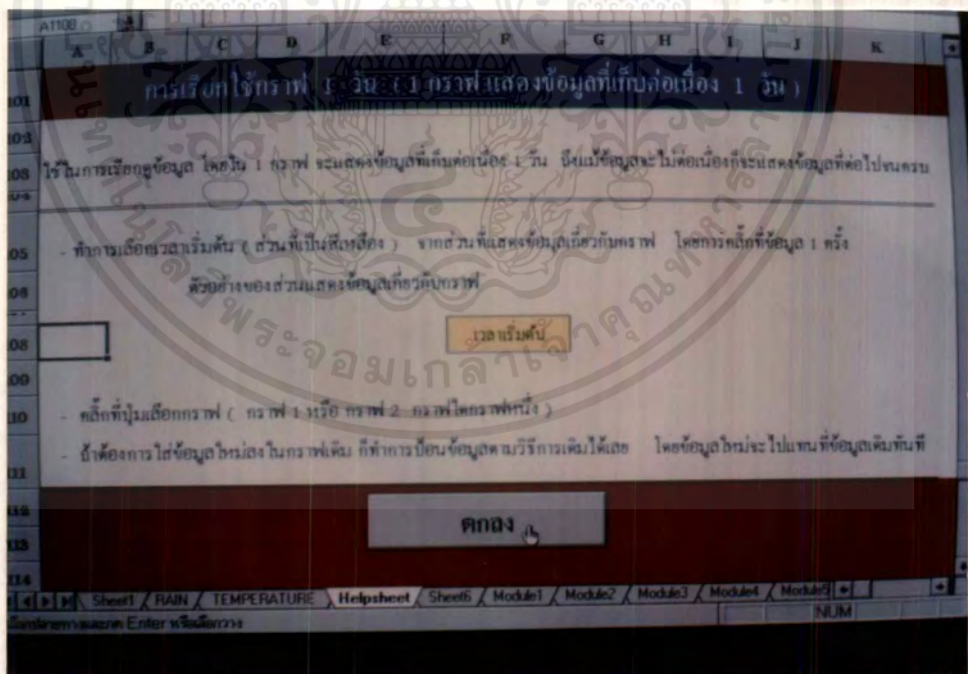


รูปที่ 4.33 แสดงหน้าจอของวิธีใช้กราฟทั่วไปของข้อมูลปริมาณน้ำฝน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

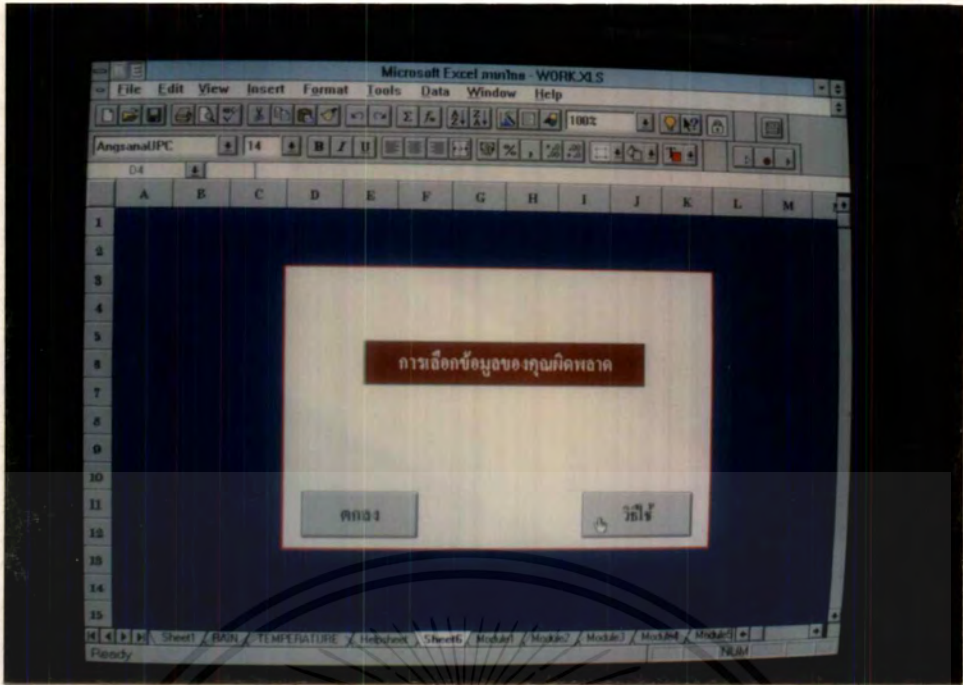


รูปที่ 4.34 แสดงหน้าจอของวิธีใช้โปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูลอุณหภูมิ



รูปที่ 4.35 แสดงหน้าจอของวิธีใช้กราฟแสดงข้อมูลปริมาณน้ำฝน 1 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.36 รูปแสดงค่าเตือนเมื่อมีการเรียกใช้กราฟผิวดวงรี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

บทวิจารณ์และบทสรุป

ในวงจรส่วนของอุณหภูมินั้นจะมีความละเอียดมาก นั่นคือ เมื่อโวลต์เดจมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย ก็จะทำให้ค่าของอุณหภูมิเกิดการเปลี่ยนแปลงไป และในการทำงานของวงจร ที่ประกอบด้วยตัวต้านทาน ออปแอมป์ นั้นค่าของโวลต์เดจก็อาจมีการผิดพลาดเล็กน้อย แต่เมื่อมาเปรียบเทียบกับค่าของโวลต์เดจที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิแล้วก็จะมีผลอยู่บ้างและในการแปลงค่าอนาล็อกเป็นค่าดิจิตอลนั้น ค่าที่แปลงได้จะไม่ตรงกับที่ตั้งไว้ ดังนั้น เมื่อมีการเขียนโปรแกรมขึ้นมาแล้วก็จะต้องทำการปรับค่าให้ตรงกับค่าอุณหภูมิจริงอีกครั้งหนึ่ง

การทำงานของเครื่องบันทึกข้อมูลอัตโนมัติแบบเคลื่อนที่นั้น จะมีการทำงานเทียบกับเวลาจริงเพราะฉะนั้นก่อนทำงานทุกครั้งจึงต้องมีการตั้งเวลาเพื่อให้เวลาที่บันทึกข้อมูลเป็นเวลาจริงอยู่เสมอ และในการป้อนข้อมูลจะใช้ปุ่มในการป้อนข้อมูล เมื่อป้อนเวลาจนครบก็จะนำเวลาป้อนให้กับ DS 1202 ที่ทำหน้าที่เป็นนาฬิกา

ในการทำงานจะมีการควบคุมการทำงานของเครื่องบันทึกข้อมูลทั้งข้อมูลปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิโดยจะมีปุ่มเปิด - ปิดการทำงานเพื่อกำหนดว่าให้ทำงานหรือไม่ โดยปุ่มควบคุมจะแยกกัน

การเก็บข้อมูลจะมีการเก็บรหัสด้วยเพื่อใช้ในการแปลความหมายของข้อมูล ซึ่งการแปลความหมายนี้จะใช้วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทำการส่งไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ต้องการแปลความหมายก่อนส่งเพราะจะต้องทำให้ข้อมูลที่ส่งไปสามารถไปใช้งานในการวิเคราะห์กราฟได้

ในการส่งข้อมูลจากบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์จะใช้การติดต่ออนุกรมผ่านRS232 และเข้ายังพอร์ตอนุกรมของเครื่องคอมพิวเตอร์โดยเครื่องคอมพิวเตอร์ จะมีการรันโปรแกรมเอ็กซ์ทอร์กเพื่อรอรับข้อมูล

หลังจากข้อมูลถูกส่งมาที่คอมพิวเตอร์แล้วจะมีการจัดเก็บไฟล์โดยการส่ง 1 ครั้งจะเป็น 1 ไฟล์และจะนำไฟล์นั้นไปทำการผ่านโปรแกรมวิซวลเบสิกในเอ็กซ์เซล ซึ่งมีการเขียนโปรแกรมให้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้รับและนำมาสร้างเป็นกราฟในรูปแบบต่างๆเพื่อให้เกิดความสะดวกในการใช้งาน

แนวทางในการพัฒนา

เนื่องจากในปัจจุบันประเทศไทยมีการบันทึกข้อมูลปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมียังไม่ดีพอเครื่องมือไม่ค่อยทันสมัย เพราะฉะนั้นการบันทึกข้อมูลในปัจจุบันยังต้องใช้แรงคนอยู่และการวิเคราะห์ข้อมูลก็ใช้คนเป็นผู้อ่านข้อมูลและทำสถิติ ดังนั้นเครื่องบันทึกข้อมูลอัตโนมัติแบบเคลื่อนที่จึงมีประโยชน์มากในการที่จะนำมาใช้แต่ในการวัดปริมาณน้ำฝนนั้นจะต้องมีการวัดหลายๆพื้นที่ เพราะฉะนั้นถ้าจะใช้เครื่องบันทึกข้อมูลอัตโนมัติหลายๆเครื่องก็จะเป็นการสิ้นเปลือง

ในการพัฒนานั้นถ้าสามารถใช้การส่งคลื่นวิทยุมาประยุกต์ใช้ร่วมด้วยก็จะสะดวกและประหยัดมากโดยการใช้เครื่องวัดปริมาณน้ำฝนที่มีเครื่องส่งสัญญาณติดอยู่ เมื่อมีฝนตกก็ทำการส่งข้อมูลมาที่ด้านรับ ทางด้านรับก็สามารถวิเคราะห์ได้ทันที ในลักษณะนี้สามารถใช้เครื่องส่งหลายๆเครื่องวางในพื้นที่ต่างๆเพื่อ

บันทึกข้อมูล แต่ใช้เครื่องรับเพียงเครื่องเดียวและทำการแยกแยะคลื่นที่ได้รับว่ามาจากพื้นที่ใด แล้วก็ทำการบันทึกข้อมูลซึ่งจะประหยัดแรงคนในการวิเคราะห์ข้อมูลและยังประหยัดแรงคนในการถ่ายข้อมูลจากเครื่องบันทึกด้วย และถ้าทำเป็นจำนวนมากก็จะเกิดความประหยัดมากกว่า

รายละเอียดเครื่องบันทึกข้อมูลอัตโนมัติแบบเคลื่อนที่

แหล่งจ่ายไฟ	- 24 , 0 , + 24 VDC.
ชนิดและขนาดของเครื่องวัดปริมาณน้ำฝน	แบบคานกระดก ปริมาตร 1 กระบวย เท่ากับ ความสูง 0.125 มิลลิเมตร
ความถี่ในการเก็บข้อมูลขณะทำการบันทึก	ปริมาณน้ำฝน ทุก 1 นาที อุณหภูมิ ทุก 5 นาที
ระยะเวลาในการบันทึก	บันทึกต่อเนื่อง 17 วัน 10 ชั่วโมง 36 นาที (บันทึก ปริมาณน้ำฝน และอุณหภูมิ พร้อมกัน)
การเปิด - ปิด จอแอลซีดี	เปิดโดยปุ่มควบคุม ปิดอัตโนมัติ หลังจากไม่มีการกดปุ่มใด ๆ 2 นาที
รายละเอียดที่แสดงบนจอแอลซีดี	นาฬิกาเวลาจริงและวันเดือนปี ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ ทุก 1 วินาที สถานะการบันทึกข้อมูลว่า ทำการบันทึกข้อมูลอยู่หรือไม่ พื้นที่ที่ยังสามารถบันทึกข้อมูลได้
การถ่ายข้อมูลมายังคอมพิวเตอร์	พอร์ตติดต่อแบบอนุกรม โปรแกรมเอ็กซ์ทอล์ก

การแสดงผลข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์

ปริมาณน้ำฝน	แสดงกราฟข้อมูล - รายชั่วโมง - เชื่อมต่อข้อมูลที่มีความต่อเนื่อง 1 ชั่วโมง และ 4 ชั่วโมง
อุณหภูมิ	แสดงกราฟข้อมูล - ครึ่งวัน - 1 วัน - 1 สัปดาห์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

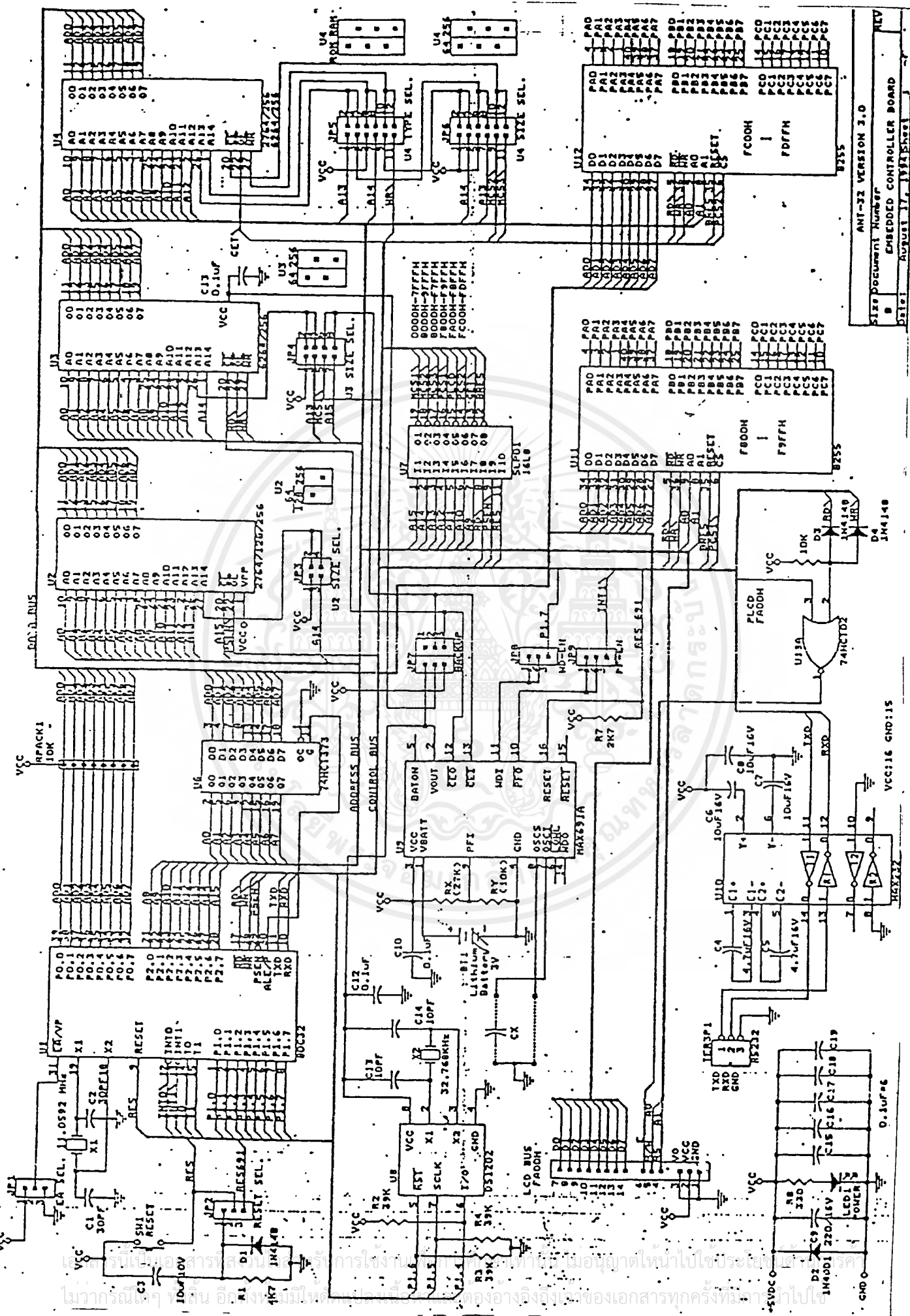
■ Instructions

Instruction	Code										Description	Execution Time (μsec) (when fcp or fosc is 250 kHz)
	RS	R/W	DB ₇	DB ₆	DB ₅	DB ₄	DB ₃	DB ₂	DB ₁	DB ₀		
Clear Display	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	Clears entire display and sets DD RAM address 0 in address counter.	1.64 ms
Return Home	0	0	0	0	0	0	0	0	1	*	Sets DD RAM address 0 in address counter. Also returns display beam shifted to original position. DD RAM contents remain unchanged.	1.64 ms
Entry Mode Set	0	0	0	0	0	0	0	1	I/D	S	Sets cursor move direction and specifies shift of display. These operations are performed during data write and read.	40ns
Display On/Off Control	0	0	0	0	0	0	1	D	C	B	Sets ON/OFF of entire display (DL), cursor ON/OFF (C), and blink of cursor position character (B).	40ns
Cursor or Display Shift	0	0	0	0	0	1	S/C	R/L	*	*	Moves cursor and shifts display without changing DD RAM contents.	40ns
Function Set	0	0	0	0	1	DL	N	F	*	*	Sets interface data length (DL), number of display lines (L) and character font (F).	40ns
Set CG RAM Address	0	0	0	1	ACG						Sets CG RAM address. CG RAM data is sent and received after this setting.	40ns
Set DD RAM Address	0	0	1	ADD						Sets DD RAM address. DD RAM data is sent and received after this setting.	40ns	
Read Busy Flag & Address	0	1	BF	AC						Reads Busy flag (BF) indicating internal operation is being performed and reads address ... counter contents.	0ns	
Write Data to CG or DD RAM	1	0	Write Data						Writes data into DD RAM or CG RAM.	40ns		
Read Data from CG or DD RAM	1	1	Read Data						Reads data from DD RAM or CG RAM.	40ns		
	I/D=1: Increment I/D=0: Decrement S=1: Accompanies display shift S/C=1: Display shift S/C=0: Cursor move R/L=1: Shift to the right R/L=0: Shift to the left DL=1: 8 bits, DL=0: 4 bits N=1: 2 lines, N=0: 1 line F=1: 5X10 dots, F=0: 5X7 dots BF=1: Internally operating BF=0: Can accept instruction										DD RAM: Display data RAM CG RAM: Character generator RAM ACG: CG RAM address ADD: DD RAM Address Corresponds to cursor address AC: Address counter used for both DD and CG RAM address.	Execution time changes when frequency changes Example: When fcp or fosc is 270 kHz: $40\text{ns} \times \frac{250}{270} = 37\mu\text{s}$

* No effect

ตารางคำสั่งในการใช้งานแอลซีดีโมดูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



```

;      DESCRIPTION GET START TIME FROM KEYBOARD (UP-DOWN KEYBOARD)
;      & REAL TIME TO LCD MODULE
;      & GET INTERRUPT SIGNAL TO SUB ROUTINE
;      & VALUE OF RAIN TO LCD MODULE
;      & CHECKING FOR TEMPERATURE
;      & WRITE DATA TO RAM
;      & UPLOAD DATA TO PC
;      & PASSWORD FOR CLEAR RAM
;HARDWARE
;      - ANT-32 V3.0 FULL OPTION
;      - DS1202
;      - LCD164 STN
;ASSEMBLER
;      - SXA51
;
; ***** VARIABLE *****
;***** PORT *****
DATABI      EQU      P1.4
CLKBIT      EQU      P1.5
RSTBIT      EQU      P1.6
;***** PARAMETER *****
LCDWRC      EQU      0FA00H      ;LCD WRITE INSTRUCTION
LCDRDC      EQU      0FA01H      ;LCD READ INSTRUCTION
; (CHECK BUSY FLAG)
LCDWRD      EQU      0FA02H      ;LCD WRITE DATA
LCDRDD      EQU      0FA03H      ;LCD READ DATA
P1A         EQU      0F800H      ;USER PORT 1 PORT A
P1B         EQU      0F801H      ;USER PORT 1 PORT B
P1C         EQU      0F802H      ;USER PORT 1 PORT C
P1P         EQU      0F803H      ;USER PORT 1 CONTROLPORT
P2A         EQU      0FC00H      ;USER PORT 2 PORT A
P2B         EQU      0FC01H      ;USER PORT 2 PORT B
P2C         EQU      0FC02H      ;USER PORT 2 PORT C
P2P         EQU      0FC03H      ;USER PORT 2 CONTROLPORT
BRAT96      EQU      0FDH        ;9600
ADLINE1     EQU      80H         ;ADDRESS LINE1
ADLINE2     EQU      0C0H        ;ADDRESS LINE2
ADLINE3     EQU      90H         ;ADDRESS LINE3
ADLINE4     EQU      0D0H        ;ADDRESS LINE4

; ***** INTERNAL RAM *****

      ORG      00H
      DS      8      ;REGISTOR BANK-0
SYSSTK:     DS      24
DISBUF:     DS      64      ;DISPLAY BUFFER (SEGMENT CODE)
SECBUF:     DS      1      ;SECOND BUFFER
MINBUF:     DS      1      ;MINUTE BUFFER
HOURBUF:    DS      1      ;HOUR BUFFER
DATEBUF:    DS      1      ;DATE BUFFER
TIMTEM:     DS      1      ;5 MINUTE BUFFER
TIMLCD:     DS      1      ;TIME FOR TURN OFF LCD
RAIN:       DS      3      ;VALUE RAIN
PULSE:      DS      1      ;PULSE OF RAIN IN EACH MINUTE
STATUS:     DS      1      ;STATUS BUFFER
RHADRAM:    DS      1      ;RAM ADDRESS (RAIN)
RLADRAM:    DS      1      ;RAM ADDRESS
THADRAM:    DS      1      ;RAM ADDRESS (TEMPERATURE)

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

TLADRAM:      DS          1          ;RAM ADDRESS
DISBUFS:      DS          16         ;DISPLAY BUFFER
CLER: DS      1          ;CLEAR BUFFER
INTEND:

```

```

; ***** RESET *****

```

```

      ORG          0000H
      SJMP         MAIN

      ORG          0003H
      LJMP         INTER0

      ORG          000BH
      RETI

      ORG          0013H
      LJMP         INTER1

      ORG          001BH
      RETI

      ORG          0023H
      RETI

```

```

;***** MAIN *****

```

```

MAIN:      MOV      R2,#80H          ;POWER UP DELAY
RES1:      MOV      R3,#0
           DJNZ     R3,$
           DJNZ     R2,RES1
           MOV      SP,#SYSSTK
           MOV      R0,#08H          ;CLEAR INT-RAM (ALL)
           MOV      R2,#INTEND-08H
RES4:      MOV      @R0,#0
           INC      R0
           DJNZ     R2,RES4
           LCALL    LCDINI          ;LCD INITIALIZE
           MOV      R2,#15          ;DELAY
           LCALL    DTSEC
           LCALL    CURSOF
           LCALL    CLRDIS          ;CLEAR DISPLAY
           MOV      DPTR,#7FFCH     ;OLD ADDRESS BEFORE TURN OFF
           MOVX     A,@DPTR
           MOV      RHADRAM,A
           INC      DPTR
           MOVX     A,@DPTR
           MOV      RLADRAM,A
           INC      DPTR
           MOVX     A,@DPTR
           MOV      THADRAM,A
           INC      DPTR
           MOVX     A,@DPTR
           MOV      TLADRAM,A
           MOV      TIMLCD,#02H     ;SET START TIME FOR LCD
           MOV      CLER,#02H       ;SET 2 PULSE FOR CLEAR
           MOV      STATUS,#00H     ;CLEAR STATUS
           LCALL    SCHAR_LCD       ;SET CHARACTER ON LCD DISPLAY

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        LCALL      KEYBOARD      ;GET START TIME FROM KEYBOARD
        LCALL      WR_START_TIME
        MOV        IE,#10000000B
        SETB       IE.2

        MOV        A,STATUS      ;KEEP STATUS LCD FOR CHECKING
        SETB       ACC.7
        MOV        STATUS,A

; ***** LOOP *****

RTC:      MOV        DPTR,#P1A      ;GET DATA FROM KEYBOARD
        MOVX       A,@DPTR
        CJNE       A,#00H,KL1
        SJMP       RTC0
KL1:      CJNE       A,#11111111B,KL ;CHECH KEYBOARD

RTC0:     MOV        R2,#81H        ;READ TIME LOOP
        LCALL      RTCRD
        MOV        A,R3            ;SECOND
        CJNE       A,SECBUF,RTC1
        SJMP       RTC
KL:       LJMP       KEYLOOP

RTC1:     MOV        SECBUF,A
        LCALL      HTOA
        MOV        DISBUF+14,R2
        MOV        DISBUF+15,R3
        LCALL      GETTEMP        ;GET TEMPERATURE AND SEND TO
                                   LCD

        MOV        R2,#83H        ;MINUTE
        LCALL      RTCRD
        MOV        A,R3
        CJNE       A,MINBUF,RTC2
        LJMP       RTC3
RTC2:     MOV        MINBUF,A
        LCALL      HTOA
        MOV        DISBUF+11,R2
        MOV        DISBUF+12,R3

        JNB        IE.0,RTC20      ;ABOUT KEEPING RAIN DATA
        PUSH       DPH
        PUSH       DPL
        MOV        DPH,RHADRAM
        MOV        DPL,RLADRAM
        MOV        A,PULSE
        LCALL      HTODL
        LCALL      CH_RAM
        MOV        PULSE,#00H
        MOV        RHADRAM,DPH
        MOV        RLADRAM,DPL
        POP        DPL
        POP        DPH

RTC20:    MOV        A,STATUS
        JNB        ACC.5,RTC21
        DJNZ       TIMTEM,RTC21 ;ABOUT TEMPERATURE

```

```

        PUSH        DPH
        PUSH        DPL
        MOV         DPH,THADRAM    ;RAM ADDRESS
        MOV         DPL,TLADRAM
        LCALL       TK_T
        MOV         THADRAM,DPH    ;KEEP RAM ADDRESS
        MOV         TLADRAM,DPL
        POP         DPL
        POP         DPH
        MOV         TIMTEM,#05H

RTC21:   DJNZ        TIMLCD,RTC3    ;ABOUT TURN OFF LCD
        LCALL       DISPOF
        MOV         A,STATUS
        CLR         ACC.7
        MOV         STATUS,A
        MOV         CLER,#02H      ;SET 2 PULSE FOR CLEAR
        MOV         DISBUF+50,#'M'
        LCALL       LCDSL4

RTC3:    MOV         R2,#85H        ;HOUR
        LCALL       RTCRD
        MOV         A,R3
        CJNE        A,HOURLBUF,RTC31
        SJMP        RTC4
RTC31:   MOV         HOURLBUF,A
        LCALL       HTOA
        MOV         DISBUF+8,R2
        MOV         DISBUF+9,R3
        JNB         IE.0,RTC4
        LCALL       KEEPFC

RTC4:    MOV         R2,#87H        ;DATE
        LCALL       RTCRD
        MOV         A,R3
        CJNE        A,DATEBUF,RTC41
        LCALL       HTOA
        MOV         DISBUF+1,R3
        MOV         DISBUF,R2
        SJMP        RTC43

RTC41:   MOV         DATEBUF,A
        LCALL       HTOA
        MOV         DISBUF+1,R3
        MOV         DISBUF,R2
        MOV         A,STATUS      ;CHECK KEEPING DATA TEMP
                                   STATUS
        JNB         ACC.5,RTC43
        MOV         DPL,TLADRAM
        MOV         DPH,THADRAM
        MOV         A,#0FDH
        PUSH        03H
        PUSH        02H
        LCALL       CH_TRAM
        LCALL       TK_DT
        POP         02H
        POP         03H
        MOV         TLADRAM,DPL

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

MOV THADRAM,DPH
MOV TIMTEM,#05H

RTC43: MOV R2,#89H ;MONTH
        LCALL RTCRD
        MOV A,R3
        LCALL HTOA
        MOV DISBUF+2,R2
        MOV DISBUF+3,R3
        MOV R2,#8DH ;YEAR
        LCALL RTCRD
        MOV A,R3
        LCALL HTOA
        MOV DISBUF+4,R2
        MOV DISBUF+5,R3

RTC5: MOV DISBUF+6,#' '
        MOV DISBUF+7,#'T'
        MOV DISBUF+10,#': '
        MOV DISBUF+13,#': '
        MOV DPTR,#7FFCH ; **** OLD ADDRESS BEFORE TURN
                                OFF ****
        MOV A,RHADRAM
        MOVX @DPTR,A
        INC DPTR
        MOV A,RLADRAM
        MOVX @DPTR,A
        INC DPTR
        MOV A,THADRAM
        MOVX @DPTR,A
        INC DPTR
        MOV A,TLADRAM
        MOVX @DPTR,A
        LCALL LCDSL1
        LCALL LCDSL2
        LCALL LCDSL3
        LCALL LCDSL4
        LJMP RTC

; ***** KEEPFC *****
; KEEP CODE FC FOR CHANGING HOUR & KEEP TIME

KEEPFC: MOV DPH,RHADRAM ;RAM ADDRESS
        MOV DPL,RLADRAM
        MOV A,#0FCH ;KEEP CHANGE HOUR CODE,DATE
                                AND TIME
        LCALL CH_RAM
        LCALL K_DT ;KEEP DATE & TIME
        MOV RHADRAM,DPH
        MOV RLADRAM,DPL
        RET

; ***** KEYLOOP *****
; LOOP FOR CHECK DATA FROM KEYBOARD

KEYLOOP: ORL A,#00001111B
        CJNE A,#11111111B,CH_HKEY
        LJMP RTC0

```

```

CH_HKEY:      MOV          TIMLCD,#02H    ;SET TIME FOR TURN OF LCD
              LCALL        KDELAY
              CJNE         A,#11101111B,CH_LCD ;CHECK DATA FROM
                                      KEYBOARD
ONLCD:        LCALL        DISPON          ;TURN ON LCD
              OV           A,STATUS        ;KEEP STATUS LCD FOR CHECKING
              SETB         ACC.7
              MOV          STATUS,A
              LJMP         RTC0

CH_LCD:       MOV          R7,A            ;CHECK LCD STATUS
              MOV          A,STATUS
              JB           ACC.7,CH_CRAM
              LJMP         RTC0

CH_CRAM:      MOV          A,R7            ;CHECK CLEAR RAM
              CJNE         A,#01111111B,CH_OTEM
              MOV          DISBUF+50,#'c'
              LCALL        LCDSL4
              DJNZ         CLER,CR
              LJMP         CLRRAM
CR:           LJMP         RTC0
CH_OTEM:      MOV          A,R7
              CJNE         A,#10111111B,CH_ORAI
              LJMP         TEMP
              ;***** RAIN *****
CH_ORAI:      JB           IE.0,OFFRAIN    ;CHECK KEEPING DATA STATUS
              MOV          A,STATUS        ;CHECK RAM OF RAIN
              JB           ACC.4,ONR
              MOV          DPH,RHADRAM     ;RAM ADDRESS
              MOV          DPL,RLADRAM
              MOV          A,#0F0H        ;KEEP START CODE,DATE AND TIME
              LCALL        CH_RAM
              LCALL        K_DT           ;KEEP DATE & TIME
              MOV          RHADRAM,DPH
              MOV          RLADRAM,DPL
              SETB         IE.0
              MOV          RAIN,#00H      ;CLEAR VALUE OF RAIN ON LCD
              MOV          RAIN+1,#00H
              MOV          RAIN+2,#00H
              MOV          PULSE,#00H     ;CLEAR PULSE BUFFER
              MOV          DISBUF+23,#'0'
              MOV          DISBUF+24,#'0'
              MOV          DISBUF+26,#'0'
              MOV          DISBUF+27,#'0'
              MOV          DISBUF+28,#'0'
              LCALL        LCDSL2
              MOV          DISBUF+54,#'0';SHOW OPERATE STATUS
              LCALL        LCDSL4
              LJMP         RTC0

OFFRAIN:      CLR          IE.0
              MOV          DPH,RHADRAM    ;RAM ADDRESS
              MOV          DPL,RLADRAM
              MOV          A,PULSE
              LCALL        HTODL
              LCALL        CH_RAM
              MOV          RHADRAM,DPH

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

MOV          RLADRAM,DPL
MOV          DISBUF+54, #'N';SHOW NON-OPERATE STATUS
LCALL       LCDSL4
ONR:         LJMP      RTC0

```

```

; ***** GETTEMP *****
; GET TEMPERATURE FROM PORT AND SHOW ON LCD

```

```

GETTEMP:     MOV          DPTR,#P1C
MOV          A,#00H
MOVX        @DPTR,A
MOV          DPTR,#P1B
MOVX        A,@DPTR
MOV          R5,A
ANL         A,#01H
CJNE        A,#01H,SET0
MOV          DISBUF+42, #'5'

```

```

GETTEMP1:    MOV          DPTR,#P1C
MOV          A,#0FFH
MOVX        @DPTR,A
MOV          A,R5
CLR         ACC.0
MOV          R2,A
MOV          DPTR,#TEMPTABLE

```

```

LOOPTABLE:   CLR         A                ;LOOP FIND VALUE IN TEMPTABLE
INC          DPTR
INC          DPTR
MOVC        A,@A+DPTR
CJNE        A,#0FFH,CONTI
SJMP        RETURN
CONTI:       XRL         A,R2
JZ          FOUND
SJMP        LOOPTABLE

```

```

FOUND:       CLR         A                ;FOUND VALUE IN TABLE
INC          DPTR
MOVC        A,@A+DPTR
LCALL       HTOA
MOV          DISBUF+39,R2 ;SEND TO LCD BUFFER
MOV          DISBUF+40,R3

```

```

RETURN:      RET

```

```

SET0:        MOV          DISBUF+42, #'0'
SJMP        GETTEMP1

```

```

; ***** TEMP *****
; TEMPERATURE SUB FOR OPERATE OR NON-OPERATE

```

```

TEMP:        MOV          A,STATUS
JB          ACC.5,OFFTEMP ;CHECK KEEPING DATA STATUS
JB          ACC.3,ONR      ;CHECK RAM OF TEMPERATURE
SETB        ACC.5         ;KEEP STATUS
MOV         STATUS,A
MOV         TIMTEM,#05H   ;SET TIME FOR KEEPING
MOV         DPH,THADRAM   ;RAM ADDRESS
MOV         DPL,TLADRAM

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้


```

MOV          DISBUFS+6, #'O'
MOV          DISBUFS+7, #'R'
MOV          DISBUFS+8, #'R'
MOV          DISBUFS+9, #'E'
MOV          DISBUFS+10, #'C'
MOV          DISBUFS+11, #'T'
MOV          DISBUFS+12, #' '
MOV          DISBUFS+13, #'*'
MOV          DISBUFS+14, #'*'
MOV          DISBUFS+15, #' '
LCALL       LCDSLS
LCALL       KDELAY
LCALL       KDELAY
MOV          CLER, #02H
MOV          DISBUF+50, #'M'
POP          07H
POP          06H
POP          05H
POP          04H
POP          03H
POP          02H
POP          01H
POP          00H
POP          ACC
LCALL       LCDSL4
SETB        IE.2
LJMP        RTC0
; *****CLEAR*****

CLRRAM1:    MOV          DISBUFS+9, #' '
MOV          DISBUFS+10, #'O'
MOV          DISBUFS+11, #'.'
MOV          DISBUFS+12, #'K'
MOV          DISBUFS+13, #'.'
MOV          DISBUFS+14, #' '
MOV          DISBUFS+15, #' '
LCALL       LCDSLS
LCALL       KDELAY
LCALL       KDELAY
MOV          DPTR, #0000H
MOV          A, #0EEH
CLEAR:      MOVX         @DPTR, A          ;CLEAR RAM
INC         DPTR
MOV         R6, DPH
CJNE        R6, #80H, CLEAR
MOV         A, STATUS          ;CLEAR STATUS FOR STARTING
CLR         ACC.3
CLR         ACC.4
CLR         ACC.5
MOV         STATUS, A
CLR         IE.0              ;CLEAR OPERATING RAIN DATA
MOV         DISBUF+54, #'N';CLEAR LCD FOR STARTING
MOV         DISBUF+56, #'E'
MOV         DISBUF+60, #'N'
MOV         DISBUF+62, #'E'
MOV         DISBUF+50, #'M'
LCALL       LCDSL4
MOV         RAIN, #00H

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

MOV          RAIN+1,#00H
MOV          RAIN+2,#00H
MOV          RHADRAM,#00H ;SET ADDRESS RAM FOR START
MOV          RLADRAM,#00H
MOV          THADRAM,#6BH
MOV          TLADRAM,#0EFH
MOV          CLER,#02H
POP          07H
POP          06H
POP          05H
POP          04H
POP          03H
POP          02H
POP          01H
POP          00H
POP          ACC
ETB          IE.2
JMP          RTC0

; ***** TK_DT *****
; KEEP DATE , TIME AND TEMPERATURE

TK_DT:
PUSH         02H
PUSH         03H
MOV          R2,#89H ;MONTH
LCALL        RTCRD
MOV          A,R3
LCALL        CH_TRAM
MOV          R2,#87H ;DATE
LCALL        RTCRD
MOV          A,R3
LCALL        CH_TRAM
MOV          R2,#8DH ;YEAR
LCALL        RTCRD
MOV          A,R3
LCALL        CH_TRAM
MOV          R2,#85H ;HOURL
LCALL        RTCRD
MOV          A,R3
LCALL        CH_TRAM
MOV          R2,#83H ;MINUTE
LCALL        RTCRD
MOV          A,R3
LCALL        CH_TRAM
POP          03H
POP          02H
POP          02H
POP          03H
MOV          R2,DISBUF+39 ;TEMPERATURE
MOV          R3,DISBUF+40
LCALL        ATOH
LCALL        DTOH
MOV          B,#02H
MUL          AB
MOV          R2,DISBUF+42
CJNE         R2,#'5',TK_T1
INC          A

TK_T1:
LCALL        CH_TRAM

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

POP          03H
POP          02H
RET

```

```

;***** DTOH *****
;DEC TO HEX
;REG = IN ACC , OUT ACC

```

```

DTOH:        PUSH          06H
              PUSH          07H
              MOV           R7,A
              SWAP          A
              ANL           A,#0FH
              MOV           B,#0AH
              MUL           AB
              MOV           R6,A
              MOV           A,R7
              ANL           A,#0FH
              ADD           A,R6
              POP           07H
              POP           06H
              RET

```

```

; ***** CH_TRAM *****
; CHECK RAM (RAIN)

```

```

CH_TRAM:     MOVX          @DPTR,A
              INC          DPTR
              MOV          R2,DPH
              MOV          R3,DPL
              CJNE         R3,#0F4H,TRAMLO
              CJNE         R2,#75H,TRAMLO
              MOV          DISBUF+62,#'M'
              LCALL        LCDSL4
              RET

```

```

TRAMLO:      CJNE         R3,#0F7H,TRAMD
              CJNE         R2,#7AH,TRAMD
              MOV          DISBUF+62,#'L'
              LCALL        LCDSL4
              RET

```

```

TRAMD:       CJNE         R3,#0EEH,CH_TRAM1
              CJNE         R2,#7FH,CH_TRAM1
              MOV          DISBUF+62,#'D'
              LCALL        LCDSL4
              RET

```

```

CH_TRAM1:    CJNE         R2,#7FH,CON1
              CJNE         R3,#0FBH,CON1
              SJMP         TFURAM

```

```

CON1:        RET

```

```

;***** TFURAM *****
; FULL RAM TEMPERATURE

```

```

TFURAM:      MOV          A,#0FAH

```

```

MOVX      @DPTR,A
MOV       DISBUF+60, #'N'
MOV       DISBUF+62, #'F'
MOV       A, STATUS
SETB     ACC.3
CLR      ACC.5
SETB     ACC.7
MOV      STATUS,A
MOV      TIMLCD, #02H
LCALL    DISPON
LCALL    LCDSL4
LJMP     RTC0

; ***** KEEP DATE & TIME *****

K_DT:     PUSH      02H
          PUSH      03H
          MOV       R2, #89H           ;MONTH
          LCALL    RTCRD
          MOV       A, R3
          LCALL    CH_RAM

          MOV       R2, #87H           ;DATE
          LCALL    RTCRD
          MOV       A, R3
          LCALL    CH_RAM

          MOV       R2, #8DH           ;YEAR
          LCALL    RTCRD
          MOV       A, R3
          LCALL    CH_RAM

          MOV       R2, #85H           ;HOUR
          LCALL    RTCRD
          MOV       A, R3
          LCALL    CH_RAM

          MOV       R2, #83H           ;MINUTE
          LCALL    RTCRD
          MOV       A, R3
          LCALL    CH_RAM
          POP       03H
          POP       02H
          RET

```

```

; ***** CH_RAM *****
; CHECK RAM (RAIN)

```

```

CH_RAM:   MOVX      @DPTR,A
          INC       DPTR
          MOV       R2,DPH
          MOV       R3,DPL
          CJNE     R3, #0F7H, RAMLO
          CJNE     R2, #35H, RAMLO
          MOV      DISBUF+56, #'M'
          LCALL    LCDSL4
          RET

```

```

RAMLO:      CJNE      R3,#0F2H,RAMDA
            CJNE      R2,#50H,RAMDA
            MOV       DISBUF+56,'#L'
            LCALL     LCDSL4
            RET

RAMDA:      CJNE      R3,#0B2H,CH_RAM1
            CJNE      R2,#6BH,CH_RAM1
            MOV       DISBUF+56,'#D'
            LCALL     LCDSL4
            RET

CH_RAM1:    CJNE      R2,#6BH,CON
            CJNE      R3,#0EEH,CON
            SJMP      FURAM

CON:        RET

```

```

; ***** FURAM *****
; FULL RAM

```

```

FURAM:      MOV       A,#0FAH
            MOVX      @DPTR,A
            MOV       DISBUF+54,'#N'
            MOV       DISBUF+56,'#F'
            MOV       A,STATUS
            SETB      ACC.4
            SETB      ACC.7
            MOV       STATUS,A
            MOV       TIMLCD,#02H
            LCALL     DISPON
            LCALL     LCDSL4
            CLR       IE.0
            LJMP      RTC3

```

```

; *** SET CHARACTER ON LCD DISPLAY SUB *****

```

```

SCHAR_LCD:  MOV       R0,#DISBUF+8
            MOV       R7,#40
CLR_B:      MOV       @R0,'#0'
            INC       R0
            DJNZ      R7,CLR_B
            MOV       DISBUF,'#0'
            MOV       DISBUF+1,'#d'
            MOV       DISBUF+2,'#m'
            MOV       DISBUF+3,'#m'
            MOV       DISBUF+4,'#y'
            MOV       DISBUF+5,'#y'
            MOV       DISBUF+6,'# '
            MOV       DISBUF+7,'#T'
            MOV       DISBUF+10,'# ':'
            MOV       DISBUF+13,'# ':'
            MOV       DISBUF+16,'#R'
            MOV       DISBUF+17,'#A'
            MOV       DISBUF+18,'#I'
            MOV       DISBUF+19,'#N'
            MOV       DISBUF+20,'# '
            MOV       DISBUF+21,'# '
            MOV       DISBUF+22,'# '

```

```

MOV          DISBUF+25, #'.'
MOV          DISBUF+29, #' '
MOV          DISBUF+30, #'m'
MOV          DISBUF+31, #'m'
MOV          DISBUF+32, #'T'
MOV          DISBUF+33, #'E'
MOV          DISBUF+34, #'M'
MOV          DISBUF+35, #'P'
MOV          DISBUF+36, #' '
MOV          DISBUF+37, #' '
MOV          DISBUF+38, #' '
MOV          DISBUF+41, #'.'
MOV          DISBUF+44, #' '
MOV          DISBUF+45, #11011111B
MOV          DISBUF+46, #'C'
MOV          DISBUF+47, #' '
MOV          DISBUF+48, #'D'
MOV          DISBUF+49, #' ':'
MOV          DISBUF+50, #'M'
MOV          DISBUF+51, #' '
MOV          DISBUF+52, #'R'
MOV          DISBUF+53, #'.'
MOV          DISBUF+54, #'N'
MOV          DISBUF+55, #' ':'
MOV          DISBUF+56, #'E'
MOV          DISBUF+57, #' '
MOV          DISBUF+58, #'T'
MOV          DISBUF+59, #'.'
MOV          DISBUF+60, #'N'
MOV          DISBUF+61, #' ':'
MOV          DISBUF+62, #'E'
MOV          DISBUF+63, #' '
RET

; ***** KEYBOARD SUB *****
; GET START TIME FROM KEYBOARD

KEYBOARD:    LCALL      LCDSL2
             LCALL      LCDSL3
             LCALL      LCDSL4
             LCALL      LCDSL1
             LCALL      CURSON
             LCALL      CURSHM
             MOV        DPTR, #P1P      ; INITIAL I/P PORT FOR KEYBOARD
             MOV        A, #92H
             MOVX       @DPTR, A
             MOV        R1, #DISBUF
             MOV        R5, #0          ; POSITION IN LINE
             SJMP       SHOL

KEY:         MOV        DPTR, #P1A      ; GET DATA FROM KEYBOARD
             MOVX       A, @DPTR
             CJNE       A, #00H, KEYJ
             SJMP       KEY

KEYJ:        ORL        A, #11110000B
             CJNE       A, #11111111B, KEYCH
             SJMP       KEY             ; LOOP FOR GET DATA

KEYCH:       LCALL      KDELAY          ; DELAY
             CJNE       A, #11111110B, KEYCH1

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        SJMP          KEYS1          ;INCREMENT NUMBER
KEYCH1:  CJNE         A,#11111101B,KEYCH2
        SJMP          KEYS2          ;DECREMENT NUMBER
KEYCH2:  CJNE         A,#11111011B,KEYS4 ;SHIFT RIGHT CURSOR
        SJMP          KEYS3          ;SHIFT LEFT CURSOR

```

; ***** KEY DELAY *****

```

KDELAY:  PUSH         04H
        PUSH         06H
        PUSH         07H
        MOV          R6,#0
        MOV          R7,#0
        MOV          R4,#3
KDEL:    DJNZ         R6,KDEL
        DJNZ         R7,KDEL
        DJNZ         R4,KDEL
        POP          07H
        POP          06H
        POP          04H
        RET

```

; ***** INCREMENT NUMBER *****

```

KEYS1:   MOV          A,@R1
        INC          A
        CJNE         A,#3AH,KEYS11
        MOV          A,#30H
KEYS11:  MOV          @R1,A
        SJMP         SHOL          ;SHOW DATA IN LINE1

```

; ***** DECREMENT NUMBER *****

```

KEYS2:   MOV          A,@R1
        DEC          A
        CJNE         A,#2FH,KEYS21
        MOV          A,#39H
KEYS21:  MOV          @R1,A
        SJMP         SHOL

```

; ***** SHOW LINE *****

```

SHOL:    MOV          SECBUF,R5
        MOV          R6,SECBUF
        LCALL        LCDSL1          ;SHOW LCD LINE1
        LCALL        CURSHM
        CJNE         R6,#0,SHC          ;SHOW CURSOR AT LCD BUFFER
                                           ;POSITION
        SJMP         KEY
SHC:     LCALL        CURR
        DJNZ         R6,SHC
        SJMP         KEY

```

; ***** SHIFT LEFT CURSOR *****

```

KEYS3:   CJNE         R1,#DISBUF,KEYS31 ;CHECK POSITION OF
                                           ;CURSOR AND BUFFER
        LJMP         KEY

```

```

KEYS31:      LCALL      CURL
              DEC        R1
              DEC        R5
              CJNE       R5,#6,KEYS32
              SJMP       KEYS31
KEYS32:      CJNE       R5,#7,KEYS33
              SJMP       KEYS31
KEYS33:      CJNE       R5,#10,KEYS34
              LJMP       KEYS31
KEYS34:      CJNE       R5,#13,KEYS35
              LJMP       KEYS31
KEYS35:      LJMP       KEY

```

; ***** SHIFT RIGHT CURSOR *****

```

KEYS4:       CJNE       R1,#DISBUF+15,KEYS41
              LCALL      CURSOF
              RET
KEYS41:      LCALL      CURR
              INC        R1
              INC        R5
              CJNE       R5,#6,KEYS42
              SJMP       KEYS41
KEYS42:      CJNE       R5,#7,KEYS43
              SJMP       KEYS41
KEYS43:      CJNE       R5,#10,KEYS44
              SJMP       KEYS41
KEYS44:      CJNE       R5,#13,KEYS45
              SJMP       KEYS41
KEYS45:      MOV        @R1,#'0'
              SJMP       SHOL

```

; ***** WRITE TIME TO DS1202 SUB *****
; WRITE START TIME TO DS1202 (REAL TIME CHIP)

```

WR_START_TIME:
              CLR        RSTBIT
              SETB       CLKBIT
              LCALL      RTCDL      ;DELAY
              MOV        R2,#8EH    ;WRITE PROTECT = 0
              MOV        R3,#0
              LCALL      RTCWR      ;WRITE TO DS1202
              MOV        R2,DISBUF+14 ;SECOND
              MOV        R3,DISBUF+15
              LCALL      ATOH        ;ASCII TO HEX
              MOV        R2,#80H
              MOV        R3,A
              LCALL      RTCWR

              MOV        R2,DISBUF+11 ;MINUTE
              MOV        R3,DISBUF+12
              LCALL      ATOH
              MOV        R2,#82H
              MOV        R3,A
              LCALL      RTCWR

              MOV        R2,DISBUF+8 ;HOUR

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

MOV          R3,DISBUF+9
LCALL        ATOH
MOV          R2,#84H
MOV          R3,A
LCALL        RTCWR

MOV          R2,DISBUF      ;DATE
MOV          R3,DISBUF+1
LCALL        ATOH
MOV          R2,#86H
MOV          R3,A
LCALL        RTCWR
MOV          R2,DISBUF+2    ;MONTH
MOV          R3,DISBUF+3
LCALL        ATOH
MOV          R2,#88H
MOV          R3,A
LCALL        RTCWR
MOV          R2,DISBUF+4    ;YEAR
MOV          R3,DISBUF+5
LCALL        ATOH
MOV          R2,#8CH
MOV          R3,A
LCALL        RTCWR
MOV          R2,#8EH        ;WRITE PROTECT = 1
MOV          R3,#80H
LCALL        RTCWR
RET

; ***** LCDSL1 *****
; LCD SHOW LINE1
; REG = A,R0

LCDSL1:      MOV          A,#ADLINE1      ;DISPLAY TIME ADDRESS LINE1
MOV          R0,#DISBUF
LCALL        LCDINTS
RET

; *****LCDSL2 *****
; LCD SHOW LINE2
; REG = A,R0

LCDSL2:      MOV          A,#ADLINE2      ;DISPLAY TIME ADDRESS LINE2
MOV          R0,#DISBUF+16
LCALL        LCDINTS
RET

; ***** LCDSL3*****
; LCD SHOW LINE3
; REG = A,R0

LCDSL3:      MOV          A,#ADLINE3      ;DISPLAY TIME ADDRESS LINE3
MOV          R0,#DISBUF+32
LCALL        LCDINTS
RET

; ***** LCDSL4 *****
; LCD SHOW LINE4
; REG = A,R0

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

LCDSL4:      MOV          A,#ADLINE4      ;DISPLAY TIME ADDRESS LINE4
             MOV          R0,#DISBUF+48
             LCALL        LCDINTS
             RET

```

```

; ***** LCDSLS *****
; LCD SHOW LINE S
; REG = A,R0

```

```

LCDSLS:      PUSH         ACC
             PUSH         00H
             MOV          A,#ADLINE4      ;DISPLAY TIME ADDRESS LINE
             MOV          R0,#DISBUFS
             LCALL        LCDINTS
             POP          00H
             POP          ACC
             RET

```

```

; ***** HTOA SUB *****
; CONVERT HEX TO ASCII
; IN  = A
; OUT = R2,R3
; REG = A,R2,R3

```

```

HTOA:        PUSH         ACC
             SWAP         A
             LCALL        HTOAS
             MOV          R2,A
             POP          ACC
             LCALL        HTOAS
             MOV          R3,A
             RET

```

```

HTOAS:        ANL         A,#0FH
             CJNE         A,#0AH,$+3
             JNC          HTOAS1
             ORL          A,#30H
             RET

```

```

HTOAS1:       SUBB        A,#9
             ORL          A,#40H
             RET

```

```

; ***** ATOH SUB *****
; ASCII TO HEX CONVERT
; IN  = R2,R3      30H,41H
; OUT = A          0AH
; REG = A,R2

```

```

ATOH:         MOV         A,R2
             LCALL        ATOHS
             SWAP         A
             MOV          R2,A
             MOV          A,R3
             LCALL        ATOHS
             ORL          A,R2
             RET

```

```

ATOHS:        CJNE        A,'#A',$+3

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

                JC            ATOHS1
                ADD           A,#9
ATOHS1:        ANL           A,#0FH
                RET

; ***** RTCWR SUB *****
; WRITE SINGLE BYTE TO DS1202
; IN  = R2 COMMAND
;     R3 DATA
; REG = A,R2,R3,R4,R5

RTCWR:         CLR           CLKBIT           ;CLK=0
                LCALL        RTCDL
                SETB          RSTBIT          ;RST=1
                LCALL        RTCDL
                MOV           A,R2             ;COMMAND
                LCALL        RTCWRC
                MOV           A,R3             ;DATA
                LCALL        RTCWRC
                CLR           RSTBIT          ;RST=0
                LCALL        RTCDL
                RET

RTCWRC:        MOV           R4,#8             ;WRITE COMMAND/DATA
RTCWRC1:       RRC           A
                MOV           DATABI,C
                SETB          CLKBIT          ;RISING EDGE CLOCK
                LCALL        RTCDL
                CLR           CLKBIT
                LCALL        RTCDL
                DJNZ          R4,RTCWRC1
                RET

RTCDL:         MOV           R5,#4             ;DELAY
                DJNZ          R5,$
                RET

; ***** RTCRD SUB *****
; READ SINGLE BYTE FROM DS1202
; IN  = R2 COMMAND
; OUT = R3 DATA
; REG = A,R2,R3,R4,R5

RTCRD:         CLR           CLKBIT           ;CLK=0
                LCALL        RTCDL
                SETB          RSTBIT          ;RST=1
                LCALL        RTCDL
                MOV           A,R2             ;COMMAND
                LCALL        RTCWRC
                MOV           R4,#8             ;READ DATA
                CLR           A
RTCrd1:        CLR           CLKBIT
                LCALL        RTCDL
                MOV           C,DATABI
                RRC           A
                SETB          CLKBIT
                LCALL        RTCDL
                DJNZ          R4,RTCrd1

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

                MOV                R3,A

                CLR                RSTBIT                ;RST=0
                LCALL             RTCDL
                RET

; ***** LCDINI SUB *****
; LCD INITIALIZE
; REG = A,DPTR

LCDINI:         LCALL             FUNSET                ;FUNCTION SET
                LCALL             CLRDIS                ;CLEAR DISPLAY
                LCALL             DISPON                ;ON DISPLAY
                RET

; ***** CLRDIS SUB *****
; CLEAR DISPLAY INSTRUCTION
; REG = A,DPTR

CLRDIS:         MOV                A,#01H
                LCALL             LCDWI
                RET

; ***** CURSHM SUB *****
; CURSOR AT HOME INSTRUCTION
; REG = A,DPTR

CURSHM:         MOV                A,#02H
                LCALL             LCDWI
                RET

; ***** CURSON SUB *****
; DISPLAY ON/OFF INSTRUCTION
; ON CURSOR (NO FLASH)
; REG = A,DPTR

CURSON:         MOV                A,#00001110B
                LCALL             LCDWI
                RET

; ***** DISPON SUB *****
; ***** CURSOF SUB *****
; DISPLAY ON/OFF INSTRUCTION
; OFF CURSOR & BLANK BUT ON DISPLAY
; REG = A,DPTR

DISPON:
CURSOF:         MOV                A,#00001100B
                LCALL             LCDWI
                RET

; ***** DISPOF *****
; DISPLAY OFF INSTRUCTION

DISPOF:         MOV                A,#00001000B
                LCALL             LCDWI
                RET

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

; ***** CURL SUB *****
; DISPLAY SHIFT INSTRUCTION
; CURSOR SHIFT LEFT
; REG = A,DPTR

CURL:      MOV      A,#00010000B
           LCALL    LCDWI
           RET

; ***** CURR SUB *****
; DISPLAY SHIFT INSTRUCTION
; CURSOR SHIFT RIGHT
; REG = A,DPTR

CURR:      MOV      A,#00010100B
           LCALL    LCDWI
           RET

; ***** FUNSET SUB *****
; FUNCTION SET INSTRUCTION
; 8 BIT, 1/16 DUTY, 5*7 DOT
; REG = A,DPTR

FUNSET:    MOV      A,#00111000B ;FUNCTION SET
           LCALL    LCDWI
           RET

; ***** LCDINT SUB *****
; LOAD INTERNAL RAM TO LCD-MODULE (DMC164)
; IN = DISBUFF
; REG = A,R0,R2

LCDINTS    PUSH     02H
           LCALL    LCDWI      ;LOAD ONE LINE
           MOV      R2,#16     ;16 CHAR.
LCDINTS1:  MOV      A,@R0      ;DISPLAY BUFFER
           LCALL    LCDWD      ;WRITE DATA
           INC      R0
           DJNZ     R2,LCDINTS1
           POP      02H
           RET

; ***** LCDWI SUB *****
; LCD WRITE INSTRUCTION (RS=0)
; IN = A
; REG = A

LCDWI:     PUSH     DPH
           PUSH     DPL
           MOV      DPTR,#LCDWRC
           MOVX     @DPTR,A
           MOV      DPTR,#LCDRDC
LCDWI1:    MOVX     A,@DPTR      ;WAIT FOR BF=0
           JB       ACC.7,LCDWI1
           POP      DPL
           POP      DPH

```

RET

```
; ***** LCDWD SUB *****  
; LCD WRITE DATA (RS=1)  
; IN  = A  
; REG = A
```

```
LCDWD:      PUSH      DPH  
            PUSH      DPL  
            MOV       DPTR,#LCDWRD  
            MOVX      @DPTR,A  
            MOV       DPTR,#LCDRDC  
LCDWD1:     MOVX      A,@DPTR      ;WAIT FOR BF=0  
            JB        ACC.7,LCDWD1  
            POP       DPL  
            POP       DPH  
            RET
```

```
; ***** DTSEC SUB *****  
; DELAY 1/10 SECOND  
; IN  = R2  
; REG = R2,R3,R4
```

```
DTSEC:      MOV       R3,#179  
DTSEC1:     MOV       R4,#0  
            DJNZ      R4,$  
            NOP  
            NOP  
            DJNZ      R3,DTSEC1  
            DJNZ      R2,DTSEC  
            RET
```

```
;***** INTO *****
```

```
;PROGRAM INTERRUPT FROM INTO PIN
```

```
INTER0:     PUSH      ACC  
            PUSH      B  
            PUSH      00H  
            PUSH      02H  
            PUSH      03H  
            PUSH      DPH  
            PUSH      DPL  
            PUSH      PSW  
            LCALL     KDELAY  
            ;***** ABOUT LCD *****  
            MOV       R0,#RAIN+2  
            MOV       A,@R0  
            ADD       A,#25H  
            LCALL     HTODL      ;HEX TO DECIMAL LOW BIT  
                                   ;WITH CARRY  
            LCALL     HTODH      ;HEX TO DECIMAL HIGH BIT  
                                   ;WITH CARRY  
            MOV       DISBUF+27,R2 ;WRITE TO LCD BUFFER  
            MOV       DISBUF+28,R3  
            MOV       R0,#RAIN+1  ;ON NEXT POSITION  
            MOV       A,@R0  
            ADD       A,#01H  
            LCALL     HTODL  
            LCALL     HTODH
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

MOV          DISBUF+24,R2
MOV          DISBUF+26,R3
MOV          R0,#RAIN
MOV          A,@R0
LCALL        HTODL
LCALL        HTOA
MOV          DISBUF+22,R2
MOV          DISBUF+23,R3
LCALL        LCDL2          ;LCD SHOW LINE2

; ***** ABOUT DATA *****
INC          PULSE
POP          PSW
POP          DPL
POP          DPH
POP          03H
POP          02H
POP          00H
POP          B
POP          ACC
RETI

; ***** HEX TO DECIMAL LOW BIT WITH CARRY *****
HTODL:       SWAP          A          ;CONVERT HEX TO DECIMAL WITH
CARRY
CJNE         A,#9FH,IN1
SJMP        IN11
IN1:         JC          IN11
ADD          A,#61H          ;CARRY TO NEXT POSITION
IN11:        SWAP          A
RET

;***** HEX TO DECIMAL HIGH BIT WITH CARRY *****
HTODH:       CJNE         A,#9FH,IN2
SJMP        IN21
IN2:         JC          IN21
DEC          R0
MOV          B,@R0          ;CARRY TO NEXT POSITION
INC          B
MOV          @R0,B
INC          R0
ADD          A,#60H
IN21:        MOV          @R0,A
LCALL        HTOA          ;CONVERT HEX TO ASCII
RET

;***** INT1 *****
;PROGRAM INTERRUPT FROM INT1 PIN
;SERIAL RS232 FOR LOAD DATA FROM RAM TO PC

INTER1:      PUSH         PSW
PUSH         07H
PUSH         06H
PUSH         05H
PUSH         04H
PUSH         03H

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

PUSH      02H
PUSH      01H
PUSH      00H
PUSH      ACC
PUSH      DPL
PUSH      DPH
LCALL     KDELA
MOV       A,STATUS      ;ON LCD
SETB      ACC.7
MOV       STATUS,A
MOV       TIMLCD,#02H
LCALL     DISPON
;*****INITIAL SERIAL*****
CLR       TR1           ;TR1 IS IN TCON
MOV       TMOD,#00100000B ;SET TIMER1 MODE 2
MOV       TH1,#BRAT96   ;SET BAUDRATE 9600 BPS
MOV       TL1,#BRAT96
SETB      TR1           ;TIMER1 ON
ANL       PCON,#7FH     ;SMOD = 0
MOV       SCON,#01010000B ;SERIAL 8 BIT UART MODE
;MODE 1,SINGLE PROCESSOR
;BIT 9 = 0
; ***** SERIAL OUT *****
MOV       DPTR,#0000H   ;ADDRESS IN RAM
;START BY RAIN'S DATA

SERIAL:
; ***** CHECK DATA *****

CH_DA:    MOVX      A,@DPTR
          CJNE      A,#0EEH,CH_COD
          SJMP      TOTOUT
CH_COD:   CJNE      A,#0F0H,CH_FC
          LCALL     CRRET      ;*****
          LCALL     LFEED      ;*****
          MOV       R7,#05H
          MOV       R3,DPH     ; KEEP ADDRESS
          MOV       R2,DPL
CHELO:    INC       DPTR       ; LOOP FOR CHECK CODE 'FA'
          MOVX      A,@DPTR
          CJNE      A,#0FAH,COUNT
          SJMP      TOTOUT     ; FOR JUMP TO TEMPERATURE DATA

COUNT:   DJNZ      R7,CHELO
          MOV       DPL,R2     ; RETURN ADDRESS
          MOV       DPH,R3
          LCALL     SENDR
          LCALL     SENDJU
          INC       DPTR       ; SEND DATE,MONTH,YEAR AND
;TIME
          LCALL     DOUT
          LCALL     SENDST
          INC       DPTR
          LCALL     DOUT
          LCALL     SENDST
          INC       DPTR
          LCALL     DOUT

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        LCALL    SENDSP
        INC      DPTR
        LCALL    DOUT
        LCALL    SENDSEMI
        INC      DPTR
        LCALL    DOUT
        LCALL    SENDJU
        LCALL    CRRET
        LCALL    LFEED
        LCALL    SENDR
        LCALL    SENDJU
        INC      DPTR
        LJMP     SERIAL

CH_FC:   CJNE    A,#0FCH,CH_FA
        SJMP     DMYOUT

CH_FA:   CJNE    A,#0FAH,CH_DA1 ;*****CH_DA1 => CH_FF
TOTOUT:  MOV      DPTR,#6BEEH ; FOR JUMPING TO TEMPERATURE'S
                                   ;DATA
        LJMP     TEMPOUT

CH_DA1:  LCALL    DOUT
        LCALL    SENDJU
        INC      DPTR
        LJMP     SERIAL

; ***** TEMPOUT *****

TEMPOUT:
TOUT:    INC      DPTR
        MOVX     A,@DPTR
        CJNE    A,#0EEH,CH_CODE
        LJMP     IEND

CH_CODE: CJNE    A,#0F0H,CH_TFD
TDMYOUT: LCALL    CRRET ;*****
        LCALL    LFEED ;*****
        LCALL    SENDT
        LCALL    SENDJU

FD_CODE: MOV      R7,#05H ; START POINT FOR CODE 'FD'
        MOV      R2,DPL ; KEEP ADDRESS
        MOV      R3,DPH

CHLO:    INC      DPTR ; LOOP FOR CHECK CODE 'FA'
        MOVX     A,@DPTR
        CJNE    A,#0FAH,TCOUNT
        LJMP     IEND

TCOUNT:  DJNZ     R7,CHLO

        MOV      DPH,R3 ; RETURN ADDRESS
        MOV      DPL,R2
        INC      DPTR ; SEND DATE,MONTH,YEAR AND
                                   ;TIME

        LCALL    DOUT
        LCALL    SENDST
        INC      DPTR

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        LCALL      DOUT
        LCALL      SENDST
        INC        DPTR
        LCALL      DOUT
        LCALL      SENDSP
        INC        DPTR
        LCALL      DOUT
        LCALL      SENDSEMI
        INC        DPTR
        LCALL      DOUT
        LCALL      SENDJU
        LJMP       TOUT

CH_TFD:   CJNE     A,#0FDH,CH_TFA
          SJMP     FD_CODE

CH_TFA:   CJNE     A,#0FAH,CH_DATA
          ;*****CH_DATA=>CH_TFF
          LJMP     IEND

CH_DATA:  LCALL      DOUT
          LCALL      SENDJU
          LCALL      CRRET
          LCALL      LFEED
          LCALL      SENDT
          LCALL      SENDJU
          LJMP       TOUT

IEND:     MOV       DISBUF+6,#' '
          MOV       DISBUF+7,#'T'
          MOV       DISBUF+10,#':'
          MOV       DISBUF+13,#':'
          POP       DPH
          POP       DPL
          POP       ACC
          POP       00H
          POP       01H
          POP       02H
          POP       03H
          POP       04H
          POP       05H
          POP       06H
          POP       07H
          POP       PSW
          RETI

; ***** DATA OUT *****

DOUT:     CLR       TI
          MOVX      A,@DPTR
          LCALL      HTOA          ;CONVERT DATA HEX TO ASCII
          MOV       SBUF,R2        ;MOVE DATA TO SBUF
          JNB       TI,$
          CLR       TI
          MOV       SBUF,R3
          JNB       TI,$

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

RET

; ***** SEND -1 *****

SENDLOB:      CLR          TI          ;SEND '-'
              MOV          SBUF,#'-'
              JNB          TI,$
              CLR          TI          ;SEND '1'
              MOV          SBUF,#'1'
              JNB          TI,$
              RET

; ***** SEND SEMICOLON *****

SENDSEMI:     CLR          TI          ;SEND ':'
              MOV          SBUF,#':'
              JNB          TI,$
              RET

; ***** SEND CODE , *****

SENDJU:       CLR          TI          ;SEND ','
              MOV          SBUF,#','
              JNB          TI,$
              RET

; ***** SEND CODE / *****

SENDST:       CLR          TI          ;SEND '/'
              MOV          SBUF,#'/'
              JNB          TI,$
              RET

; ***** CARRAGE RETURN *****

CRRET:        CLR          TI
              MOV          SBUF,#0DH
              JNB          TI,$
              RET

; ***** LINE FEED *****

LFEEED:       CLR          TI
              MOV          SBUF,#0AH
              JNB          TI,$
              RET

; ***** SEND CODE 'T' *****

SENDT:        CLR          TI
              MOV          SBUF,#'T'
              JNB          TI,$
              RET

; ***** SEND CODE 'R' *****

SENDER:       CLR          TI
              MOV          SBUF,#'R'

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ในห้องเรียนเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

JNB TI,\$
RET

; ***** SEND CODE ' ' *****

SENDSP: CLR TI
MOV SBUF,#' '
JNB TI,\$
RET

TEMPTABLE:

DB	00H
DB	00H
DB	14H
DB	00H
DB	16H
DB	01H
DB	18H
DB	02H
DB	1AH
DB	03H
DB	1CH
DB	04H
DB	1EH
DB	05H
DB	20H
DB	06H
DB	22H
DB	07H
DB	24H
DB	08H
DB	26H
DB	09H
DB	28H
DB	10H
DB	2AH
DB	11H
DB	2CH
DB	12H
DB	2EH
DB	13H
DB	30H
DB	14H
DB	32H
DB	15H
DB	34H
DB	16H
DB	36H
DB	17H
DB	38H
DB	18H
DB	3AH
DB	19H
DB	3CH
DB	20H
DB	3EH
DB	21H
DB	40H

DB	22H
DB	42H
DB	23H
DB	44H
DB	24H
DB	46H
DB	25H
DB	48H
DB	26H
DB	4AH
DB	27H
DB	4CH
DB	28H
DB	4EH
DB	29H
DB	50H
DB	30H
DB	52H
DB	31H
DB	54H
DB	32H
DB	56H
DB	33H
DB	58H
DB	34H
DB	5AH
DB	35H
DB	5CH
DB	36H
DB	5EH
DB	37H
DB	60H
DB	38H
DB	62H
DB	39H
DB	64H
DB	40H
DB	66H
DB	41H
DB	68H
DB	42H
DB	6AH
DB	43H
DB	6CH
DB	44H
DB	6EH
DB	45H
DB	70H
DB	46H
DB	72H
DB	47H
DB	74H
DB	48H
DB	76H
DB	49H
DB	78H
DB	50H
DB	7AH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DB	51H
DB	7CH
DB	52H
DB	7EH
DB	53H
DB	80H
DB	54H
DB	82H
DB	55H
DB	84H
DB	56H
DB	86H
DB	57H
DB	88H
DB	58H
DB	8AH
DB	59H
DB	8CH
DB	60H
DB	8EH
DB	61H
DB	90H
DB	62H
DB	92H
DB	63H
DB	94H
DB	64H
DB	96H
DB	65H
DB	98H
DB	66H
DB	9AH
DB	67H
DB	9CH
DB	68H
DB	9EH
DB	69H
DB	0A0H
DB	70H
DB	0A2H
DB	71H
DB	0A4H
DB	72H
DB	0A6H
DB	73H
DB	0A8H
DB	74H
DB	0AAH
DB	75H
DB	0ACH
DB	76H
DB	0AEH
DB	77H
DB	0B0H
DB	78H
DB	0B2H
DB	79H
DB	0FFH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

END



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

'
' widthcells Macro
'
Sub widthcells()
    Cells.Select
    Range("A2").Activate
    Selection.ColumnWidth = 15
    Range("A2").Select
    ActiveWindow.SmallScroll Down:=-1
End Sub

'
' MAIN Macro
'
Sub MAIN()
    Application.Run Macro:="WORK.XLS!SETHEADFORONLYRAINONLYTEMP"
    Application.Run Macro:="WORK.XLS!FORONLYRAIN"
    Application.Run Macro:="WORK.XLS!FORONLYTEMP"
    Application.Run Macro:="WORK.XLS!DATATORAINSHEET"
    Application.Run Macro:="WORK.XLS!DATARAIN"
    Application.Run Macro:="WORK.XLS!RAINSERIESTIME"
    Application.Run Macro:="WORK.XLS!MUL0125"
    Application.Run Macro:="WORK.XLS!TIME_TO_HEAD_OF_SHEET"
    Application.Run Macro:="WORK.XLS!TIMEOFDATAFORCHECK"
    Application.Run Macro:="WORK.XLS!DATATOTEMPSHEET"
    Application.Run Macro:="WORK.XLS!DATATEMP"
    Application.Run Macro:="WORK.XLS!HTODDIV2"
    Application.Run Macro:="WORK.XLS!TIMEOFTEMPFORCHECK"
    Application.Run Macro:="WORK.XLS!TEMPFORMATCOLOUR"
End Sub

'
' SETHEADFORONLYRAINONLYTEMP Macro
'
Sub SETHEADFORONLYRAINONLYTEMP()
    Range("A1").Select
    ActiveCell.FormulaR1C1 = "A"
    Range("B1").Select
    ActiveCell.FormulaR1C1 = "B"
    Range("C1").Select
    ActiveCell.FormulaR1C1 = "C"
    Range("D1").Select
    ActiveCell.FormulaR1C1 = "D"
    Range("E1").Select
    ActiveCell.FormulaR1C1 = "E"
    Range("F1").Select
    ActiveCell.FormulaR1C1 = "F"
    Range("G1").Select
    ActiveCell.FormulaR1C1 = "G"
    Range("H1").Select
    ActiveCell.FormulaR1C1 = "H"
    Range("I1").Select
    ActiveCell.FormulaR1C1 = "I"
    Range("J1").Select
    ActiveCell.FormulaR1C1 = "J"

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

Range("K1").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "K"
Range("L1").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "L"
Range("M1").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "M"
Range("N1").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "N"
Range("O1").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "O"
Range("P1").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "P"
Range("Q1").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "Q"
Range("R1").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "R"
Range("S1").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "S"
Range("T1").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "T"
Range("U1").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "U"
Range("V1").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "V"
Range("W1").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "W"
Range("X1").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "X"
Range("Y1").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "Y"
Range("Z1").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "Z"
Range("AA1").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "AA"
Range("AB1").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "AB"
Range("AC1").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "AC"
Range("AD1").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "AD"
Range("AE1").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "AE"
Range("AF1").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "AF"
Range("AG1").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "AG"
Range("AH1").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "AH"
Range("AI1").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "AI"
Range("AJ1").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "AJ"
Range("AK1").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "AK"
Range("AL1").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "AL"
Range("AM1").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "AM"

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

Range("AN1").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "AN"
Range("AO1").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "AO"
Range("AP1").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "AP"
Range("AQ1").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "AQ"
Range("AR1").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "AR"
Range("AS1").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "AS"
Range("AT1").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "AT"
Range("AU1").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "AU"
Range("AV1").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "AV"
Range("AW1").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "AW"
Range("AX1").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "AX"
Range("AY1").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "AY"
Range("AZ1").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "AZ"
Range("BA1").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "BA"
Range("BB1").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "BB"
Range("BC1").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "BC"
Range("BD1").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "BD"
Range("BE1").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "BE"
Range("BF1").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "BF"
Range("BG1").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "BG"
Range("BH1").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "BH"
Range("BI1").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "BI"
Range("A2:A10000").Select
ActiveWorkbook.Names.Add Name:="A", RefersToR1C1:= _
    "=Sheet1!R2C1:R10000C1"
Range("BL1").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "A"
Range("BL2").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "R"
Range("BM1").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "A"
Range("BM2").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "T"
Range("BM3").Select
End Sub

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

' FORONLYRAIN Macro
'
'
Sub FORONLYRAIN()
    Range("A1:BI10000").AdvancedFilter Action:=xlFilterCopy,
        CriteriaRange:=Range("BL1:BL2"), CopyToRange_
        :=Range("CA1:EI3000"), Unique:=False
End Sub
'
' FORONLYTEMP Macro
'
'
Sub FORONLYTEMP()
    Range("A1:C10000").AdvancedFilter Action:=xlFilterCopy,
        CriteriaRange:=Range("BM1:BM2"), CopyToRange_
        :=Range("CA7001:CC12050"), Unique:=False
End Sub

'
' DATATORAINSHEET Macro
'
'
Sub DATATORAINSHEET()
    Range("CB1:EI3000").Select
    Selection.Cut
    Sheets("RAIN").Select
    Range("A7001:BH10000").Select
    ActiveSheet.Paste
End Sub
'
' DATATOTEMPSHEET Macro
'
'
Sub DATATOTEMPSHEET()
    Sheets("SHEET1").Select
    Range("CB7002:CC12050").Select
    Selection.Cut
    Sheets("TEMPERATURE").Select
    Range("DE2:DF5050").Select
    ActiveSheet.Paste
End Sub
'
' DATATEMP Macro
'
'
Sub DATATEMP()
    Range("DE2").Select
    Dim counter As Integer
    counter = 0
    Do Until counter = 2
        If ActiveCell = "" Then
            ActiveCell.Offset(1, 0).Range("A1").Select
            counter = counter + 1
        Else
            counter = 0
        End If
    Loop

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

Else
Range("DJ9:DJ15").Select
Selection.Cut
Range("E2:E8").Select
ActiveSheet.Paste

Range("DJ16").Select
If ActiveCell = "" Then
Else
Range("DJ16:DJ22").Select
Selection.Cut
Range("F2:F8").Select
ActiveSheet.Paste

Range("DJ23").Select
If ActiveCell = "" Then
Else
Range("DJ23:DJ29").Select
Selection.Cut
Range("G2:G8").Select
ActiveSheet.Paste
End If
End If
End If
End If
End Sub

'
' TEMPFORMATCOLOR Macro
'
'
'
Sub TEMPFORMATCOLOR()
Do Until ActiveCell = ""
Selection.Borders(xlLeft).LineStyle = xlNone
Selection.Borders(xlRight).LineStyle = xlNone
Selection.Borders(xlTop).LineStyle = xlNone
Selection.Borders(xlBottom).LineStyle = xlNone
Selection.BorderAround Weight:=xlThin, ColorIndex:=xlAutomatic
With Selection.Interior
.ColorIndex = 36
.Pattern = xlSolid
.PatternColorIndex = xlAutomatic
End With
ActiveCell.Offset(1, 0).Range("A1").Select
Loop
End Sub

'
' TEMPFORMATCOLOUR Macro
'
'
'
Sub TEMPFORMATCOLOUR()
Range("D2").Select
Application.Run Macro:="WORK.XLS!TEMPFORMATCOLOR"
Range("E2").Select
Application.Run Macro:="WORK.XLS!TEMPFORMATCOLOR"
Range("F2").Select

```

```

Application.Run Macro:="WORK.XLS!TEMPFORMATCOLOR"
Range("G2").Select
Application.Run Macro:="WORK.XLS!TEMPFORMATCOLOR"
Range("A1").Select
Range("D2").Select
End Sub
'
' TEMPGRAPH1WEEK Macro
'
'
Sub TEMPGRAPH1WEEK()
    If ActiveCell.Interior.ColorIndex = 36 Then
        Selection.Copy
        Range("DH5").Select
        ActiveSheet.Paste
        Range("DC2").Select
        Do Until ActiveCell = Range("DH5").Value
            ActiveCell.Offset(1, 0).Range("A1").Select
        Loop

        ActiveCell.Offset(0, 0).Range("A1:B2016").Select
        Selection.Copy
        Range("EA2:EB2017").Select
        Selection.PasteSpecial Paste:=xlValues, Operation:=xlNone, _
            SkipBlanks:=False, Transpose:=False
        Range("BD1").Select
        Range("BD4").Select
        Else
            Sheets("SHEET6").Select
            Range("CG4").Select
        End If
    End Sub

' TEMPGRAPH1DAY1 Macro
'
'
'
Sub TEMPGRAPH1DAY1()
    If ActiveCell.Interior.ColorIndex = 36 Then
        Selection.Copy
        Range("DH5").Select
        ActiveSheet.Paste
        Range("DC2").Select
        Do Until ActiveCell = Range("DH5").Value
            ActiveCell.Offset(1, 0).Range("A1").Select
        Loop

        ActiveCell.Offset(0, 0).Range("A1:B288").Select
        Selection.Copy
        Range("EF2:EG289").Select
        Selection.PasteSpecial Paste:=xlValues, Operation:=xlNone, _
            SkipBlanks:=False, Transpose:=False
        Range("CD1").Select
        Range("CD4").Select
        Application.Run Macro:="WORK.XLS!TEMPGRAPH1_TO_FRONT"
        Else
            Sheets("SHEET6").Select

```

```

        Range("CG4").Select
    End If
End Sub

' TEMPGRAPH1DAY2 Macro
'
'
Sub TEMPGRAPH1DAY2()
    If ActiveCell.Interior.ColorIndex = 36 Then
        Selection.Copy
        Range("DH5").Select
        ActiveSheet.Paste
        Range("DC2").Select
        Do Until ActiveCell = Range("DH5").Value
            ActiveCell.Offset(1, 0).Range("A1").Select
        Loop

        ActiveCell.Offset(0, 0).Range("A1:B288").Select
        Selection.Copy
        Range("EM2:EN289").Select
        Selection.PasteSpecial Paste:=xlValues, Operation:=xlNone, _
            SkipBlanks:=False, Transpose:=False
        Range("CD1").Select
        Range("CD4").Select
        Application.Run Macro:="WORK.XLS!TEMPGRAPH2_TO_FRONT"
    Else
        Sheets("SHEET6").Select
        Range("CG4").Select
    End If
End Sub

' TEMPTORAIN Macro
'
'
Sub TEMPTORAIN()
    Sheets("RAIN").Select
    Range("A1").Select
    Range("B2").Select
End Sub

' TOTEMPHOME Macro
'
'
Sub TOTEMPHOME()
    Range("A1").Select
    Range("D2").Select
End Sub

' TEMPGRAPH1_TO_FRONT Macro
'
'
Sub TEMPGRAPH1_TO_FRONT()
    ActiveSheet.DrawingObjects("Chart 7").Select

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        Toolbars(5).Visible = True
        Selection.BringToFront
        Toolbars(5).Visible = False
        Range("CD3").Select
    End Sub

'
' TEMPGRAPH2_TO_FRONT Macro
'
'
'
Sub TEMPGRAPH2_TO_FRONT()
    ActiveSheet.DrawingObjects("Chart 10").Select
    Toolbars(5).Visible = True
    Selection.BringToFront
    Toolbars(5).Visible = False
    Range("CD3").Select
End Sub

'
' FROMTEMPHELP_TOHOME Macro
'
'
'
Sub FROMTEMPHELP_TOHOME()
    Sheets("TEMPERATURE").Select
    Range("B2").Select
    Range("D2").Select
End Sub

'
' TEMPHELP Macro
'
'
Sub TEMPHELP()
    Sheets("Helpsheet").Select
    Range("A1007").Select
End Sub

'
' RETURNTEMPHELP Macro
'
'
Sub RETURNTEMPHELP()
    Range("A1007").Select
End Sub

'
' TEMPHELP1 Macro
'
'
'
Sub TEMPHELP1()
    Range("A1108").Select
End Sub

'
' TEMPHELP2 Macro

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

Sub TEMPHELP2()
    Range("A1208").Select
End Sub

' DATARAIN Macro
'
Sub DATARAIN()
    Range("BI7001").Select
    ActiveCell.FormulaR1C1 = "BJ"
    Range("BI7003").Select
    ActiveCell.FormulaR1C1 = "=SUM(RC[-60]:RC[-1])"
    Range("BI7002").Select
    ActiveCell.FormulaR1C1 = "=R[1]C"
    Range("BI7002:BI7003").Select
    Range("BI7003").Activate
    Selection.AutoFill Destination:=Range("BI7002:BI9999"), Type:= _
        xlFillDefault
    Range("BI7002:BI9999").Select
    With Toolbars(8)
        .Position = xlTop
        .Left = 676
        .Top = 1
    End With
    Range("BI7002:BI10000").Select
    ActiveWorkbook.Names.Add Name:="BJ", RefersToR1C1:= _
        "=RAIN!R7002C61:R10000C61"
    Range("BK7001").Select
    ActiveCell.FormulaR1C1 = "BJ"
    Range("BK7002").Select
    ActiveCell.FormulaR1C1 = ">0"
    Range("A7001:BI10000").AdvancedFilter Action:=xlFilterCopy, _
        CriteriaRange:=Range("BK7001:BK7002"), CopyToRange:=Range( _
            "CA100:EI1100"), Unique:=False
    Application.Run Macro:="WORK.XLS!widthcells"
End Sub

' RAINSERIESTIME Macro
'
Sub RAINSERIESTIME()
    Range("CA100:EI100").Select
    Selection.Cut
    Range("A100:BI100").Select
    ActiveSheet.Paste
    Range("CA101").Select
    Do Until ActiveCell = ""
        ActiveCell.Offset(0, -78).Range("A1").Select
        Selection.NumberFormat = "m/d/yy h:mm"
        ActiveCell.FormulaR1C1 = "=IF(RC[78]="&"",&"",RC[78])"
        ActiveCell.Offset(0, 1).Range("A1").Select
        Selection.NumberFormat = "m/d/yy h:mm"
        ActiveCell.FormulaR1C1 = _
            "=IF(R[1]C[78]="&"",&"",RC[-1]+""0:01"")"
    End Do

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        ActiveCell.Select
        Selection.AutoFill Destination:=ActiveCell.Range("A1:BG1"), _
        Type:=xlFillDefault
        ActiveCell.Range("A1:BG1").Select
        ActiveCell.Offset(2, 77).Range("A1").Select
    Loop
End Sub

'
' MUL0125 Macro
'
'
'
Sub MUL0125()
    Range("CA102").Select
    Do Until ActiveCell = ""
        ActiveCell.Offset(0, -78).Range("A1").Select
        ActiveCell.FormulaR1C1 = _
            "=IF(RC[78]="&"", "", RC[78]*0.125)"
        ActiveCell.Select
        Selection.AutoFill Destination:=ActiveCell.Range("A1:BH1"), _
        Type:=xlFillDefault
        ActiveCell.Range("A1:BH1").Select
        ActiveCell.Offset(2, 78).Range("A1").Select
    Loop
End Sub

'
' TIME_TO_HEAD_OF_SHEET Macro
'
'
'
Sub TIME_TO_HEAD_OF_SHEET()
    Range("a101").Select
    If ActiveCell = "" Then
        Else
            Range("B2").Select
            Selection.NumberFormat = "m/d/yy h:mm"
            With Selection.Interior
                .ColorIndex = 42
                .Pattern = xlSolid
                .PatternColorIndex = xlAutomatic
            End With
            ActiveCell.FormulaR1C1 = "=IF(R[99]C[-1]="&"", "", R[99]C[-1])"
            Range("B3").Select
            Selection.NumberFormat = "m/d/yy h:mm"
            ActiveCell.FormulaR1C1 = _
                "=IF(R[98]C[-1]="&"", "", MAX(R[98]C:R[98]C[58]))"
            Range("C3").Select
            ActiveCell.FormulaR1C1 = _
                "=IF(R[98]C[-2]="&"", "", SUM(R[99]C[-2]:R[99]C[57]))"
            Range("B2:C3").Select
            Selection.Borders(xlLeft).LineStyle = xlNone
            Selection.Borders(xlRight).LineStyle = xlNone
            Selection.Borders(xlTop).LineStyle = xlNone
            Selection.Borders(xlBottom).LineStyle = xlNone
            Selection.BorderAround Weight:=xlThin, ColorIndex:=xlAutomatic
            Selection.AutoFill Destination:=Range("B2:C49"), Type:=xlFillDefault

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

Range("a149").Select
If ActiveCell = "" Then
    Else
Range("D2").Select
Selection.NumberFormat = "m/d/yy h:mm"
With Selection.Interior
    .ColorIndex = 42
    .Pattern = xlSolid
    .PatternColorIndex = xlAutomatic
End With
ActiveCell.FormulaR1C1 = "=IF(R[147]C[-3]="""", """, R[147]C[-3])"
Range("D3").Select
Selection.NumberFormat = "m/d/yy h:mm"
ActiveCell.FormulaR1C1 =
    "=IF(R[146]C[-3]="""", """, MAX(R[146]C[-2]:R[146]C[56]))"
Range("E3").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 =
    "=IF(R[146]C[-4]="""", """, SUM(R[147]C[-4]:R[147]C[55]))"
Range("D2:E3").Select
Selection.Borders(xlLeft).LineStyle = xlNone
Selection.Borders(xlRight).LineStyle = xlNone
Selection.Borders(xlTop).LineStyle = xlNone
Selection.Borders(xlBottom).LineStyle = xlNone
Selection.BorderAround Weight:=xlThin, ColorIndex:=xlAutomatic
Selection.AutoFill Destination:=Range("D2:E49"), Type:=xlFillDefault
Range("a197").Select
If ActiveCell = "" Then
    Else
Range("F2").Select
Selection.NumberFormat = "m/d/yy h:mm"
With Selection.Interior
    .ColorIndex = 42
    .Pattern = xlSolid
    .PatternColorIndex = xlAutomatic
End With
ActiveCell.FormulaR1C1 = "=IF(R[195]C[-5]="""", """, R[195]C[-5])"
Range("F3").Select
Selection.NumberFormat = "m/d/yy h:mm"
ActiveCell.FormulaR1C1 =
    "=IF(R[194]C[-5]="""", """, MAX(R[194]C[-4]:R[194]C[54]))"
Range("G3").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 =
    "=IF(R[194]C[-6]="""", """, SUM(R[195]C[-6]:R[195]C[53]))"
Range("F2:G3").Select
Selection.Borders(xlLeft).LineStyle = xlNone
Selection.Borders(xlRight).LineStyle = xlNone
Selection.Borders(xlTop).LineStyle = xlNone
Selection.Borders(xlBottom).LineStyle = xlNone
Selection.BorderAround Weight:=xlThin, ColorIndex:=xlAutomatic
Selection.AutoFill Destination:=Range("F2:G49"), Type:=xlFillDefault
Range("a245").Select
If ActiveCell = "" Then
    Else
Range("H2").Select
Selection.NumberFormat = "m/d/yy h:mm"
With Selection.Interior
    .ColorIndex = 42
    .Pattern = xlSolid

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        .PatternColorIndex = xlAutomatic
    End With
    ActiveCell.FormulaR1C1 = "=IF(R[243]C[-7]="""", """, R[243]C[-7])"
    Range("H3").Select
    Selection.NumberFormat = "m/d/yy h:mm"
    ActiveCell.FormulaR1C1 = _
        "=IF(R[242]C[-7]="""", """, MAX(R[242]C[-6]:R[242]C[52]))"
    Range("I3").Select
    ActiveCell.FormulaR1C1 = _
        "=IF(R[242]C[-8]="""", """, SUM(R[243]C[-8]:R[243]C[51]))"
    Range("H2:I3").Select
    Selection.Borders(xlLeft).LineStyle = xlNone
    Selection.Borders(xlRight).LineStyle = xlNone
    Selection.Borders(xlTop).LineStyle = xlNone
    Selection.Borders(xlBottom).LineStyle = xlNone
    Selection.BorderAround Weight:=xlThin, ColorIndex:=xlAutomatic
    Selection.AutoFill Destination:=Range("H2:I49"), Type:=xlFillDefault
    Range("a293").Select
    If ActiveCell = "" Then
        Else
            Range("J2").Select
            Selection.NumberFormat = "m/d/yy h:mm"
            With Selection.Interior
                .ColorIndex = 42
                .Pattern = xlSolid
                .PatternColorIndex = xlAutomatic
            End With
            ActiveCell.FormulaR1C1 = "=IF(R[291]C[-9]="""", """, R[291]C[-9])"
            Range("J3").Select
            Selection.NumberFormat = "m/d/yy h:mm"
            ActiveCell.FormulaR1C1 = _
                "=IF(R[290]C[-9]="""", """, MAX(R[674]C[-9]:R[674]C[50]))"
            Range("K3").Select
            ActiveCell.FormulaR1C1 = _
                "=IF(R[290]C[-10]="""", """, SUM(R[291]C[-10]:R[291]C[49]))"
            Range("J2:K3").Select
            Selection.Borders(xlLeft).LineStyle = xlNone
            Selection.Borders(xlRight).LineStyle = xlNone
            Selection.Borders(xlTop).LineStyle = xlNone
            Selection.Borders(xlBottom).LineStyle = xlNone
            Selection.BorderAround Weight:=xlThin, ColorIndex:=xlAutomatic
            Selection.BorderAround Weight:=xlThin, ColorIndex:=xlAutomatic
            Selection.BorderAround Weight:=xlThin, ColorIndex:=xlAutomatic
            Selection.AutoFill Destination:=Range("J2:K49"), Type:=xlFillDefault
            Range("a341").Select
            If ActiveCell = "" Then
                Else
                    Range("L2").Select
                    Selection.NumberFormat = "m/d/yy h:mm"
                    With Selection.Interior
                        .ColorIndex = 42
                        .Pattern = xlSolid
                        .PatternColorIndex = xlAutomatic
                    End With
                    ActiveCell.FormulaR1C1 = "=IF(R[339]C[-11]="""", """, R[339]C[-11])"
                    Range("L3").Select
                    Selection.NumberFormat = "m/d/yy h:mm"

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

ActiveCell.FormulaR1C1 = _
    "=IF(R[338]C[-11]="&"",&"",MAX(R[338]C[-11]:R[338]C[48]))"
Range("M3").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = _
    "=IF(R[338]C[-12]="&"",&"",SUM(R[339]C[-12]:R[339]C[47]))"
Range("L2:M3").Select
Selection.Borders(xlLeft).LineStyle = xlNone
Selection.Borders(xlRight).LineStyle = xlNone
Selection.Borders(xlTop).LineStyle = xlNone
Selection.Borders(xlBottom).LineStyle = xlNone
Selection.BorderAround Weight:=xlThin, ColorIndex:=xlAutomatic
Selection.AutoFill Destination:=Range("L2:M49"), Type:=xlFillDefault
Range("a389").Select
If ActiveCell = "" Then
    Else
Range("N2").Select
Selection.NumberFormat = "m/d/yy h:mm"
With Selection.Interior
    .ColorIndex = 42
    .Pattern = xlSolid
    .PatternColorIndex = xlAutomatic
End With
ActiveCell.FormulaR1C1 = "=IF(R[387]C[-13]="&"",&"",R[387]C[-13])"
Range("N3").Select
Selection.NumberFormat = "m/d/yy h:mm"
ActiveCell.FormulaR1C1 = _
    "=IF(R[386]C[-13]="&"",&"",MAX(R[386]C[-13]:R[386]C[46]))"
Range("O3").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = _
    "=IF(R[386]C[-14]="&"",&"",SUM(R[387]C[-14]:R[387]C[45]))"
Range("N2:O3").Select
Selection.Borders(xlLeft).LineStyle = xlNone
Selection.Borders(xlRight).LineStyle = xlNone
Selection.Borders(xlTop).LineStyle = xlNone
Selection.Borders(xlBottom).LineStyle = xlNone
Selection.BorderAround Weight:=xlThin, ColorIndex:=xlAutomatic
Selection.AutoFill Destination:=Range("N2:O49"), Type:=xlFillDefault
Range("a437").Select
If ActiveCell = "" Then
    Else
Range("P2").Select
Selection.NumberFormat = "m/d/yy h:mm"
With Selection.Interior
    .ColorIndex = 42
    .Pattern = xlSolid
    .PatternColorIndex = xlAutomatic
End With
ActiveCell.FormulaR1C1 = "=IF(R[435]C[-15]="&"",&"",R[435]C[-15])"
Range("P3").Select
Selection.NumberFormat = "m/d/yy h:mm"
ActiveCell.FormulaR1C1 = _
    "=IF(R[434]C[-15]="&"",&"",MAX(R[434]C[-15]:R[434]C[44]))"
Range("Q3").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = _
    "=IF(R[434]C[-16]="&"",&"",SUM(R[435]C[-16]:R[435]C[43]))"
Range("P2:Q3").Select

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

Selection.Borders(xlLeft).LineStyle = xlNone
Selection.Borders(xlRight).LineStyle = xlNone
Selection.Borders(xlTop).LineStyle = xlNone
Selection.Borders(xlBottom).LineStyle = xlNone
Selection.BorderAround Weight:=xlThin, ColorIndex:=xlAutomatic
Selection.AutoFill Destination:=Range("P2:Q49"),
    Type:=xlFillDefault

Range("a485").Select
If ActiveCell = "" Then
    Else
Range("R2").Select
Selection.NumberFormat = "m/d/yy h:mm"
With Selection.Interior
    .ColorIndex = 42
    .Pattern = xlSolid
    .PatternColorIndex = xlAutomatic
End With
ActiveCell.FormulaR1C1 = "=IF(R[483]C[-17]="""", """, R[483]C[-17])"
Range("R3").Select
Selection.NumberFormat = "m/d/yy h:mm"
ActiveCell.FormulaR1C1 =
    "=IF(R[482]C[-17]="""", """, MAX(R[482]C[-17]:R[482]C[42]))"
Range("S3").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 =
    "=IF(R[482]C[-18]="""", """, SUM(R[483]C[-18]:R[483]C[41]))"
Range("R2:S3").Select
Selection.Borders(xlLeft).LineStyle = xlNone
Selection.Borders(xlRight).LineStyle = xlNone
Selection.Borders(xlTop).LineStyle = xlNone
Selection.Borders(xlBottom).LineStyle = xlNone
Selection.BorderAround Weight:=xlThin, ColorIndex:=xlAutomatic
Selection.AutoFill Destination:=Range("R2:S49"), Type:=xlFillDefault
Range("a533").Select
If ActiveCell = "" Then
    Else
Range("T2").Select
Selection.NumberFormat = "m/d/yy h:mm"
With Selection.Interior
    .ColorIndex = 42
    .Pattern = xlSolid
    .PatternColorIndex = xlAutomatic
End With
ActiveCell.FormulaR1C1 = "=IF(R[531]C[-19]="""", """, R[531]C[-19])"
Range("T3").Select
Selection.NumberFormat = "m/d/yy h:mm"
ActiveCell.FormulaR1C1 =
    "=IF(R[530]C[-19]="""", """, MAX(R[530]C[-19]:R[530]C[40]))"
Range("U3").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 =
    "=IF(R[530]C[-20]="""", """, SUM(R[531]C[-20]:R[531]C[39]))"
Range("T2:U3").Select
Selection.Borders(xlLeft).LineStyle = xlNone
Selection.Borders(xlRight).LineStyle = xlNone
Selection.Borders(xlTop).LineStyle = xlNone

```

```

Selection.Borders(xlBottom).LineStyle = xlNone
Selection.BorderAround Weight:=xlThin, ColorIndex:=xlAutomatic
Selection.AutoFill Destination:=Range("T2:U49"), Type:=xlFillDefault
Range("a581").Select
If ActiveCell = "" Then
    Else
Range("V2").Select
Selection.NumberFormat = "m/d/yy h:mm"
With Selection.Interior
    .ColorIndex = 42
    .Pattern = xlSolid
    .PatternColorIndex = xlAutomatic
End With
ActiveCell.FormulaR1C1 = "=IF(R[579]C[-21]="""", """, R[579]C[-21]))"
Range("V3").Select
Selection.NumberFormat = "m/d/yy h:mm"
ActiveCell.FormulaR1C1 =
    "=IF(R[578]C[-21]="""", """, MAX(R[578]C[-21]:R[578]C[38]))"
Range("W3").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 =
    "=IF(R[578]C[-22]="""", """, SUM(R[579]C[-22]:R[579]C[37]))"
Range("V2:W3").Select
Selection.Borders(xlLeft).LineStyle = xlNone
Selection.Borders(xlRight).LineStyle = xlNone
Selection.Borders(xlTop).LineStyle = xlNone
Selection.Borders(xlBottom).LineStyle = xlNone
Selection.BorderAround Weight:=xlThin, ColorIndex:=xlAutomatic
Selection.AutoFill Destination:=Range("V2:W49"), Type:=xlFillDefault
Range("a629").Select
If ActiveCell = "" Then
    Else
Range("X2").Select
Selection.NumberFormat = "m/d/yy h:mm"
With Selection.Interior
    .ColorIndex = 42
    .Pattern = xlSolid
    .PatternColorIndex = xlAutomatic
End With
ActiveCell.FormulaR1C1 = "=IF(R[627]C[-23]="""", """, R[627]C[-23]))"
Range("X3").Select
Selection.NumberFormat = "m/d/yy h:mm"
ActiveCell.FormulaR1C1 =
    "=IF(R[626]C[-23]="""", """, MAX(R[626]C[-23]:R[626]C[36]))"
Range("Y3").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 =
    "=IF(R[626]C[-24]="""", """, SUM(R[627]C[-24]:R[627]C[35]))"
Range("X2:Y3").Select
Selection.Borders(xlLeft).LineStyle = xlNone
Selection.Borders(xlRight).LineStyle = xlNone
Selection.Borders(xlTop).LineStyle = xlNone
Selection.Borders(xlBottom).LineStyle = xlNone
Selection.BorderAround Weight:=xlThin, ColorIndex:=xlAutomatic
Selection.AutoFill Destination:=Range("X2:Y49"), Type:=xlFillDefault
Range("a677").Select
If ActiveCell = "" Then
    Else

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

Range("Z2").Select
Selection.NumberFormat = "m/d/yy h:mm"
With Selection.Interior
    .ColorIndex = 42
    .Pattern = xlSolid
    .PatternColorIndex = xlAutomatic
End With
ActiveCell.FormulaR1C1 = "=IF(R[675]C[-25]="""", """, R[675]C[-25])"
Range("Z3").Select
Selection.NumberFormat = "m/d/yy h:mm"
ActiveCell.FormulaR1C1 = _
    "=IF(R[674]C[-25]="""", """, MAX(R[674]C[-25]:R[674]C[34]))"
Range("AA3").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = _
    "=IF(R[674]C[-26]="""", """, SUM(R[675]C[-26]:R[675]C[33]))"
Range("Z2:AA3").Select
Selection.Borders(xlLeft).LineStyle = xlNone
Selection.Borders(xlRight).LineStyle = xlNone
Selection.Borders(xlTop).LineStyle = xlNone
Selection.Borders(xlBottom).LineStyle = xlNone
Selection.BorderAround Weight:=xlThin, ColorIndex:=xlAutomatic
Selection.AutoFill Destination:=Range("Z2:AA49"), Type:= _
    xlFillDefault

Range("a725").Select
If ActiveCell = "" Then
    Else
Range("AB2").Select
Selection.NumberFormat = "m/d/yy h:mm"
With Selection.Interior
    .ColorIndex = 42
    .Pattern = xlSolid
    .PatternColorIndex = xlAutomatic
End With
ActiveCell.FormulaR1C1 = "=IF(R[723]C[-27]="""", """, R[723]C[-27])"
Range("AB3").Select
Selection.NumberFormat = "m/d/yy h:mm"
ActiveCell.FormulaR1C1 = _
    "=IF(R[722]C[-27]="""", """, MAX(R[722]C[-27]:R[722]C[32]))"
Range("AC3").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = _
    "=IF(R[722]C[-28]="""", """, SUM(R[723]C[-28]:R[723]C[31]))"
Range("AB2:AC3").Select
Selection.Borders(xlLeft).LineStyle = xlNone
Selection.Borders(xlRight).LineStyle = xlNone
Selection.Borders(xlTop).LineStyle = xlNone
Selection.Borders(xlBottom).LineStyle = xlNone
Selection.BorderAround Weight:=xlThin, ColorIndex:=xlAutomatic
Selection.AutoFill Destination:=Range("AB2:AC49"), Type:= _
    xlFillDefault

Range("a773").Select
If ActiveCell = "" Then
    Else
Range("AD2").Select
Selection.NumberFormat = "m/d/yy h:mm"

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า-
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

With Selection.Interior
    .ColorIndex = 42
    .Pattern = xlSolid
    .PatternColorIndex = xlAutomatic
End With
ActiveCell.FormulaR1C1 = "=IF(R[771]C[-29]="""", """, R[771]C[-29]))"
Range("AD3").Select
Selection.NumberFormat = "m/d/yy h:mm"
ActiveCell.FormulaR1C1 = _
    "=IF(R[770]C[-29]="""", """, MAX(R[770]C[-29]:R[770]C[30]))"
Range("AE3").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = _
    "=IF(R[771]C[-30]="""", """, SUM(R[771]C[-30]:R[771]C[29]))"
Range("AD2:AE3").Select
Selection.Borders(xlLeft).LineStyle = xlNone
Selection.Borders(xlRight).LineStyle = xlNone
Selection.Borders(xlTop).LineStyle = xlNone
Selection.Borders(xlBottom).LineStyle = xlNone
Selection.BorderAround Weight:=xlThin, ColorIndex:=xlAutomatic
Selection.AutoFill Destination:=Range("AD2:AE49"), Type:= _
    xlFillDefault

Range("a821").Select
If ActiveCell = "" Then
    Else
Range("AF2").Select
Selection.NumberFormat = "m/d/yy h:mm"
With Selection.Interior
    .ColorIndex = 42
    .Pattern = xlSolid
    .PatternColorIndex = xlAutomatic
End With
ActiveCell.FormulaR1C1 = "=IF(R[819]C[-31]="""", """, R[819]C[-31]))"
Range("AF3").Select
Selection.NumberFormat = "m/d/yy h:mm"
ActiveCell.FormulaR1C1 = _
    "=IF(R[818]C[-31]="""", """, MAX(R[818]C[-31]:R[818]C[28]))"
Range("AG3").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = _
    "=IF(R[818]C[-32]="""", """, SUM(R[819]C[-32]:R[819]C[27]))"
Range("AF2:AG3").Select
Selection.Borders(xlLeft).LineStyle = xlNone
Selection.Borders(xlRight).LineStyle = xlNone
Selection.Borders(xlTop).LineStyle = xlNone
Selection.Borders(xlBottom).LineStyle = xlNone
Selection.BorderAround Weight:=xlThin, ColorIndex:=xlAutomatic
Selection.AutoFill Destination:=Range("AF2:AG49"), Type:= _
    xlFillDefault

Range("a869").Select
If ActiveCell = "" Then
    Else
Range("AH2").Select
Selection.NumberFormat = "m/d/yy h:mm"
With Selection.Interior
    .ColorIndex = 42

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        .Pattern = xlSolid
        .PatternColorIndex = xlAutomatic
    End With
    ActiveCell.FormulaR1C1 = "=IF(R[867]C[-33]="""", """, R[867]C[-33]))"
    Range("AH3").Select
    Selection.NumberFormat = "m/d/yy h:mm"
    ActiveCell.FormulaR1C1 = _
        "=IF(R[866]C[-33]="""", """, MAX(R[866]C[-33]:R[866]C[26]))"
    Range("AI3").Select
    ActiveCell.FormulaR1C1 = _
        "=IF(R[866]C[-34]="""", """, SUM(R[867]C[-34]:R[867]C[25]))"
    Range("AH2:AI3").Select
    Selection.Borders(xlLeft).LineStyle = xlNone
    Selection.Borders(xlRight).LineStyle = xlNone
    Selection.Borders(xlTop).LineStyle = xlNone
    Selection.Borders(xlBottom).LineStyle = xlNone
    Selection.BorderAround Weight:=xlThin, ColorIndex:=xlAutomatic
    Selection.AutoFill Destination:=Range("AH2:AI49"), Type:= _
        xlFillDefault

    Range("a917").Select
    If ActiveCell = "" Then
        Else
    Range("AJ2").Select
    Selection.NumberFormat = "m/d/yy h:mm"
    With Selection.Interior
        .ColorIndex = 42
        .Pattern = xlSolid
        .PatternColorIndex = xlAutomatic
    End With
    ActiveCell.FormulaR1C1 = "=IF(R[915]C[-35]="""", """, R[915]C[-35]))"
    Range("AJ3").Select
    Selection.NumberFormat = "m/d/yy h:mm"
    ActiveCell.FormulaR1C1 = _
        "=IF(R[914]C[-35]="""", """, MAX(R[914]C[-35]:R[914]C[24]))"
    Range("AK3").Select
    ActiveCell.FormulaR1C1 = _
        "=IF(R[914]C[-36]="""", """, SUM(R[915]C[-36]:R[915]C[23]))"
    Range("AJ2:AK3").Select
    Selection.Borders(xlLeft).LineStyle = xlNone
    Selection.Borders(xlRight).LineStyle = xlNone
    Selection.Borders(xlTop).LineStyle = xlNone
    Selection.Borders(xlBottom).LineStyle = xlNone
    Selection.BorderAround Weight:=xlThin, ColorIndex:=xlAutomatic
    Selection.AutoFill Destination:=Range("AJ2:AK49"), Type:= _
        xlFillDefault

    Range("a965").Select
    If ActiveCell = "" Then
        Else
    Range("AL2").Select
    Selection.NumberFormat = "m/d/yy h:mm"
    With Selection.Interior
        .ColorIndex = 42
        .Pattern = xlSolid
        .PatternColorIndex = xlAutomatic

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เข้าไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

End With
ActiveCell.FormulaR1C1 = "=IF(R[963]C[-37]="""", """, R[963]C[-37]))"
Range("AL3").Select
Selection.NumberFormat = "m/d/yy h:mm"
ActiveCell.FormulaR1C1 = _
    "=IF(R[962]C[-37]="""", """, MAX(R[962]C[-37]:R[962]C[22]))"
Range("AM3").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = _
    "=IF(R[962]C[-38]="""", """, SUM(R[963]C[-38]:R[963]C[21]))"
Range("AL2:AM3").Select
Selection.Borders(xlLeft).LineStyle = xlNone
Selection.Borders(xlRight).LineStyle = xlNone
Selection.Borders(xlTop).LineStyle = xlNone
Selection.Borders(xlBottom).LineStyle = xlNone
Selection.BorderAround Weight:=xlThin, ColorIndex:=xlAutomatic
Selection.AutoFill Destination:=Range("AL2:AM49"), Type:= _
    xlFillDefault

Range("a1013").Select
If ActiveCell = "" Then
    Else
Range("AN2").Select
Selection.NumberFormat = "m/d/yy h:mm"
With Selection.Interior
    .ColorIndex = 42
    .Pattern = xlSolid
    .PatternColorIndex = xlAutomatic
End With
ActiveCell.FormulaR1C1 = "=IF(R[1011]C[-39]="""", """, R[1011]C[-39]))"
Range("AN3").Select
Selection.NumberFormat = "m/d/yy h:mm"
ActiveCell.FormulaR1C1 = _
    "=IF(R[1010]C[-39]="""", """, MAX(R[1010]C[-39]:R[1010]C[20]))"
Range("AO3").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = _
    "=IF(R[1010]C[-40]="""", """, SUM(R[1011]C[-40]:R[1011]C[19]))"
Range("AN2:AO3").Select
Selection.Borders(xlLeft).LineStyle = xlNone
Selection.Borders(xlRight).LineStyle = xlNone
Selection.Borders(xlTop).LineStyle = xlNone
Selection.Borders(xlBottom).LineStyle = xlNone
Selection.BorderAround Weight:=xlThin, ColorIndex:=xlAutomatic
Selection.AutoFill Destination:=Range("AN2:AO49"), Type:= _
    xlFillDefault
End If
End If
End If
End If
End If
End If
End If
End If
End If
End If
End If
End If

```

```

End If
End If
End If
End If
End If
End If
End If
End If
End Sub
'
' TIMEOFDATAFORCHECK Macro
'
'
Sub TIMEOFDATAFORCHECK()
    Range("BI100").Select
    ActiveCell.FormulaR1C1 = "TIME"
    Range("BI101").Select
    ActiveCell.FormulaR1C1 = "=IF(RC[-60]="""", """, RC[-60])"
    Range("BI102").Select
    ActiveCell.FormulaR1C1 = "=IF(R[-1]C[-60]="""", """, R[-1]C[-60])"
    Range("BI101:BI102").Select
    Selection.AutoFill Destination:=Range("BI101:BI1060"), Type:= _
        xlFillDefault
    Range("BI101:BI1060").Select
    Selection.NumberFormat = "m/d/yy h:mm"
    ActiveWorkbook.Names.Add Name:="TIME", RefersToR1C1:= _
        "=RAIN!R101C61:R1060C61"
    Range("EA1").Select
    ActiveCell.FormulaR1C1 = "TIME"
    Range("EA11").Select
    ActiveCell.FormulaR1C1 = "TIME"
    Range("EA21").Select
    ActiveCell.FormulaR1C1 = "TIME"
    Application.Run Macro:="WORK.XLS!SETGRAPH"
    Range("a1").Select
    Range("B2").Select
End Sub
'
' GRAPH1 Macro
'
'
Sub GRAPH1()
    If ActiveCell.Interior.ColorIndex = 42 Then
        Selection.Copy
        Range("EA2").Select
        Selection.PasteSpecial Paste:=xlValues, Operation:=xlNone, _
            SkipBlanks:=False, Transpose:=False
        Range("A100:BI1060").AdvancedFilter Action:=xlFilterCopy, _
            CriteriaRange:=Range("EA1:EA2"),
        CopyToRange:=Range("EA5:GI7"), Unique:=False
        Range("EB6:GH6").Select
        Selection.NumberFormat = "h:mm"
        Range("DR3").Select
        Application.Run Macro:="WORK.XLS!GRAPH1_TO_FRONT"
    Else
        Sheets("SHEET6").Select
    End If
End Sub

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น—ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        Range("A1").Select
        Range("D4").Select
    End If
End Sub

'
' GRAPH2 Macro
'
Sub GRAPH2()
    If ActiveCell.Interior.ColorIndex = 42 Then
        Selection.Copy
        Range("EA12").Select
        Selection.PasteSpecial Paste:=xlValues, Operation:=xlNone, _
            SkipBlanks:=False, Transpose:=False
        Range("A100:BI1060").AdvancedFilter Action:=xlFilterCopy, _
            CriteriaRange:=Range("EA11:EA12"),
        CopyToRange:=Range("EA15:GI17"), Unique:=False
        Range("EB16:GH16").Select
        Selection.NumberFormat = "h:mm"
        Range("DR3").Select
        Application.Run Macro:="WORK.XLS!GRAPH2_TO_FRONT"
    Else
        Sheets("SHEET6").Select
        Range("A1").Select
        Range("D4").Select
    End If
End Sub

'
' GRAPH3 Macro
'
Sub GRAPH3()
    If ActiveCell.Interior.ColorIndex = 42 Then
        Selection.Copy
        Range("EA22").Select
        Selection.PasteSpecial Paste:=xlValues, Operation:=xlNone, _
            SkipBlanks:=False, Transpose:=False
        Range("A100:BI1060").AdvancedFilter Action:=xlFilterCopy, _
            CriteriaRange:=Range("EA21:EA22"),
        CopyToRange:=Range("EA25:GI27"), Unique:=False
        Range("EB26:GH26").Select
        Selection.NumberFormat = "h:mm"
        Range("DR3").Select
        Application.Run Macro:="WORK.XLS!GRAPH3_TO_FRONT"
    Else
        Sheets("SHEET6").Select
        Range("A1").Select
        Range("D4").Select
    End If
End Sub

'
' GRAPHDOUBLE Macro
'
Sub GRAPHDOUBLE()
    If ActiveCell.Interior.ColorIndex = 42 Then

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

Selection.Copy
Range("EA72").Select
Selection.PasteSpecial Paste:=xlValues, Operation:=xlNone, _
    SkipBlanks:=False, Transpose:=False
Range("BI101").Select
Do Until ActiveCell = Range("EA72").Value
    ActiveCell.Offset(2, 0).Range("A1").Select
Loop
ActiveCell.Offset(0, -60).Range("A1:BH4").Select
Selection.Copy
Range("EA81:GH84").Select
Selection.PasteSpecial Paste:=xlValues, Operation:=xlNone, _
    SkipBlanks:=False, Transpose:=False
Range("FE81:GH82").Select
Selection.Cut
Range("EA76:FD77").Select
ActiveSheet.Paste
Range("EA83:FD84").Select
Selection.Cut
Range("FE76:GH77").Select
ActiveSheet.Paste
Range("EA76").Select
Selection.NumberFormat = "m/d/yy h:mm"
Range("EB76:GH76").Select
Selection.NumberFormat = "h:mm"
Range("DR60").Select
Range("DR78").Select
Else
    Sheets("SHEET6").Select
    Range("A1").Select
    Range("D4").Select
End If
End Sub

'
' GRAPH4 Macro
'
'
Sub GRAPH4()
    If ActiveCell.Interior.ColorIndex = 42 Then
        Selection.Copy
        Range("A5998").Select
        Selection.PasteSpecial Paste:=xlValues, Operation:=xlNone, _
            SkipBlanks:=False, Transpose:=False
        Range("BI101").Select
        Do Until ActiveCell = Range("A5998").Value
            ActiveCell.Offset(2, 0).Range("A1").Select
        Loop
        ActiveCell.Offset(0, -60).Range("A1:BH8").Select
        Selection.Copy
        Range("A6001:BH6008").Select
        Selection.PasteSpecial Paste:=xlValues, Operation:=xlNone, _
            SkipBlanks:=False, Transpose:=False
        Range("A6003:BH6004").Select
        Selection.Cut Destination:=Range("BI6001:DP6002")
        Range("A6005:BH6006").Select
        Selection.Cut Destination:=Range("DQ6001:FX6002")
    End If
End Sub

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        Range("A6007:BH6008").Select
        Selection.Cut Destination:=Range("FY6001:IF6002")
        Range("B6001:IF6001").Select
        Selection.NumberFormat = "h:mm"
        Range("C5907").Select
    Else
        Sheets("SHEET6").Select
        Range("A1").Select
        Range("D4").Select
    End If
End Sub

'
' GRAPH1_TO_FRONT Macro
'
Sub GRAPH1_TO_FRONT()
    ActiveSheet.DrawingObjects("Chart 1").Select
    Toolbars(5).Visible = True
    Selection.BringToFront
    Toolbars(5).Visible = False
    Range("DR3").Select
End Sub

'
' GRAPH2_TO_FRONT Macro
'
Sub GRAPH2_TO_FRONT()
    ActiveSheet.DrawingObjects("Chart 2").Select
    Toolbars(5).Visible = True
    Selection.BringToFront
    Toolbars(5).Visible = False
    Range("DR3").Select
End Sub

'
' GRAPH3_TO_FRONT Macro
'
Sub GRAPH3_TO_FRONT()
    ActiveSheet.DrawingObjects("Chart 3").Select
    Toolbars(5).Visible = True
    Selection.BringToFront
    Toolbars(5).Visible = False
    Range("DR3").Select
End Sub

'
' TO_HOME Macro
'
Sub TO_HOME()
    Range("B2").Select
End Sub

'
' SETGRAPH Macro
'

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

Sub SETGRAPH()
    ActiveSheet.DrawingObjects("Chart 26").Select
    ActiveSheet.ChartObjects("Chart 26").Activate
    ActiveChart.Axes(xlCategory).AxisTitle.Select
    Selection.Left = 228
    Selection.Top = 224
    ActiveChart.Axes(xlValue).AxisTitle.Select
    Selection.Left = 1
    Selection.Top = 75
    ActiveChart.PlotArea.Select
    Selection.Width = 496
    Selection.Left = 32
    Selection.Top = 29
    Selection.Height = 214

    ActiveSheet.DrawingObjects("Chart 24").Select
    ActiveSheet.ChartObjects("Chart 24").Activate
    ActiveChart.Axes(xlCategory).AxisTitle.Select
    Selection.Left = 167
    Selection.Top = 189
    ActiveChart.PlotArea.Select
    Selection.Height = 176

    ActiveSheet.DrawingObjects("Chart 3").Select
    ActiveSheet.ChartObjects("Chart 3").Activate
    ActiveChart.Axes(xlCategory).AxisTitle.Select
    Selection.Left = 177
    Selection.Top = 168
    ActiveChart.PlotArea.Select
    Selection.Height = 176

    ActiveSheet.DrawingObjects("Chart 2").Select
    ActiveSheet.ChartObjects("Chart 2").Activate
    ActiveChart.Axes(xlCategory).AxisTitle.Select
    Selection.Left = 177
    Selection.Top = 168
    ActiveChart.PlotArea.Select
    Selection.Height = 176

    ActiveSheet.DrawingObjects("Chart 1").Select
    ActiveSheet.ChartObjects("Chart 1").Activate
    ActiveChart.Axes(xlCategory).AxisTitle.Select
    Selection.Left = 177
    Selection.Top = 168
    ActiveChart.PlotArea.Select
    Selection.Height = 176
    Windows("WORK.XLS").Activate
End Sub

'
' HELP Macro
'
Sub HELP()
    Sheets("Helpsheet").Select
    Range("a1").Select
End Sub

```

```

' RETURNHELP Macro
'
'
Sub RETURNHELP()
    Range("a1").Select
End Sub

'
' HELP1 Macro
'
'
Sub HELP1()
    Range("a107").Select
End Sub

'
' HELP2 Macro
'
'
Sub HELP2()
    Range("a208").Select
End Sub

'
' HELP3 Macro
'
'
Sub HELP3()
    Range("a307").Select
End Sub

'
' FROMHELP_TOHOME Macro
'
'
Sub FROMHELP_TOHOME()
    Sheets("RAIN").Select
    Range("B2").Select
End Sub

'
' RAINTOTEMP Macro
'
'
Sub RAINTOTEMP()
    Sheets("TEMPERATURE").Select
    Range("A1").Select
    Range("D2").Select
End Sub

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

; กิตติกรรมประกาศ

ขอขอพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ นิภา ลีลารุจิ เป็นอย่างสูง ที่ได้ให้การประสิทธิ์
ประสาทวิชาการแก่ผู้จัดทำ ตลอดจนช่วยแนะนำและให้คำปรึกษาในการทำวิทยานิพนธ์นี้ ขอขอบ
พระคุณอาจารย์และเจ้าหน้าที่ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคมที่มีส่วนช่วยเหลือ ขอขอบคุณนาย สนธยา
คุ้มแสน นักศึกษาปริญญาโท ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม สาขาวิศวกรรม ไฟฟ้า ขอขอบคุณ แผนก
เครื่องมือเทียบวัด กรมอุตุนิยมวิทยา ขอขอบคุณ นาย ธนา พรวิศณุกุล นักศึกษาปริญญาโท ภาควิชา
วิศวกรรมระบบควบคุม และขอขอบคุณผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องที่มีส่วนช่วยเหลือ ในการทำวิทยานิพนธ์จน
สำเร็จลุล่วงด้วยดี



เอกสารอ้างอิง

- [1] ณรงค์ชัย ปัญญานนทชัย, "การใช้งานไมโครซอฟท์เอ็กซ์เซล วิชวลเบสิก สเติร์ปบายสเติร์ป เวอร์ชัน 5 หรับวินโดว “ : บริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด (มหาชน) . กรุงเทพฯ, พ.ศ. 2538
- [2] สิทธิชัย ประสานวงศ์ , " การใช้ไมโครซอฟท์เอ็กซ์เซล 5.0 “ : บริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด (มหาชน) . กรุงเทพฯ, พ.ศ. 2538
- [3] สุเจตน์ จันทพงษ์, “ ไมโครคอนโทรลเลอร์ชิปเดี่ยว 8051 (Single Chip Microcontroller 8051) “ : วิทยาลัยมหานคร. พิมพ์ครั้งที่หนึ่ง. กรุงเทพฯ, พ.ศ. 2535
- [4] สุนทร วิฑูรพจน์, “ การโปรแกรมภาษาแอสเซมบลีของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล 8051 “ : บริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด (มหาชน) . กรุงเทพฯ
- [5] นาวาโทไฉว สุวรรณพงศ์ , “ คู่มือเครื่องมือตรวจอากาศ “: กรมอุตุนิยมวิทยา, กรุงเทพฯ
- [6] ANT -32 VERSION 3.0 EMBEDDED CONTROL BOARD “ : บริษัทคิลาร์เสิร์ช จำกัด. กรุงเทพฯ
- [7] ECG Semiconductors Master Replacement Guide
- [8] “ET - EM users manual ET-EM8,ET-EM32 “ : บริษัท อีทีที จำกัด. กรุงเทพฯ
- [9] Guide to Meteorological Instrument and Observing Practices ; WMO-Publication No. 8 . TP.3(1971)
- [10] OTA KEIKI SEISAKUSHO, “ General Catalog weather instruments & Systems “: TOKYO , JAPAN
- [11] W.E. KNOWLES MIDDLETON (National Research Council of Canada) and Athelstan F. Spilhaus (Dean of the Institute of Technology , University of Minesota) “ Meteorological Instruments “ : University of Toronto , CANADA